

Université Lumière Lyon 2
Thèse pour obtenir le grade de DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ lumière LYON 2
en Sciences de l'Éducation
présentée et soutenue publiquement par
Arnaud Séjourné
le 22 Octobre 2001

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

Préparée sous la direction de **M. Jean-François Le Maréchal**
au sein de l'équipe COAST UMR 5612 GRIC (CNRS-Université Lyon 2)

Mme Andrée Tiberghien M. Nicolas Balacheff Rapporteur M. Michel Caillot Rapporteur M. Pierre
Dillenbourg Examineur M. Jean-François Le Marechal Directeur M. Zahed Bahna Directeur

Table des matières

Introduction . .	1
I. Démarche de la recherche . .	3
II. Organisation du document .	4
Chapitre 1 : Problématique Hypermédias et Apprentissage .	5
I. Conception d'un hypermédia .	6
I.1. La navigation des utilisateurs .	6
I.2. La lecture et la compréhension des informations .	7
I.3. Quelles aides proposées pour soutenir la résolution d'un problème . .	9
II. Conception de situations d'enseignement et d'apprentissage .	10
II.1. Le savoir et l'apprenant .	11
II.2. La mise en scène du savoir à enseigner .	11
III. Synthèse .	12
Partie A : Le cadre théorique . .	15
Chapitre 2011 Organisation conceptuelle et sémiotique d'un contenu d'enseignement . .	15
I011L'activité de modélisation .	15
II011Les systèmes sémiotiques . .	23
III011En résumé : Sémiotique et Modélisation .	29
Chapitre 3011 Création d'un milieu interactif favorable à la résolution d'un problème . .	30
I011Tâche, activité et résolution .	31
II011La théorie des situations .	33
III011Que devient la résolution d'un problème ? . .	37
Partie B : Conception de l'hypermédia Labdoc 'Son et Vibrations' . .	41
Chapitre 4011 L'importance des choix didactiques dans la conception de l'hypermédia .	41
I011Les TP SOC : A l'origine des séquences de TP dans l'hypermédia . .	41
II011. 'Transformation' informatique des éléments constitutifs d'une situation d'enseignement en classe pour créer un nouveau milieu .	49

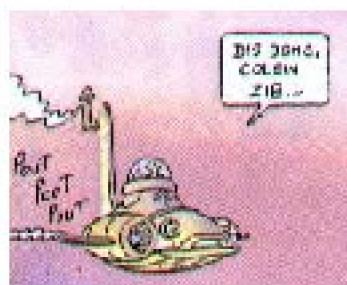
III011. En conclusion .	72
Chapitre 5011 L'hypermédia 'Labdoc Son et Vibrations' .	73
I011. Présentation globale . .	73
II011. Présentation détaillée des lieux . .	80
III011. Résumé .	93
Partie C : Méthodologies d'analyse et analyse des données recueillies . .	95
Chapitre 6011 Méthodologies de recueil et d'analyse des données . .	95
I011. Expérimentation et recueil de données .	96
II011. Méthodologies d'analyse des données recueillies . .	98
Chapitre 7011 Analyse <i>a priori</i> des 4 séquences de TP . .	117
I011. Analyse <i>a priori</i> du TP0 : Exercice d'introduction . .	118
II011. Analyse <i>a priori</i> du TP1 .	122
III011. Analyse <i>a priori</i> du TP2 .	154
IV011. Analyse <i>a priori</i> du TP3 .	155
V011. Analyse <i>a priori</i> du TP4 . .	158
VI011. Implication de cette analyse . .	160
Chapitre 8011 Analyse globale . .	162
I011. Observations globales de l'activité des 20 dyades . .	163
II011. Analyse globale de chacune des séquences de TP .	177
III011. Conclusion & discussion . .	205
IV011. Sélection de quatre dyades .	208
Chapitre 9011 Analyse locale des données recueillies . .	216
I011. Y-a-t-il des relations entre les niveaux de savoir des contenus des tâches et ceux effectivement mis en oeuvre par les élèves? .	216
II011. La structuration des contenus des tâches à partir de différents systèmes sémiotiques favorise-t-elle la construction du savoir? .	257
Chapitre 10011 En quoi le milieu créé favorise-t-il la résolution d'un problème par les élèves? . .	292
I011. En quoi les éléments de la situation peuvent-ils favoriser la construction de la réponse attendue? .	293
II011. Existe-t-il un contrat implicite ou explicite entre les élèves et certains	312

éléments du milieu ? .	
III011. Conclusion sur le rôle du milieu .	314
Conclusions et perspectives . .	317
L'apport du cadre théorique dans la conception de l'hypermédia . .	318
La méthodologie d'analyse .	320
Synthèse des résultats .	320
Limites et perspectives .	324
Bibliographie . .	327
ANNEXE A : Les TPSOC .	333
TP 1 Les différents éléments de la chaîne sonore .	333
I.011Enoncé du TP1 .	333
II.011Cahier de l'élève du TP1 .	340
III.011Environnements conceptuels du TP 1 . .	341
TP 2 La propagation du son dans l'air, la période temporelle de la source de son. .	344
I.011Enoncé du TP2 .	344
II.011Cahier de l'élève du TP2 .	349
III.011Environnements conceptuels du TP2 .	349
T.P.3 Deux des grandeurs caractéristiques du son .	350
I.011Enoncé du TP3 .	350
II.011Cahier de l'élève du TP3 .	354
III.011Environnements conceptuels du TP3 .	355
Annexe B : Les séquences de TP proposées dans l'hypermédia .	357
I. TP0 : Introduction de la chaîne sonore .	357
II. TP1 : Les différents éléments de la chaîne sonore . .	363
III. TP2 : Le milieu de propagation du son .	391
IV. TP3 : La propagation du son dans l'air .	415
V. TP4 : Deux des grandeurs caractéristiques du son .	429
Annexe C : Analyse a priori du TP 2 au TP4 .	457
Analyse a priori du TP2 . .	457

I.011	Introduction du phénomène . .	458
II.011	Etude de la relation entre la perception sonore et la présence d'un milieu de propagation .	462
III.011	Réinvestissement de la condition nécessaire pour qu'un son existe : Applications .	473
	<i>Analyse a priori</i> du TP3 . .	477
I.011	Tâche 1 : Introduction .	479
II.011	Expérience du tambourin .	480
III.011	La propagation du son dans l'air .	487
IV.011	Tâche 9 : Etude du son émis par un haut-parleur . .	493
V.011	Expérience du haut-parleur et de la bougie .	495
VI.011	La propagation du son dans l'air . .	502
	<i>Analyse a priori</i> du TP4 . .	506
I.011	Tâche 1 : Introduction .	508
II.011	'Première expérience de sensibilisation' . .	511
III.011	Deuxième expérience de sensibilisation .	520
IV.011	'Etude des grandeurs caractéristiques du son à l'oscilloscope' .	522
V.011	Tâche 15 : 'Application : Création d'un oscillogramme' .	530
VI.011	'Reproduire le même son' .	532
VII.011	'Influence de la position du récepteur par rapport à l'émetteur au niveau des grandeurs caractéristiques du son' .	538
VIII.011	Tâche 24 : 'Reproduction du son du diapason avec un haut-parleur' .	547
	Annexe D : L'expérimentation . .	551
I.	La Fiche Aide distribuée en début de séance .	551
II.	Les transcriptions des quatre dyades .	552
II.1	Dyade 16 .	552
II.2	Dyade 12 .	688
II.3	Dyade 20 .	780
II.4	Dyade 8 .	868
	Annexe E : Les quatre données de l'analyse globale . .	979

I. Les durées de réalisation de chacune des tâches des cinq TP . .	979
I.1 Durée de réalisation des tâches du TP0 . .	979
I.2 Durée de réalisation des tâches du TP1 . .	980
I.3 Durée de réalisation des tâches du TP2 . .	982
I.4 Durée de réalisation des tâches du TP3 . .	984
I.5 Durée de réalisation des tâches du TP4 . .	986
II. Le nombre réponses inexactes . .	988
III. Les ressources utilisées . .	994
III.1 Les ressources externes . .	994
III.2 Les ressources internes . .	996
IV. Le nombre d'informations sélectionnées dans l'onglet Aide .	1000
Annexe F .	1007
I. Tableau permettant la comparaison entre l'analyse <i>a priori</i> et l'analyse de l'activité effective des élèves . .	1007
II. Tableaux résultant du codage des verbalisations des élèves selon les niveaux de savoir . .	1018
III. Quelles sont les caractéristiques des tâches conduisant à des connaissances mobilisées non attendues ? .	1022
III.1 Détermination des tâches et comparaison du fonctionnement des quatre dyades . .	1022

Introduction



Zelwé : "Dis donc cousin Zib "

Zib : "Quoi donc cousin Zelwé?"

Zelwé : "As-tu déjà remarqué, cousin Zib ? Dans les films de science-fiction, quand on voit passer une fusée ..., on entend toujours rugir son moteur "

Zib : "Où est donc ?"

Figure 1 : Extrait du *Concombre Masqué* (Mandryka, 1990, p. 5)

Cette petite histoire est bien banale, mais montre que l'on peut, sans y prendre garde, donner au son une propriété qu'il n'a pas, celui de se propager dans le vide. Comment imaginer qu'au passage d'un réacteur de fusée, il règne un silence absolu ? Comment bouleverser de telles idées ?

Une première réponse à ce constat consiste à dire qu'il faut remettre en question le sens commun en se référant au fonctionnement du physicien qui modélise le système qu'il étudie, puis qui fait parler son modèle. Toutefois ce n'est pas si simple et la didactique des sciences est bien placée pour en témoigner. En effet, l'une des préoccupations de ce champ de recherche consiste à étudier les rapports que les apprenants entretiennent avec les savoirs lors d'un enseignement donné dans l'objectif de déterminer les conditions et la nature des apprentissages en jeu. En d'autres termes, l'une des vocations de la recherche en didactique est d'élaborer des outils pour favoriser

l'apprentissage des savoirs en jeu dans un enseignement donné c'est-à-dire dans la bande dessinée, aider Zib à comprendre le questionnement de Zélub.

Ainsi, nous pouvons nous demander si l'enseignement du son proposé dans le programme de seconde prend en compte les difficultés des élèves ?

Une étude réalisée par le bulletin de l'union des physiciens (n°788, 1996, p. 9) met en évidence que cette partie du programme pose des problèmes aux enseignants car elle est difficile à enseigner et à comprendre par les élèves. Il en résulte que 10 % des enseignants demandent la suppression de cette partie et 19% une diminution de l'horaire qui lui est attribué. Pourtant, les élèves apprécient cet enseignement. Cela montre que les enseignants ne semblent pas posséder les outils nécessaires pour favoriser la compréhension des phénomènes sonores aux élèves. En juillet 1999, cet enseignement a été retiré du programme de seconde à l'occasion d'une réforme des programmes.

A partir de 1995, à l'occasion d'un projet de recherche et de développement (nommé SOC), un groupe de chercheurs, enseignants du secondaire et d'inspecteurs pédagogiques régionaux (I.P.R) a travaillé à l'élaboration de séquences d'enseignement dont celles traitant de la partie 'Sons et ultrasons' du programme de Seconde. L'originalité de ces séquences tient principalement au fait qu'elles prennent en compte les difficultés et les conceptions des lycéens et favorisent la mise en relation des événements perçus auditivement (ou visuellement) avec les théories en jeu.

L'élaboration de ces séquences d'enseignement a donné naissance au travail de recherche dont il est question dans cette thèse. Son objectif est de porter ces séquences sur un support informatique de façon 'rationnelle', c'est-à-dire en utilisant les résultats de recherche en didactique et dans les disciplines connexes, dans le but de comprendre la relation entre l'organisation des contenus présents dans l'hypermédia ainsi constitué et l'apprentissage qui va résulter de son utilisation.

Ce travail de recherche a devancé la demande institutionnelle de mettre les technologies de l'information et de la communication au service de '*l'innovation et l'amélioration de la qualité de l'éducation*' (Rapport de la commission au conseil et au parlement européen, 2000, p. 5). Notre travail prend à contre-pied l'évolution naturelle de l'utilisation des nouvelles technologies dans les classes de sciences physiques qui se limite principalement à la réalisation d'expériences assistées par ordinateur (EXAO). Ce moyen, facilitant l'acquisition ou le traitement de valeurs issues de mesures, prolonge naturellement la pratique expérimentale d'une telle discipline scientifique mais ne prend pas toujours en compte l'apprentissage des savoirs en jeu. L'usage des simulations, de micro-mondes, des hypermédiats, de l'Internet reste encore un cas d'espèce. Cela peut s'expliquer du fait qu'ils nécessitent la mise en place et la maîtrise de la part de l'enseignant de nouvelles séquences d'enseignement auquel il n'a pas été formé.

Notre travail se réfère à un questionnement actuel sur la *structuration* des informations et des tâches proposées dans un hypermédia ou sur un site Web (voir par exemple les actes du colloque *Hypermédia et Apprentissages*, 2001). De ce fait, la conception de cet hypermédia nécessite d'envisager une méthode pour à la fois conserver la structure initiale de chaque séquence de TP en tenant compte des caractéristiques du support informatique (taille de l'écran, diverses possibilités de

présentations de l'information, liens hypertextes, etc.), et prendre en charge une partie du rôle actif de l'enseignant dans l'apprentissage de l'élève : l'institutionnalisation des connaissances, l'organisation des activités, l'aide dans la démarche de résolution de problèmes... Il s'ensuit une étude de l'activité effective des élèves lors de l'utilisation l'hypermédia.

L'objet de ce travail est donc de rechercher une manière d'*organiser les informations* dans un hypermédia en vue de proposer une démarche autonome d'apprentissage des élèves. Il s'agit d'organiser et de présenter les savoirs selon la tâche que les élèves seront amenés à réaliser, diversifier les modalités de présentations de ces savoirs, entretenir et guider la résolution de problème par la conception d'aide et de systèmes d'évaluation adaptés. Nous étudions ensuite comment les élèves l'utilisent.

I. Démarche de la recherche

Ce travail réalisé dans le cadre d'une convention Cifre, a débuté par la conception d'un hypermédia dédié à l'enseignement du son en Seconde 'Labdoc Son et Vibrations'. Ce projet a nécessité la collaboration entre une équipe de recherche (COAST, UMR 5612 GRIC) et la société Jeulin. La mise en oeuvre et la conception des situations d'enseignement centrées sur l'activité expérimentale (cinq séquences de travaux pratiques sont proposées dans l'hypermédia) ont donc rassemblé des compétences multiples : informaticiens, infographistes, chercheurs en didactique et enseignants. Cette conception de situations d'enseignement visant l'apprentissage à partir de nouvelles technologies s'inscrit dans le domaine de l'ingénierie didactique (Artigue, 1988), l'hypermédia élaboré donnant lieu à une étude de l'activité des élèves.

L'hypermédia a été ensuite proposé à des élèves de Seconde dans le cadre des enseignements sur le son. L'objectif est d'étudier la réalisation de ces séquences d'enseignement de travaux pratiques (TP) sur support informatique par 20 dyades de classe de Seconde provenant de trois lycées différents. L'analyse a nécessité, d'une part l'élaboration un module de traçage afin d'enregistrer automatiquement les actions des élèves au niveau de l'interface et d'autre part, la réalisation d'enregistrements audio et vidéo. De plus, douze dyades sur les vingt ont réalisé les mêmes séquences de TP sur l'hypermédia accompagnées du matériel expérimental habituellement confié aux élèves lors de TP traditionnels. Les données recueillies sont donc deux types : une trace informatique et les enregistrements audio et vidéo des productions des élèves.

Le recueil a donné lieu à la mise en oeuvre de deux types d'analyse : une *analyse globale* dont l'objectif est d'une part de mettre en évidence des fonctionnements communs relatifs aux différentes dyades et d'autre part de sélectionner quatre dyades pour réaliser une analyse plus fine. Cette seconde analyse, que nous appelons locale, étayée des transcriptions des verbalisations des élèves, est réalisée dans le but de répondre à notre question : *Quelle peut être l'influence de l'organisation des informations selon les savoirs, les représentations de ces savoirs et les éléments de la situation sur l'activité des élèves ?*

II. Organisation du document

Ce document est organisé en trois parties. Notre démarche permet d'apprécier comment, à partir d'un même cadre théorique (Partie 1), nous avons à la fois élaboré l'hypermédia (Partie 2) et analysé les activités des élèves (Partie 3).

Le chapitre 1 relatif à la problématique de la thèse, met en évidence le positionnement de la didactique de la physique dans la conception d'hypermédia comparés aux divers travaux de recherche (en psychologie cognitive, en ergonomie). De cette présentation émergent nos questions de recherche.

Les deux chapitres de la première partie, décrivent le cadre théorique de conception de l'hypermédia et d'analyse des activités des élèves. Le chapitre 2 présente les principaux 'outils théoriques' en rapport avec notre problématique d'organisation du savoir à enseigner : l'activité de modélisation dans l'enseignement de la physique (Tiberghien, 1994) et les systèmes sémiotiques (Duval, 1995 ; Ainsworth & al., 1996). Le chapitre 3 décrit les éléments théoriques permettant la création d'un milieu informatique qui particularise les rôles de l'enseignant et de l'enseigné relativement au savoir en jeu (Brousseau, 1998).

Les deux chapitres de la deuxième partie sont consacrés à la conception de l'hypermédia à partir du cadre théorique. Le chapitre 4 décrit la mise en oeuvre du cadre théorique pour la transformation des TP format papier en ceux proposés dans l'hypermédia. Le chapitre 5 présente l'hypermédia finalisé du point de vue de la navigation et de l'organisation des contenus.

Les cinq chapitres de la troisième partie, qui portent sur l'activité des élèves, présentent les méthodologies utilisées, l'analyse *a priori* et les analyses des données recueillies. Le chapitre 6 décrit la méthodologie expérimentale et la méthodologie d'analyse de l'activité des élèves. Le chapitre 7 présente l'analyse *a priori* des tâches que les élèves vont réaliser au cours des cinq séquences de TP. Les chapitres 8, 9 et 10 exposent les analyses des données obtenues à partir de la trace informatique et de la transcription des verbalisations des dyades sélectionnées. De chacune de ces analyses des conclusions s'imposent sur l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves.

En conclusion, nous rappellerons les résultats obtenus au cours de ces deux analyses et nous discuterons de la pertinence d'une telle recherche dans le cadre de la conception d'environnements multimédias d'apprentissage soutenus par l'hypertexte.

Chapitre 1 : Problématique Hypermédias et Apprentissage

Le terme hypermédia '**a été introduit, surtout par la presse, pour insister sur l'aspect multimédia de certaines applications hypertextes**' (Nanard, 1994, p. 9). Un hypertexte (étymologiquement 'plus que du texte') est un système d'informations basé sur des documents (fiches de texte, images, dessins, animations, sons, etc.) interconnectés par des liens permettant une lecture non linéaire laissée à l'initiative de l'utilisateur. En fait, l'hypertexte est '**un système d'aide à la structuration (pour le concepteur) et à l'accès à d'importants volumes de données** (pour l'utilisateur)' (Bruillard et de La Passardière, 1998, p. 97) c'est-à-dire qui '**aide les humains dans une tâche de lecture active en apportant l'information pertinente selon le contexte de lecture passé et présent**' (Nanard et Nanard, 1998, p. 16).

Concevoir un tel système nécessite, entre autres, de prendre en compte l'utilisateur pour éviter une approche dirigée uniquement par les documents, de fournir les informations pertinentes selon le contexte d'utilisation et de proposer des outils de navigation adéquats pour aider l'utilisateur dans la lecture et la compréhension des documents¹. Cette conception ne peut donc se faire sans la collaboration d'acteurs aux compétences diversifiées et complémentaires (Choplin 1998 ; Nanard et Nanard, 1998) aux vues des *difficultés* relatives à la présentation des informations, à la navigation, à la

¹ Voir pour plus de détails les cinq axes de l'espace de conception de Nanard et Nanard, 1998, p. 19.

lecture des documents, etc. Pour résoudre ces difficultés, nous nous inspirons des résultats de recherche en psychologie cognitive et en ergonomie.

Bruillard et de La Passardière (1998, p. 97), lors d'un état des lieux de l'usage de l'hypertexte dans l'éducation, précisent que l'hypertexte '***n'est pas un instrument éducatif en soi, mais il intervient dans diverses activités à caractère éducatif***' qui sont :

1. accéder à des bases de documents et s'y promener,
2. créer, baliser, structurer des bases de documents,
3. utiliser des environnements d'apprentissage intégrant l'hypertexte. Parmi ces différentes formes d'activités, nous nous situons dans le cadre de notre travail de thèse dans le dernier cas : '***utiliser des environnements d'apprentissage intégrant l'hypertexte***'.

Cependant, la conception d'un hypermédia, dédié à l'enseignement et à l'apprentissage (dans notre cas de la physique), pose le problème des contenus proposés à l'utilisateur. En effet, *dans quelle mesure les contenus construits et organisés par le concepteur peuvent-ils favoriser l'acquisition de connaissances par l'utilisateur ?*

Le concepteur est donc amené à analyser le savoir à enseigner (en accord avec le programme officiel), puis à le transformer en savoir enseigné. Cette transformation donne lieu à la mise en place de situations d'enseignement et d'apprentissage dans lesquelles l'apprenant doit être autonome. *Comment alors organiser les contenus dans la perspective que les élèves 'apprennent' d'une manière autonome ?*

Ainsi, la conception d'un hypermédia dédié à l'enseignement de la physique conduit à un problème double : l'un lié à la conception en elle-même de l'hypermédia et l'autre lié à l'élaboration du contenu en vue de son apprentissage d'une manière autonome.

I. Conception d'un hypermédia

Cette section décrit, à partir de travaux de recherches en psychologie cognitive et en ergonomie, différents problèmes rencontrés par les utilisateurs d'hypermédias ainsi que les solutions proposées par les concepteurs.

I.1. La navigation des utilisateurs

Dans une revue de la littérature portant sur la navigation², Tricot (1993, p. 21) précise que c'est un problème '***primordial***' qui est '***loin d'être résolu***' et '***que l'on ne peut se***

² Déplacement de l'utilisateur à travers un réseau de lien

permettre d'ajouter un problème de navigation au problème de l'acquisition de connaissances'. Les principaux problèmes liés à la navigation concernent la *désorientation* de l'utilisateur et la *surcharge cognitive*.

La désorientation de l'utilisateur ('*Getting lost in space*', Conklin, 1987, p. 38) résulte de l'organisation complexe des informations (à l'inverse d'une organisation linéaire) qui conduit à ne plus savoir où l'on est dans le réseau d'hypertexte ou ne pas savoir comment accéder à un document existant (Conklin, 1987, p. 38). Foss (1988), d'après Tricot (1993, p. 22) souligne que cette désorientation peut aussi s'exprimer sous la forme : '**arriver à un endroit et ne plus savoir pourquoi on est là, oublier quelles sélections on a fait précédemment, ne pas être capable de se représenter une vue d'ensemble ou un résumé cohérent de ce que l'on vient de voir**', etc.

Quant à la surcharge cognitive, elle est liée à l'effort et à la concentration nécessaire pour maintenir différents travaux ou chemins en même temps et à l'absence de signification des liens proposés à l'utilisateur (Conklin, 1987, p. 39).

Pour éviter ces problèmes, Bruillard et de La Passardière (1994, p. 22-23) proposent trois types d'aide :

Les aides ponctuelles : elles permettent de comprendre le contenu du noeud courant et de décrire succinctement la destination des liens présents dans le document.

Les aides spatiales et structurelles : elles fournissent des informations sur l'ensemble des documents proposés et sur son organisation ce qui permet à l'utilisateur de s'orienter dans le réseau.

Les aides historiques : elles permettent de savoir ce qui a déjà été vu et ce qui reste encore à voir.

Le problème de la navigation dans un hypermédia dédié à l'apprentissage conduit à nous poser la question suivante : Peut-on amoindrir le phénomène de désorientation et de surcharge cognitive de l'utilisateur en élaborant l'architecture de l'hypermédia en fonction de la nature du contenu (cours, article de dictionnaire, résumé sous la forme de fiche, ...) et des actions de l'utilisateur liées à ces contenus ?

I.2. La lecture et la compréhension des informations

I.2.1. Le lecteur d'hypertexte

Rouet (1997) présente les difficultés d'un lecteur occasionnel ou débutant dans un système hypertexte dont les modes d'organisation et de lecture des informations diffèrent d'un texte imprimé. Il conteste l'idée que '**l'utilisation d'hypertextes faciliterait automatiquement la recherche et la sélection d'informations en fonction des besoins et des objectifs des apprenants et, par conséquent, les mécanismes de la**

construction des connaissances . ' Ainsi, l'auteur pointe trois difficultés lors de la lecture d'un hypertexte qui peuvent être dues à un manque :

de cohérence locale : L'hypertexte permet au lecteur de faire des sauts d'un thème à l'autre sans que la cohérence locale soit nécessairement maintenue d'une page à l'autre comparée à celle d'un texte imprimé où les idées sont présentées linéairement. Le lecteur devra donc faire un effort pour relier le passage du texte présenté sur la nouvelle page avec celui lu précédemment. L'auteur conseille de réaliser des ajouts de 'soudure' entre les pages d'origine et de destination qui repose sur une méthode d'analyse sémantique.

de cohérence globale : Les dispositifs tels que la table des matières, l'index ou la pagination permettent au lecteur d'un texte imprimé d'avoir une idée globale de l'organisation du texte imprimé. Dans un hypertexte, la structure des documents n'est pas connue de l'utilisateur ce qui pose alors des problèmes de désorientation ou de noyade dans l'information. Pour pallier à cette difficulté, l'auteur propose l'utilisation de cartes conceptuelles qui permettent d'avoir une représentation graphique de l'organisation des concepts.

de familiarisation : Le format de présentation des informations dans un hypertexte et l'inadéquation possible des stratégies de lecture nécessitent un apprentissage particulier des lecteurs débutants ou occasionnels tels que les élèves.

1.2.2. L'organisation des informations

L'ergonomie des textes sur l'écran)

Dans une revue de la littérature, Caro et Bétrancourt (1998) présentent des résultats expérimentaux à propos des effets de la disposition des informations sur l'écran en ce qui concerne l'espace et la densité informative, la couleur, la typographie, la ponctuation, les attributs vidéo, le multifenêtrage du texte, l'escamot. De plus, ils accompagnent chacun des résultats de recommandations pratiques pour organiser ces informations sur un écran.

Exemple : Ergonomie des documents multimédias

D'après la revue de la littérature de Caro et Bétrancourt (1998, p. 135), la figure doit apparaître avant ou au cours du texte afin de fournir 'des bénéfices' à la lecture. Les auteurs supposent que cela relève plus d'un effet attentionnel que mnésique. Ensuite, les auteurs précisent que pour favoriser les connections entre un texte et une figure, il est important que ces deux modalités soit à proximité l'une de l'autre, Cela permet d'éviter un partage de l'attention qui requiert alors un coût cognitif élevé. Enfin, ils recommandent que les informations verbales (sur le mode auditif) et visuelles coréférentes (figure, texte) soient diffusées au même moment.

I.2.3. Les icônes de logiciels et d'environnements informatiques

Peraya (1998) s'intéresse à la structure et au fonctionnement sémiotique des icônes de logiciels et d'environnements informatiques (ILEIS). L'hypothèse générale de ce travail de recherche est qu'un marquage visuel constitue une aide efficace à la mémorisation et à la recherche de l'information : il permet au lecteur de mieux s'orienter dans le document, d'identifier, de sélectionner et d'extraire l'information pertinente et il est un moyen mnémotechnique pour accéder aux logiciels ou à leur fonction. Dans une perspective pédagogique, le questionnement de l'auteur porte sur la mise en place de méthodes qui permettraient que les icônes réalisées soient plus compréhensibles, plus fonctionnelles et plus adaptées aux utilisateurs.

I.2.4. En résumé

Ces travaux de recherche posent le problème de l'organisation des informations au niveau d'une interface dans le but d'aider les utilisateurs à lire, à faire des connections entre les informations de nature différentes, ... mais cela laisse supposer que les contenus soient déjà élaborés !

I.3. Quelles aides proposées pour soutenir la résolution d'un problème

Pour Dufresne (2001, p. 11), l'aide doit s'intégrer dans la tâche sans distraire ou déranger, elle doit guider, encourager à l'action et à la réflexion et non pas répéter le contenu présent à l'écran. Ces qualités sont-elles suffisantes pour 'inciter' les utilisateurs à s'en servir ?

I.3.1. Pertinence, accessibilité, contextualisation

Dans le cadre d'une formation à distance à partir d'un hypermédia, De Lièvre et Depover (2001) observent l'apport de deux modalités du tutorat dans l'utilisation de différentes aides par les apprenants : réactif (réaction à une demande de l'utilisateur) et proactif (intervention volontaire du tuteur pour aider l'apprenant). Ils se rendent compte que la proactivité a pour effet d'augmenter l'usage des outils d'aide : elle donnerait à **'l'apprenant le sentiment d'être suivi en le stimulant à rester en état de veille cognitive et à exploiter les aides mises à disposition'** (De Lièvre et Depover, 2001, p. 273). D'après leur expérimentation, il semble que l'usage des différentes aides ne dépend pas uniquement du comportement du tuteur, mais des caractéristiques intrinsèques des aides qui sont :

la pertinence : répondre à un besoin de l'apprenant,

l'accessibilité : éviter une recherche longue des informations,

la contextualisation : mettre à jour les informations selon l'évolution des apprenants dans le logiciel.

Enfin, ils supposent que ces caractéristiques peuvent ne pas être suffisantes pour inciter les élèves à utiliser les aides : *' l'une des raisons de leur faible utilisation peut être attribuée au fait que les apprenants ont des difficultés à anticiper le type d'information que certaines formes d'aide vont leur apporter et que, en raison de ces difficultés, ils hésitent à les utiliser '*.

1.3.2. Contextualiser les aides à la résolution d'un problème

Scherly & al. (1998) s'aperçoivent que durant la résolution d'un problème à partir d'un laboratoire simulé 'ViroLab' intégrant un hypertexte, les étudiants consultent peu l'hypertexte pendant la résolution du problème. Ce résultat est intéressant car il montre que la présence d'une aide informationnelle n'est pas suffisante pour motiver les élèves à modifier leurs stratégies de résolution lorsque ces derniers ont les connaissances suffisantes pour résoudre le problème. Au vu de ce résultat, les auteurs s'interrogent sur les modifications à apporter à leur logiciel pour inciter les étudiants à se référer à l'aide lors de la résolution d'un problème :

Faut-il incorporer plus de connaissances déclaratives autour de la tâche (dans les feed-back par exemple), et non hors de la tâche ?

Faut-il créer des liens directs et impératifs avec la documentation de l'hypertexte ou bien des liens mentionnés mais dont l'activation est laissée au libre choix de l'utilisateur ? Il s'agirait ainsi de contextualiser l'aide dans le cadre de la tâche à réaliser.

1.3.3. En résumé

Cette dernière section conduit à se poser la question suivante : où placer les aides sur l'interface pour favoriser leurs sélections par les apprenants lors de la réalisation d'une tâche donnée ? Quelles informations doit-on proposer aux élèves dans une aide lors de la réalisation d'une tâche donnée ?

Cette dernière question étend le questionnement de la conception du système à celle des contenus à proposer à l'utilisateur. Dans la section suivante nous présentons différentes difficultés que l'on peut rencontrer lors de la construction d'un contenu d'enseignement en sciences.

II. Conception de situations d'enseignement et d'apprentissage

Comme nous l'avons introduit précédemment, du point de vue de la didactique des disciplines scientifiques la conception d'un hypermédia dédié à l'enseignement et l'apprentissage des sciences pose le problème de l'élaboration et de l'organisation des contenus présentés à un utilisateur qui dans notre cas est un apprenant. Deux questions principales se posent au concepteur :

Quel savoir choisir dans la perspective de créer une situation d'apprentissage ?

Comment le mettre en scène ?

II.1. Le savoir et l'apprenant

Lors de l'élaboration d'une séquence d'enseignement en science, nous considérons qu'il est nécessaire de vérifier (Tiberghien, 1994b ; Buty, 2000 ; Vince 2000) :

La cohérence entre les modèles en jeu et les activités expérimentales. Comme le précise Tiberghien (1994, p. 142), **'selon l'expérience choisie, l'apprenant ne construit pas le même sens au savoir en jeu même si les mêmes formules physiques sont utilisées'**. Il va s'agir de vérifier que les activités expérimentales proposées sont suffisamment proches du domaine de fonctionnement et de pertinence du modèle à construire (Vince, 2000).

La pertinence des savoirs proposés compte tenu des difficultés des élèves et de la manière dont ils 'apprennent' la science. D'après Tiberghien (1994b, p. 142), le savoir à enseigner ne devrait pas être éloigné de ce que les apprenants peuvent comprendre : une adaptation de ce savoir est nécessaire pour le rendre 'appropriable' par les élèves. Cette adaptation est rendue possible en étudiant, par exemple, la manière dont les élèves interprètent les situations expérimentales et celles de la vie quotidienne. Une telle analyse donne l'occasion d'identifier des *'notions intermédiaires'* (Baker et Tiberghien, 1999) qui sont importantes dans l'acquisition du savoir par l'élève comme la 'notion de vibration' dans l'enseignement du son.

II.2. La mise en scène du savoir à enseigner

La seconde difficulté rencontrée concerne la mise en scène des savoirs lors de la création des situations d'apprentissage. Elle consiste en la construction explicite de situations d'enseignement et d'apprentissage relatif au savoir à enseigner préalablement *'analysé'* (Tiberghien, 1997). L'élaboration des situations d'apprentissage dans l'hypermédia, doit conduire le concepteur à élaborer :

une progression du savoir à enseigner,

des activités variées à partir desquelles les élèves seront amenés à donner sens au savoir en jeu,

des activités utilisant la diversité des formats de présentation (image, vidéo, graphique, simulation, etc.) dans l'objectif de favoriser la 'compréhension' des concepts en jeu,

des situations d'enseignement et d'apprentissage 'interactives' favorisant la réalisation autonome des tâches : l'enseignant n'étant là pour mettre en scène le savoir enseigné, guider les élèves ...

Ainsi, nous considérons que l'élaboration et l'organisation des contenus par le concepteur nécessitent une analyse fine du savoir à enseigner des points de vue de sa cohérence et des difficultés des élèves et également une analyse du rôle de l'enseignant lors de la mise en scène du savoir enseigné.

III. Synthèse

La conception d'un hypermédia requiert de s'intéresser à différents domaines de recherches qui concernent la conception informatique du système, l'ergonomie des interfaces et l'élaboration d'un point de vue didactique des contenus. Les deux premiers points ne feront pas l'objet d'un questionnement de notre part : nous nous limiterons à intégrer et adapter, lors de la conception de l'hypermédia 'Labdoc Son et Vibrations', les résultats des recherches en psychologie cognitive et en ergonomie.

La problématique de notre recherche se focalise en revanche sur l'organisation des contenus proposés dans l'hypermédia et ceci dans un objectif d'apprentissage. Les questions de recherche relatives à cette problématique sont les suivantes :

Comment organiser les tâches proposées aux élèves pour aider ces derniers à les réaliser d'une manière autonome en dépassant leurs difficultés et en élaborant de nouvelles connaissances ? Cette organisation va reposer sur une analyse du savoir à enseigner, du fonctionnement des élèves et du rôle de l'enseignant.

Quelle est l'influence de cette organisation sur l'activité des élèves ? L'objectif est d'évaluer la méthodologie de conception :

en analysant à partir d'une trace informatique, le comportement des élèves par rapport à la progression de la séquence

en comparant, à partir des transcriptions, l'activité effective des élèves à celle prévue,

en analysant l'évolution des connaissances mises en oeuvre par les élèves lors de la réalisation des tâches successives.

Le cadre théorique qui suit présente les différents 'outils' théoriques à partir desquels nous avons à la fois organisé les contenus des tâches proposées dans l'hypermédia et analysé l'activité des élèves.

Partie A : Le cadre théorique

Chapitre 2011 Organisation conceptuelle et sémiotique d'un contenu d'enseignement

L'objectif de ce chapitre est de décrire les deux 'outils théoriques' à partir desquels nous avons analysé les contenus de quatre séquences de travaux pratiques dans le but d'élaborer une nouvelle mise en scène adaptée au format de présentation d'un hypermédia. Nous nous intéressons à déterminer les conditions qui pourraient favoriser l'activité de modélisation des apprenants ainsi que l'utilisation par ces derniers des systèmes sémiotiques selon l'organisation du contenu de la tâche proposée. Nous présentons successivement ces deux outils ainsi que leur implication lors de la conception de l'hypermédia.

I011L'activité de modélisation

Le choix fondé sur la modélisation permet d'analyser à la fois les savoirs en jeu dans les situations d'enseignement et l'activité des élèves dans deux perspectives que sont l'apprentissage et l'enseignement de la physique. Cette section repose principalement sur les travaux de Tiberghien (1994a, 1999), Vince (2000) et Buty (2000).

I.1011 Intérêt de la modélisation

Pour Tiberghien (1999), donner une explication, une interprétation ou une prédiction au sujet d'un événement du monde sensible, nécessite une activité de modélisation. Cette activité implique deux mondes d'une part celui de la théorie-modèle correspondant aux systèmes explicatifs de l'individu qui fournit l'explication et d'autre part les objets et les événements. Il établit donc des liens entre les objets ou les événements et ses propres systèmes explicatifs.

D'après Buty (2000), les systèmes explicatifs que l'élève construit et met en oeuvre, dépendent non seulement de la situation³ expérimentale dans laquelle il est placé mais aussi de ses acquis antérieurs (ou 'théorie(s) préexistante(s)'). Ces systèmes explicatifs sont constitués d'éléments cognitifs stables (Buty, 2000), en particulier le raisonnement causal linéaire (Viennot, 1993). Par exemple, pour certains élèves, le son cause la vibration de la source de son et non l'inverse. Ces systèmes explicatifs peuvent ainsi ne pas faire sens du point de vue de la physique.

I.2011 Activité de modélisation

Tiberghien (1994) explicite l'importance d'une construction théorique pour interpréter ou prédire un fait en physique ou dans la vie quotidienne. L'auteur considère que cette construction met en jeu une activité de modélisation. Elle consiste à mettre en relation le monde des objets et événements et le monde des théories-modèles. Comme le précise Vince (2000, p.111), lors de cette construction, **'les théories naïves, les structures conceptuelles ou causales 'quotidiennes' ou encore la connaissance de modèles dans d'autres domaines interviennent dans l'acte de modéliser, aussi bien pour le novice que pour l'expert. En conséquence, il nous paraît essentiel de considérer que l'activité de modélisation implique en fait des allers-retours constants entre les deux mondes '**

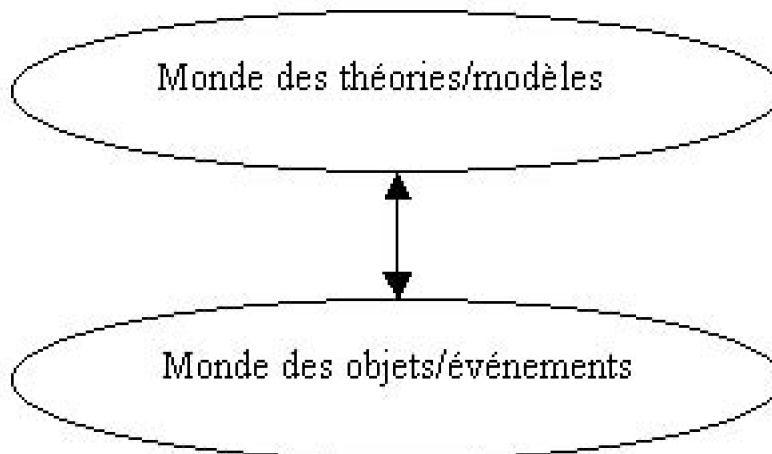


Figure 2 : Activité de modélisation

³ Pour Buty (2000), la situation expérimentale est constituée du dispositif expérimental, de la consigne, des informations mises à la disposition des élèves.

Ce processus met en jeu trois principaux niveaux de savoir que sont la théorie, le modèle et le champ expérimental (Tiberghien, 1994) :

Le niveau de la théorie inclut le niveau explicatif de la modélisation. Pour la physique, nous y rencontrons les principes, les lois.

Le modèle est un intermédiaire indispensable entre le niveau de la théorie et le niveau du champ expérimental. Il reconstruit la situation expérimentale dans les termes de la théorie (Bachelard, 1979). Dans le cas de la physique, il consiste en des formalismes et des mises en relation entre grandeurs.

Le niveau des objets et des événements. Pour la physique, il s'agit du champ expérimental qui comprend les faits expérimentaux, les objets et les événements associés à des expériences et les prises de mesure.

A ces niveaux correspondent des descripteurs du savoir mis en jeu dans le processus de modélisation. Le terme 'niveau' utilisé ici n'introduit pas de hiérarchie dans le savoir : ce qui relève de la théorie ou du modèle n'est ni supérieur, ni inférieur à ce qui relève du champ expérimental (Buty, 2000, p. 18). L'hypothèse sous-jacente à cette activité réside en ce que les concepts de physique prennent leur sens dans la mise en relation entre le niveau du modèle et du champ expérimental. D'après Tiberghien (1999), ces niveaux rendent possible la comparaison des démarches de modélisation impliquées dans le savoir enseigné et celle (s) que l'élève met en oeuvre.

I.3011 Hypothèses d'apprentissage

Lors de tâches d'explication, de prédiction ou d'interprétation, nous supposons que la construction du sens d'un concept se fait en partie par les mises en relation que l'apprenant construit entre le niveau du champ expérimental et le niveau de la théorie-modèle.

Toutefois, l'une des principales difficultés des élèves réside en ces mises en relations. Par exemple, dans le cadre d'un travail de recherche à propos de l'enseignement de l'énergie, Bécu-Robinault (1997) a souligné la difficulté des élèves à utiliser les niveaux de savoir prévus par une analyse *a priori* fine des tâches proposées et qui ne sont pas présents dans la consigne. L'auteur (Becu-Robinault, 1997, p. 229) a identifié que :

'lorsque la question ne relève que du niveau du modèle physique, les élèves ne mettent en oeuvre que ce niveau',

'Lorsque la question met en jeu d'autres niveaux de modélisation (dont celui des objets et des événements)⁴, cela n'est pas suffisant pour que les élèves mettent

en oeuvre les niveaux du monde des choses'.

Pour pallier à ce fonctionnement, elle propose que le but de la question doit relever des niveaux de savoir relatif au monde des choses ou que l'enseignant incite ses élèves à modifier leur niveau de description.

Tiberghien et Megalakaki (1995, p. 370) donnent deux raisons à ces difficultés :

'La mise en relation nécessite de traiter simultanément plusieurs types de représentations : au moins l'une dans les termes des objets et événements et l'autre dans les termes des grandeurs physiques et de leurs relations'.

'La théorie consiste en un système explicatif du monde, et il est donc très coûteux de le modifier ou de l'acquérir. Il est plus facile pour les élèves de modifier quelques aspects du modèle pour le rendre compatible avec leurs interprétations de chaque situation expérimentale. Toutefois, l'acquisition de la théorie est cruciale et donne sa signification à l'articulation entre modèle et champ expérimental'.

Pour favoriser l'articulation entre les éléments des mondes 'théories/modèles' et 'objets/événements', Vince (2000, p. 72) considère qu'il faut les dissocier :

'Si cette imbrication ne pose généralement pas de problème au physicien, elle peut être un obstacle à l'apprentissage de la physique par l'élève. Dans une optique d'enseignement et d'apprentissage, il faudra pouvoir désimbriquer ces éléments pour pouvoir proposer à l'élève des éléments d'ordre théorique qu'il mettra en relation avec les objets événements'. Cette dissociation implique la sélection de situations expérimentales qui doivent être cohérentes avec le modèle en jeu afin de favoriser l'activité de modélisation.

I.4011Activité de l'élève au cours de la modélisation

Nous considérons que le processus d'apprentissage relatif au fonctionnement de l'élève lors d'une démarche de modélisation s'inscrit dans le courant de pensée constructiviste : *'l'activité intellectuelle de l'élève est centrale dans le processus d'apprentissage*' (Lemeignan et Weil-Barais, 1993, p. 20). D'après ces auteurs, cette démarche nécessite *'trois activités intellectuelles fondamentales*' : la sélection de l'information, l'assimilation des informations et l'accommodation des structures cognitives.

Lors de la sélection des informations, l'élève va retenir celles dont il perçoit la *'valeur d'usage*'. Ces informations peuvent avoir un intérêt pour l'élève et ne pas correspondre en revanche à celle que l'enseignant attend. De ce fait, ***' si l'élève n'a pas eu l'occasion de prendre conscience et d'explicitier les idées qu'il a, s'il n'a pas été***

⁴ C'est nous qui rajoutons.

*invité à prendre en compte*⁵ *clairement la différence entre ce qu'il pense et ce qu'on lui expose, il pourra continuer à ignorer des informations qu'on lui transmet* ' (Lemeignan et Weil-Barais, 1993, p. 20). Comme le précisent ces auteurs, la prise en compte de l'activité de l'élève implique lors de la conception d'une tâche de s'intéresser :

- aux informations nouvelles minimales que l'élève doit prendre en compte,
- aux situations qui donnent lieu à leur investissement.

De notre point de vue, prendre en compte les informations que les élèves sélectionnent (on non) durant la réalisation d'une tâche permet d'interpréter certaines des difficultés des élèves relatives à l'activité de modélisation. En effet, cette activité consistant en la mise en relation entre des informations relatives aux deux mondes présentés précédemment, il est alors possible d'apprécier au cours de la réalisation d'une tâche la nature des relations construites *via* les informations sélectionnées par les élèves et d'identifier alors la manière dont les élèves leurs donnent sens.

Lors de l'assimilation de l'information, celle-ci est transformée pour pouvoir être intégrée aux structures cognitives existantes. Les auteurs proposent alors de faire prendre conscience à l'élève des limites de la fonctionnalité de son système explicatif et de lui faire alors emprunter d'autres fonctionnements et d'autres modes d'interprétation. Ce changement perturbe alors la structure cognitive de l'élève.

L'accommodation des structures cognitives de l'élève nécessite des conditions nécessaires d'après Lemeignan et Weil-Barais (1993) qui sont :

- la réception des informations de la part de l'élève,
- l'acceptation de la part de l'élève de ce qu'il le dérange,
- la confiance de l'élève en ses capacités intellectuelles,
- la confiance en son professeur.

Pendant les auteurs précisent que les changements des structures cognitives des élèves sont progressifs et s'effectuent sur une très longue durée.

Nous considérons que dans le cas de l'accommodation, les élèves peuvent éprouver des difficultés à réaliser la modélisation attendue. Nous faisons l'hypothèse que dans ce cas, les relations élaborées par les élèves peuvent relever d'informations attendues

⁵ C'est nous qui soulignons.

(proposées aux élèves) mais ne pas être cohérentes du point de vue de la physique. Ces relations peuvent refléter l'évolution des structures cognitives des élèves aux cours de la réalisation des différentes tâches tant que ces derniers ne se sont pas appropriés les informations proposées.

Suite à cette présentation succincte des '*trois activités intellectuelles fondamentales*' d'un apprenant, nous reprendrons seulement les activités de sélection et d'accommodation. En effet, il nous semble difficile d'estimer l'activité d'assimilation des élèves puisque cela nécessite au préalable de connaître les structures cognitives des élèves et la manière dont il transforme les informations.

Ainsi, nous proposons d'articuler les deux activités cognitives de l'élève, la sélection et l'accommodation avec l'activité de modélisation des élèves en tenant compte des hypothèses d'apprentissage citées précédemment :

dans le cas où les élèves *sélectionneraient* les informations que nous avons qualifiées d'attendues dans l'analyse *a priori*, les niveaux de savoir et les relations élaborées concorderaient avec ceux attendus. Par conséquent, nous supposons que les informations proposées permettent aux élèves de construire du sens relatif au savoir en jeu. Dans le cas inverse, nous aurons la possibilité d'apprécier les difficultés des élèves à prendre conscience ou à prendre en compte ces informations. Il sera alors intéressant d'étudier ce qui, dans la tâche proposée, peut donner lieu à un tel fonctionnement.

dans le cas où les élèves *accommoderaient* leur structure cognitive, nous pensons qu'ils élaboreront des relations entre les niveaux attendus. Cependant, la connaissance en jeu peut ne pas être celle attendue étant donné que les changements des structures cognitives sont progressifs et s'effectuent sur une très longue durée. Pour apprécier l'évolution des connaissances des élèves, il sera important d'analyser lors de différentes tâches au cours de plusieurs séquences d'enseignement les relations que les élèves élaboreront.

I.5011 Implication de l'activité de modélisation lors de la conception de l'hypermédia

Cette dernière section expose les principales implications de la prise en compte de l'activité de modélisation dans la conception de l'hypermédia. Nous proposons d'une part d'introduire un niveau de savoir supplémentaire, le niveau des 'objets événements simulés' et d'autre part, de mettre en oeuvre une méthodologie permettant d'organiser et de structurer des contenus d'enseignement.

I.5.1011 Le niveau des objets et des événements simulés

Le développement d'outils technologiques conduit à introduire un niveau supplémentaire, le niveau des objets et des événements simulés : il résulte de l'utilisation de l'outil informatique.

Nous avons considéré que pour reproduire des activités expérimentales utiles à l'apprentissage des concepts scientifiques, il nous fallait les simuler (Chapitre 4).

Ces simulations proposent, d'une part, une représentation 'réaliste' du modèle afin que l'utilisateur s'en construise une idée. D'autre part, elles revêtissent des caractéristiques du monde réel en présentant des éléments et des objets familiers qui peuvent s'apparenter à ceux du champ expérimental. Ce niveau possède donc à la fois des attributs du modèle et des attributs du champ expérimental. Par exemple, la Figure 3 présente la simulation du mouvement d'aller-retour d'une membrane de haut-parleur représentée par un trait dont il est possible de faire varier la fréquence et l'amplitude à partir de deux boutons 'simulés'. L'élaboration de cette simulation a consisté en l'implémentation du modèle analytique associé au mouvement vibratoire sinusoïdal (position calculée à chaque instant) selon l'expression $A\sin(2\pi ft)$ (ou A et f sont respectivement les valeurs de l'amplitude et de la fréquence que l'utilisateur pourra modifier) afin de reproduire le mouvement de la membrane.

A partir de cet exemple, nous constatons qu'une telle simulation se réfère :

au champ expérimental *via* les objets représentés (une coupe de haut-parleur, une membrane du haut-parleur représentée par un trait),

à une théorie et un modèle puisqu'il est possible d'agir sur les grandeurs fréquence et amplitude, qui sont des concepts du cadre théorique physique du savoir en jeu.

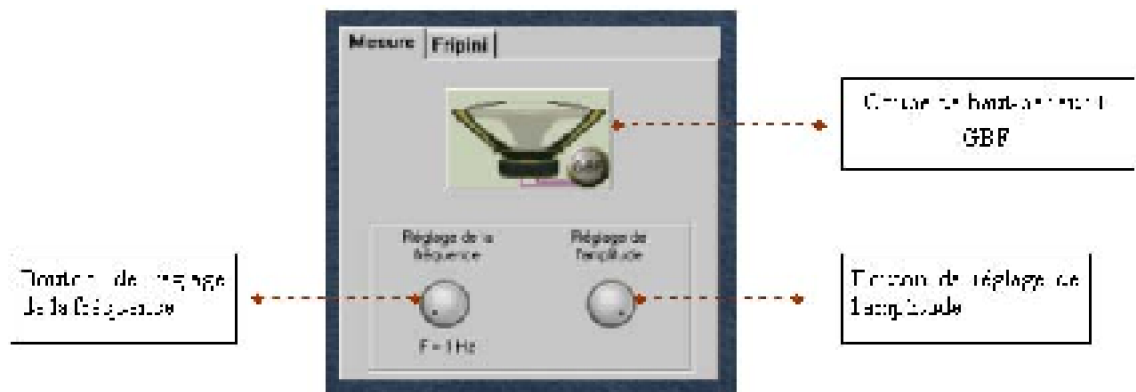


Figure 3 Exemple du 'niveau' Objets et événements simulés

Ainsi, ces simulations donnent l'occasion de reproduire des activités expérimentales essentielles à l'apprentissage de la démarche de la modélisation (Larcher, 1996, p.163) puisqu'elles peuvent :

favoriser un réinvestissement des connaissances dont dispose le sujet pour expliquer une situation expérimentale particulière,

présenter des événements en contradiction avec les modèles personnels des élèves,

manipuler des objets et observer des événements dans l'objectif de mieux comprendre le savoir enseigné.

I.5.2011 Une organisation et une structuration des contenus

Lors de l'élaboration d'une séquence d'enseignement favorable à l'activité de modélisation, Vince (2000, p. 114) considère que trois types d'analyse doivent être réalisés :

une analyse du savoir à enseigner en termes des niveaux de savoir qui permet de relever la cohérence entre les modèles proposés, les activités expérimentales et la validité des modèles,

une analyse centrée sur l'ingénierie didactique mise en place pour rendre efficace la modélisation dans un ensemble cohérent et varié d'activités et de contenus,

une analyse des conceptions et difficultés des élèves en rapport avec le savoir à enseigner qui permet l'identification de notions intermédiaires (Baker et Tiberghien, 1999).

De notre point de vue, même si un tel travail a été préalablement réalisé, la conception d'un hypermédia nécessite de créer une nouvelle mise en scène du contenu des séquences d'enseignement traditionnel qui tiendra compte à la fois du savoir en jeu dans la séquence, des hypothèses d'apprentissage des élèves et des contraintes ergonomiques (voir Chapitre 1 et Chapitre 4).

Il va s'agir d'analyser les différents contenus selon les niveaux de savoir dans le but :

de vérifier la cohérence entre les niveaux de savoir du contenu proposé dans une tâche en fonction de ses objectifs. Cette vérification permet d'éviter le mélange de contenus différents qui peuvent ne pas favoriser la construction de sens,

d'organiser une nouvelle mise en scène, contrainte par le système informatique, en tenant compte des niveaux de savoir identifiés,

de favoriser la '*désimbrication*' (Vince, 2000) des éléments d'ordre théorique et des éléments relatifs aux objets événements afin de favoriser la construction de sens,

de vérifier que le but de la question relève d'un niveau (ou plusieurs) de savoir que les élèves doivent mettre en oeuvre (Bécu-Robinault, 1997).

Le Tableau 1 présente un exemple d'analyse de contenu et son implication lors de la construction de l'hypermédia.

Tableau 1 : Exemple illustrant le premier principe de la structuration

Enoncé de la tâche	Objectif de la tâche	Niveau de savoir	Implication dans la conception du logiciel
Pour chaque expérience : Nommez la source du son et expliquez en quelques lignes et éventuellement avec un schéma le comportement de la source.	Objectif : décrire un ou plusieurs événements	Champ expérimental	Les différents écrans se référant à cette tâche présenteront cet unique niveau de savoir

II011 Les systèmes sémiotiques

Il s'agit, dans cette section, de décrire le rapport entre les représentations sémiotiques d'objets ou de concepts et l'activité cognitive d'un sujet (un élève en particulier). Nous considérons que l'intérêt des représentations sémiotiques ne se limite pas à l'esthétisme, à produire de l'émotion ou à diversifier les représentations d'un même objet. Elles impliquent de la part d'un sujet des activités cognitives essentielles à leur compréhension. A ce propos, Hermina et Tabachneck (1996) ont souligné la difficulté pour des novices, par rapport aux experts, d'articuler différentes représentations pour résoudre un problème. Comme le précise Duval (1995, p. 19), '*tout se passe comme si la compréhension que la majorité des élèves avaient d'un contenu restait limitée à la forme de la représentation utilisée*'. L'hypothèse d'apprentissage sous-jacente est que l'articulation des représentations hétérogènes favorise la construction du sens d'un concept.

Nous présentons d'abord les définitions des représentations sémiotiques et des systèmes sémiotiques, puis les hypothèses d'apprentissages associées, enfin nous décrivons l'implication des systèmes sémiotiques dans l'élaboration de l'hypermédia.

II.1011 Intérêt des représentations sémiotiques et des systèmes sémiotiques

Selon Duval (1996, p. 358), parler de représentation c'est prendre en compte le mode de production et la signification de la représentation. Le mode de production peut être interne⁶ ou externe pour un sujet. Une représentation sémiotique est par nature externe par le fait qu'elle est visible et observable et qu'elle nécessite le développement et la maîtrise d'un système de représentation (Duval, 1996, p. 356) : '*les représentations*

⁶ Au sens de représentation mentale.

sémiotiques sont des représentations dont la production ne peut se faire sans la mobilisation d'un système sémiotique : ainsi les représentations peuvent être des productions discursives (en langue naturelle, en langue formelle), ou non discursives (figures, graphiques, schémas...) (Duval, 1996, p. 356). La signification d'une représentation est déterminée d'une part, par le système sémiotique permettant de représenter quelque chose du monde réel (objet, situation) ou du monde des idées (images mentales, concepts, objets abstraits, etc.) et d'autre part *'par la référence à l'objet représenté qui ne doit pas être confondu avec le 'contenu' de la représentation (...) dans la mesure où le 'contenu' est ce que le système utilisé permet de présenter explicitement de l'objet représenté'* (Duval, 1996, p.358). Le concept de fréquence, par exemple, peut être représenté à partir du langage naturel, d'une animation, d'une formule (voir Tableau 2).

Enfin, Duval (1995) attribue trois fonctions aux systèmes sémiotiques qui donnent lieu à trois activités différentes d'un sujet : celle d'objectivation, c'est-à-dire prendre conscience de la signification d'une idée, d'une information, celle de traitement, ce qui consiste à exploiter une information au sein d'un même système sémiotique comme dans le calcul numérique, enfin, celle de communication : 'pouvoir communiquer à un interlocuteur'.

Ainsi, l'intérêt des représentations sémiotiques est double : elles permettent de représenter différemment un objet ou un concept (ou des facettes d'un concept) et de donner lieu à trois types d'activités pour un apprenant.

'la spécificité des représentations sémiotiques consiste dans ce qu'elles sont relatives à un système particulier de signes, (...), et qu'elles peuvent être converties en des représentations 'équivalentes' dans un autre système sémiotique, mais pouvant prendre des significations différentes pour le sujet qui les utilise. La notion de représentation sémiotique présuppose donc la prise en compte de systèmes sémiotiques différents et celle d'une opération cognitive de conversion des représentations d'un système sémiotique à l'autre' (Duval, 1995, p.17).

II.2011 Hypothèse d'apprentissage des représentations sémiotiques

D'après Duval (1995, p.21), les systèmes sémiotiques permettent d'accomplir trois activités cognitives inhérentes à toutes représentations⁷. En effet, Duval (1995, p. 61) précise que ***' l'activité conceptuelle implique la coordination des registres de représentations '*** et il poursuit : ***' il faut qu'un sujet soit parvenu au stade de la coordination de représentations sémiotiquement hétérogènes, pour qu'il puisse discriminer le représentant et le représenté, ou la représentation et le contenu conceptuel que cette représentation exprime, instancie ou illustre '***. Duval (1995, p. 68) ajoute que parvenir à cette distinction du représenté et du représentant (*'degré de liberté du sujet'*) est ***' essentiel pour qu'il ait compréhension conceptuelle ou***

⁷ Il précise que toute représentation donnant lieu à ces trois activités est un registre sémiotique. Nous préférons garder durant notre travail le terme de système sémiotique tout en considérant que les représentations élaborés donnent lieu aux activités cognitives présentées.

'possibilité d'un traitement formel des représentations sémiotiques d'un objet'.

Chacune de ces activités cognitives est présentée pour trois représentations du concept de fréquence (Tableau 2) et complétée des difficultés qu'un apprenant peut rencontrer (Duval, 1995, Ainsworth et al., 1996). Ces trois activités sont les suivantes :

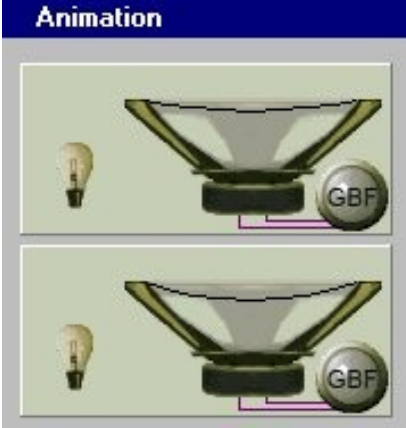
'constituer une trace (...) qui soit identifiable comme une représentation de quelque chose'. La trace matérielle du concept de fréquence apparaît effectivement sous forme d'un texte et d'une image. La diversité des systèmes de représentation sémiotique (les représentations graphiques, l'écriture symbolique, le langage naturel,...) peut nécessiter un apprentissage spécifique de chacun des systèmes.

'transformer les représentations par les seules règles propres du système(...) de façon à obtenir d'autres représentations pouvant constituer un apport de connaissance par rapport aux représentations initiales'. La possibilité de transformation d'une représentation, au sein d'un même système, apparaît, par exemple, avec l'écriture symbolique. La fréquence peut éventuellement être exprimée en fonction de la période ou de la pulsation (ω) si l'on sait que $f = 1/T = \omega/2\pi$. Il s'agit bien de transformations au sein d'un même système sémiotique. Ce traitement peut consister aussi à reformuler la définition de la fréquence de vibration pour l'expliquer.

'convertir les représentations produites dans un système en représentations d'un autre système, de telle façon que ces dernières permettent d'explicitier d'autres significations relatives à ce qui est représenté'. L'activité de conversion est mise en oeuvre par exemple par un élève lors de la détermination de la fréquence à partir d'une animation. Il est censé, d'abord convertir le mouvement de la membrane du haut-parleur (représentation dynamique que nous détaillons par la suite) en un nombre d'allers-retours (représentation symbolique), puis de coordonner le nombre d'allers-retours comptés en une durée donnée avec la définition de la fréquence (langage naturel), pour déterminer la valeur de la fréquence. Cette activité de conversion est difficile pour les élèves car elle nécessite de se représenter un même concept d'une autre manière et de 'comprendre' le lien entre différentes représentations d'un même représenté : chaque représentation apportant des informations bien spécifiques par rapport au concept en jeu.

Tableau 2 Trois exemples de représentations du concept de fréquence à partir de trois systèmes sémiotiques

Systèmes sémiotiques	Représentations sémiotiques	Niveaux de savoir
Langage naturel	<i>Définition</i> La fréquence de vibration est le nombre d'allers retours effectués par la partie vibrante de la source en une	Relation entre les niveaux de la théorie modèle et du champ expérimental

Systèmes sémiotiques	Représentations sémiotiques	Niveaux de savoir
	seconde.	
Représentation dynamique	Animation 	Objets événements simulés
Représentation symbolique	Formule $F = 1/T$ (F fréquence, T période)	Théorie - modèle

II.3011 Implication des systèmes sémiotiques dans la conception de l'hypermédia

L'objet de cette section est de montrer l'implication des systèmes sémiotiques lors de la conception de l'hypermédia. Lors de la conception de l'hypermédia, nous utilisons six systèmes sémiotiques. Nous les présentons successivement à partir d'un exemple :

le langage naturel : un texte dans une langue donnée,

l'image : une représentation de la réalité (photographie, illustration),

la représentation symbolique : une formule mathématique, une équation,

le dessin légendé : une représentation schématique ou graphique assortie d'un titre ou d'étiquettes,

la représentation graphique : un graphe d'une fonction dans un repère, un oscillogramme,

la représentation dynamique : une vidéo d'expérience, une animation, une simulation.

Si les cinq premiers systèmes sont traditionnellement considérés comme des registres sémiotiques (Duval 1995, Bécu-Robinault, 1997, Quintana Robles, 1997), la

représentation dynamique nécessite une description plus détaillée, c'est l'objet du paragraphe suivant. Nous présenterons ensuite une méthodologie permettant d'organiser et de structurer des contenus d'enseignement.

II.3.1011 Le système sémiotique : la représentation dynamique

Le système de représentation dynamique rend possible la représentation d'un objet ou d'un concept sous une forme dynamique grâce à une vidéo, une animation et une simulation. Pour Salomon (Depover, 1998, p. 14) '***L'utilisation adéquate de représentations dynamiques pourrait, en modifiant le point de vue que l'apprenant peut avoir sur les choses, l'amener à plus ou moins long terme à modifier ses propres stratégies de prise de l'information pour mieux les adapter aux exigences cognitives de la tâche à réaliser***'. Cependant Duval (1995), s'interroge sur la possibilité qu'une simulation puisse être une représentation sémiotique. En effet, il considère que la simulation est un type particulier de représentation qu'il appelle 'maquette' à partir de laquelle l'activité de traitement diffère de celle réalisée avec une représentation sémiotique : '***les opérations susceptibles de les transformer*** (les représentations du type maquette) ***sont des actions suivant des lois physiques et non des actions sur des signes régies par des règles***'. (Duval, 1995, p. 66)

Néanmoins, nous considérons que, la représentation dynamique peut être un système sémiotique car elle permet au moins deux des trois activités cognitives présentées précédemment : la constitution d'une trace et la conversion de cette représentation produite dans un autre système de représentation. Nous explicitons ces activités cognitives à partir de l'exemple de simulation présentée dans la Figure 4 dont le référent conceptuel est la vibration. Le représenté se limite aux grandeurs caractéristiques de la vibration : la fréquence et l'amplitude. Le représentant relève des objets de l'expérience : un haut-parleur, les boutons d'un générateur basse fréquence, un trait représentant la membrane du haut-parleur.

Une action sur le bouton fréquence change l'un des paramètres du modèle ($A\sin(2\pi ft)$) générant ce mouvement et modifie la vitesse du mouvement d'allers-retours de la membrane du haut-parleur.



Figure 4 Exemple de simulation

D'après Duval, la représentation doit '**constituer une trace (...) qui soit identifiable comme une représentation de quelque chose**'. C'est effectivement le cas puisque la vibration et ses propriétés sont identifiables à partir du mouvement du trait.

Ensuite, le système sémiotique doit permettre de '**convertir les représentations produites dans un système en représentations d'un autre système, de telle façon que ces dernières permettent d'explicitier d'autres significations relatives à ce qui est représenté**'. L'activité de conversion est mise en oeuvre par exemple par un élève lors de l'explication en langage naturel du mouvement du trait selon la valeur des grandeurs fréquence et amplitude.

Enfin, il doit être possible de '**transformer les représentations par les seules règles du système (...)**'. La transformation au niveau du système composé des deux boutons (fréquence et amplitude) et de la membrane consiste à changer la valeur des deux grandeurs caractéristiques de la vibration en agissant sur la représentation. Cette transformation conduit à avoir une nouvelle représentation (un nouveau mouvement) qui peut aider les élèves à donner sens aux concepts en jeu. Ce traitement diffère de celui que Duval (1995) présente puisqu'il est mis en oeuvre par des actions 'physiques suivant des lois physiques et non des actions sur le système régies par des règles'.

Ainsi, nous considérons que la représentation dynamique peut être un système de représentation qui donne lieu aux trois activités inhérentes des systèmes sémiotiques qui sont l'objectivation, le traitement et la communication.

II.3.2011 Une organisation et une structuration des contenus

A partir de six systèmes sémiotiques, nous structurons et organisons les contenus de la séquence d'enseignement. L'objectif est d'une part d'élaborer des tâches favorisant la coordination des représentations du savoir en jeu (voir I.3. Hypothèses d'apprentissage) et d'autre part, de proposer diverses représentations pour un même concept (voir Tableau

2) ce qui peut aider à acquérir le sens dudit concept.

Toutefois, lors de la structuration des tâches et pour que les élèves coordonnent les représentations proposées en rapport à un concept donné nous avons choisi de :

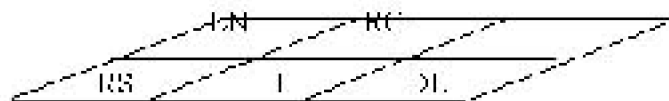
placer les représentations dans des fenêtres différentes d'une même page-écran dans le but que les élèves réalisent d'abord un traitement de chacune des représentations puis une articulation de ces représentations,

proposer des représentations différentes d'un même représenté pour favoriser la construction de sens du concept en jeu, en indiquant brièvement sa correspondance en langage naturel.

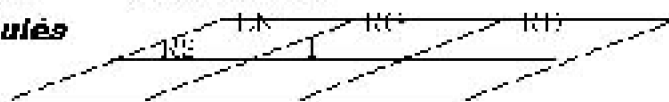
III011 En résumé : Sémiotique et Modélisation

Ce qui précède permet de distinguer deux types d'outils théoriques : l'activité de modélisation et les systèmes sémiotiques. Ces deux outils ont été considérés pour organiser et structurer un contenu d'enseignement, puis pour analyser l'activité des élèves. La Figure 5 présente schématiquement la grille donnant lieu à l'analyse d'un contenu d'enseignement et de l'activité effective des élèves (Quintana-Robles, 1997). Nous rappelons que l'objectif de notre travail est d'étudier ensuite l'influence de l'organisation conceptuelle et sémiotique des contenus sur le fonctionnement de l'élève.

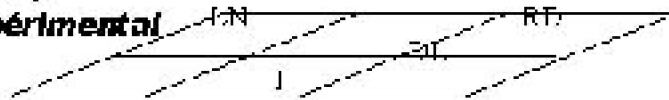
Théorie / modèle



Objets - événements simulés



Champ Expérimental



Les six systèmes sémiotiques
 LN : Langage naturel,
 RS : Représentation symbolique,
 RG : Représentation graphique,
 I : Image
 DI : Représentation iconique
 RD : Représentation dynamique

Figure 5 Grille permettant de catégoriser l'information contenue dans la page-écran selon trois niveaux de modélisation et cinq systèmes sémiotiques

La prise en compte de ces deux outils pour mettre en scène un contenu d'enseignement repose principalement sur les deux hypothèses d'apprentissage suivantes :

1. **Les relations établies par les élèves entre les informations appartenant à**

différents niveaux du processus de modélisation favorisent l'apprentissage et la construction du sens d'un concept lors de la réalisation d'une tâche.

2.

Les relations entre les diverses représentations de chacune des informations favorisent la « compréhension » des concepts en jeu.

Ces hypothèses sur l'apprentissage permettent :

· d'élaborer des tâches qui favorisent la coordination des représentations par exemple lors de la réalisation d'une mesure, lors de l'explication d'un événement ;

· de proposer des informations mettant en jeu des niveaux de savoir différents et des représentations différentes afin de favoriser la compréhension du concept en jeu ;

· d'introduire les concepts à partir de deux systèmes de représentations afin de conduire les élèves à les lier et à leur donner une signification de deux façons au moins.

Nous prenons le parti de définir une information en tant qu'élément constitutif d'un contenu d'enseignement qui peut être catégorisé à la fois selon les niveaux de savoir et selon les systèmes sémiotiques. Nous prenons également le parti de définir une ressource comme un ensemble d'informations préalablement construites par le concepteur dans l'objectif d'aider les apprenants par exemple dans leur raisonnement, leurs décisions voire dans l'évaluation de leurs actions.

Nous considérons enfin que l'activité sémiotique, en tant qu'utilisation des représentations proposées, étaye l'activité de modélisation réalisée par les élèves. Ainsi, lors de l'analyse des productions des élèves, les aspects sémiotiques constituent un complément de l'analyse de l'activité de modélisation dans le cadre d'une tâche donnée.

Chapitre 3011 Création d'un milieu interactif favorable à la résolution d'un problème

L'objet de ce chapitre est de décrire les éléments théoriques propices à la création d'un milieu didactique favorable à la réalisation d'un problème⁸. Nous nous posons la question des conditions à remplir pour qu'un problème proposé aux élèves soit résolu *via* des interactions diverses entre les élèves et le milieu organisé : la résolution d'un problème ne se limite pas à l'étude des processus cognitifs mis en oeuvre par un sujet, mais doit aussi considérer l'évolution des connaissances du sujet interagissant avec le milieu créé. Les interactions du sujet avec le milieu sont significatives de son activité. La caractérisation

⁸ Le problème est vu en tant que 'situation problématique' où la réponse ne peut être produite automatiquement.

des rôles de l'enseignant et de l'apprenant relatifs au savoir à enseigner permet de spécifier certaines contraintes ou conditions dont il nous faudra tenir compte pour créer un milieu favorable à la construction de connaissances.

Dans cette perspective, nous présenterons d'abord ce que nous entendons par tâche, activité et résolution d'un problème, puis nous introduisons la théorie des situations de Brousseau afin de déterminer les conditions à prendre en compte pour élaborer un milieu didactique. L'implication de ces divers éléments théoriques dans la conception de l'hypermédia clôtureront ce chapitre.

1011 Tâche, activité et résolution

I.1011 Tâche, activité et action

D'après Leplat et Hoc (1983, p. 51-54) la tâche indique ce qui est à faire. Elle véhicule l'idée de prescription, sinon d'obligation ' **La tâche comme un but⁹ donné dans des conditions déterminées** ' (Leontiev, 1976) (cité par Hoc et Leplat). La tâche prescrite, c'est la tâche conçue par celui qui en commande l'exécution. Elle préexiste à l'activité qu'elle vise à orienter et à déterminer de façon plus ou moins complète. L'activité est finalisée par le but que se fixe le sujet à partir du but défini par la tâche. Lorsqu'elle s'applique à des objets matériels, elle est en partie observable à partir des actions du sujet. Lorsqu'elle porte sur des représentations mentales on peut n'en percevoir que le résultat ultime (comme taper une réponse à partir d'un clavier, bouger un objet, etc.). Or comme le précise Veillard (2000, p. 39), ' **il ne s'agit plus d'étudier les structures psychologiques sources des comportements, mais de regarder comment un acteur intervient sur le monde, notamment la manière dont il enchaîne compréhension et action, pensées et actes physiques dans une certaine organisation** '. Ainsi, Veillard (2000, p. 40) considère que l'activité '**réfère à l'ensemble des événements (gestes ; perceptions ; communications ; réflexions ; interprétations) imputables à un acteur. (...) elle s'accompagne d'interactions avec le monde environnant (humains ou objets) qu'il faut prendre en compte, les actions étant l'ensemble des événements imputable à un acteur** '.

Nous considérons qu'une tâche, lors d'une situation d'enseignement en physique, est un dispositif proposant explicitement ou implicitement un but à atteindre. Elle est constituée de différents 'éléments' pour la réaliser (une consigne, des ressources informationnelles, des propositions de réponses à sélectionner, un cadre dans lequel il est possible d'écrire, etc.), et son enjeu est la construction de connaissances, les interactions des sujets avec ces 'éléments' devant favoriser cette construction. Ces 'éléments' sont donc constitutifs de l'environnement dans lequel les élèves évoluent et avec lesquels ils interagissent. La manière dont les élèves réalisent la tâche est représentative de leur activité. L'activité se rapporte à la fois aux actions motrices observables (ou 'fonctionnelles') qui concernent les actions comme taper du texte, manipuler un GBF, lire et, aux actions 'cognitives', c'est-à-dire comment les élèves donnent du sens au concept

⁹ Les auteurs définissent le but en tant que ce qui doit être réalisé, c'est l'état final.

en jeu.

I.2011 Résolution d'un problème

Le processus de la résolution d'un problème peut être caractérisé par deux étapes principales qui sont la représentation du problème et l'élaboration de la solution. Ces deux étapes ne sont pas nécessairement consécutives. L'étape de la représentation du problème est essentielle dans le processus de résolution car elle correspond à la phase de 'compréhension' des données du problème. Durant cette phase, le sujet peut prendre en compte les informations matérielles et symboliques de la situation proposée, effectuer des inférences par déduction¹⁰ et/ou par induction¹¹ avec les connaissances déclaratives et/ou procédurales qu'il possède déjà. **' Cela lui permet de sélectionner une méthode générale de résolution et de mettre en évidence les aspects importants du problème et les principes physiques à appliquer '**¹² (Hoc, 1987, p. 85). Cependant, comme le souligne Dumas-Carré (1987, p. 97) cette phase **' n'existe pratiquement pas chez les novices '** ce qui constitue une des principales sources d'erreurs et difficultés des élèves : les élèves se lancent dans des procédures de calcul à partir de traits de surface issus de la consigne.

L'étape de l'élaboration de la solution concerne la recherche d'une solution au problème et son efficacité (lors de l'évaluation) ce qui présuppose la mise en oeuvre de stratégies. Toutefois, les stratégies **' sont différentes selon l'état d'expertise du sujet '**. En effet, Proulx (1998, p. 66-67) souligne certains fonctionnements typiques de l'expert et du novice : **' l'expert peut passer un temps considérable à construire un modèle du problème avant de chercher les procédures de solution ; il aspire à comprendre les principes théoriques d'une situation qu'il pourra ensuite réappliquer sans perdre de temps ; il propose d'abord des solutions abstraites d'où découlent par la suite des actions concrètes à entreprendre'. De son côté, le novice 'tend à établir le problème sur des traits de surface et leurs connaissances sont souvent inertes ; se lance rapidement dans l'élaboration de solutions sans avoir une représentation exacte et complète du problème ; il réfléchit peu à sa démarche, vérifie peu la justesse de sa démarche'.**

Le processus de la résolution de problème est décrit d'une manière cyclique (selon la validité de la solution) et itératif dans le sens où **' le déroulement d'une opération à un moment donné d'une étape peut susciter un retour sur l'opération précédente ou encore, une reprise de la même opération'** . Ce processus met en jeu principalement trois phases :

Reconnaître un problème et bâtir sa représentation (construction par l'élève du but du

¹⁰ Une déduction est une conséquence tirée d'un raisonnement. (Larousse, 1972).

¹¹ Une induction est un raisonnement qui va du particulier au général (Larousse, 1972).

¹² Hoc (1987) précise qu'il se réfère aux travaux de Larkin et Reif à propos de la résolution de problèmes de physique.

problème).

Elaborer une stratégie de résolution du problème et une solution au problème.

Evaluer la solution et la stratégie

Ces trois phases s'intègrent dans un processus plus large (voir Figure 6) que Proulx (1999, p. 39) décrit de la manière suivante : *' une fois le problème identifié (1), à l'aide de la collecte, de l'analyse et de la synthèse de l'information pertinente à la situation (2), l'individu sera à la recherche de solutions (3) qui l'amèneront à élaborer un plan d'action (4), à l'appliquer (5), à évaluer son intervention (6) et à vérifier si le problème identifié au départ a été ou non résolu de façon satisfaisante. Dans ce dernier cas, cet individu devra reprendre le processus'*.

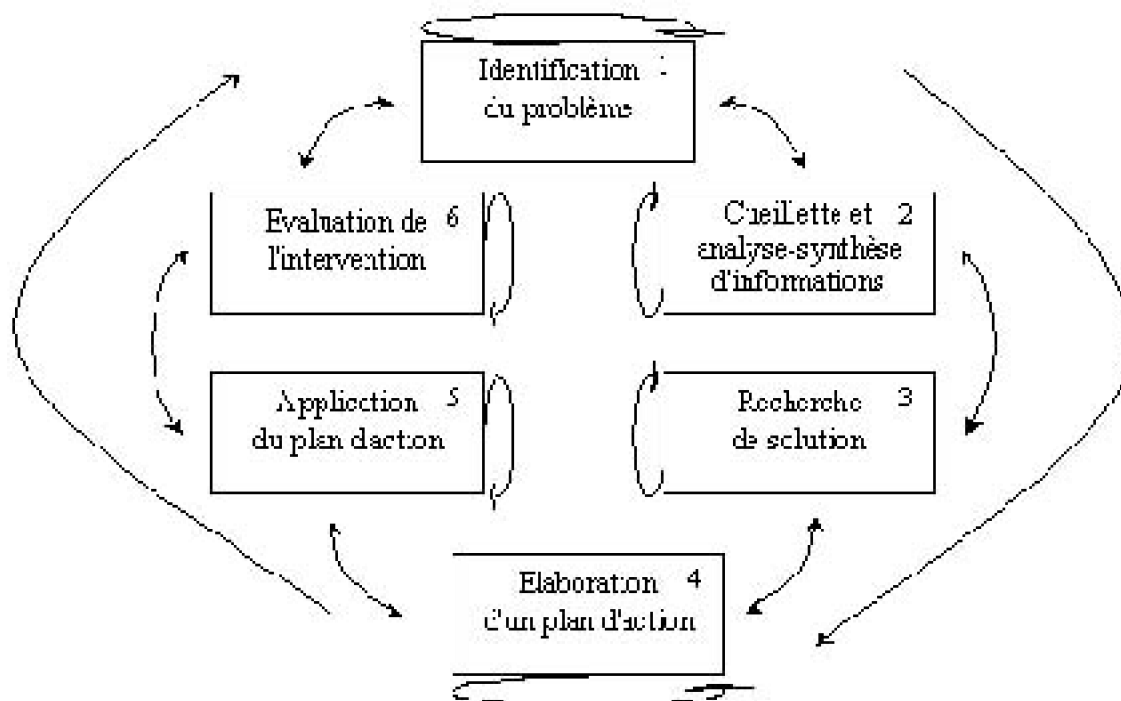


Figure 6 : Processus général de la résolution de problèmes (Legendre, 1993)

II011 La théorie des situations

Il s'agit, dans cette section, de décrire les 'contraintes' qui pèsent sur une situation d'enseignement dans laquelle évoluent un enseignant, un enseigné lors de la résolution d'un problème donné : la théorie des situations permettant de cerner les rôles respectifs des différents acteurs relatifs au savoir en jeu.

Nous introduisons les différents éléments de la théorie des situations que nous considérons essentiels lors de la conception d'un hypermédia.

II.1011 Situation didactique et adidactique

Les situations didactique et adidactique sont organisées pour permettre un apprentissage. La différence principale entre les deux situations se situe au niveau de la position et le rôle des acteurs par rapport au savoir à enseigner.

Une situation didactique implique une relation à trois entre un enseignant, un ou des élèves et un savoir à enseigner. L'enseignant est celui qui a le savoir, l'apprenant celui qui doit l'acquérir. Les deux particularités de cette situation résident en ce que (Margolinas, 1993, p.33) les intentions d'enseigner et d'apprendre sont affichées et la situation est régie par un contrat didactique, tissus d'obligation implicites vis-à-vis du savoir qui se noue entre le maître et les élèves.

En revanche, la situation adidactique modifie la relation entre l'enseignant; l'élève et le savoir : **' l'élève devient indépendant du système enseignant '** (Margolinas, 1993, p.33), il est alors dans une relation privilégié avec le savoir disciplinaire. L'organisation de telles situations impliquent des conditions ou contraintes relatives au savoir à enseigner au niveau de l'enseignant, de l'élève et du problème posé (Brousseau, 1986, p. 49) :

'Le maître se refuse à intervenir comme proposeur des connaissances qu'il veut voir apparaître : les phases d'interventions du professeur ainsi que son discours à l'élève sont modifiés. Les interventions de l'enseignant n'informent pas l'élève sur le savoir en jeu mais, consistent à lui donner les moyens de résoudre *son* problème en lui posant de nouvelles questions par exemple, en le motivant, etc.

Le maître est censé proposer des problèmes 'judicieux' amenant l'élève à remarquer que sa connaissance première n'est pas suffisante pour le résoudre : le problème doit perturber suffisamment l'élève pour que ce dernier 'adapte sa connaissance'.

' l'élève accepte le problème comme sien' ce qui implique une responsabilité de l'élève vis-à-vis de ces choix et de ces décisions.

' L'élève sait bien que le problème a été choisi pour lui faire construire une connaissance nouvelle mais il doit savoir aussi que cette connaissance est entièrement justifiée par la logique interne de la situation et qu'il peut la construire sans faire appel à des raisons didactiques ' : les éléments de la situation par exemple la consigne, le matériel expérimental, doivent permettre à l'élève d'évaluer la réussite ou inversement l'échec de ses actions, et de recommencer ses actions en cas d'échec afin d'explorer l'inefficacité d'une stratégie. Ainsi, **'l'enseignant doit sans cesse aider l'élève à dépouiller dès que possible la situation de tous ses artifices didactiques pour lui (l'élève) laisser la connaissance personnelle et objective'** (Brousseau, 1986, p. 50) : L'enseignant est alors censé désengager la situation du contrat didactique.

L'élève n'aura réellement acquis une connaissance qu'à partir du moment où il sera capable de la réinvestir par lui-même lors de nouvelles situations en dehors de tout système d'enseignement. Ce dernier point se rapproche de la problématique de comment concevoir des activités scientifiques qui favorisent le transfert de connaissances.

Nous considérons que cette description des conditions ou contraintes liées à la mise en oeuvre d'une situation adidactique est sous-tendue par trois éléments théoriques de la théorie des situations : la dévolution, l'institutionnalisation, le milieu.

II.2011 Dévolution et Institutionnalisation

Margolinas (1993), citant Brousseau (1987, p. 39) précise à la fois le rôle joué par le maître et par l'élève : ***'il ne suffit pas de 'communiquer' un problème à un élève pour que ce problème devienne son problème et qu'il se sente seul responsable de le résoudre. Il ne suffit pas non plus que l'élève accepte cette responsabilité pour que le problème qu'il résout soit un problème universel dégagé de présupposés subjectifs. Nous appelons 'dévolution' l'activité par laquelle le professeur cherche à atteindre ces deux résultats'***.

Comme le précise Margolinas (1993, p. 38), la dévolution n'implique pas une non participation de l'enseignant dans la situation, mais plutôt un désengagement vis-à-vis du savoir à enseigner. L'enseignant est responsable de ***'l'engagement persistant de l'élève dans une relation adidactique avec le problème'*** : la dévolution est alors censée durer tout le long de la séance d'enseignement. Par exemple, Brousseau (1998, p. 63) à propos d'un jeu de lapin et de canard dont l'objectif du problème est de favoriser l'apprentissage de l'énumération, présente différents types de dévolution. De plus, la dévolution suppose aussi l'élaboration d'un moyen sûr pour que l'élève puisse de lui-même vérifier les actions qu'il va mener pour réaliser le problème. L'enseignant doit donc organiser la situation dans cet objectif sinon l'une des conséquences est que l'élève ait recours à l'enseignant seul détenteur du savoir à acquérir.

Comme nous le verrons par la suite, il doit donc exister un milieu qui permet à la fois à l'élève d'avoir des appréciations sur ses actions et à l'enseignant d'estimer leurs pertinences comme ***'des indices de l'appropriation du savoir'*** (Brousseau, 1998, p. 93).

Dans la classe, institutionnaliser consiste pour l'enseignant à ***'constater ce que les élèves devaient faire (et refaire) ou non, avaient appris ou avaient à apprendre'*** (Brousseau, 1998, p. 311) : c'est une autre fonction en plus de celle d'organiser l'enseignement. Cependant, comme le précise Brousseau (1998), ***'l'objet de l'institutionnalisation'*** se réfère à la fois à l'élève et au professeur : ***'La prise en compte 'officielle' par l'élève de l'objet de la connaissance et par le maître, de l'apprentissage de l'élève est un phénomène social très important et une phase essentielle du processus didactique : cette double reconnaissance est l'objet de l'institutionnalisation.'*** (1998, p. 311).

Par conséquent, institutionnaliser est l'un des rôles de l'enseignant puisque c'est lui qui désignera à l'élève la connaissance 'qu'il devra savoir' et c'est lui qui donnera un statut 'officiel' à certaines actions, formulations de l'élève en relation à cette connaissance. L'appréciation de l'apprentissage des élèves passe par celle du sens construit dans les différentes situations proposées et **'l'enseignant doit prendre acte de ce que les élèves ont fait, décrire ce qu'il s'est passé et ce qui a un rapport avec la connaissance visée, donner un statut aux événements de la classe, comme résultat des élèves et comme résultat de l'enseignant (...)'** (Brousseau, 1998, p 311). Ainsi, suite à la résolution d'un problème, la validation de la réponse de l'élève va conduire l'enseignant à entrer en scène de plusieurs façons afin de donner un statut officiel à la réponse de l'élève :

· En aménageant un milieu permettant à l'élève de valider par lui-même sa réponse.

· En prenant en charge la validation de la réponse en l'évaluant.

· En amenant les élèves à prendre en compte d'une manière officielle la connaissance.

II.3011 Le milieu

La dévolution du problème conduit à prendre en compte un élément supplémentaire le milieu qui n'a de sens que par rapport au savoir disciplinaire. Il est défini en tant que ' **système antagoniste du système enseigné, ou plutôt, précédemment enseigné** ' (Brousseau, 1986, p. 89).

Dans le cas d'une situation adidactique, il est organisé par l'enseignant et dénué d'intention didactique. Il est élaboré dans l'objectif que les rapports de l'élève avec ce dernier le conduisent à des comportements 'pertinents' **'indices de l'appropriation du savoir'** (Brousseau, 1998, p. 93). Il doit fournir des rétroactions interprétables par l'élève et valider les productions des élèves. Ainsi, il est censé permettre aux élèves :

· d'avoir un moyen sûr pour évaluer leurs actions ou réponses,

· de pouvoir 'auto-controler' leur réponse,

· de permettre la répétition des réponses erronées.

En outre, ce milieu peut être organisé dans l'objectif d'apporter des contradictions, des difficultés et des déséquilibres.

La situation d'enseignement consiste alors en une succession de situations didactiques et adidactiques du fait des interventions successives de l'enseignant durant la réalisation de la tâche par l'élève : la situation adidactique prend place à partir du moment

où l'enseignant a dévolu le problème à l'élève et se termine lorsque l'enseignant institutionnalise la connaissance mobilisée par l'élève. De plus, comme la dévolution se poursuit durant la résolution du problème par l'élève, la situation d'enseignement peut donc être vue comme une succession de situation didactique et adidactique. **'Il est donc important que l'enseignant prépare l'élève à ce fonctionnement adidactique en l'intégrant (ce fonctionnement) dans les phases didactiques'** Brousseau (1998, p. 303).

II.4011 Apprentissage par adaptation et contraintes sur la situation

Brousseau (1998, p. 58-59) introduit les situations adidactiques en considérant que ces situations construites par l'enseignant sont censées **'provoquer chez l'élève les adaptations souhaitées, par un choix judicieux, des 'problèmes' qu'il lui propose'**. Les 'adaptations' se réfèrent aux connaissances premières ou précédemment enseignées à l'apprenant. Toutefois, cette démarche n'est pas immédiate, elle nécessite la mise en place de situations d'apprentissage qui amènent l'élève à devenir responsable du problème à résoudre (voir dévolution) et à interagir d'une manière significative avec le milieu organisé à cet effet. Pour cela la situation doit (Brousseau, 98) :

- permettre la construction d'une première solution où l'élève investit sa connaissance (on apprend avec ce que l'on sait) et peut l'évaluer à partir des éléments de la situation,

- proposer une nouvelle situation ne dépendant pas des volontés de l'enseignant dans le cas où la réponse de l'élève serait 'erronée', l'erreur étant constitutive du processus d'apprentissage,

- permettre la répétition des différentes stratégies des élèves **'ce qui le (l'élève) rend de plus en plus conscient de ce qui le pousse à agir'** (Margolinas, 1993, p.117),

- proposer une nouvelle situation dénuée d'intention didactique à partir de laquelle l'élève s'assurera de la reproductibilité de sa connaissance.

Ainsi, l'apprentissage résulte de la qualité de l'interaction du sujet avec l'environnement créé pour favoriser l'acquisition de nouvelles connaissances. Les interactions entre le milieu et ce que le sujet connaît lui permettent de donner un sens au savoir enseigné enjeu de la situation : **'cette suite d'interactions ne prend un sens que dans la mesure où elles se rapportent à un même projet (chez l'élève) à propos d'un concept , dans la genèse duquel elles constituent une étape et dont elles fondent la signification .'** (Brousseau, 1998, p. 126).

III011 Que devient la résolution d'un problème ?

Nous présentons notre point de vue sur la résolution d'un problème par un élève lorsque

ce dernier interagit avec divers éléments de la situation.

Prendre en compte la théorie des situations de Brousseau suppose que nous ne limitons pas l'étude de la résolution d'un problème aux processus cognitifs mis en oeuvre par un sujet (Proulx, 1999, p. 45). En effet, il s'agit de regarder comment les élèves résolvent le problème posé en interagissant avec les éléments de la situation : l'évolution des connaissances des élèves étant 'dépendante' de la situation qui est organisée. De notre point de vue, les processus cognitifs mis en oeuvre par les élèves lors de la résolution du problème sont 'corrélés' aux éléments avec lesquels le sujet va interagir : l'activité des élèves se réfère bien comme nous l'avons dit au début de ce chapitre à l'ensemble des événements 'cognitifs' et 'fonctionnels' imputables à un acteur. Il semble donc important de prendre en compte dans l'étude de la résolution d'un problème par un apprenant :

l'ensemble des éléments de la situation qu'il va utiliser,

les messages que le milieu peut retourner,

les différentes actions que l'élève peut réaliser : parler, lire, observer, actionner une simulation, écrire, etc.

La Figure 7 suivante présente notre point de vue sur la résolution d'un problème en tenant compte de l'environnement dans lequel l'apprenant évolue : les éléments de la situation. A n'importe quel moment de la résolution l'apprenant peut interagir avec un des éléments de la situation.

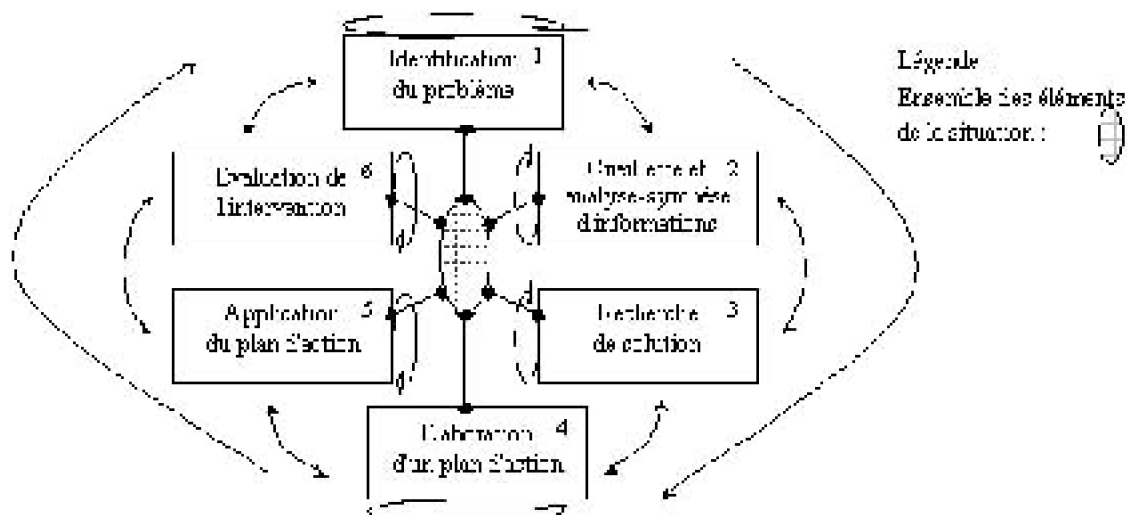


Figure 7 La résolution de problème et les éléments de la situation

Lors de l'analyse de l'activité des élèves, il s'agira d'étudier l'influence des éléments constitutifs de la tâche lors de sa réalisation. Cela permettra d'apprécier la portée d'un tel cadre théorique pour concevoir un hypermédia dédié à l'enseignement.

Nous présentons dans la partie suivante, l'implication dans la conception de l'hypermédia des différents éléments théoriques présentés dans ce chapitre en vue de la création d'un milieu interactif favorable à la résolution d'un problème.

Partie B : Conception de l'hypermédia Labdoc 'Son et Vibrations'

Cette partie est composée de deux chapitres. L'objet du premier est de décrire la mise en oeuvre du cadre théorique exposé dans la partie précédente dans le but d'élaborer les différentes séquences d'enseignement proposées dans l'hypermédia. Le second chapitre présente globalement l'architecture de l'hypermédia et les différents contenus.

Chapitre 4011 L'importance des choix didactiques dans la conception de l'hypermédia

1011 Les TP SOC : A l'origine des séquences de TP dans l'hypermédia

L'hypermédia 'Labdoc Son et Vibrations' dédié à l'enseignement du son en seconde (BO, 1992), s'inscrit dans la continuité d'un travail de recherche-développement réalisé entre 1995 et 1998, par l'un des trois groupes SOC¹³ qui s'intéresse à la partie du programme

¹³ L'abréviation SOC reprend les initiales des trois thématiques scientifiques sur lesquelles travaillent les groupes de recherches-développement : **S**on **O**ptique **C**himie.

de seconde consacrée au son. Ce groupe SOC, composé de chercheurs, d'enseignants et d'inspecteurs pédagogiques régionaux a élaboré, entre autres, des séquences de travaux pratiques dédiées à l'enseignement du son¹⁴ que Vince (2000) intitule dans sa thèse '*un enseignement expérimental favorisant la modélisation : Le travail du groupe 'SOC'*'. Ces séquences prennent en compte à la fois les contraintes du programme scolaire et les recherches récentes sur le fonctionnement des élèves en relation avec les situations d'enseignement. Nous allons exposer ci-dessous les hypothèses d'apprentissage sous-jacentes à ces séquences de TP que nous retrouvons aussi dans l'hypermédia.

I.1011 Les hypothèses d'apprentissage en lien avec la conception des séquences

Les séquences de TP construites par le groupe SOC s'appuient sur un ensemble d'hypothèses qui permettent '*d'envisager les moyens de favoriser l'apprentissage et qui sous-tendent l'enseignement proposé. Ces hypothèses s'inscrivent dans le courant de pensée communément appelé 'constructiviste'.*' (Vince 2000, p 107). La description qui va suivre n'est pas exhaustive et s'appuie à la fois sur les axes de recherches de l'équipe GRIC-COAST et sur la thèse de Vince (2000).

I.1.1011 L'importance des activités expérimentales dans le processus de modélisation

Comme nous l'avons introduit dans la partie précédente, l'activité de modélisation réside en ce que les concepts de physique prennent leur sens dans la mise en relation entre des éléments d'ordre théorique et relatifs au champ expérimental. Ainsi, ce groupe s'est employé à élaborer des séquences où l'expérimental est exploité de multiples façons, ce qui est rarement réalisé dans l'enseignement secondaire (Tiberghien & al, 1998).

I.1.1.1011 Des activités favorisant la désignation d'un phénomène

L'intérêt de ces activités est d'amener les élèves à relier une description en terme des objets et des événements à une description 'phénoménologique'. La première phase consiste à l'apprentissage de la description d'un événement. En effet, décrire un événement en physique ne consiste pas à paraphraser ou proposer des descriptions '*mystiques ou magiques*' (Vince, 2000, p151), mais à analyser et à retracer l'événement observé au travers des objets présents dans la situation expérimentale. La seconde phase correspond à la distinction des invariants entre les différents événements repérés et étudiés, c'est-à-dire le phénomène. Ainsi, un phénomène est issu d'une classe d'événements préalablement décrits et peut alors être interprété du point de vue des savoirs à enseigner. Ainsi, de telles activités ont pour objectif d'amener les élèves à sélectionner les événements et à 'reconnaître' la nécessité d'un modèle¹⁵ afin de pouvoir

¹⁴ Site de l'Académie de Lyon : <http://ww2.ac-lyon.fr.enseigne/physique/docs/soc/index01.html>

¹⁵ Le modèle représente d'un point de vue théorique la situation expérimentale.

interpréter et prévoir le phénomène.

Revenons à l'enseignement du son dans le cadre des TP SOC. Enseigner le son suppose la prise en compte de deux aspects :

la sensation sonore : désignation du son en termes de fort, faible, aigu, grave,

les phénomènes physiques à l'origine du son et dans le milieu de propagation : le mouvement à la fois de l'objet, source du son, et du milieu.

L'apprentissage des mécanismes physiques impliqués dans les phénomènes sonores est introduit dans les TP SOC à partir d'activités expérimentales. Par exemple, dans l'objectif d'amener les élèves à prendre conscience des mécanismes physiques à l'origine d'un son (en tant que mouvement de la source de son), il leur est proposé, dans un premier temps, de décrire différents événements observés lors de la réalisation de diverses expériences, puis de répondre à la question ' *Y a-t-il un comportement commun entre toutes ces sources de son ?*'. Cette question est censée favoriser une description du phénomène physique, la vibration, en lien avec la perception sonore dans le cadre d'une source de son quelconque¹⁶. Même si la réponse attendue est ' le son est causé par un objet (ou une partie) qui vibre', il est souhaité que les élèves utilisent d'autres termes pour décrire la vibration.

1.1.1.2011 Des activités centrées sur l'activité de modélisation

Comme nous l'avons annoncé (1.1.1.), ce groupe a aussi mis en oeuvre diverses activités de modélisation qui sont rarement réalisées dans l'enseignement. En effet, suite à une enquête Européenne 'Projet Labwork in Science Education'¹⁷, à propos des travaux pratiques, trois résultats principaux découlent de la mise en place d'une carte d'analyse des TP (Tiberghien & al, 1998). Cette carte '**permet aux enseignants de prendre conscience du contenu de leur TP, donc de les améliorer pour les mettre en accord avec leurs intentions (principaux enjeux, différents types d'objectifs d'apprentissage, etc.). L'analyse que permet cette carte informe sur les activités proposées à l'élève, alors que le regard traditionnellement porté sur les TP se limite souvent à leur contenu scientifique**'. (Rapport, 1998 p. 3) :

Les objectifs d'apprentissage des enseignants dans le rapport de la théorie et de la pratique sont principalement : d'amener l'élève à identifier des objets ou des phénomènes et à se familiariser avec eux ; de leur apprendre une relation (du type loi d'Ohm) ; de leur apprendre à traiter des données et à utiliser un appareil de laboratoire ou à élaborer un dispositif expérimental. Cependant, les objectifs aider les élèves à apprendre comment

¹⁶ Nous considérons uniquement ici les sources de son en tant qu'objets (ou partie d'un objet) qui vibrent.

¹⁷ Travail réalisé de février 1995 à Avril 1998 dans les lycées et début université en France, Angleterre, Danemark, Grèce, Italie, dont le sujet est 'Améliorer l'enseignement des sciences en Europe : Enjeux et recherches sur des approches innovantes en travaux pratiques utilisant ou non l'ordinateur'.

planifier une recherche pour s'attaquer à un problème spécifique et comment communiquer les résultats sont rarement présents.

L'analyse des caractéristiques principales des tâches (proposées dans le protocole opératoire) du point de vue des actions des élèves (telles qu'observer, utiliser, présenter...) c'est-à-dire ce que l'on attend généralement qu'ils réalisent avec les objets et les observables s'expriment clairement dans les propositions : utiliser un équipement de laboratoire ou un dispositif, puis observer une quantité (le terme quantité est pris dans le sens le plus général de la quantité d'une grandeur donnée : puissance, fréquence...) et enfin utiliser un appareil d'observation ou un instrument de mesure. Toutefois, les élèves observent rarement un événement et décrivent rarement les objets qu'ils vont utiliser.

L'analyse des caractéristiques principales des tâches, au niveau de la réflexion des élèves, se limite essentiellement à reporter directement des observations, trouver une relation entre quantités physiques, déterminer une valeur qui n'est pas mesurée directement, enfin rendre compte d'observations en terme d'une loi donnée. Les élèves sont rarement amenés à réaliser des relations entre les objets pour 'inventer' de nouveaux concepts, à tester une prédiction, à prendre en compte des observations pour proposer une théorie ou, choisir entre deux ou plusieurs explications.

En utilisant cette même carte, les TPSOC se démarquent des TP dits 'classiques' pour les deux aspects suivants :

Aider les élèves à mettre en relation la théorie et les objets et les événements observables. Cet objectif 'd'apprentissage' peut être atteint à partir d'activités comme aider les élèves à identifier des objets et des phénomènes et à se familiariser avec eux, apprendre à mettre en oeuvre une relation à partir d'une mesure. De plus, les TPSOC mettent l'accent sur l'apprentissage des savoirs conceptuels en tant qu'objectifs des séances de TP (apprendre un concept, apprendre une théorie ou un modèle, apprendre comment utiliser des données pour appuyer une conclusion) : *'un des moyens les plus efficaces d'attirer l'attention des étudiants sur la dimension conceptuelle est de les entraîner très tôt aux activités de modélisation.'* (Millard, 1998) cité dans le rapport Coast-DidaSco-LES.

Proposer des tâches conduisant les élèves à mettre en relation les données (observation ou mesurage) et les savoirs théoriques. Les principales tâches proposées sont :

- confirmer ou infirmer une prédiction effectuée préalablement à partir d'une expérience,
- réaliser des liens qualitatifs entre caractères perceptifs et grandeurs physiques mesurables relevant du modèle physique,
- utiliser un modèle pour interpréter une expérience afin de donner du sens à ce dernier.

Cette analyse montre la distance entre les TP 'classiques' et les TPSOC dont les objectifs privilégient l'activité cognitive de l'élève avec les objets et les observables tout en entretenant l'interaction avec les savoirs théoriques à partir de diverses activités (prédire, expliquer, décrire, conclure, mettre en relation des mesures).

I.1.1.3.011 Des TP - cours

Durant la séance de TP en demi-groupe, l'enseignant introduit les éléments théoriques. Il les reprend en classe entière afin de les 'institutionnaliser'. En effet, lors de la séance de TP, les éléments théoriques introduits par l'enseignant sont ensuite mis en oeuvre par les élèves lors d'activités expérimentales : la séance de TP devient le lieu de l'utilisation explicite des éléments théoriques en jeu. Prenons le cas de la fréquence de vibration. A la suite de l'introduction du concept de fréquence de vibration, il est demandé à l'élève de réinvestir la définition à partir d'une mesure. Ainsi, ce groupe souhaite que la classe entière ne soit pas uniquement le moment privilégié où l'enseignant réalise son cours magistral et, 'transmet' les éléments théoriques à la classe mais plutôt de '**casser cette logique traditionnelle**' (Vince 2000, p XX) en introduisant dès la séance de TP les concepts 'essentiels' pour réaliser les différentes tâches proposées : ces séances sont donc censées favoriser l'articulation entre les éléments théoriques en jeu et les situations expérimentales.

I.1.2011 Activités demandant d'utiliser différentes représentations sémiotiques

Le groupe SOC donne la possibilité aux élèves, par groupes de deux (dyades), de formuler leur réponse à partir de divers systèmes sémiotiques soit sous forme langagière (un texte), soit iconique (un dessin) soit les deux à la fois. L'hypothèse d'apprentissage sous-jacente consiste à considérer que l'élève donnera sens à sa connaissance au travers des différentes représentations qu'il proposera de la situation. En d'autres termes, la construction du sens du savoir passe par l'élaboration de représentations que les élèves sont censées mettre en relation.

'L'intermédiaire langagier intervient dans le processus individuel d'apprentissage : la verbalisation, la mise en forme (au sens de la formalisation), la schématisation ne sont pas que marqueurs d'acquisition déjà enregistrés, mais peuvent être aussi la condition expresse de la possibilité de celle-ci (l'acquisition)' (Laborde & Vergnaud, 1994).

I.1.3011 Elaboration de séquences centrées sur l'élève

I.1.3.1011 Le problème et l'élève durant une séance de TP

Pour les auteurs des TPSOC, un TP est une situation au sein de laquelle l'élève doit prendre conscience que la question posée est la sienne et qu'il en est responsable. Selon ce point de vue, les interactions successives entre l'élève et les éléments de la situation (la question, le matériel expérimental, l'enseignant, les autres élèves) sont censées

favoriser une modification de ses connaissances et/ou la construction de nouvelles : '**Le travail du professeur consiste donc à proposer à l'élève une situation d'apprentissage afin que l'élève produise ses connaissances comme une réponse personnelle à une question et les fasse fonctionner ou les modifie comme réponses aux exigences du milieu et non à un désir du maître**' (Brousseau, 1995). Par conséquent, la dévolution du problème, initiée dès le début de la séance de TP par l'enseignant, et les activités variées proposées (observer, décrire, prédire, expliquer,...) peuvent contribuer à 'ébranler' les conceptions¹⁸ initiales et les difficultés¹⁹ de l'élève afin qu'il construise de nouvelles connaissances.

I.1.3.2011 L'erreur et son rôle dans la construction des connaissances

D'après Brousseau (1998), en se référant aux travaux de Bachelard et Piaget, l'erreur n'est pas le fruit du hasard ou l'effet de l'ignorance comme le présupposent les béhavioristes, '**mais l'effet d'une connaissance antérieure, qui avait son intérêt, son succès, mais qui maintenant, se révèle fausse, ou simplement inadaptée. [...] l'erreur est constitutive du sens de la connaissance acquise.**' (Brousseau, 1998, p 119). Il est alors important de laisser les élèves produire des erreurs car elles sont 'constitutives' du processus d'apprentissage (Balacheff, 1994a) et leur franchissement se fera par l'intermédiaire de situations nouvelles dont l'objectif est de perturber suffisamment la connaissance des élèves.

Ainsi, l'un des objectifs de la didactique est d'identifier les conceptions des élèves et de créer des situations dans le but d'aider les élèves tout d'abord à prendre conscience des limites de leurs connaissances par déstabilisation puis à construire de nouvelles connaissances par adaptations successives de ces dernières avec le milieu. Brousseau considère alors, que 'seul un vrai problème' favorise des interactions répétées, dialectiques des élèves avec l'objet de savoir, et qui peut les motiver. C'est dans cette optique que le groupe SOC a développé les différentes tâches proposées aux élèves.

Néanmoins, si l'erreur s'apparente globalement à une non adaptation de la connaissance de l'élève à la situation proposée, la réponse 'inexacte' renvoie à l'idée de jugement de type Vrai/Faux par l'enseignant à propos de la réponse de l'élève (Margolinas, 1993). Cette évaluation ne prend pas en compte la manière dont l'élève a résolu le problème : la démarche de résolution. En d'autres termes, la compréhension par l'enseignant de l'erreur commise par l'élève ne peut se passer de l'analyse de l'écart entre la connaissance de l'élève à la connaissance scientifique attendue. De notre point de vue, cette analyse relève d'une analyse *a priori*. Comme le souligne Danièle Coquin-Viennot (1985, pp 145-146), d'après Margolinas, c'est à partir de l'erreur que le chercheur s'éclaire sur le fonctionnement de l'élève et de ses conceptions : '**Est-il possible de définir un 'degré d'acquisition' du concept en fonction du nombre et de la nature des tâches réalisées ? En analysant le type d'erreurs commises, on pourrait évaluer non**

¹⁸ Conceptions d'élèves : ensemble hypothétique de propositions, savoir-faire, procédures, habilités manuelles, que le chercheur attribue à l'élève dans le but de rendre compte des conduites de l'élève dans un ensemble de situations données.

¹⁹ Le terme difficulté est pris dans le sens où l'on considère qu'un concept est délicat à 'comprendre' et à construire par l'élève.

seulement le degré d'acquisition, mais aussi la 'qualité' de l'acquisition. Ce degré et cette qualité correspondante correspondraient à une représentation que l'enfant se fait du concept : une conception. A différents stades d'acquisitions correspondraient différentes 'représentations' de plus en plus achevées. Mais des conceptions différentes peuvent également coexister et être plus ou moins disponibles selon les situations.'

Ainsi, la prise de conscience de l'erreur commise par l'élève semble jouer un rôle essentiel dans son cheminement 'conceptuel'. Cependant, comme nous l'avons précisé ci-dessus, pour que cette erreur ne soit pas 'insurmontable' par l'élève, il est nécessaire que le problème posé, favorise alors une dialectique ente l'élève et les éléments de la situation qui en salle de physique reposent principalement sur le protocole de TP comportant la consigne, le matériel expérimental, l'enseignant et les autres élèves. Les interactions successives sont censées alors favoriser cette prise de conscience de la non validité de sa 'connaissance' et lui fournir peut-être les moyens de l'adapter.

1.1.3.3011 Les difficultés et les conceptions des élèves

Les différentes tâches proposées dans les séquences de TP sont conçues en tenant compte des difficultés et conceptions des élèves. Cela, dans le but d'élaborer des activités dont la particularité est d'aider les élèves à surmonter leurs difficultés et leurs conceptions. Par exemple, la conception de la première activité des TP SOC qui demande d'expliquer ce qu'il se passe à l'origine du son fait suite à un recueil de données à partir d'un questionnaire : '*pour la majorité des élèves de Seconde, le son n'est pas systématiquement associé à une vibration*' (Environnement conceptuel du TP1, p. 1). Cela permet aussi de prévoir certaines réponses des élèves (analyse *a priori*) et d'éviter de concevoir des problèmes qui ont peu de chance de produire une adaptation des connaissances des élèves. En d'autres termes, qui ne donnent pas lieu à la remise en cause des connaissances antérieures des élèves.

Dans le cadre de l'enseignement du son, Vince (2000) a réalisé une synthèse de travaux à propos des conceptions des jeunes enfants (Piaget, Mazens, Asoko) et des élèves de niveaux secondaires et universitaires (Maurines, Linder, Foley, Arnaud). Nous reprenons ici une partie de la synthèse réalisée par Vince (2000, p. 89) à propos des conceptions des élèves relatives à la nature du son et au mécanisme microscopique de la propagation du son (Tableau 3). En effet, les séances de TP proposées dans l'hypermédia tiennent compte essentiellement de ces types de conceptions.

Tableau 3 Conceptions classiques au sujet de la nature du son et des mécanismes de propagation

	Déplacement (éventuel) du milieu	Milieu comme support
<u>Vision Macroscopique (M)</u>	<i>M1 : son = 'entité' de type matériel en mouvement - se déplace d'autant 'mieux' (vite, loin) que l'émission est forte, crée un courant d'air</i>	<i>M2 : son = 'entité' en mouvement, sous forme de perturbation mal définie (vibration, densité, compression, variation de</i>

	Déplacement (éventuel) du milieu	Milieu comme support
		pression, perturbation...)
<u>Vision microscopique</u> (μ)	μ 1 : 'entité' portée par les molécules particules en mouvement radial ou en mouvement saccadé	μ 2 : 'entité' affectée aux molécules particules devenant 'sonore' par 'conduction' ou effet dominos, chocs ou mécanismes type 'chaînes d'atomes'

I.1.3.4011 La co-construction des connaissances

Les séances de TP se déroulent par demi-groupes et les élèves sont par dyades et peuvent travailler ensemble. L'hypothèse sous-jacente à ce mode de fonctionnement est que les interactions verbales entre les élèves sont un support à la construction des connaissances. D'autant plus que les situations construites sont censées favoriser l'émergence d'une coopération dans la résolution des problèmes. Par exemple la rédaction d'une réponse commune demande une concertation entre les élèves. Nous signalons que cette hypothèse correspond pour d'autres chercheurs à une problématique de recherche '**Rappelons que le problème qui me préoccupe ici est d'explorer les relations entre l'argumentation dans les dialogues produits par des élèves qui coopèrent dans la résolution de problèmes, et les changements cognitifs engendrés chez eux.**' (Baker, 1996, p. 161)

I.2011 En résumé

Dans cette première partie, nous avons présenté les principales hypothèses d'apprentissage prises en compte par le groupe SOC²⁰ lors de la conception des séquences de TP que nous reprendrons à notre compte. Les séquences de TP créées par ce groupe constituent la 'matière première' de la conception de l'hypermédia. L'utilisation de cet hypermédia est donc dédiée à l'apprentissage de la physique *via* l'activité expérimentale : l'activité des élèves est essentiellement centrée sur la réalisation d'expériences.

Dans la partie suivante, nous présentons la manière dont nous sommes passés des TP SOC, formats papier, à l'hypermédia 'Labdoc Son et vibrations'. En d'autres termes, le 'transfert' d'une situation d'enseignement en classe dont les éléments constitutifs sont par exemple, les protocoles de TP, le matériel expérimental, l'enseignant, et les élèves, à une situation d'enseignement utilisant principalement '**un environnement d'apprentissage dédié à l'apprentissage du son**²¹ **intégrant l'hypertexte**' (Bruillard et de La Passardière, 1998, p. 97) et parfois du matériel expérimental. Cette transformation tient compte d'une part, des hypothèses d'apprentissage des TP SOC et celles formulées dans

²⁰ Pour plus de détail à ce sujet voir le travail de Vince (2000).

²¹ *C'est nous qui rajoutons.*

le cadre théorique (Partie 1) et d'autre part, de l'objectif de cette conception qui est de favoriser, *via* des activités expérimentales (simulées par exemple), l'apprentissage des éléments théoriques explicatifs des phénomènes sonores. L'hypermédia doit donc proposer aux élèves des conditions favorables pour élaborer et mobiliser des connaissances 'pertinentes' en référence aux savoirs à enseigner.

II011. 'Transformation' informatique des éléments constitutifs d'une situation d'enseignement en classe pour créer un nouveau milieu

L'objet de cette section est de décrire la manière dont nous avons élaboré l'hypermédia 'Labdoc Son et Vibrations' et ses différentes spécificités. En effet, à partir d'une analyse systématique des divers éléments composant la situation d'enseignement expérimental en classe, nous souhaitons présenter les transformations successives de ces éléments afin qu'ils puissent retrouver leur place dans l'hypermédia. Nous rappelons qu'au travers de ces éléments, nos principales hypothèses d'apprentissage sont véhiculées.

La finalité d'une telle étude est de faire émerger un milieu 'informatique' à partir duquel les élèves interagissent. Cette transformation s'apparente à ce que Balacheff (1994b, p. 364) appelle transposition informatique : ***'Ce que l'on place habituellement sous le terme d'informatisation ne constitue pas une simple translittération, les environnements informatiques d'apprentissage résultent d'une construction qui est le lieu de transformation nouvelle des objets d'enseignement. Nous appelons transposition informatique le processus ainsi mis en oeuvre.'***

Ainsi, à partir des différentes descriptions des éléments de la situation d'enseignement en classe, nous décrivons leurs transformations et ce qui est alors présenté au niveau de l'interface : ***'lieu de communication entre l'utilisateur humain et le dispositif informatique. Elle (l'interface²²) permet la visualisation de représentations des connaissances'*** (Balacheff, 1994b, p. 365). Mais, prenons le temps de s'intéresser à la transposition informatique dont parle Balacheff.

II.1011La transposition informatique

Pour Balacheff (1994b), la création d'un environnement d'apprentissage conduit à une ou plusieurs nouvelles²³ transformations des ***'objets d'enseignement'*** (p. 364) qui sont ***'dues à des contraintes matérielles et logicielles des supports informatiques de réalisation qui affectent le savoir'*** (Artigue, 1995, p. 19). Balacheff (1994b) identifie les modifications de ces objets d'enseignement au niveau des trois 'univers' composant le dispositif informatique : l'univers interne (qui correspond au composant électronique et d'une manière opérationnelle au langage de programmation), l'interface et l'univers externe du sujet humain interagissant avec le système. Dans le cadre de notre recherche,

²² *c'est nous qui rajoutons.*

²³ Nouvelles car Balacheff reprend l'idée que le savoir à enseigner (ou objet d'enseignement) est le fruit d'une première transformation appelée transposition didactique (voir Chevallard, 1986).

seules les transformations relevant de l'interface et de l'utilisateur nous concernent. Comme le précise Balacheff (1994b, p. 367) l'interface est **'le lieu de ce qui est souvent désigné comme la réification des connaissances : visualisation et manipulation directe d'entités abstraites donnant à voir des comportements évocateurs de leurs propriétés ; les phénomènes à l'interface, 'offerts' à la perception donneraient ainsi une référence concrète aux concepts en jeu'** et d'autre part c'est dans l'univers externe que l'utilisateur interagissant avec l'interface va donner un sens au savoir. De ce point de vue, deux principaux problèmes émergent :

1.

Au niveau de la visualisation des objets d'enseignement (ou caractéristiques fonctionnelles et sémiotiques de l'interface (Artigue, 1995, p. 17)) L'univers interne et l'interface combinent des effets générateurs et des phénomènes non intrinsèques aux entités représentées. De plus, la représentation à l'interface est dépendante du **'pavage fini de pixels qui contraint la qualité perceptive des dessins'** (Balacheff, 1994, p. 368), ce qui peut conduire à des conséquences sur l'apprentissage.

2.

Au niveau de la manipulation directe La manipulation directe introduit une dimension 'perceptivo-gestuelle' qui est vue comme la communication entre un sujet et l'interface. Cependant, Balacheff (1994b, p. 369) considère que l'un des problèmes relatifs à l'interface est qu'elle n'est pas **'sous son (le sujet²⁴) contrôle théorique, et elle peut dans ce cas devenir une référence relativement à laquelle la connaissance est construite'**. L'auteur différencie les actions qu'un sujet peut mener au niveau de l'interface et la compréhension du sujet relatif à la représentation qu'il crée et/ou qu'il peut observer. En fait, l'auteur soulève les problèmes relatifs aux représentations présentées au niveau de l'interface qui peuvent conduire à l'apprentissage de connaissances non pertinentes du point de vue de l'objet d'enseignement si le sujet n'est pas conduit à prendre conscience de l'écart entre ce qui est représenté, l'objet réel, et la théorie en jeu. Au travers de la description de ces deux problèmes, Balacheff pose le problème de la validité des connaissances représentées à l'interface d'un ordinateur pour un apprenant par rapport au savoir de référence et celui de la nature des apprentissages qui peuvent en résulter. Dans la dernière partie de notre travail (voir II.3), nous illustrerons par un exemple la transformation du savoir lors de la mise en place des simulations.

II.2011 Les éléments de la situation d'enseignement expérimentale

Une situation d'enseignement en classe de physique est composée principalement des éléments suivants :

Des fiches de TP

Un enseignant

²⁴ C'est nous qui rajoutons.

Une dyade et les autres élèves

Du matériel expérimental lié à l'enseignement du son

Chacun de ses éléments dans la situation d'enseignement en classe joue un rôle particulier que nous détaillons ci-dessous.

II.2.1011 La fiche de TP

II.2.1.1011 En situation de classe

La fiche de TP peut être vue comme le scénario 'formalisé' d'une séquence d'enseignement qui dure environ une heure et demie. Le texte, qui inclut parfois des dessins et des graphiques, est organisé selon les divers objectifs de la séquence (voir Figure 8) et propose successivement des phases 'pratiques' (expérience à réaliser ou résolution d'un problème à partir d'une expérience) et 'théoriques' (introduction de la théorie en jeu) (voir I.1.1.3 Les TP-Cours). L'activité des élèves va donc être guidée par le scénario élaboré par l'enseignant. Or, comme le travail de recherche de Bécu-Robinault (1997) l'a montré, en comparant les niveaux de savoir impliqués dans les consignes de TP et ceux mobilisés par les élèves, **'les élèves utilisent de manière préférentielle des éléments du modèle physique pour répondre aux activités proposées'** (Bécu-Robinault, 1997, p. 229) et d'autre part, les niveaux de savoir mis en jeu par les élèves semblent dépendre :

Du but de la question qui doit relever de l'un des niveaux que les élèves sont censés mettre en oeuvre ou que l'enseignant doit inciter à prendre en compte.

Des niveaux de savoir de la question.

Les sources du son et leur effet sur la perception auditive

1.1.1. Les conditions nécessaires à l'émission d'un son
Vous allez réaliser les expériences suivantes et essayer de trouver une condition nécessaire à l'émission d'un son.

• *Question pour chaque expérience :*
Montrez la source du son et expliquez en quelques lignes et éventuellement avec un schéma le comportement de la source.

- **Diapason :** On frappe le diapason avec la baguette, on l'approche de la boîte du pendule jusqu'au contact. Observez le comportement du pendule.
Remarque : On peut mettre le pendule en contact du diapason après avoir frappé ce dernier.

On peut toucher les branches du diapason quand on frappe légèrement puis quand on frappe fort.

Quelles sont les différences entre vos deux expériences ?

- au niveau de ce que vous entendez?
- au niveau du comportement des branches?

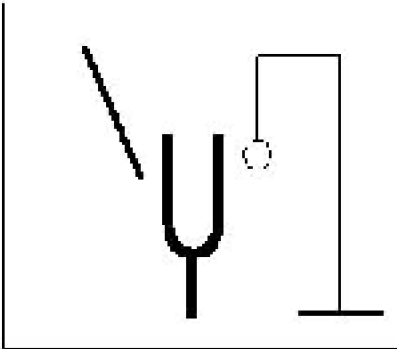


Figure 8 : Exemple d'une Fiche de TP SOC

II.2.1.2011 Dans l'hypermédia

La fiche de TP distribuée aux élèves comporte entre une et trois pages. Leur mise à l'écran ne peut se faire spontanément. En effet, proposer en tant qu'hypermédia une simple reproduction des fiches de TP n'a pas de réel intérêt : cela reviendrait à utiliser l'ordinateur comme un support papier (un pupitre électronique) sans tenir compte par exemple de ses potentialités 'multimédia'.

Nous présentons ci-dessous l'organisation des informations en fonction des contraintes ergonomiques et des hypothèses d'apprentissage, sachant que nous connaissons au préalable le type d'utilisateurs, des élèves de 14-16 ans, les différentes tâches (celles des TP SOC), et l'activité possible de l'utilisateur. Comme le souligne Scapin (1986, p. 47), **'une activité des plus importantes dans la conception des écrans est l'analyse de la tâche et de la population des utilisateurs. Bien que**

souvent ce soit l'analyse de l'activité qui reçoive le moins d'attention, c'est celle qui permet de savoir précisément ce qui doit être sur l'écran, à quel moment et en conséquence le type d'affichage à utiliser, sa taille, sa compatibilité avec d'autres affichages'.

L'organisation des contenus en fonction des contraintes ergonomiques

Cette organisation implique au moins la prise en compte des cinq points suivants.

Espace et densité à l'écran Nous avons pris le parti de placer dans une page-écran un texte limité en nombre de phrases (environ 8 phrases par page²⁵). En effet, selon certaines recherches citées par Caro et Bétrancourt (1998, p. 129), la quantité nécessaire d'espaces blancs sur un document papier serait de 25% à 40% et de 40% à 60% sur un écran. Les auteurs en référence à Van Nes (1986) précisent que **'sur un écran le temps nécessaire pour retrouver une information augmente quand la densité** (informationnelle²⁶) **s'accroît'** (Caro et Bétrancourt, 1998, p. 129). De plus, la 'performance' des utilisateurs est desservie lorsque la charge informationnelle est trop élevée ou trop faible (Scapin, 1986, p19) : c'est le fameux chiffre 7, nombre magique de George Miller qui **'montrait que la capacité de l'individu à distinguer de manière indiscutable des stimuli, à distinguer les phénomènes les uns des autres, à estimer correctement les nombres, et à se rappeler un certain nombre d'items discrets, semble subir un changement critique aux environnements de sept items. En dessous de ce nombre, les individus peuvent facilement réaliser de telles tâches : au-dessus, ils ont de fortes chances d'échouer'** (Gardner, 1993, p. 109).

Multifenêtrage et Onglets Le multifenêtrage est utilisé seulement lors de l'appel du mini-dictionnaire. Dans ce cas, la fenêtre se place au centre de la page-écran initialement ouverte et empêche son accès. Cette contrainte se justifie du fait que l'appel du mini-dictionnaire est associé à un besoin d'informations pouvant être déclenché par exemple par la lecture de la question posée dans la tâche, une demande d'un des élèves. Nous considérons que la recherche effectuée dans cette nouvelle fenêtre correspond à la réalisation d'une tâche complémentaire à la précédente.

Cependant, certaines tâches auraient nécessité l'utilisation du multifenêtrage tel que l'on peut l'entendre avec une succession de fenêtre qui peuvent se chevaucher et présenter diverses informations ce qui permet de les comparer et les mettre en relation par exemple. Or, Caro et Bétrancourt précisent que **'si les fenêtres se recouvrent, on perd cet avantage'** (1998, p. 132). Pour éviter ce problème, nous avons utilisé le principe des onglets (Figure 9). Ils permettent de ne pas surcharger l'écran (éviter la surcharge cognitive), de ne pas désorienter l'activité de l'élève et, favorisent une 'activité contextualisée'. En effet, l'utilisateur reste dans la même page-écran et peut appréhender par un code de libellé (Mesure, Aide, etc.) l'information associée. Ainsi, au

niveau de la construction des séquences de TP, les onglets permettent de :

²⁵ Seules les pages-écran intitulées 'Synthèse', 'En conclusion', 'Objectif', 'Prérequis' contiennent un grand nombre d'informations textuelles.

proposer des tâches successives avec un même objectif sans sortir de la page-écran

²⁶ C'est (Figure 9).

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

— présenter des informations pour soutenir la résolution d'un problème : l'onglet Aide.

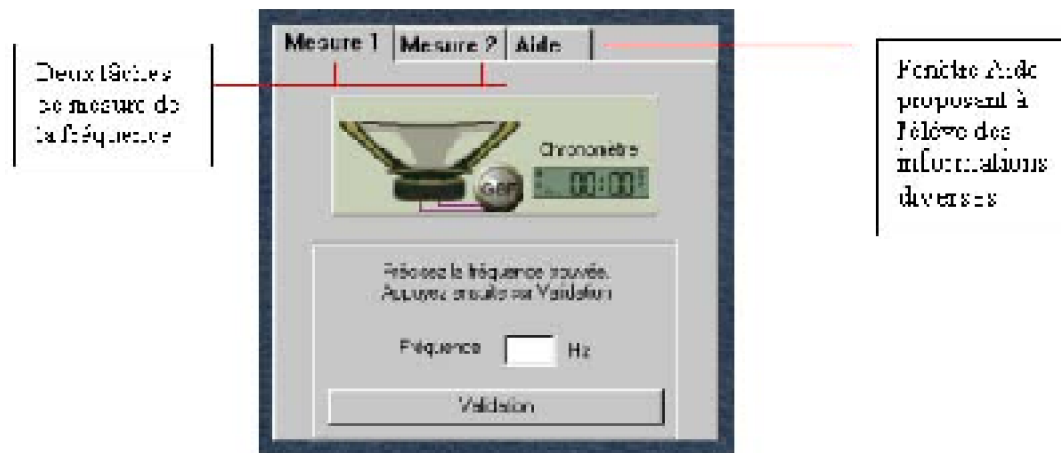


Figure 9 Exemple d'onglet lors de la tâche Première expérience de sensibilisation du TP4

Un code de couleur Un code de couleur est utilisé pour distinguer :

- les pages-écrans introduisant un concept : couleur rose,
- les escamots²⁷ (bleu), les liens hypertextes (vert),
- les réponses intitulées 'réponses du professeur' sont en rouge,
- les différents lieux (un fond d'écran associé à chacun des lieux) dans lesquels l'élève peut naviguer.

Néanmoins, Scapin (1986, p. 60), souligne qu'il faut limiter des codes de couleurs afin d'éviter de surcharger les pages-écrans et leur lisibilité.

L'utilisation de libellé (ou Labelling, Scapin 1986, p. 60) Chaque page-écran possède deux sortes de libellé. Un titre descriptif de la tâche à réaliser (Observation, interprétation, etc.) et un titre générique indiquant le 'thème' de la tâche comme par exemple 'Expérience du diapason'.

Une navigation linéaire La scénarisation initiale des TP contraint à créer une navigation linéaire impliquant une activité guidée de l'apprenant. Cependant, pour les utilisateurs qui souhaitent ne réaliser que certaines tâches, nous avons fourni des 'outils' pour une navigation non-linéaire entre les séquences (index des TP), et à l'intérieur d'une

²⁷ Un escamot ou pop-up est un ensemble d'informations intégrées dans une fenêtre temporaire apparaissant uniquement sous l'action de l'utilisateur.

séquence (organigramme permettant d'aller directement à une tâche donnée).

L'organisation des contenus en fonction des hypothèses d'apprentissage

Les hypothèses d'apprentissages permettent d'organiser les informations aux niveaux de la page-écran (point 1) et d'élaborer les consignes des différentes tâches (point 2).

Une division de l'écran en zones dédiées selon les systèmes sémiotiques de l'information. Lorsque les informations d'une même page-écran appartiennent à deux systèmes sémiotiques différents (textuelle et graphique), nous avons pris le parti de scinder la page pour diverses raisons :

- permettre à l'élève de distinguer la signification de chacune des représentations,
- favoriser la mise en relation entre les représentations sémiotiques (Duval, 1995),
- améliorer la compréhension et la mémorisation des informations (Sweeller & al, 1990),
- éviter de mélanger dans une tâche donnée la consigne et le support dans la mesure où ils donnent lieu à des actions différentes qui sont la lecture et la manipulation.

La construction de la consigne L'élaboration d'une consigne prend en compte :

- l'explicitation dans la constitution de la consigne de 'l'action cognitive' attendue car comme le justifie Dumas-Carre (1987, p. 113) ce sont des actions que font les experts et que ne font pas les novices d'une part et, l'absence de ces actions peut expliquer les erreurs bien connues des novices d'autre part,
- les niveaux de savoir de la consigne et les niveaux de savoir du but de la question (Becu-Robinault, 1997),
- un ensemble de données prises en classe (des productions des élèves, des films, des analyses d'activités) afin de prendre en compte certaines attentes des élèves, leurs difficultés à 'comprendre' la question, etc.

II.2.2011 Le rôle de l'enseignant / TP SOC

L'objectif d'un tel système n'est pas de remplacer l'enseignant ce qui est impossible vu l'ampleur de son rôle social par exemple. Au contraire, la prise en compte du

fonctionnement de l'enseignant dans la classe permet d'élaborer, dans l'hypermédia, des séquences d'enseignement 'interactives'. Nous n'avons pas la prétention de recréer l'ensemble des actes significatifs d'un enseignant évoluant dans sa classe (ce qui n'est pas notre objectif) mais de nous restreindre à :

.
recréer un processus de dévolution afin de favoriser la prise en charge par les élèves des différentes tâches qui lui sont proposées,

.
reproduire une partie du processus d'institutionnalisation,

.
intégrer certaines facettes du feed-back de l'enseignant (prendre acte de ce que les élèves ont fait),

.
offrir une aide adaptée aux difficultés des élèves selon la tâche réalisée : les ressources,

.
motiver les élèves : les animations, les vidéos, les simulations, l'entretien d'une certaine relation sociale vis à vis de l'élève ('Une petite pause', les différents visages de Fripini...).

II.2.2.1011 Le processus de dévolution

En situation de classe

Au départ, l'enseignant doit recontextualiser et repersonnaliser le savoir à enseigner en vue de l'enseigner (le groupe SOC aide l'enseignant dans cette démarche). Il est amené à créer des situations d'enseignements propices à la construction de sens. Elles sont censées favoriser la production libre des connaissances et des réponses des élèves lors d'interactions avec les éléments de la situation. Ces situations impliquent que les élèves ne peuvent obtenir la réponse et mobiliser la connaissance attendue '**que par une adaptation personnelle au problème proposé**' (Brousseau 1998, p. 302). Les élèves, redécontextualisent et redépersonnalisent leur savoir afin de le mettre en relation avec celui de '**la communauté scientifique et culturelle de leur époque**' (Brousseau, 1986, p. 38).

Les situations d'enseignement produites sont donc organisées pour que les élèves parviennent à élaborer une réponse personnelle et à adapter leurs connaissances selon les exigences du milieu et non de l'enseignant. Pour cela, l'enseignant dévolue le problème aux élèves en essayant :

.
de les rendre responsable du problème et de la relation entre la décision à prendre et le résultat possible (la causalité),

de les amener à rechercher à résoudre le problème dont il ignore la réponse, et à construire le savoir en jeu,

d'élaborer un problème cohérent avec le domaine de validité du modèle.

Dans l'hypermédia

Sur un support informatique, parler de dévolution nécessite d'élargir ce point de vue. Nous considérons qu'une séance de TP à partir de l'hypermédia consiste à réaliser un nombre donné de tâches (à peu près une par page-écran). De ce fait, la dévolution ne se situe pas sur un problème pendant une heure et demie, mais sur l'ensemble des tâches proposées. Pour cela, il faut que les élèves aient à la fois la sensation lors de l'ouverture de chacune des pages-écrans, d'être en présence ou non d'une tâche à résoudre, et de considérer que la finalité de la résolution ne consiste pas à donner une réponse, mais de parvenir à donner celle qui est attendue ce qui implique leur responsabilité dans la démarche choisie. En d'autres termes, les élèves doivent envisager la manière de résoudre le problème sans le recours à l'enseignant. Ainsi, nous sommes amenés à nous interroger sur les éléments des situations susceptibles de favoriser l'implication des élèves dans la réalisation des tâches.

Les feed-back qui peuvent 'entretenir' la résolution d'un problème Lors de la demande de validation de leur réponse, un message est retourné aux élèves. Il précise l'état de la réponse et dans le cas où celle-ci serait erronée, il leur conseille de se référer aux ressources disponibles comme l'onglet Aide, le cours, etc. Nous pouvons supposer que ce type de message peut maintenir les élèves impliqués dans la résolution du problème.

Un système qui permet aux élèves d'évaluer par eux-même leurs réponses en terme d'échec et de réussite L'intégration d'un tel système, qui permet la répétition des réponses erronées, donne la possibilité aux élèves de tester de manière autonome leurs différentes stratégies. Cela peut les inciter à être responsable dans les décisions à prendre et les amener à envisager une relation entre la décision prise et le résultat donné.

Des simulations permettant de vérifier les stratégies de résolution Les élèves peuvent agir sur les simulations proposées. Ils ont donc les moyens de vérifier leurs prédictions, leurs stratégies de résolution. Nous supposons qu'elles favorisent un rapport personnel des élèves avec le savoir en jeu.

Des ressources faciles d'accès Dans le cas où les élèves donnent une réponse erronée, différentes ressources informationnelles sont proposées. Elles peuvent permettre aux élèves de prendre conscience de l'écart entre leur connaissance et celle qui est présentée. Comme nous le verrons dans le chapitre suivant (Chapitre 5),

différentes ressources ont été construites :

- ressources rassemblées dans cinq lieux que nous désignons sous la terminologie de salle de TP, salle d'expérience libre, salle de cours, salle d'exercices, bibliothèque,
- un mini-dictionnaire,
- un onglet Aide proposant des informations en lien avec la tâche à réaliser,
- des escamots proposant dans une fenêtre la définition des termes soulignés.

II.2.2.2011 Le processus d'institutionnalisation

Comme nous l'avons présenté dans le cadre théorique (Chapitre 3), institutionnaliser est l'un des rôles de l'enseignant puisque c'est lui qui désignera aux élèves la connaissance 'qu'ils devront savoir' et c'est lui qui donnera un statut 'officiel' à certaines de leurs actions, formulations en relation avec cette connaissance. Ainsi, institutionnaliser la réponse des élèves dans le cadre de la conception de l'hypermédia va consister à élaborer une page-écran présentant les objectifs de la séance, construire une page de synthèse de la séquence de TP, créer un système évaluateur des réponses des élèves, un bouton réponse du professeur et élaborer des messages significatifs à propos des actions des élèves : le feed-back. Ces différents points sont discutés ci-dessous.

II.2.2.2.1011 Les pages-écrans 'Objectifs' et 'Synthèse'

Les pages-écrans 'Objectifs' et 'Synthèse' ont un statut d'institutionnalisation. Elles présentent le savoir que les élèves vont 'devoir apprendre' en début de séquence de TP et qu'ils sont censés 'connaître' en fin de séquence. Nous supposons qu'elles peuvent s'apparenter aux actions de l'enseignant lorsqu'il indique aux élèves les éléments théoriques qui ont un intérêt et un statut culturel (Brousseau 1998, p. 76).

Les objectifs de la séance : ils indiquent l'ensemble des éléments théoriques que les élèves vont rencontrer dans la séance et qu'ils sont censés 'apprendre'.

La synthèse : C'est la dernière page-écran de chaque séquence. Elle présente les éléments théoriques introduits durant la séance. Elle a pour rôle d'indiquer aux élèves l'ensemble des informations qui participent à l'élaboration d'un savoir nouveau, détaché du particularisme des situations. Elle correspond au cahier de l'élève²⁸ distribuée par l'enseignant en fin de séance. C'est un bilan établi pour l'élève qui n'est pas réalisé, contrairement en classe, lors d'un échange entre l'enseignant et les élèves.

²⁸ Ce cahier regroupe l'ensemble des éléments théoriques que les élèves sont censés mettre en oeuvre durant la séance de TP.

II.2.2.2011 L'évaluation

En situation de classe

'L'évaluation des connaissances' semble pouvoir répondre aux exigences de l'institution introduit par Brousseau. En effet, du point de vue des apprenants, l'évaluation leur permet d'apprécier ce qui doit être considéré comme important de connaître et de savoir-faire. Du point de vue de l'enseignant, l'évaluation lui permet de prendre conscience de la manière dont les élèves ont pris en charge les objets de l'enseignement et le sens qu'ils en ont construit. Toutefois, nous nous plaçons dans le cadre d'une évaluation formative qui **'scande les progrès de l'élève, et lui permet de prendre conscience de ses insuffisances en temps réel et de les surmonter'** (Joshua & Dupin, 1993, p. 257). Comme le précisent les auteurs, ce n'est pas uniquement l'évaluation qui va contribuer à ces *'bénéfices'* : **'ils découlent aussi du changement de rapport avec les savoirs, c'est-à-dire du changement parfois sensible du contrat didactique'**. (Joshua & Dupin, 1993, p. 257)

Dans l'hypermédia

Dans l'hypermédia, l'évaluation diffère selon le type de tâche à résoudre :

Des tâches où l'on demande aux élèves d'explicitier leur modèle spontané, leurs connaissances antérieures. Au cours de ces tâches, les élèves rédigent leur réponse et la comparent à celle qui est proposée (voir II.2.2.3 La 'Réponse du professeur'). Notre objectif est que les élèves explicitent leurs conceptions initiales en lien avec l'observation d'un événement. De plus, pour éviter un contrat 'trop fort', nous avons pris le parti de ne pas analyser leur réponse (ce qui pose aussi d'importantes difficultés techniques) afin de leur donner la liberté de proposer leurs propres modèles explicatifs. De ce fait, les élèves peuvent se sentir détachés de la contrainte de formuler 'la bonne réponse'. L'évaluation personnelle que l'élève va réaliser en lisant la réponse proposée et institutionnalisée (la réponse du professeur) est censée l'aider à prendre conscience le cas échéant du décalage entre sa connaissance et celle qui est demandée.

Des tâches qui font appel à un modèle déjà introduit auparavant ou objet de la tâche. A chaque demande de validation, l'évaluation consiste à une comparaison entre la réponse donnée par l'élève et celle qui est attendue par le système informatique. Puis, un message est retourné précisant 'l'état' de la réponse ('exacte' ou 'inexacte') qui est l'une des manifestations du feed-back (voir II.2.2.2.4). Lorsque la réponse est inexacte, le système leur permet de recommencer jusqu'à ce qu'ils obtiennent la solution. Ils réalisent alors de nouvelles actions, de nouvelles décisions, tout en cherchant sur le même problème : **'C'est-à-dire que pour lui (l'élève) la situation peut se répéter, car c'est sa connaissance qui doit évoluer, à la faveur des validations apportées par le milieu, en particulier'** Margolinas (1993, p. 116). Ainsi, même si la réponse de l'ordinateur est en terme de vrai ou faux, il semble important de permettre à l'élève de recommencer à partir de la même situation ou une similaire afin qu'il puisse prendre conscience de son erreur.

II.2.2.3011 La 'Réponse du professeur'

En situation de classe

La phase d'institutionnalisation peut commencer au moment où la dévolution s'arrête (Margolinas 1993). Cette institutionnalisation consiste alors à rendre 'officiel' la connaissance des élèves par rapport au savoir culturel. La réponse du professeur à la classe arrête la résolution du problème par l'élève et à proposer une réponse en lien avec l'objet de savoir institutionnel. Par exemple, lors de l'activité expérimentale du TP1 à partir de laquelle l'élève a pu décrire le comportement de la source dans les termes de la vibration ou de mouvement d'une manière plus ou moins vague, l'enseignant peut proposer alors la réponse suivante : 'Chaque source de son possède une de ses parties qui vibre. Une vibration est un mouvement de va et vient plus ou moins rapide d'un objet déplacé de sa position de repos et qui y est ramené.'

Dans l'hypermédia

La 'réponse du professeur' n'est pas un message retourné spontanément par l'hypermédia lorsque les élèves ont réalisé la tâche : les élèves doivent s'impliquer dans l'appel de cette réponse. Par exemple, à la suite de la demande de validation (voir précédemment tâche du deuxième type), et dans le cas où cette dernière est 'exacte' le système retourne un message qui indique à la fois la 'réussite' à la tâche et la possibilité de consulter la réponse du professeur '**Vous avez bien construit la chaîne sonore. Cependant, il vous est conseillé de consulter la réponse du professeur pour en savoir plus**'.

Ainsi, les élèves peuvent comparer leur propre explication à celle qui est attendue : l'explication proposée est donc celle de référence comme peut l'être celle du professeur. La distinction entre la phase de demande de validation de la réponse de celle la lecture de la réponse du professeur a pour fonction d'observer par exemple la confiance de l'élève dans la connaissance qu'il a mise en oeuvre, si ce dernier ne la sélectionne pas.

II.2.2.4011 Le Feed-back de l'enseignant

En situation de classe

Dans une situation d'enseignement, le professeur (élément du milieu) peut '**sanctionner positivement ou négativement**' l'activité de l'élève durant la résolution d'une tâche l'amenant à adapter ou à modifier sa connaissance. '**L'élève de son côté, a un 'feed-back' qui est l'appréciation portée par le professeur sur la validité au regard des règles, des propositions qu'il a faites**' (Brousseau, 1998, p 31). Cette interaction n'a de sens que dans le but d'impliquer les élèves dans la réalisation de la tâche proposée : c'est-à-dire dans le projet commun que les élèves donnent du sens au savoir en jeu.

Dans l'hypermédia

En communication, le feed-back (ou rétroaction) désigne 'la réaction du récepteur au message émis et son retour vers l'émetteur' (Picard, 1995, p. 28). C'est une conception circulaire de la communication introduisant la notion d'interaction : '**le concept de**

communication, écrit encore G. Bateson, devrait comprendre tous les processus par lesquels les gens s'influencent les uns les autres [...] Cette définition repose sur la prémisse que toutes les actions et tous les événements possèdent des aspects communicationnels dès qu'ils sont perçus par un être humain ; cela implique en outre qu'une telle perception modifie l'information d'un individu et par conséquent exerce une influence sur lui' (Bateson et Ruesch, 1951 ; d'après Picard, 1995). Maintenant, plaçons-nous dans le cadre plus restreint de l'apprentissage du point de vue de l'élève. Selon Brousseau, le feed-back associé à une situation a pour rôle d'influencer les actions des élèves.

De notre point de vue, le feed-back est une 'rétroaction' du système informatique en réponse à une action des apprenants qui peut influencer leurs actions. Il correspond aux diverses réponses visuelles (texte, image, animation,...), et sonores que le système est capable de fournir aux élèves selon ses activités ' fonctionnelles ' ou ' cognitives '. En aucun cas il fait suite à un diagnostic des connaissances mises en jeu par les apprenants lors de la réalisation d'une tâche. Le feed-back que nous avons construit vise à annoncer par un message écrit le résultat de la comparaison entre la réponse proposée par les élèves lors de la demande de la validation et celle qui est attendue. La forme du message est par exemple '*Attention !!! La fréquence saisie est incorrecte. Il est conseillé de consulter l'aide proposée puis de faire à nouveau la mesure*'.

Toutefois, le feed-back ne donne pas lieu à une 'correction directe' et simple des erreurs des élèves ce qui conduirait finalement à une sorte de dressage, voire conditionnement (Dimitracopoulou, 1995) : les élèves sont dépendants des messages retournés et ne développent pas la capacité à corriger leurs erreurs.

Or, nous considérons que l'erreur n'est pas à éviter (I.1.3.2), elle est constitutive du processus d'apprentissage (Brousseau, 1998). Par conséquent, nous souhaitons que les élèves parviennent à adapter leur réponse par eux-mêmes en s'aidant des ressources disponibles. La conception de l'hypermédia a donné lieu à quatre types de feed-back :

Après une réponse inexacte indiquée à partir d'un point coloré (rouge), le système ne spécifie pas l'erreur et propose à l'élève une situation analogue à résoudre (il peut y en avoir au maximum 5 dans notre cas).

A la suite d'une réponse inexacte, le système indique le 'lieu' de l'erreur (à partir d'un point coloré) et demande à l'élève de modifier sa réponse.

Après une réponse inexacte, le système ne spécifie pas l'erreur, retourne un message qui conseille à l'élève de consulter les ressources disponibles (le cours, le mini-dictionnaire , l'Aide,...) et de proposer à nouveau une réponse.

A la suite d'une réponse inexacte, le système renvoie un message qui tend à lui montrer pourquoi sa réponse n'est pas valide (très peu de cas dans l'hypermédia construit).

Les limites de notre système :

Le feed-back proposé lors de la validation n'explique pas en quoi ce que les élèves ont réalisé est 'inexact'. Les élèves sont censés réaliser le lien entre le message retourné '*la réponse est inexacte*' et l'erreur réalisée : ils doivent prendre conscience par eux-mêmes de l'erreur commise au cours de la résolution du problème. Nous supposons que cela peut favoriser la relation personnelle des élèves au savoir en jeu.

II.2.3011 L'activité expérimentale

En situation de classe

Lors d'une séquence de travaux pratiques sur le son en classe, les élèves manipulent différents objets (un haut-parleur branché à un générateur basse fréquence, un microphone, un oscilloscope), réalisent les expériences proposées et observent divers événements. Au cours de la présentation des TP SOC (I Les TP SOC : A l'origine des séquences de TP dans l'hypermédia), nous avons montré que les objets et les événements observables interviennent dans des diverses activités, dites activités de modélisation (prédire, décrire, interpréter, etc.) dont l'objectif est de favoriser l'utilisation et/ou l'acquisition du modèle en jeu.

Dans l'hypermédia

L'hypermédia est un système d'information basé sur des documents de différentes natures (texte, dessin, sons, animation, vidéos, simulation, ...) interconnectés par des liens permettant une lecture non linéaire à l'initiative de l'utilisateur. Ce sont ces divers systèmes de représentations (Chapitre 2) inhérents à l'hypermédia qui vont nous aider à recréer un ensemble d'activités expérimentales essentielles à l'activité de modélisation. Le système sémiotique privilégié est la représentation dynamique qui permet d'observer et de retracer dynamiquement les transformations physiques d'un objet au cours du temps. Sinon, comment peut-on observer un événement tel qu'un mouvement, un son, une lumière, etc. Ainsi, les activités expérimentales que nous rencontrerons seront organisées à partir de vidéos, d'animations, et de simulations. Nous décrivons ci-dessous, comment la vidéo et la simulation²⁹ peuvent servir de support à un tel projet didactique et véhiculer, dans une certaine mesure, le sens que la situation d'enseignement en classe peut produire chez les élèves.

II.2.3.1011 Le film

A la suite d'une présentation succincte du rôle de la vidéo dans l'enseignement, nous décrivons, au sens de Jacquinot (1977), les conditions pour qu'un film ait une intention didactique ce qui nécessite de s'intéresser au contenu et à l'activité de l'utilisateur.

II.2.3.1.1011 Le rôle de la vidéo dans l'enseignement

Dans une synthèse à propos '**du rôle de la vidéo dans l'acte pédagogique et en tant**

²⁹ Nous n'avons pas fait d'analyse de l'animation car elle correspond à une représentation animée de la réalité dont le montage peut s'apparenter à celui d'un film.

qu'outil d'enseignement-apprentissage', Quintana-Robles (1997, p. 64) précise que les principaux apports de la vidéo résident en *l'illustration* d'un événement dont le professeur est en train de parler, en *aide à la motivation* (rôle attentionnel de l'image, impact affectif de l'image) ou à *la mémorisation*. Ensuite, en référence aux recherches de Duchastel et al (1988), elle ajoute qu'un tel outil favorise la compréhension des élèves car il permet d'observer un phénomène tout en ayant simultanément l'explication : **'l'image joue un rôle de complément didactique dont la fonction est de favoriser la compréhension et la rétention des informations verbale ou écrite'** (Duchastel & al, 1988). Enfin, la vidéo permet de reproduire le déroulement d'un événement, l'évolution d'un phénomène à condition de tenir compte de l'aspect réducteur de l'image (Jacquinot 1984). Toutefois, Quintana-Robles (1997) précise qu'un tel outil n'est véritablement une aide pédagogique qu'à condition d'une part qu'il se réfère à un apprentissage conceptuel particulier et que ceux qui observent la vidéo soient capables de contrôler le rythme de défilement des images et d'autre part, que l'image soit un support dans la construction des connaissances³⁰. En effet, elle souligne certains aspects négatifs de la vidéo comme la passivité du spectateur liée à l'impossibilité d'interférer dans le cours du message transmis, puisque la vitesse de déroulement du film ne laisse pas le temps suffisant pour décoder chaque image et la liberté réduite de lecture qui est dû est au sens prédéfini ou directionnel du défilement des images.

II.2.3.1.2011 L'intention didactique dans le film

Pour Jacquinot (1977), un film à *'intention didactique'* a une structure signifiante propre qui repose sur les points suivants³¹ :

Relation entre le message filmique et le monde qu'il représente Jacquinot considère que le référent de l'image est le monde. Cependant, les éléments du monde que l'on retrouve dans un film ne fonctionnent pas comme dans le monde, ils sont **'soumis à un processus de signification et fonctionnent selon d'autres codes'** (Jacquinot, 1977, p. 60). Elle ajoute que le film est **'un simulacre de la perception' : 'tous les éléments qui interviennent dans un film narratif ont pour caractéristique commune et fondamentale de fabriquer un monde qu'ils ont l'air de reproduire : c'est ce que l'on appelle 'impression de réalité' qui est, en fait, une illusion de réalité'**. Par exemple, un film dédié à un enseignement scientifique intègre certains éléments comme la main de l'enseignant, la blouse du physicien, des interpellations (...), qui sont des codes que l'élève est à même d'identifier.

Un discours centré sur le destinataire Jacquinot précise que le message, dans le cas d'un film didactique, prend en compte le destinataire qui est ici l'élève. Cette implication peut se faire au travers du message global, du son (ton du commentaire, interrogation,

³⁰ 'la connaissance n'est pas la fille de la perception ; sans doute l'image peut-elle aider par sa puissance de mobilisation mais elle n'est point, en elle-même, source d'apprentissage...' (Piaget J., Cités par Mottet, 1996).

³¹ Cette description a pour objectif de montrer de quelle manière nous avons construit nos séquences vidéos.

silence,...), de l'image (zoom, mouvements de caméras,...) ce qui peut conduire chez le destinataire à des comportements variés. Il existe deux sortes d'énoncés dans le discours filmique : iconique et linguistique. L'énoncé iconique présente ce dont on parle, l'énoncé linguistique précise qui en parle et comment on en parle.

Codification de l'agencement des images La codification correspond à l'organisation des différentes images en un discours. Cette organisation n'est pas aléatoire, mais dépendant de l'objectif que l'on a défini. Ce codage est censé favoriser la relation entre le signifiant et le signifié. Par exemple, ***'le ralenti ou l'arrêt sur l'image se substitue sans transition au mouvement réel pour aider à voir ce qui n'est pas visible en situation de perception normale'*** (Jacquinot, 1977).

Articulation des rapports entre la bande image et la bande son L'une des finalités de cette articulation est d'assurer *'le contrôle parfait de l'image'*. C'est au travers du rapport son/image que la signification du message prend son importance. Par exemple, lorsque le discours est premier, l'image a une fonction d'illustration. Dans le cas inverse, le discours correspond à un commentaire de l'image.

II.2.3.1.3011 Grille permettant l'élaboration des vidéos

A partir de la thèse de Robles (1997) et en reprenant le point de vue de Jacquinot (1977), nous avons élaboré une grille d'analyse permettant de créer les films 'didactiques' proposés dans l'hypermédia. Elle se compose des quatre points suivants :

Préciser l'objectif du discours filmique en relation au savoir à enseigner,

Expliciter le contenu dans l'énoncé iconique,

Expliciter le contenu dans l'énoncé linguistique,

Analyser les phrases du discours selon les niveaux de savoir (Chapitre 2) et selon le critère de 'structure' de la phrase que Robles (1997, p. 69) détaille de la façon suivante :

—

A : phrase autonome proprement dite. Elle n'a aucun rapport avec l'image

—

ASR : phrase de légende autonome sans relation avec l'image mais qui permet de se faire une idée du thème abordé.

—

SP : sens partagé : convergence entre le message iconique et la parole, phrase contextualisée et intime à l'image.

Nous appliquons cette grille sur l'une des vidéos proposée dans l'hypermédia.

II.2.3.1.4011 Exemple de conception de vidéos dans l'hypermédia

Nous appliquons ci-dessous la grille à partir de la vidéo de l'expérience du haut-parleur proposée dans le TP1.

Objectifs du discours filmique en relation avec le savoir : montrer que la source de son vibre lors de l'émission d'un son perceptible ou non.

Le contenu dans l'énoncé iconique doit permettre : l'observation du mouvement de la membrane du haut-parleur dans le domaine des infrasons et du mouvement des morceaux de polystyrène dans le cas où l'on perçoit un son (on ne voit plus bouger la membrane).

Le contenu dans l'énoncé linguistique : il précise les quatre étapes de l'expérience.

Structure des phrases du discours : lors des trois premières étapes de l'expérience, les phrases du discours précèdent l'image. L'image illustre donc le texte. La dernière image et le texte se juxtaposent.

Tableau 4 Structure des phrases du discours par rapport au discours

Image correspondante	Phase	Type de phrase	Niveau de savoir
FIGTAB01	Alimentons le haut-parleur et observons sa membrane.	SP	Champ expérimental
FIGTAB02	Changeons la fréquence de la tension d'alimentation de ce haut-parleur, on perçoit un son.	SP	Relation entre la théorie-modèle et le champ expérimental
FIGTAB03	Posons des morceaux de polystyrène sur la membrane et observons.	SP	Champ expérimental
FIGTAB04	Ils sursautent.	SP	Champ expérimental

Nous allons maintenant étudier la simulation comme outil pouvant reproduire certaines activités mettant en jeu le matériel expérimental.

II.2.3.2011 La simulation

II.2.3.2.1011 Définition

La simulation se différencie de la représentation animée (succession de dessins) car, comme le précise Lliboutry (1987, p. 102) elle '***n'est pas un simple moyen de représentation (on parle alors d'animation), mais une méthode d'étude remplaçant l'étude du phénomène réel. Le phénomène réel ne peut être simulé qu'une fois modélisé, c'est-à-dire schématisé, simplifié et mis en équation***'. Par conséquent, l'une des contraintes de la simulation est que le phénomène à reproduire soit corrélé à une théorie cohérente et valide (Gremy, 1985). De plus pour Gremy, la simulation permet l'expérimentation sur un modèle. C'est une procédure de recherche scientifique qui consiste à réaliser une reproduction artificielle du phénomène, à observer le comportement de cette reproduction lorsque l'on fait varier expérimentalement les actions que l'on peut exercer sur celle-ci, à induire ce qui se passerait dans la réalité sous l'influence d'actions analogues.

II.2.3.2.2011 Simulation et apprentissage

Joolingen (1993) regroupe différentes manières d'utiliser la simulation comme outil dans l'éducation :

.
la simulation peut fournir un environnement pour apprendre indépendamment du temps et du lieu,

.
la simulation peut être utilisée pour s'entraîner sur des systèmes qui sont 'dangereux' (réacteur),

.
la simulation peut être utilisée en tant qu'outil de formation et d'entraînement pour faire face à des situations dangereuses (simulateur de vol),

.
la simulation peut permettre la réalisation d'expériences coûteuses.

De plus, l'auteur spécifie les avantages d'utiliser la simulation :

.
elle peut être adaptée au rythme de compréhension de l'apprenant,

.
elle peut être utilisée pour créer des situations idéales qui ne peuvent pas se réaliser dans la vie quotidienne,

.
elle peut présenter des propriétés qui sont difficiles à observer dans la vie quotidienne

(voir Simulason, Vince, 2000)

D'autres chercheurs tels que Beaufile (1987) s'intéressent à la simulation en tant qu'aide à l'activité de modélisation. Beaufile (1987, p. 514) considère que *'la simulation n'a de sens que par rapport à une réalité que l'on tente d'appréhender. Elle doit être un lien privilégié entre le théorique et l'expérimental, non un fossé de séparation'*. De plus, Blanchet (1987, p. 63) souligne que la simulation met en jeu un aspect pratique (manipulation) et un aspect théorique souvent synthétisé. Le danger est que, au travers de la simulation, l'enfant ne soit pas capable d'une part de distinguer l'aspect théorique issu de la manipulation et d'autre part, de relier les actions effectuées à partir d'une simulation à celles relatives à un environnement réel.

II.2.3.2.3011 Exemple à partir de l'hypermédia

La simulation (Figure 10) que nous présentons permet l'étude des phénomènes physiques impliqués dans les phénomènes sonores. En effet, l'action sur les boutons amplitude et fréquence donne la possibilité de jouer sur le modèle et de percevoir auditivement et visuellement différents événements.



Figure 10 Exemple de simulation dans l'hypermédia

II.3011 Exemple de transformation de la tâche 'Mesure de la fréquence'

Dans cette dernière partie, nous donnons un exemple de ce processus de 'transformation' à partir de la tâche 'mesure de la fréquence'. Nous détaillons la démarche qui nous a permis de passer de la tâche format papier à celle proposée sur l'écran de l'ordinateur.

II.3.1011 Le texte initial proposé dans le TP SOC (format papier)

Le texte initial fourni par le TP SOC se décompose en deux parties. Tout d'abord, l'introduction du modèle, la fréquence de vibration, sous forme de définition : **'La fréquence de vibration est le nombre d'aller-retour (1 aller et 1 retour comptent pour un) effectués en une seconde. Comme pour une tension périodique, elle s'exprime en Hertz (Hz). Cette fréquence indique la rapidité avec laquelle la membrane vibre'**. Il propose ensuite la tâche 'mesure' à réaliser à partir du haut-parleur branché à un générateur basse fréquence et d'un chronomètre (matériel posé sur la paillasse) :

'Mesure d'une fréquence de vibration de la membrane du Haut-parleur (à l'oeil nu)' .

L'analyse de la consigne du point de vue des niveaux de savoir (*'mesure d'une fréquence...'*), nous indique qu'elle met en relation les niveaux théorie-modèle (*'fréquence de vibration'*) et champ expérimental (*'membrane du haut-parleur'*).

Ensuite, cet énoncé implique trois activités spontanées de l'apprenant : la lecture du modèle, la lecture de la consigne et la manipulation du matériel expérimental (un GBF réglé à une fréquence suffisamment faible pour percevoir le mouvement de la membrane et un chronomètre pour réaliser la mesure. La proximité entre la consigne et le modèle (la définition de la fréquence) semble correspondre à une tâche d'application ou de réinvestissement du modèle.

II.3.2011 Les étapes de la construction de la tâche proposée dans l'hypermédia

Nous décrivons les diverses contraintes auxquelles nous avons dû faire face lors de la construction de la tâche 'mesure de la fréquence' dans l'hypermédia.

II.3.2.1011 Le passage de la fiche de TP à la page-écran

II.3.2.1.1011 L'organisation des contenus

En tenant compte de la contrainte espace et densité informationnelle à l'écran (II.2.1), nous avons été amené à construire deux pages-écrans relatives à l'introduction du modèle de la fréquence de vibration et à la tâche mesure de la fréquence.

La première page-écran donne la définition de la grandeur fréquence à partir de deux systèmes sémiotiques le langage naturel et la représentation dynamique ce qui implique un découpage en demi-pages-écrans pour favoriser l'activité sémiotique des élèves : nous supposons que les élèves mettront en relation les différentes représentations relatives au concept de fréquence. Nous rajoutons la définition de l'amplitude afin d'éviter la répétition d'une nouvelle page-écran définition à la suite de la mesure de la fréquence comme cela est réalisé dans les TP SOC (voir annexe A).

La deuxième page-écran est destinée à la tâche mesure de la fréquence qui se découpe en deux demi-pages-écrans : celle de gauche comporte la consigne, celle de droite contient trois onglets incluant deux simulations supports de la réalisation de la tâche de mesure et une Aide proposant diverses informations.

II.3.2.1.2011 La construction de la consigne

La demi-page de gauche contient l'énoncé du problème en langage naturel : *'A l'aide du chronomètre, compter le nombre d'allers-retours effectués par la membrane du haut-parleur pendant un temps t (10 secondes par exemple). Puis, donner la valeur de la fréquence de vibration'*.

Cette consigne se découpe en deux étapes détaillant l'activité que peut suivre les élèves :

La première étape de la question incite à dénombrer les allers-retours effectués par la membrane en une durée t à partir de la simulation, elle se réfère au niveau des objets événements simulés.

La seconde étape demande de déterminer la valeur de la fréquence, c'est l'objectif de la tâche, elle se rapporte au niveau de la théorie-modèle, niveau que nous attendons que les élèves mettent en oeuvre.

Ces deux étapes amènent des élèves à deux sortes d'activités : l'action (la mesure du nombre d'aller-retour) et la modélisation, finalité de l'activité de mesure.

II.3.2.1.3011 La simulation : le lien avec l'expérimental

Pour réaliser la mesure, il nous a fallu replacer les élèves dans le cadre d'une activité expérimentale à partir de laquelle ils pourront effectuer des actions semblables avec les objets réels : la simulation est l'outil qui semble adapté pour reproduire sensiblement l'activité expérimentale (Chapitre 2). Nous proposons deux simulations. La première impose la fréquence à mesurer, la seconde permet aux élèves de faire varier la fréquence. Elle donne l'occasion aux élèves de percevoir un son pour une fréquence donnée et de se rendre compte alors qu'il est impossible d'observer le mouvement de la membrane du haut-parleur. Ces deux simulations sont situées dans les deux premiers onglets de la demi-page écran de droite.

Dans les deux simulations, nous avons pris le parti de présenter au premier plan seulement les objets essentiels à la réalisation de l'expérience : un haut-parleur alimenté par un générateur basse fréquence (GBF), un chronomètre et un bouton pour faire varier la fréquence. Ces simulations favorisent la mise en évidence de l'événement à étudier (la vibration de la membrane du haut-parleur) et de l'objet à partir duquel cet événement est observé (le haut-parleur). Cependant, elles limitent les actions des élèves à celles qui sont proposées dans la consigne : lancement du chronomètre et modification de la fréquence dans le cas de la seconde simulation.

Ainsi, la demi-page de droite comprend la simulation du mouvement de la membrane du haut-parleur à partir de laquelle les élèves réalisent leurs mesures. Le contenu de cette demi-page se réfère au niveau des objets-événements simulés dont la représentation est dynamique (RD) en association avec le langage naturel (l'énoncé) et au niveau théorie-modèle utilisant à la fois la représentation symbolique (RS) (valeur de la fréquence) et le langage naturel (il est demandé de préciser la valeur de la fréquence).

Toutefois, les simulations élaborées peuvent conduire à des problèmes de compréhension dû à la représentation dynamique (voir II.1, (Balacheff, 1994b)). En effet, nous observons parfois, selon la fréquence choisie, un mouvement désordonné et non périodique du mouvement de la membrane. Ce mouvement semble être lié à la difficulté d'afficher en temps réel l'ensemble des positions de la membrane du haut-parleur pour des fréquences qui dépassent 3 Hz : c'est-à-dire elle fait trois allers-retours en une seconde.

De plus, lorsque la fréquence dépasse 4 Hz, nous avons pris le parti de créer un flou du mouvement de la membrane alors que ce n'est pas visible avec de vrais objets. Notre intention est d'aider les élèves à prendre conscience que la source de son vibre pour que l'on entende un son ou non. Cependant, ce choix peut conduire les élèves à mettre en doute la représentation proposée vu qu'elle diffère de la réalité.

II.3.2.1.4011 Les niveaux de savoir impliqués dans la page-écran

Pour résumer, cette première description, nous détaillons la page-écran liée à la tâche mesure de la fréquence (Figure 11). Nous constatons l'homogénéité entre les niveaux de savoir de la consigne d'origine et ceux dans la tâche proposée dans l'hypermédia. Toutefois, l'utilisation de la simulation conduit à ce que les savoirs relatifs au champ expérimental se réfèrent désormais aux objets événements simulés.



Figure 11 Page-écran : Mesure de la fréquence. Catégorisation du texte à l'écran selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques

II.3.2.2011 Le rôle implicite de l'enseignant lors de la construction de la tâche

II.3.2.2.1011 Le processus de dévolution

Le processus de dévolution présent dans cette tâche est matérialisé par :

un système qui permet aux élèves de valider par eux-mêmes leurs réponses en terme d'échec et de réussite,

le feed-back qui permet d'entretenir la résolution du problème suite à la demande de validation de la réponse,

la simulation qui donne l'occasion aux élèves de réaliser plusieurs fois de suite la mesure,

l'onglet Aide (Tableau 5) qui permet aux élèves de prendre conscience de l'écart entre leurs connaissances et celles attendues qu'ils mobilisent.

II.3.2.2.2011 Le processus d'institutionnalisation

A la suite de la demande de validation de la réponse qui consiste en une comparaison de la réponse donnée à celle attendue, deux sortes de messages sont retournés :

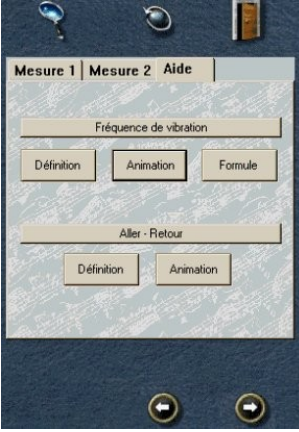


La réponse est celle qui est attendue : *'Très bien !!! Vous avez réussi'*

La réponse est inexacte : *'Attention !!! La fréquence saisie est incorrecte. Il est conseillé de consulter l'aide proposée puis de faire à nouveau la mesure.'*

Dans le cas de la réponse erronée, nous remarquons que nous n'indiquons pas l'origine de l'erreur et nous nous limitons à lui proposer de consulter l'Aide et de refaire la mesure.

Tableau 5 La fenêtre Aide associée à l'activité mesure de la fréquence

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

Demi-page-écran Aide	Information visible à l'écran	Informations analysées à partir de la grille	
		Système de représentation	Niveaux de savoir
 <p data-bbox="197 887 480 992">Fenêtre aide de l'activité mesure de la fréquence</p>	Connaissance : Fréquence		
	<i>Définition</i> Nombre d'allers-retours effectué par la partie vibrante de la source de son en une seconde	Langage naturel	Relation (Théorie-modèle, objets/Événements)
	<i>Animation</i> 	Représentation dynamique	Objets événements simulés
	<i>Formule</i> $F = 1/T$	Représentation symbolique	Théorie-modèle
	Connaissance : Aller-Retour		
	<i>Définition</i> C'est le déplacement réalisé pour aller à un endroit et en revenir	Langage naturel	Champ expérimental
<i>Animation</i> 	Représentation dynamique	Objets événements simulés	

III011. En conclusion

Le passage de la fiche de TP à l'hypermédia nécessite de prendre en compte l'ensemble des éléments de la situation d'enseignement dans l'objectif de fournir aux apprenants différents moyens pour résoudre d'une manière autonome les différentes tâches.

La transformation des éléments de la situation d'enseignement en classe en ceux présents dans les tâches proposées dans l'hypermédia, ce que Balacheff (1994b) appelle transposition informatique donne lieu à un nouveau milieu intitulé 'informatique' qui devra

perturber les connaissances initiales des élèves.

Chapitre 5011 L'hypermédia 'Labdoc Son et Vibrations'

Dans le chapitre précédent, nous avons abordé la conception d'un hypermédia principalement sous le regard de la didactique afin de répondre à une question qui semble essentielle dans le cadre de l'étude : de quelles manières les éléments de la situation, les systèmes sémiotiques, la structuration par niveaux de savoir d'un contenu peuvent-ils contribuer à l'élaboration de situations sur un support informatisé ? Dans le présent chapitre, nous décrivons globalement l'hypermédia élaboré du point de vue de la navigation, des contenus proposés et certaines spécificités didactiques introduites dans le chapitre précédent.

I011. Présentation globale

Cet hypermédia dédié à l'enseignement du son est centré sur l'activité expérimentale et est composé de cinq lieux : la salle de Travaux Pratiques (TP), la salle d'expériences libres, la salle de cours, la salle d'exercices, la bibliothèque. Cette organisation peut être vue comme une métaphore d'un système scolaire puisque comme le soulignent Depover, Giardina et Marton (1998, p. 113), la métaphore **'réfère à un modèle naturel, c'est-à-dire à une structure avec des liens qui sont déjà assimilés et compris dans le quotidien collectif (par exemple, l'organisation d'un bureau, le fonctionnement d'un bibliothèque, d'un club de vacance ou d'une ville)'**.

La salle de TP est le lieu central de l'hypermédia où l'utilisateur réalise cinq séquences de TP. Nous considérons que les quatre autres lieux soutiendront l'activité de l'utilisateur durant la réalisation d'une des séquences. La Figure 12 présente l'interface d'accueil et permet de situer l'accès aux cinq lieux que nous décrivons par la suite.



Figure 12 La page d'accueil, les accès aux différents lieux et les deux fonctionnalités supplémentaires

I.1011 Présentation des cinq lieux et leurs contenus respectifs

I.1.1011 Salle de travaux pratiques

La salle de travaux pratiques offre à l'élève la possibilité de réaliser cinq séquences de TP correspondant dans le système scolaire à trois séances d'une durée d'une heure et demie. Nous rappelons que le contenu de ces séances est issu des TP 'SOC' (Chapitre 4). Les diverses tâches³² proposées ont pour principal objectif d'amener les élèves, selon une certaine progression, à développer leur perception des sons et à élaborer la relation entre cette perception et les phénomènes vibratoires décrits à partir de grandeurs mesurables, la fréquence et l'amplitude. Les objectifs des séances sont présentés dans le Tableau 6.

Tableau 6 Les différentes séances et séquences de TP proposées dans l'hypermédia

³² Nous rappelons qu'une tâche est définie comme une situation proposant explicitement ou implicitement un but à atteindre, et un ou plusieurs moyens pour la réaliser et dont l'enjeu est la construction de connaissances.

Les séances de TP	Intitulé des 5 séquences de TP	Objectifs
Première séance	Introduction de la chaîne sonore	Introduire le modèle de la chaîne et application à partir de quatre exercices.
	TP1 : Les sources de son et leurs effets sur la perception sonore	Etudier le phénomène à l'origine du son : la vibration. Construire la relation entre la perception et la vibration.
	TP2 : Le milieu de propagation	Déterminer une des conditions pour qu'un son se propage.
Deuxième séance	TP3 : La propagation du son dans l'air	Introduire le modèle microscopique pour interpréter la propagation du son.
Troisième séance	TP4 : Deux grandeurs caractéristiques du son (hauteur et volume)	Déterminer le lien entre les grandeurs caractéristiques du son que nous percevons et les grandeurs physiques qui caractérisent le comportement de la source.

I.1.2011 Salle d'expériences libres

Cette salle met à la disposition des élèves trois types d'outils : des protocoles d'expériences, 'diverses fiches de montage', et un logiciel d'acquisition. Les 'protocoles d'expériences' sont classés selon les savoirs proposés dans le cours (les émetteurs, le milieu de propagation, etc.) et permettent de réaliser, entre autres, les différentes expériences filmées ou animées de l'hypermédia. Ces protocoles sont présentés à partir de trois points : les objectifs de l'expérience, le matériel à utiliser, le dispositif expérimental à mettre en oeuvre. Ce dernier point est fréquemment illustré d'une photo du montage expérimental ou d'une vidéo d'une expérience ainsi que d'une analyse succincte de la situation expérimentale observable. Les 'diverses fiches de montages' ont une organisation similaire à celle des protocoles et présentent des expériences réalisables à partir d'objets de la vie quotidienne (carton, pots de yaourt, ficelle...). Le logiciel d'acquisition, Sonorama, permet de visualiser un signal électrique acquis à partir d'un microphone *via* une carte son ou d'une console ESAO[®] (Expérience Assistée par Ordinateur) lors de l'émission d'un son par exemple, puis de faire l'analyse (Analyse de Fourier) et la synthèse d'un son.

I.1.3011 Salle de cours

Le cours est composé de huit chapitres. L'enchaînement de ces derniers coïncide avec ceux rencontrés dans les ouvrages scolaires (Hachette, 1997 ; Nathan, 1993) afin d'éviter la rupture avec le référent institutionnel, c'est-à-dire l'enseignement donné par l'enseignant. A titre d'exemple, le Tableau 7 présente une comparaison du plan du cours

construit dans l'hypermédia avec celui du livre de physique de seconde édité par Hachette (1997).

Tableau 7 Comparaison des différents chapitres du cours dans l'hypermédia et dans le livre de Hachette

Intitulé et ordre des chapitres du cours dans l'hypermédia	Intitulé et ordre des chapitres du cours dans le livre Hachette
Les éléments de la chaîne sonore	Emission sonore et phénomènes périodiques
Les différentes caractéristiques de la sensation sonore	Le haut-parleur
La stroboscopie	Propagation du son
Le haut-parleur	La réception sonore
Le microphone	Les ultrasons
La longueur d'onde	Eléments d'acoustique musicale
L'acoustique géométrique	
L'acoustique musicale	

Même si le nombre et l'ordre des chapitres diffèrent, nous retrouvons la correspondance entre les deux déroulements.

I.1.4011 Salle d'exercices

Certains chapitres du cours sont accompagnés d'exercices. Ils sont de différents types : exercices d'application, exercices demandant la mise en oeuvre de concepts (exercice de réinvestissement), et la construction de relations entre des situations expérimentales et le modèle associé, etc. La plupart des exercices ont été élaborés en se référant aux exercices que l'on peut rencontrer dans les ouvrages scolaires. Leur conception tient compte aussi des hypothèses d'apprentissage introduites dans le chapitre 2 et le chapitre 4.

I.1.5011 Bibliothèque

Une bibliothèque est *un 'édifice où sont classés des livres pouvant être consultés'* (Robert, 199X). C'est une banque de données organisées. Dans l'hypermédia, la bibliothèque regroupe un ensemble d'articles selon différents thèmes tels que les 'physiciens du son, la physique et le son, l'acoustique musicale et les instruments de musique'. Ces articles sont organisés plus ou moins finement et peuvent être recherchés à partir :

1. d'un dictionnaire regroupant par ordre alphabétique les différents articles,
2. d'un classement par thème (les physiciens, les instruments de musiques, etc.),
3. de deux répertoires intitulé 'Répertoire des Images' et 'Répertoire des vidéos'.

I.2011 L'architecture globale de l'hypermédia

L'architecture de l'hypermédia est décrite selon les choix de navigation d'un utilisateur pour accéder à un lieu et pour naviguer à l'intérieur du lieu.

I.2.1011 L'accès à un lieu

La Figure 13 présente les possibilités de navigation d'un utilisateur dès son entrée dans la page-écran 'Bureau', accueil de l'hypermédia. La navigation proposée est 'plane' : les six noeuds (ou six lieux) sont au même niveau, l'utilisateur peut donc passer de l'un à l'autre (ou d'un lieu à un autre) par 'un simple clic'. L'intérêt de cette structure est de permettre à l'utilisateur de prendre le temps de choisir l'un des enseignements proposés (cours, exercices, ...) à partir du descriptif succinct fourni par un personnage nommé, Fripini³³. Par exemple, pour la salle de TP, le message est le suivant *'ici vous allez réaliser des travaux pratiques sur le son, vous trouverez un ensemble de vidéos, d'animations, d'images, de liens avec le dictionnaire, ...'*. Dès que l'élève passe cette première page-écran, il entre dans le lieu ce qui le conduit à une nouvelle navigation que nous appelons *navigation interne à un lieu*.

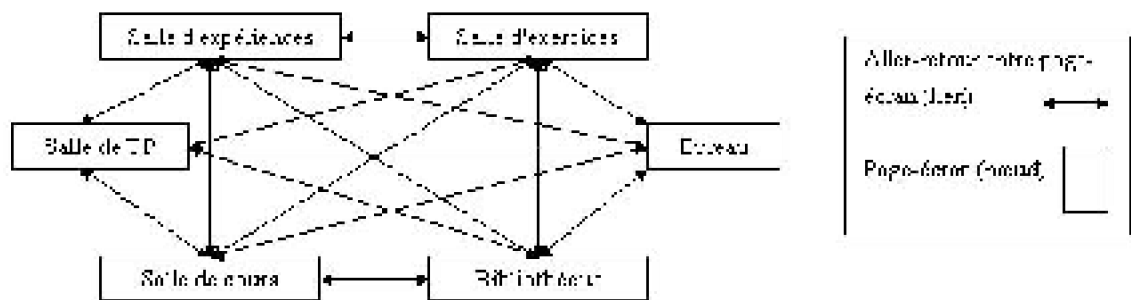


Figure 13 Structure et navigation avant d'entrée dans le lieu

I.2.2011 Navigation interne aux lieux

Nous distinguons trois types de navigation que nous caractérisons selon les possibilités d'accès aux informations situées dans des pages-écrans différentes. On a choisi pour chacun des lieux une navigation adaptée au contenu et à l'activité éventuelle de l'utilisateur.

1.

Une navigation essentiellement linéaire dans la salle de cours et dans la salle de TP.

La navigation linéaire consiste à tourner les pages-écrans les unes à la suite des autres. Des outils de navigation comme 'historique', 'index', 'présentation', 'retour', 'table des matières' peuvent la rendre moins 'linéaire'. Nous considérons que cette navigation est particulièrement adaptée à la présentation de contenu séquentiel tel qu'un cours et les séquences de TP. Ci-dessous nous représentons schématiquement la navigation de l'utilisateur lorsqu'il se situe dans une séquence de TP ou dans un chapitre du cours.

³³ Nous verrons par la suite que Fripini est le conseiller de l'utilisateur.

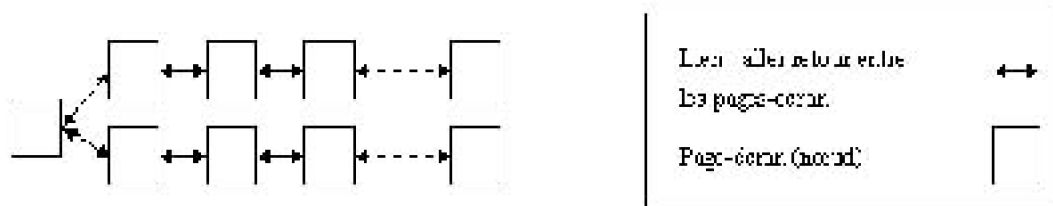


Figure 14 Navigation privilégiée dans la salle de cours et dans la salle de TP

2.

Une navigation 'partiellement linéaire' dans la salle d'exercices et dans la salle d'expériences libres. La navigation dans la salle d'exercices peut être :

- linéaire (cas a). De l'index des exercices on va dans l'énoncé de l'exercice, puis dans la solution et on retourne à l'index.
- alternative (cas b). De l'énoncé on va à la solution ou à une page du cours.

La navigation dans la salle d'expériences libres propose qu'une seule alternative (cas c et d). Elle limite la navigation à une seule page. Cette navigation 'partiellement linéaire' rend possible un accès rapide aux documents ce qui est souhaitable dans le cas de séance de révision à partir d'exercices ou de consultation de fiches.

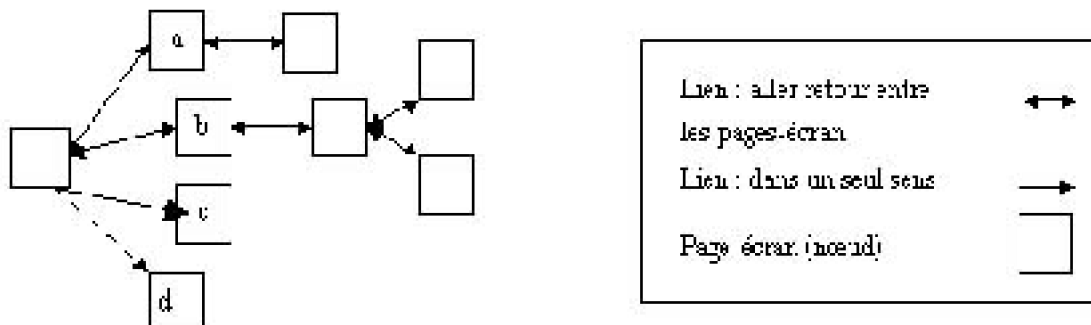


Figure 15 Navigation possible dans la salle la salle d'exercices et dans d'expériences libres

3.

Une navigation non linéaire dans la bibliothèque. Des liens multiples entre les noeuds sont proposés. Par exemple, il est possible d'accéder à un même document à partir du dictionnaire, d'un répertoire de thème, ou bien d'un article du dictionnaire. Cette organisation donne lieu à une navigation aléatoire de l'utilisateur : nous pensons que ce type de navigation est plus 'onéreux' d'un point de vue cognitif (chapitre 1).



Figure 16 Navigation largement diversifiée dans la bibliothèque reposant sur des liens multiples

I.3011 Les deux fonctionnalités supplémentaires

Il s'agit pour la première d'un module de sauvegarde et de traçage automatique de l'activité des utilisateurs. La seconde fournit une description détaillée du logiciel.

I.3.1011 Un module de sauvegarde et de traçage de l'activité de l'utilisateur

L'utilisateur peut sauvegarder sa position dans l'hypermédia ainsi que les réponses rédigées dans certaines tâches de la salle de TP. Cette fonctionnalité se déclenche dès que l'utilisateur entre son nom dans la page-écran de présentation du logiciel et prend effet à condition qu'il quitte le logiciel en sélectionnant l'icône '*mémoriser la position*'. Ainsi, elle donne la possibilité à l'utilisateur de réaliser par exemple en une ou plusieurs fois une séquence de TP qui comporte parfois une dizaine de tâches.

De plus, nous donnons la possibilité d'enregistrer au cours du temps un ensemble d'actions effectuées par l'utilisateur au niveau de l'interface : c'est ce que nous appelons la *trace*. Elle est enregistrée dans un fichier portant le nom de l'utilisateur. Nous signalons que cet enregistrement est beaucoup plus détaillé pour les actions se déroulant dans la salle de travaux pratiques que dans les trois autres lieux. Les actions enregistrées sont par exemple la navigation entre les lieux, les réponses données, l'état des réponses ('bonne réponse' ou 'mauvaise réponse'), etc. L'avantage d'un tel outil est de permettre à un enseignant d'observer par exemple les difficultés d'un élève lors d'une tâche donnée, d'apprécier la progression dans ses réponses écrites, etc. Cette fonctionnalité est active à condition que l'utilisateur sélectionne l'icône 'Suivi' placé dans le répertoire du cédérom.

I.3.2011 Un guide / Aide de l'utilisateur

Ce guide à plusieurs qualités : il décrit les cinq lieux (leurs objectifs, la fonctionnalité des icônes), donne des conseils et des astuces pour la navigation, la recherche d'un mot par exemple, précise les conditions d'utilisation de l'hypermédia selon l'utilisateur (l'enseignant ou l'élève), enfin indique les différentes options (copier, imprimer, sauvegarde, etc.). Ce guide est présent dans chaque lieu et est symbolisé par une bouteille ('*la bouteille à la mer*').

II011. Présentation détaillée des lieux

Cette section est dédiée à la description de la navigation, des ressources disponibles, et des spécificités des quatre lieux³⁴ en référence au cadre théorique introduit dans la partie 1 et des choix didactiques présentés dans le chapitre précédent. Il s'agit de spécifier l'organisation conceptuelle et sémiotique des contenus, les principaux éléments de la situation soutenant la réalisation des tâches (par exemple les ressources propres à chaque lieu, les feed-back). Nous terminons cette présentation en précisant les points communs et les différences entre ces lieux.

II.1011 Salle de Travaux pratiques

Cette salle est composée de cinq séquences de TP qui correspondent à trois séances de TP d'une heure et demie (représentant 79 tâches à réaliser). Ces séquences combinent des tâches variées (chapitre 4) : l'observation d'un événement à partir d'une vidéo, la prédiction d'un événement, la mesure d'une grandeur physique, l'interprétation d'une expérience en utilisant un modèle préalablement introduit, réalisation d'expériences à partir d'une simulation, etc. Nous rappelons que la visée de ces tâches est d'amener les élèves à mettre en relation les données (observation ou mesurage) et les savoirs théoriques. Nous signalons que l'analyse *a priori* (chapitre 7) présente successivement chacune des tâches proposées dans la salle de TP ainsi que l'activité attendue des élèves.

II.1.1011 La navigation et les ressources disponibles

La salle de TP présente deux types de navigation selon que nous nous plaçons au niveau du document (ensemble des pages-écrans constituant la séquence de TP) ou au niveau de la page-écran (correspondant à une tâche à réaliser) :

· Une navigation linéaire sur l'ensemble du document qui permet à l'utilisateur de passer d'une tâche à une autre.

· Une navigation non linéaire au niveau d'une page-écran qui correspond soit à :

–

Une navigation externe : l'utilisateur peut à partir d'une page-écran d'une des séquences de TP aller dans une page-écran d'un autre lieu (salle de cours, salle d'expériences libres, ...) et en revenir.

–

Une navigation interne : trois 'outils' permettent de naviguer à l'intérieur d'une page-écran.

³⁴ Nous ne présentons pas la salle d'exercices car elle n'a pas, à notre avis, de caractéristiques propres. De plus elle n'est pas du tout pris en compte lors des études suivantes.

II.1.1.1011 Une navigation linéaire

Les séquences de TP conçues sont une suite continue et ordonnée de tâches. Cette organisation est liée à au moins trois facteurs. D'abord, le format initial de la fiche de TP incite à produire une structure linéaire. Ensuite, l'apprentissage des différents concepts ne peut se faire dans le 'désordre' : cela nécessite une mise en scène ordonnancée. En effet, comment décrire un son dans les termes de la théorie (fréquence et amplitude) si au départ les élèves n'ont pas pris conscience qu'un son est causé par la vibration d'un objet (la source de son) ? Ainsi, cette navigation linéaire constitue un chemin balisé dont l'objectif est de favoriser la construction des concepts en jeu par les élèves. Enfin, une navigation non linéaire pourrait amener les élèves à se perdre parmi l'ensemble des liens disponibles et les informations proposées, voire à perdre de vue le but de la tâche à réaliser (Dede, 1988 ; Bruillard, 1997).

Des outils de navigation tel que l'organigramme, l'index des TP, l'historique ont pour fonction de permettre à l'utilisateur de se faire une idée de la cohérence globale des informations proposées (apprécier l'ensemble des thèmes abordés dans chacun des TP à partir d'un index) et locale (identifier et situer dans le 'temps' les différentes tâches réalisées à partir de l'historique et à réaliser à partir d'un organigramme). De plus, ces outils sont censés favoriser les allers-retours entre les différentes tâches d'un même TP et entre les séquences de TP. En effet, nous faisons l'hypothèse qu'il est important pour les élèves de pouvoir revenir sur des informations déjà parcourues au cours de la réalisation d'une tâche passée.

II.1.1.2011 Une navigation non-linéaire

II.1.1.2.1011 Une navigation 'externe' non-linéaire : les ressources externes

Comme le montre la Figure 17, cette navigation est une 'ouverture' vers les autres lieux. L'utilisateur a la possibilité de quitter la tâche en cours afin de butiner des informations dans les quatre autres lieux. Ces lieux constituent alors des *ressources* pour aider l'utilisateur à réaliser la tâche. Ce sont des '*ressources externes*' car externes au lieu. Cependant, cette navigation est limitée à un seul niveau de profondeur : il n'y a pas d'autre issue que de retourner au lieu initial. Les utilisateurs retournent obligatoirement à l'endroit d'où ils sont partis ce qui peut réduire leur désorientation.

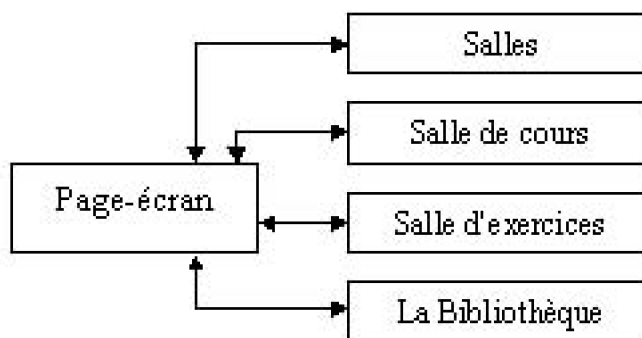


Figure 17 Navigation externe à partir d'une page-écran

II.1.1.2.2011 Une navigation 'interne' non-linéaire : les ressources internes

Nous proposons à l'utilisateur de naviguer au sein d'une même page-écran. En fait, il nous a semblé intéressant que les apprenants puissent recueillir des informations voire réaliser une nouvelle tâche en lien avec les consignes de la tâche tout en restant dans la même page-écran, c'est-à-dire dans le contexte de la tâche (Rouet, 1998). Nous supposons que cela limite la désorientation de l'apprenant (Foss, 1988), et permet d'éviter la surcharge cognitive '*liée à l'effort et à la concentration nécessaire pour maintenir différents travaux ou chemins*' (Bruillard, 1994, p. 22). Comme le illustre Astolfi (1997, p. 85) à partir de l'exemple du Petit Poucet, cette surcharge cognitive peut conduire à la production d'erreurs comme. L'auteur souligne que cette surcharge peut conduire à une perte de sens de la tâche à réaliser, des oublis '*de certains éléments théoriques (...)*'. En fait, cette navigation s'effectue à partir de trois types d'outils (Figure 18) qui sont les *onglets*, les *escamots* et ce que nous choisissons d'appeler le *multifenêtrage*. Ces outils proposent soit des ressources comme l'onglet Aide, les escamots, le mini-dictionnaire, dites *ressources internes*, car on ne quitte pas le lieu, soit de nouvelles tâches, soit un 'mode d'emploi' pour réaliser la tâche :

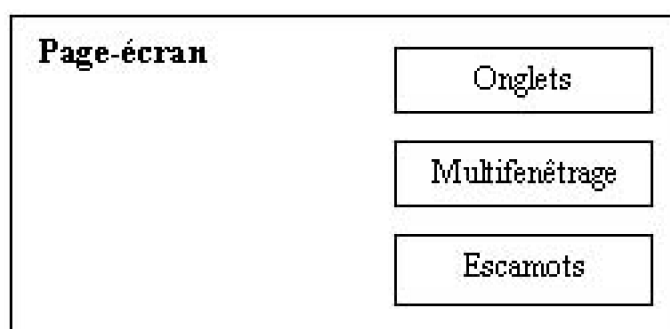


Figure 18 Navigation 'interne' à partir d'une page-écran

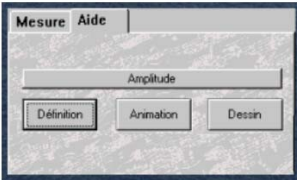


Les onglets et leurs utilisations

Les onglets donnent la possibilité de consulter plusieurs mini-fenêtres sans quitter la page-écran d'origine. Nous exploitons ces onglets dans trois buts différents que nous présentons par la suite : pour proposer des informations utiles à la réalisation de la tâche ('onglet Aide'), pour proposer des tâches dépendantes l'une de l'autre, pour guider l'élève dans l'utilisation d'une simulation ('Onglet Fripini').

L'onglet Aide

L'onglet Aide propose des informations qui correspondent à celles que les élèves sont censés mobiliser durant la réalisation de la tâche. Il fournit, dans la mesure du possible, différentes représentations de chacune des informations (voir exemples Tableau 8 l'onglet Aide à propos de l'amplitude).

Tableau 8 Représentations possibles du concept d'amplitude de vibration



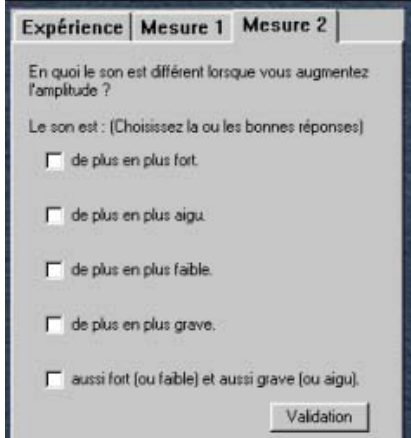
L'onglet Aide		Systèmes sémiotiques	Trois représentations de l'amplitude
	Langage naturel	Définition : L'amplitude est un déplacement plus ou moins grand de la partie vibrante de la source de son.	
	Représentation dynamique		
	Représentation iconique		

L'onglet associé à une nouvelle tâche.

Certaines tâches sont interdépendantes et il est souhaitable que l'utilisateur les réalise ensemble. L'utilisation d'un onglet permet de placer les tâches dans les différentes mini-fenêtres et de garder l'utilisateur dans le même contexte. Par exemple dans le TP4 (Tableau 9), l'objectif des trois tâches proposées dans les trois onglets est de favoriser la mise en relation entre la perception sonore et les caractéristiques de la vibration lorsque l'amplitude varie. L'utilisateur est amené tour à tour à réaliser une expérience (onglet 1) qui lui permet de percevoir auditivement et visuellement ce qui se passe quand l'amplitude augmente, puis, à déterminer parmi cinq animations celle qui correspond à une augmentation de l'amplitude (onglet 2) enfin, à mettre en relation la perception sonore avec les caractéristiques de la vibration à partir d'un questionnaire (onglet 3). Par conséquent, l'utilisateur peut à tout moment revenir à l'expérience avant de proposer une réponse aux tâches proposées dans les onglets 2 et 3.

Tableau 9 : Exemple d'onglets proposant trois tâches associées à un même objectif d'enseignement

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

Onglet 1 : Expérience	Onglet 2 : Mesure 1	Onglet 3 : Mesure 2
Réalisation de l'expérience	Caractéristiques de la vibration	Relation entre la perception sonore et les caractéristiques de la vibration
		

L'onglet Fripini

Fripini est considéré comme le conseiller des utilisateurs (Figure 19) : il explique le fonctionnement d'une simulation, rappelle parfois des résultats trouvés précédemment, incite l'utilisateur à sélectionner des informations dans l'onglet Aide et surtout explique les consigne des tâches.

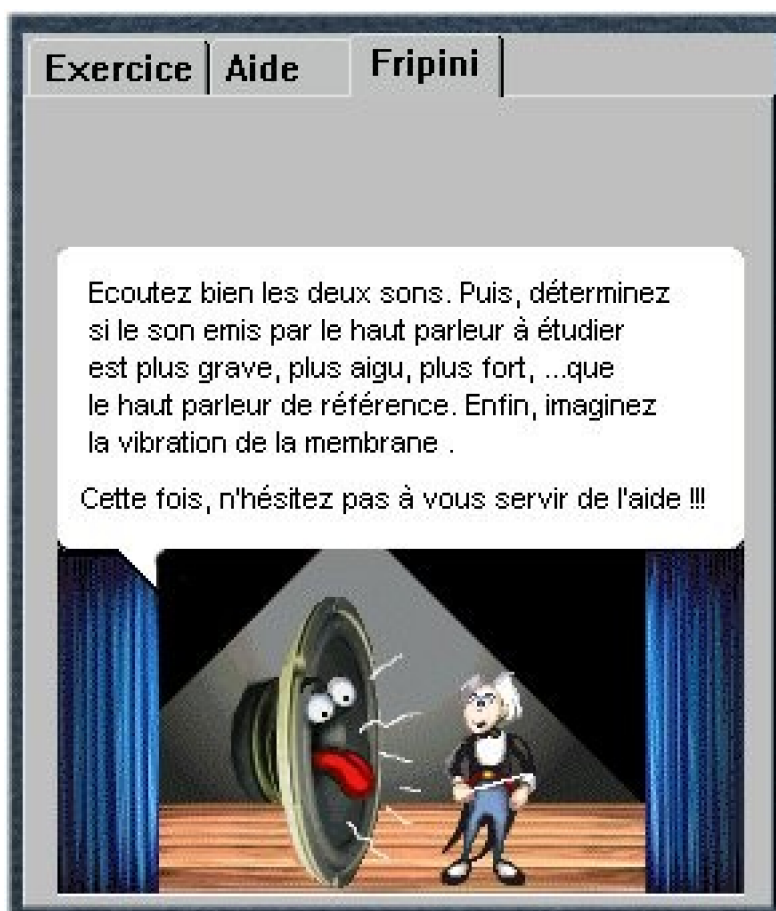


Figure 19 : Fripini, le conseiller des utilisateurs

L'escamot (ou pop-up Windows)

L'escamot est un ensemble d'informations intégrées dans une fenêtre qui n'apparaît que sous l'action de l'utilisateur et qui permet à l'utilisateur de trouver rapidement l'information (Caro et Bétrancourt, 1998). Dans l'hypermédia construit, les informations fournies sont soit les définitions des termes soulignés, soit des photos illustrant le mot souligné (Tableau 10). Les informations sont donc aussi décrites en fonction des niveaux de savoir et des systèmes sémiotiques. Nous avons limité les escamots à certaines tâches et à certains mots afin :

d'éviter de noyer l'utilisateur dans une masse d'informations qui pourrait être répétitive et dont la finalité pourrait être une mémorisation des définitions sans la construction de leur sens,

de favoriser le volontariat des élèves à rechercher des informations ailleurs : dans les ressources internes et les ressources externes.

Tableau 10 Deux exemples d'escamot

Le terme souligné	Information retournée lors de l'activation de l'escamot	Niveau de savoir	Systèmes sémiotiques
<u>Volume sonore</u>	Le volume sonore est une caractéristique du son en tant que sensation sonore. Il est relié à la sensation auditive plus ou moins forte ou faible.	Relation entre la théorie-modèle et le champ expérimental	Langage naturel
<u>Haut-parleur</u>		Champ expérimental	Image

Le multifenêtrage lors de l'appel du mini-dictionnaire

Le mini-dictionnaire propose un ensemble de définitions de termes, principalement en langage naturel, relatifs à l'enseignement du son en seconde. Lors de son ouverture, une fenêtre se positionne au centre de l'écran recouvrant ainsi une partie de la page-écran en cours (Figure 20). De plus, il est impossible de passer d'une fenêtre à l'autre tant que l'utilisateur n'a pas fini sa recherche. L'intérêt est d'éviter la réalisation simultanée de deux tâches ce qui pourrait conduire l'utilisateur à centrer son activité sur aucune des deux (Caro et Bétrancourt, 1998, p. 132). En d'autre terme, nous considérons que le fait d'aller chercher une information dans le mini-dictionnaire devient l'activité principale tant que cette fenêtre n'est pas fermée.



Figure 20 La fenêtre du mini-dictionnaire

II.1.1.3011 En résumé

Dans la salle de TP, nous proposons deux types de navigation : une navigation externe (les quatre lieux) qui oblige l'utilisateur à revenir au lieu initial et une navigation interne (onglet, escamot, dictionnaire) qui garde l'utilisateur dans le lieu. Nous supposons que ces deux types de navigation peuvent permettre une recherche d'information 'contextualisée' et contribuer à centrer l'activité de l'élève sur une tâche. De plus, nous supposons que l'ensemble de ces ressources peut constituer une aide non négligeable lors de la réalisation d'une tâche.

II.1.2011 Les principales spécificités didactiques

Les différents contenus sont organisés à partir d'une analyse selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques (chapitre 2). La diversité des tâches donne la possibilité à

l'utilisateur de mener différentes actions : lire un texte, écrire, sélectionner une réponse parmi plusieurs, actionner une simulation, observer une vidéo, écouter un son.

Nous proposons aussi des feed-back (chapitre 4) à la suite de la demande de validation de la réponse qui sont censés motiver les utilisateurs à poursuivre la réalisation des tâches. Il indique 'l'état' ou la prise en compte de la réponse à la suite de la demande de validation de la réponse et précise rarement l'erreur commise. En effet, nous nous considérons cela doit être à la charge de l'utilisateur. Par contre, nous lui donnons le moyen de vérifier ses actions en terme d'échec ou de réussite (chapitre 3). Enfin, il est mis à la disposition des utilisateurs des ressources 'Internes et externes' qui peuvent soutenir l'utilisateur lors de la réalisation d'une tâche.

II.2011 Salle de cours

La présentation de cet enseignement, dédié au son pour des élèves en classe de seconde, est linéaire, comme celle d'un livre, et met en jeu des systèmes sémiotiques variés telles que les images, les représentations dynamiques, les schémas. Nous exposons, d'abord, la navigation, puis les principales spécificités didactiques et ergonomiques des tâches proposées.

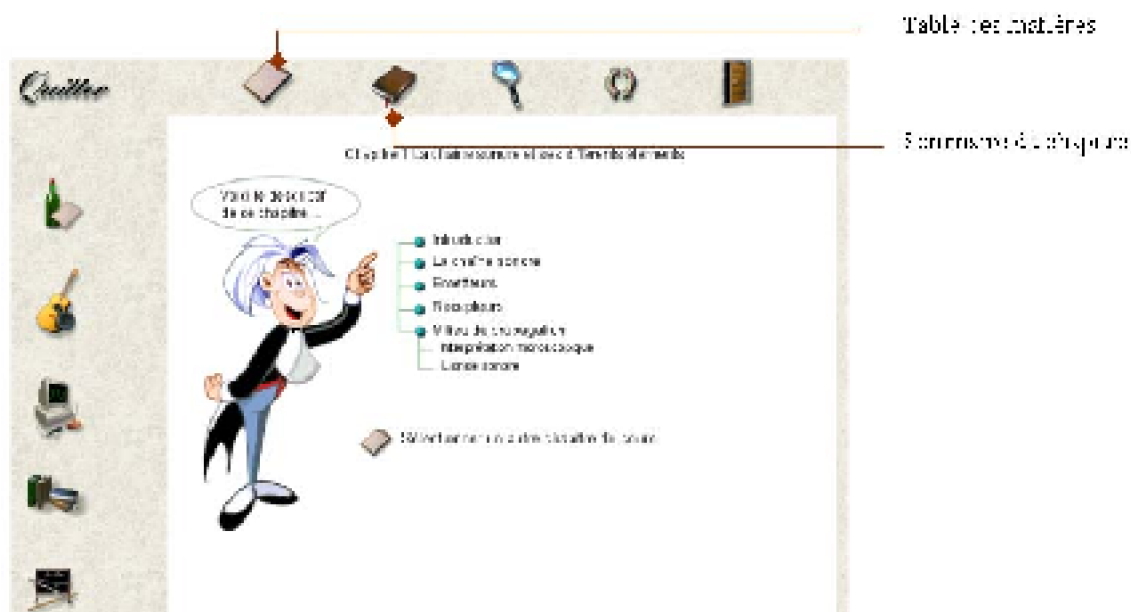


Figure 21 : Le sommaire du premier chapitre de la salle de cours

II.2.1011 La navigation et les ressources disponibles

Comme dans un livre, les pages-écrans d'un même chapitre se succèdent afin d'engager les élèves dans une histoire à propos de la physique du son. Au premier chapitre succède le suivant, mais l'utilisateur a la possibilité soit de consulter une partie du chapitre à partir du sommaire, soit un nouveau chapitre à l'aide de la table des matières. De plus, lorsque l'utilisateur est dans cette salle, les documents des autres lieux peuvent l'accompagner dans la compréhension des différents savoirs. Par exemple, lors de la lecture du premier chapitre du cours intitulé 'Les éléments de la chaîne sonore', si l'utilisateur le souhaite, il

peut aller dans la salle de TP pour réaliser la première séquence de TP intitulée 'Introduction de la chaîne sonore'. Ainsi, comme dans la salle de TP, nous retrouvons :

·
une navigation linéaire liée au format initial d'un cours,

·
une navigation non linéaire externe lors de l'appel aux autres lieux,

·
une navigation interne lors de la sélection des escamots ou de l'appel du mini-dictionnaire.

II.2.2011 Les principales spécificités didactiques

Comme dans la salle de TP, les contenus sont structurés selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques. Les actions de l'utilisateur sont limitées à lire et à observer une vidéo ou une animation et à écouter un son. On dispose comme pour la salle de travaux pratiques des ressources externes (les quatre autres lieux) et des ressources qui sont réduites aux escamots et au mini-dictionnaire. Les onglets ne sont pas utilisés.

II.3011 Salle d'expériences libres

La spécificité de cette salle est d'offrir un ensemble de protocoles d'expériences pouvant être réalisées en classe à partir du répertoire des expériences et/ou chez soi à partir du répertoire de divers montages. Les expériences proposées dans le répertoire divers montages nécessitent de matériaux liés à la vie quotidienne comme des pots de yaourt, un récipient en plastique et une feuille de plastique pour réaliser un tambour... Ainsi, les contenus proposés dans ce lieu se réfèrent principalement au niveau du champ expérimental.



Figure 22 : Les protocoles de la salle d'expériences

II.3.1011 La navigation et les ressources disponibles

Dans la salle d'expérience libre, la navigation est de deux types :

Une navigation partiellement linéaire. En effet, à partir d'une première page-écran contenant un index d'expériences classées selon les 'thèmes' du cours (par exemple, étude des émetteurs, Etude du milieu de propagation, etc.) on passe d'une expérience à une autre par sélections successives.

Une navigation 'non-linéaire' au niveau d'une page-écran qui correspond soit à :

—

Une navigation 'externe' en partant d'une page-écran pour aller dans une page-écran

d'un autre lieu (la bibliothèque, la salle de TP, la salle de cours).

–

Une navigation 'interne' à la page-écran à partir des deux ressources internes : l'escamots et le mini-dictionnaire. Les escamots permettent d'illustrer chacun des termes relatifs au matériel expérimental et donner la définition de certains concepts.

II.3.2011 Les principales spécificités didactiques

Comme précédemment le contenu est structuré selon les niveaux de savoir et les représentations sémiotiques. Les actions des utilisateurs sont limitées à la lecture et à l'observation de vidéos et à écouter un son. Les ressources externes et internes sont censées favoriser la compréhension des concepts en jeu durant l'expérience proposée. Toutefois, comme dans la salle de cours, il n'y a pas d'onglet Aide.

II.4011 La bibliothèque

La bibliothèque est un ensemble d'articles auxquels l'utilisateur peut accéder à partir différentes portes d'entrées qui sont un dictionnaire (classification alphabétique des articles), un classement thématique (les physiciens du son, le son et la physique, les instruments de musique et l'acoustique musicale) et deux répertoires, des images et des vidéos. Le dictionnaire offre à l'utilisateur d'une part pour chaque terme, dans la mesure du possible, diverses représentations. D'autre part, il propose des liens vers d'autres termes, et vers d'autres lieux respectivement sous les rubriques 'Voir' et 'Activités proposées'.

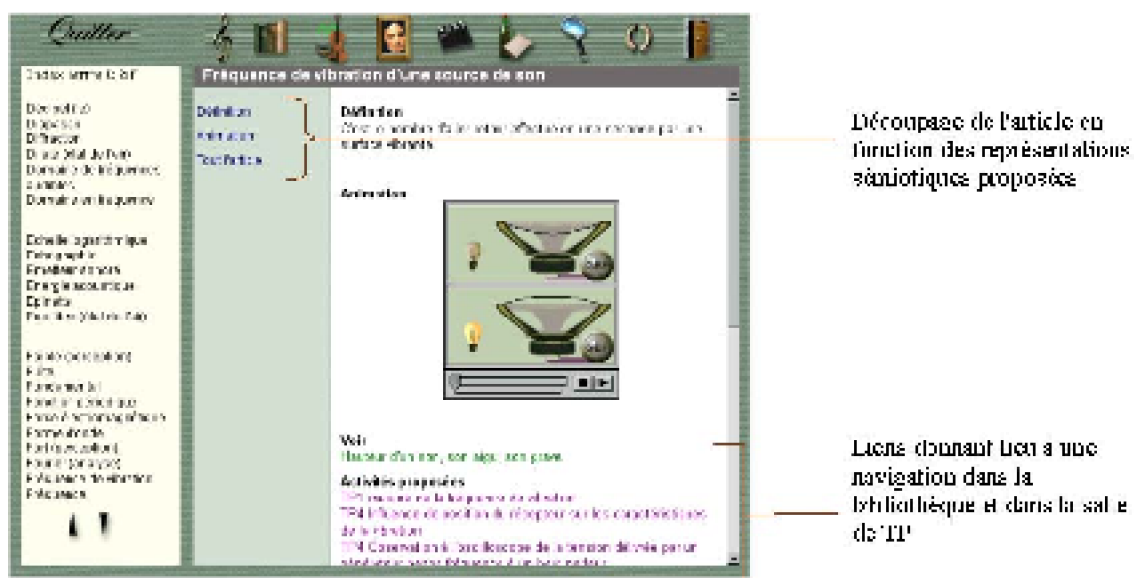


Figure 23 : Définition de la fréquence de vibration proposée dans le dictionnaire de la bibliothèque

II.4.1011 La navigation et les ressources disponibles

L'architecture de la bibliothèque conduit à une navigation non linéaire qui peut être externe et interne :

Une navigation externe non linéaire à partir d'une page-écran :

Selon l'article sélectionné du dictionnaire, nous joignons un ensemble de liens supplémentaires permettant de se référer :

à des tâches de la salle de TP,

à des parties du cours qui peuvent être nécessaires à la compréhension du terme sélectionné car une définition du dictionnaire peut être vue comme un résumé d'un concept introduit dans le cours,

à des protocoles de la salle d'expériences libres

à des articles appartenant à une même thématique.

Une navigation interne non-linéaire à partir d'une page-écran

—
Nous avons pris le parti de proposer à partir d'escamot la définition des mots qui peuvent paraître difficile au lieu de 'transférer' automatiquement l'utilisateur au niveau de ce mot. De ce fait, l'utilisateur reste dans le contexte de sa lecture ou recherche initiale sans être désorienté.

—
Le second moyen est le mini-dictionnaire. Il peut être redondant avec le dictionnaire de la bibliothèque, mais il permet la saisie et par la même occasion de savoir s'il est défini dans l'ensemble des documents fournis par la bibliothèque.

—
Nous avons construit dans la page-écran centrale (celle de l'article) un bandeau permettant à l'utilisateur de choisir des sections de l'article telles que la définition, le schéma, un exemple, une animation. Ce découpage est réalisé en fonction des systèmes sémiotiques composant l'article.

II.4.2011 Les principales spécificités didactiques

Les articles sont découpés en sous-rubriques en fonction des représentations qu'ils proposent à l'utilisateur (définition, dessin, ...). Les actions des utilisateurs sont limitées à lire et à observer une animation. Les ressources externes sont élaborées par le concepteur : l'utilisateur ne peut plus comme dans les autres lieux décider du lieu où il souhaite aller. Nous supposons que les liens créés entre les différentes informations permet à l'utilisateur de poursuivre une recherche avec une continuité de sens.

III011. Résumé

Cette description de l'hypermédia 'Labdoc Son et Vibrations' lequel est dédié à l'enseignement du son et est centré sur l'activité expérimentale, conduit à relever un certain nombre de points communs :

Les contenus de chacun des lieux sont organisés selon une analyse par niveaux de savoir et systèmes sémiotiques. Ils sont donc structurés selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques.

Les quatre lieux possèdent deux sortes de navigation relatives aux ressources internes et externes : une navigation interne au lieu et une navigation externe au lieu.

Les contenus de chaque lieu mènent au moins aux actions de lire un texte et d'observer une vidéo et/ou une animation.

Les 'outils' de navigation favorisent les allers-retours entre les pages-écrans.

Les particularités de la salle de TP :

Un onglet Aide proposant des informations organisées selon une analyse par niveaux de savoir et systèmes sémiotiques.

Des actions supplémentaires sont proposées : taper du texte, actionner une simulation, cocher une case, etc.

Des questions sont données et la demande de validation de la réponse retourne un feed-back.

Des tâches successives sont proposées à partir d'onglets.

Partie C : Méthodologies d'analyse et analyse des données recueillies

Chapitre 6011 Méthodologies de recueil et d'analyse des données

Dans ce chapitre, il s'agit de présenter les méthodologies de recueil et d'analyse de données qui doivent permettre de réaliser notre objectif de recherche : mettre en évidence l'influence de l'organisation des contenus de savoir et des tâches qui sont proposées dans l'hypermédia sur l'activité des élèves.

Pour cela, nous avons choisi de comparer l'activité effective des élèves à celle prévue (chapitre 7 Analyse *a priori*) dans la perspective de distinguer des 'écarts' éventuels (Crozier, 1977) à partir desquels nous montrerons l'influence de l'organisation des contenus de savoir et des tâches. Cette méthodologie d'analyse découle de nos choix théoriques présentés dans la première partie de notre travail. Elle permet, dans la mesure du possible, d'analyser les connaissances verbalisées des élèves selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques et d'étudier l'évolution des connaissances des élèves en prenant en compte leurs interactions successives avec le milieu organisé.

Dans un premier temps, nous exposons l'expérimentation mise en place dans trois lycées lyonnais avec des élèves de Seconde, les données recueillies et les caractéristiques de l'expérimentation. Ensuite, nous décrivons les méthodologies d'analyse des données recueillies à partir de la trace des actions des utilisateurs au niveau de l'interface au cours du temps, et des enregistrements audios et vidéos.

I011. Expérimentation et recueil de données

Comme nous l'avons présenté dans la partie précédente (Partie B Chapitre 5), l'hypermédia, 'Labdoc Son et Vibration', est dédié à l'enseignement du son en classe de Seconde. Les élèves ont la possibilité de réaliser d'une manière autonome cinq séquences de TP. Notre objectif est d'éprouver l'hypermédia dans le contexte pour lequel il a été créé : en situation de classe durant et/ou à la place de l'enseignement dirigé par le professeur avec, des élèves de classe de Seconde.

Nous décrivons successivement le contexte de l'expérimentation, les conditions de recueil des données et les caractéristiques de l'expérimentation.

I.1011Le contexte de l'expérimentation

L'expérimentation s'est déroulée dans trois classes de Seconde de lycées différents situés dans l'agglomération lyonnaise (Lycée Branly, Lycée Camus, Lycée St Exupéry). Les élèves, au total 20 dyades âgées de 14 à 16 ans, ont été recrutés par leur professeur respectif selon leur motivation.

Il s'agit de proposer aux élèves de réaliser trois séances de travaux pratiques à partir de l'hypermédia à la place de celles dirigées par l'enseignant. Chaque séance dure environ 1 heure et demi et est espacée de quinze jours avec la suivante, conséquence de l'alternance entre les séances de TP de physique et de chimie. Ainsi, chaque expérimentation s'étale au moins sur cinq semaines.

A chaque séance de TP, deux dyades sont placées dans une salle de classe à l'écart de celle où leur professeur enseigne : elles sont ainsi isolées des autres élèves et de leur professeur évitant tout échange et influence. Pendant ce temps, les autres élèves réalisent la même séance avec l'enseignant et la fiche de TP.

Le chercheur, présent dans la classe où se déroule l'expérimentation, observe les élèves et les soutient techniquement. Toutefois, à la demande de certains élèves, il sera amené, par exemple, à les aider à identifier leurs erreurs ou à interpréter une réponse donnée par le logiciel.

I.2011Le recueil de données

I.2.1011 La trace informatique

La conception de ce logiciel de traçage est issue d'une analyse *a priori* des différentes actions que les élèves peuvent réaliser au niveau de l'interface (Chapitre 7).

Ce logiciel permet d'enregistrer automatiquement, en fonction du temps, un ensemble d'actions des utilisateurs telles que la navigation dans les ressources externes et internes (Chapitre 5), les réponses de l'utilisateur (sous forme de textes, valeurs numériques, sélection d'une réponse), l'état de la réponse (réponse 'exacte' ou 'inexacte'), la manipulation d'objets composant une simulation (bouton de réglage de la fréquence et de l'amplitude), etc.

Un tel outil rend possible le traçage au cours du temps de la manière dont l'utilisateur agit sur les différents éléments proposés sur l'interface. Dans la section suivante (II.1), cette trace est décrite plus en détail.

I.2.2011 Les enregistrements

Nous avons filmé les élèves et enregistré leur dialogue. Les enregistrements audio sont retranscrits. Les bandes vidéos permettent de compléter la transcription et de suivre en parallèle la trace obtenue et les actions en temps réel des élèves durant les trois séances de TP.

I.3011 Caractéristiques de l'expérimentation

I.3.1011 Deux situations organisées

Pour chacune des expérimentations, nous avons organisé deux situations. Dans la première, l'hypermédia est l'unique support à l'apprentissage du son. Dans la seconde situation, l'hypermédia est associé à du matériel expérimental. Les élèves peuvent réaliser, par exemple, les diverses expériences de l'hypermédia présentées à partir de vidéos, de simulations, d'animations. Le Tableau 11 présente, selon le lycée et la situation, le nombre de dyades qui réalisent l'expérimentation.

Tableau 11 : Présentation des conditions de l'expérimentation

	Lycée Branly	Lycée Camus	Lycée St Exupéry
Nombre de dyades utilisant l'hypermédia	4	4	4
Nombre de dyades utilisant l'hypermédia et le matériel expérimental	4	0	4

I.3.2011 Une population de vingt dyades

Le recueil d'une telle quantité de données (20 dyades) donne lieu à une première analyse, dite '*globale*', à partir de l'ensemble des traces. L'objectif est d'identifier des fonctionnements caractéristiques des 20 dyades et de sélectionner quatre dyades parmi les vingt en vue de réaliser une analyse dite '*locale*' à partir des transcriptions des verbalisations des élèves.

La multiplicité des données rend possible des analyses ne relevant pas d'une population unique (même lycée et enseignant) et permet de retirer les enregistrements non 'conforme' (problème technique, élèves malade).

I.3.3011 Le TP0 : première séquence de TP à réaliser

La première séance commence par une courte présentation du logiciel par le chercheur. Elle se poursuit sur la réalisation du TP0 'Introduction de la chaîne sonore' et de ses quatre exercices d'application. Or, les élèves ont déjà préparé ces exercices sur une feuille distribuée préalablement par l'enseignant. Ils vont donc corriger directement leurs solutions à partir de l'hypermédia et vont pouvoir par la même occasion :

- s'adapter à cette nouvelle démarche d'enseignement et d'apprentissage qui conduit à une réalisation autonome des séquences de TP, à la perte de 'repères cognitifs' tels que l'enseignant, les traces écrites sur leur cahier,

- prendre conscience que les tâches fournies par l'hypermédia sont similaires à celles proposées par le professeur, ce qui peut aider à atténuer certaines craintes en vue du contrôle,

- accepter la validité des réponses proposées par le logiciel.

I.3.4011 La distribution d'une fiche 'Aide'

A chaque séance de TP, nous distribuons une fiche intitulée 'Les Aides' (annexe D) qui décrit les différentes ressources (internes et externes) disponibles dans l'hypermédia et la manière de les sélectionner. Nous supposons que cette fiche peut constituer un support pour aider les élèves à :

- se familiariser avec l'hypermédia,

- identifier seuls les diverses ressources, la signification des icônes, la navigation, etc.

- s'impliquer d'une manière autonome dans la réalisation des tâches,

II011. Méthodologies d'analyse des données recueillies

Les données recueillies sont de trois types : la trace informatique et des enregistrements audio et vidéo. Cet ensemble de ces données permet d'articuler deux niveaux d'analyses : *global* et *local*.

Le niveau global repose sur une analyse quantitative des données issues de la trace qui permet d'avoir un aperçu de l'activité des 20 dyades lors de la réalisation des différentes tâches des cinq séquences de TP. Les données, telles que la durée de réalisation d'une tâche, le nombre de réponses inexactes, le nombre d'appels à l'onglet Aide, permettent de caractériser l'activité des élèves selon les contenus proposés (les difficultés des élèves) et la structure des contenus (les actions à mener pour réaliser la tâche, la place de l'introduction du modèle dans la séquence, la nature des informations sélectionnées dans l'onglet Aide, etc.)

Le niveau local concerne l'analyse des transcriptions des élèves. Cette étude rend compte de l'évolution des connaissances mobilisées par les élèves résolvant un problème donné en interagissant avec les différents éléments de la situation. Une telle analyse a l'avantage de décrire assez précisément la démarche des élèves en mettant en lumière l'écart entre l'activité effective des élèves et celle qui est attendue en termes de niveaux de savoir (Chapitre 7).

II.1011 Méthodologie de l'analyse globale

Il s'agit de constituer, à partir de la trace, des données qui contribuent à l'analyse de l'activité des élèves selon l'architecture de l'hypermédia et les difficultés que ces derniers peuvent rencontrer.

II.1.1011 Principe

La trace recueillie est un fichier texte qui contient, dans l'ordre chronologique, la durée des actions réalisées par la dyade. Nous en donnons un exemple dans le Tableau 12.

Time	Texte	Event (cf. Chapitre 7)
00000	12/02/04 08:16:00 (TP)	Entrée dans la salle de TP
00001	Messagerie d'urgence (jeudi 11/02/04)	Tâche Télé-annonce de la Feuille de
00002	DL013-Messagerie (onglet)	Message de l'onglet Messagerie
00003	DL013-Aide (onglet)	Wikipédia sur l'onglet "Aide" après un clic sur l'icône Aide
00004	Ecran d'accueil (Écran d'accueil)	Appuyer sur la touche "Accueil" de la console pour Écran d'accueil
00005	DL013-Messagerie (onglet)	Écran d'accueil sélectionner l'onglet "Messagerie"
00006	DL013-Messagerie (onglet)	Appuyer sur la touche "Accueil" de la console
00007	Tour de l'écran de la page d'accueil	Tour de l'écran de la page d'accueil de la console pour sélectionner
00008	DL013-Messagerie	Entrer dans un message dans la console
00009	Index (DL013-Messagerie)	Appuyer sur la touche "Accueil" de la console
00010	Tour de l'écran de la page d'accueil	Appuyer sur la touche "Accueil" de la console

Tableau 12 : Trace fournie par l'hypermédia

Cette trace est ensuite insérée dans un tableau excel et découpée en trois catégories (Tableau 13) :

1.

Catégorie dite 'temporelle' : elle permet d'observer au cours du temps la chronologie des diverses actions des élèves et d'avoir la durée entre chacune des actions.

2.

Catégorie dite 'spatiale' : elle indique la tâche en cours, le lieu où elle est effectuée, la tâche réalisée (page-écran), et l'onglet utilisé. Les pages-écrans de la bibliothèque, de la salle d'expériences libres et de la salle d'exercices ne figurent pas dans la trace, conséquence de difficultés informatiques.

3.

Catégorie dite 'Diverses actions' : elle indique la plupart des actions effectuées lors de la réalisation de la tâche : les réponses tapées au clavier, cochées avec la souris, la sélection du bouton demande de validation, l'état de la réponse ('Bonne réponse' ou 'réponse fausse') les actions sur les boutons de réglage de la fréquence par exemple, les informations sélectionnées dans l'onglet Aide, etc. Certaines actions ne figurent pas dans la trace telles que l'appel aux deux onglets Aide du TP3, les termes sélectionnés dans le mini-dictionnaire et la sélection des escamots.

Nous donnons un exemple de trace reconstruite dans le Tableau 13. La lecture du tableau se fait de la manière suivante pour la quatrième ligne : à une minute 26 secondes, l'utilisateur réalise la tâche intitulée 'Mesure de la fréquence' qui est dans la salle de travaux pratiques, est en train de sélectionner l'information 'Formule' (de la fréquence) dans l'onglet Aide.

Tableau 13 : Exemple d'extrait de trace modifiée (0:01 signifie 1 seconde)

Catégorie 'Temporelle'		Catégorie 'Spatiale'				Catégorie 'diverses Actions'
Temps	Durée entre actions	Intitulé de la tâche	Lieu	Page-écran	Onglet	Diverses actions
0:00	0:00	Mesure de la fréquence	Salle de TP	Mesure de la fréquence		
0:01	0:01	Mesure de la fréquence		Mesure de la fréquence	Mesure 1	
1:17	1:16	Mesure de la fréquence		Mesure de la fréquence	Aide	
1:26	0:09	Mesure de la fréquence		Mesure de la fréquence	Aide	Bouton Formule (Fréquence)
1:41	0:15	Mesure de la fréquence		Mesure de la fréquence	Mesure 2	
1:43	0:02	Mesure de la fréquence		Mesure de la fréquence	Mesure 1	
1:48	0:05	Mesure de la fréquence	Salle de cours	Index (CH1)		
1:51	0:03	Mesure de la fréquence		Introduction (CH1)		
2:06	0:15	Mesure de la fréquence	Salle de TP	Mesure de la fréquence	Mesure 1	Edit Frequence : 0.5
2:12	0:06	Mesure de la fréquence		Mesure de la fréquence	Mesure 1	Bouton Validation
2:16	0:04	Mesure de la fréquence		Mesure de la fréquence	Mesure 1	Bonne réponse
2:23	0:07	Mesure de l'amplitude		Mesure de l'amplitude	Mesure	

Nous avons ensuite constitué une base de données exploitable à l'aide du logiciel Access. L'exploitation de cette base à partir de requêtes permet de comparer l'activité des 20 dyades des points de vues des durées de réalisation des tâches, du nombre d'appels à l'onglet Aide, du nombre de réponses inexactes, etc. Le Tableau 14 présente des données obtenues à partir de trois requêtes différentes.

Tableau 14 Durée (en minutes et secondes) de réalisation de la tâche 8 du TP1 , nombre d'appels à l'onglet Aide et nombre de réponses inexactes

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

	N° dyade												
1	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Durée de réalisation de la tâche	6:23	5:50	24:53	10:27	7:16	9:17	22:46	29:36	9:55	19:46	7:10	4:28	3:34
Nombre d'appels à l'onglet Aide	0	3	2	1	1	3	3	0	3	1	0	0	
Nombre de réponses inexactes	5	27	5	4	11	28	17	4	14	1	3	1	

En lien avec nos questions de recherche, nous élaborons les quatre données suivantes, supports de l'analyse globale (Chapitre 8) :

la durée de réalisation de la tâche et de la séquence de TP,

le nombre de réponses inexactes,

les ressources utilisées,

le nombre d'informations sélectionnées dans l'onglet Aide et le nombre d'appel à l'onglet Aide.

II.1.2011 Présentation des quatre données supports de l'analyse globale

Ces quatre données constituent des observables de l'activité des élèves.

La durée de réalisation des taches.

Nous regarderons, si cette donnée est homogène pour l'ensemble des dyades, par tâches et par séquence. Nous identifierons les dyades dont les durées de réalisation comparées à la durée moyenne se situent à plus ou moins un écart-type : cela montrera que certaines tâches semblent poser des difficultés aux élèves. La prise en compte des données 'nombre de réponses inexactes' et nombre d'appels à l'onglet Aide' contribuera à vérifier cette hypothèse. La mise en relation entre les durées de réalisation et les actions à effectuer (lire, observer, taper du texte) peut aussi fournir des éléments d'éclaircissement de certaines valeurs particulièrement faibles.

Enfin, la comparaison des durées de réalisation dans le cas de tâches :

·
·
·
similaires dans une même séquence (et des séquences différentes),

·
·
·
dont le savoir en jeu est le même mais dont les représentants diffèrent,

·
·
·
qui précèdent ou succèdent l'introduction du modèle en jeu dans la séquence.

·
·
·
peut apporter un certain éclairage relatif au 'temps d'apprentissage' des élèves.

Le nombre de réponses inexactes.

En comparant, la valeur de ce nombre sur les 33 tâches qui précisent l'état de la réponse des élèves, nous distinguerons de cette manière celles qui semblent poser des difficultés aux élèves. La prise en compte de la structure des contenus permettra d'interpréter certaines valeurs particulièrement élevées. Il sera aussi possible de faire des hypothèses à propos de l'évolution des connaissances des élèves en comparant cette donnée lors de la réalisation de tâches dont le savoir en jeu est similaire mais dont les représentants diffèrent par exemple. Enfin, il sera intéressant de regarder si cette donnée est liée au nombre d'appels à une ressource et au nombre d'informations sélectionnées dans l'onglet Aide.

Les ressources utilisées.

Il s'agira de déterminer le nombre d'appels aux ressources externes, au lieu dans lequel les élèves réalisent la tâche (cours, bibliothèque) et, aux ressources internes (mini-dictionnaire, onglet Aide). Nous serons à même d'apprécier le type de ressources que les élèves privilégieront.

Le nombre d'informations sélectionnées dans l'onglet Aide et la nature des informations sélectionnées.

Il sera intéressant d'observer, d'une part, le lien entre d'une part la tâche à réaliser, c'est-à-dire les connaissances à mobiliser, et les informations majoritairement sélectionnées par les élèves et, d'autre part, la manière dont les élèves sélectionnent les informations (une ou plusieurs, de façon répétitive, le moment lors de la réalisation de la tâche). Ces données seront particulièrement pertinentes pour étudier la possible relation entre l'appel d'une ressource et le nombre de réponses inexactes lors d'une tâche donnée.

II.2011 Méthodologie pour l'analyse locale

L'objectif de cette méthodologie est de décrire le fonctionnement des élèves à partir de leurs verbalisations en prenant en compte le cadre théorique introduit dans la première partie de la thèse.

II.2.1011 Principe

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

Nous avons transcrit les verbalisations de 4 dyades réalisant trois séances de TP. La transcription³⁵ des différents enregistrements audios est présentée sous la forme d'un tableau composé de 3 colonnes. La première indique le numéro du tour de parole (N° TdP), la seconde désigne le locuteur (loc) et, la troisième l'intervention du locuteur.

Tableau 15 : Désignation des symboles de la transcription et des locuteurs

Symboles	Locuteur
A et B	les deux élèves
Autres	autres élèves présents dans la salle
I	Intervenant extérieur (le chercheur)
X	texte oral perçu lors de l'ouverture d'une page-écran, du lancement d'une vidéo

La transcription est découpée selon l'ordre chronologique des tâches utilisé dans l'analyse *a priori* (chapitre 6). Comme nous l'avons signalé, nous considérons qu'une tâche est un ensemble d'éléments utilisables par les élèves lors de l'ouverture d'une page-écran.

La méthodologie d'analyse mise en oeuvre s'apparente 'au cheminement du chercheur' décrit par Crozier et Friedberg (1977) et reprise en didactique (Artigues, 1988).

Notre objectif est de donner un sens à l'activité des élèves à partir de leurs verbalisations et de leurs actions. Pour cela, nous faisons une première analyse, dite analyse *a priori*, qui consiste à prévoir l'activité des élèves réalisant chacune des séquences de TP. Comme le souligne Crozier et Friedberg (1977, p. 395), le chercheur '**doit ici quitter sa position d'observateur détaché et extérieur au champ pour opérer un 'détour' par l'intériorité des acteurs**'. Lors de cette première analyse (chapitre 7), nous avons décrit chaque tâche en présentant la consigne (l'objectif), les éléments de la situation et les réponses possibles des élèves suivant l'analyse du savoir en jeu (Partie A Cadre théorique).

Ensuite, nous codons les verbalisations des élèves afin de reconstruire '**la logique des diverses situations**' (Crozier et Friedberg, 1977, p. 396). Chaque grille de codage élaborée se réfère à l'un des éléments théoriques suivants : l'activité de modélisation, l'activité sémiotique et la théorie des situations (Partie A Cadre théorique). Ces grilles sont présentées dans la suite de ce chapitre.

Enfin, nous comparons l'activité observée des élèves à celle que nous avons prévue ce qui donne lieu à **un 'raisonnement sur les écarts'** (Chapitre 9). Les écarts correspondent aux '**conduites et processus qui ne semblent pas obéir aux normes 'rationnelles' que le chercheur s'est lui-même données à travers ces hypothèses**'. **Ils indiquent au chercheur 'les endroits ou les zones où ses hypothèses sont en contradiction avec les comportements réels des acteurs, (...)' et lui 'fournissent les points à partir desquels son raisonnement peut s'articuler et se développer (...), les**

³⁵ Nous précisons que nous n'avons pas retranscrit le début de chaque séance qui correspond souvent à la prise en main du logiciel.

points dont la compréhension lui permettra de découvrir des caractéristiques de l'ensemble qu'il ne connaît pas encore' (Crozier et Friedberg, 1977, p. 396-397).

Cette méthodologie d'analyse doit permettre de réaliser les objectifs de recherche envisagés :

identifier les connaissances mobilisées par les élèves et la manière dont ils les font fonctionner en tenant compte des caractéristiques des tâches,

mettre en lumière que les systèmes sémiotiques présents dans une page-écran et/ou dans les onglets Aide peuvent soutenir l'activité de modélisation des élèves.

montrer que le milieu informatique élaboré favorise la résolution d'un problème par les élèves en les amenant à mobiliser les connaissances attendues. La réussite du problème est donc liée à la mobilisation de cette connaissance.

Compte tenu de ces objectifs, cette méthodologie met en oeuvre trois types d'analyse que nous présentons ci-dessous.

II.2.2011 Méthode d'analyse des connaissances verbalisées des élèves

Cette analyse se décompose en trois étapes. Nous réalisons, d'abord, une analyse a priori. Ensuite, nous codons selon les niveaux de savoir les 'connaissances verbalisées' des élèves (Buty, 2000), sur l'ensemble des 79 tâches, ce qui donne lieu à un dénombrement par tâche. Enfin, nous comparons l'activité effective des élèves à celle qui est attendue (chapitre 9).

II.2.2.1011 Grille d'analyse des connaissances verbalisées des élèves

Nous avons vu (Chapitre 2) que les niveaux de savoir conduisent à décrire le savoir en jeu dans le processus de modélisation. L'hypothèse sous-jacente à ce processus réside en ce que les concepts de physique prennent leur sens dans la mise en relation entre les niveaux du modèle et du champ expérimental. La Figure 24 présente les niveaux de savoir à partir desquels nous catégorisons les connaissances verbalisées des élèves.

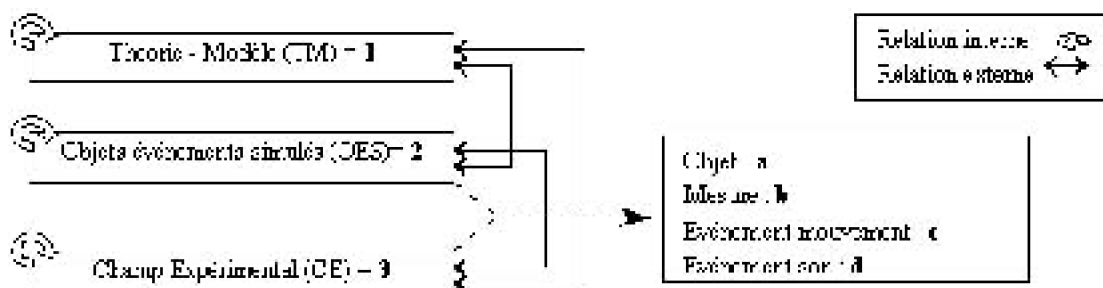


Figure 24 Présentation schématique du codage à partir des niveaux de savoir

Comme nous pouvons le constater (Figure 24), la mise en relation peut être interne à

un niveau ou entre niveaux, dans ce cas nous l'appelons relation externe. Le Tableau 16 présente des exemples de codage des verbalisations des élèves selon les niveaux de savoir.

Tableau 16 Exemples de codage des verbalisations des élèves

Niveaux de savoir	codage	Explicitation du codage	Exemple du corpus	Référence
Théorie-Modèle (TM)	1	Verbalisation se référant à la théorie-modèle : la fréquence	N°TdP 13 A ' <i>La fréquence euh l'amplitude là elle est grande là elle devient de plus en plus basse (...)</i> '	Dyade 8 TP4 Tâche 4
Objets-événements simulés (OES)	2	Verbalisation se référant aux objets-événements simulés : compter le nombre d'aller-retour effectué par la membrane du haut-parleur simulé	N° TdP 69 A ' <i>En fait plus tu montes et plus ça vibre</i> ' (ils augmentent la fréquence et observe le mouvement de la membrane du haut-parleur simulé)	Dyade 12 TP1 Tâche 3
Re(TM-OES)	Re(1-2)	Verbalisation mettant en relation la théorie-modèle et les objets événements simulés : mise en relation entre la fréquence et le nombre d'aller retour	N° TdP 70 B ' <i>Ah ouais et à force ici ça vibre vite avec la fréquence de vibration</i> '	Dyade 12 TP1 Tâche 3
Re(TM-CE)	Re(1-3c)	Verbalisation mettant en relation la théorie-modèle et le champ expérimental	N° TdP 5 ' <i>L'amplitude de déplacement oui / c'est la différence entre le machin là et le maximal</i> ' (reformulation à partir de la schéma légendé)	Dyade 16 TP1 Tâche 4
Re(OES-CE)	Re(2a-3d)	Verbalisation mettant en relation les objets événements simulés et le champ expérimental	N° TdP 19 ' <i>Eux ils disent que la particule elle a un son</i> '	Dyade 16 TP3 Tâche 3

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

Niveaux de savoir	codage	Explicitation du codage	Exemple du corpus	Référence
Champ expérimental (CE)	3c	Verbalisation se référant au champ expérimental	N° TdP 82 A' <i>Tu as déjà mis / tu as déjà mis ta main sur un diapason quand il quand il sonne</i> '	Dyade 16 Tâche 1

Particularités du codage :

Les verbalisations associées à une vidéo se réfèrent au champ expérimental et non aux objets et événements simulés. En effet, la perception des ces objets familiers est proche de celle dans la réalité.

Les sons émis par les simulations ne sont pas codés dans le champ expérimental, mais en tant qu'objets et événements simulés. En effet, il est essentiel de différencier les moments où les élèves parlent du son simulé émis par l'ordinateur (cas 1, Tableau 17) et le son 'évoqué' qui se réfère au savoir en jeu (cas 2, Tableau 17). Sans cette différenciation, il est difficile de distinguer les moments où les élèves parlent du son et répondent à la tâche. Toutefois, nous avons codé de la même manière le son évoqué et le son émis par du matériel expérimental. il faut noter que les élèves utilisent rarement le matériel expérimental et que des formulations du cas 2 (Tableau 17) sont peu fréquentes.

Tableau 17 : Différence de codage selon la nature de la connaissance à propos du son

	Verbalisations	Codage
Cas 1 : objets événements simulés	N° TdP 59 B <i>'Et comme il est plus grave (le son) et bien elle est plus petite la fréquence je crois'</i>	Re(1 (F petite)-2d (+grave))
Cas 2 : champ expérimental	N° TdP 17 B <i>'La fréquence bein quand la fréquence est grande on a dit le son est petit / enfin le'</i>	Re(1 (F grande)-3d (son petit))

Pour terminer nous proposons un exemple d'analyse de verbalisations selon les niveaux de savoir à partir de la tâche 7 du TP2 par la dyade 8. Les différentes connaissances mises en oeuvre par les élèves dans cet exemple sont attendues.

Tableau 18 : Analyse selon les niveaux de savoir des verbalisations de la dyade 8 lors de la tâche 7 du TP2

Niveaux de savoir de la tâche 7 TP2	N° de tour de parole (N° TdP)	Verbalisation	Codage des verbalisations selon les niveaux de savoir et les relations
Théorie-modèle et Champ expérimental	N° TdP 8 A	N° TdP 8 A <i>'Interprétation de l'expérience / alors lorsque le vide est réalisé construire la chaîne sonore / donc émetteur / récepteur' / (Lecture de l'énoncé)</i>	
	N° TdP 9 B	<i>'Pas aucun / je mets milieu'</i>	Théorie-modèle
	N° TdP 10 A	<i>'Milieu'</i>	Théorie-modèle
	N° TdP 11 B	<i>'Milieu'</i>	Théorie-modèle
	N° TdP 12 A	<i>'Récepteur / là on a émetteur'</i>	Théorie-modèle
	N° TdP 13 B	<i>'Emetteur c'est le réveil'</i>	Relation théorie-modèle et champ expérimental
	N° TdP 14 A	<i>'Le réveil / dans cette situation la chaîne sonore est constituée par'(lecture de la consigne)</i>	Relation théorie-modèle et champ expérimental
	N° TdP 15 B	<i>'Aucun milieu'</i>	Relation théorie-modèle et champ expérimental
	N° TdP 16 A	<i>'Mais pourquoi / ah oui / ah oui c'est coupé' (rappel de la situation précédente de l'indien)</i>	Champ expérimental
	N° TdP 17 B	<i>'Aucun récepteur'</i>	Relation théorie-modèle et champ expérimental
N° TdP 18 A	<i>'Validation / c'est juste / regarde la réponse du professeur'</i>		

II.2.2.2011 Comparaison entre l'activité attendue et celle qui est effective

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

Pour comparer l'activité attendue des élèves à celle effective nous avons construit pour une tâche donnée un tableau qui les met en parallèle. L'activité attendue est décrite à partir des niveaux de savoir à utiliser et à mettre en relation (voir grille d'analyse Figure 24). Pour l'activité effective, suite à un codage des verbalisations des élèves à partir de cette même grille, nous déterminons le nombre de verbalisation relatif à chacun des niveaux de savoir. Le Tableau 19 donne un exemple à partir du codage des connaissances verbalisées des élèves lors de la tâche 2 du TP0 intitulée 'La chanteuse'.

Tableau 19 : Tableau permettant de comparer l'activité effective de la dyade à celle qui est attendue

Activité attendue						Activité de la dyade selon les niveaux de savoir					
N°tâche	N°TP	Intitulé de la tâche	Niveaux de savoir de la page-écrite	Niveaux de savoir à utiliser	Niveaux de savoir à mettre en relation	Théorie-événement simulés	Objets et événements simulés	Relation théorie-objets et événements simulés	Relation modèle et champ expérimental	Relation objets simulés et champ expérimental	Champ expérimental
2	TP0	La chanteuse	Théorie modèle Champ expérimental	Théorie modèle Champ expérimental	Relation théorie et champ expérimental	5	0	0	7	0	1

Cette méthodologie contribuera à décomposer l'étude de l'analyse des dyades de deux façons :

Une comparaison entre les niveaux mis en oeuvre et les relations réalisées et ceux qui sont attendus. Il s'agit de comparer les deux parties du tableau. Nous pourrions ainsi découvrir les écarts suivants (Crozier et Friedberg, 1977) :

- des niveaux mis en oeuvre et des relations réalisées qui ne sont pas prévus par l'analyse a priori. Cela montrera que les élèves utilisent, durant la réalisation des tâches, diverses ressources nécessaires pour s'approprier le savoir en jeu.
- Des tâches à partir desquelles la grille d'analyse n'a pas permis pas de catégoriser les verbalisations des élèves.

Une comparaison de la réalisation de la tâche par les élèves avec celle attendue. Nous analysons ici les connaissances mises en oeuvre par les élèves et nous identifions celles qui ne sont pas appropriés du point de vue du savoir en jeu, nommées '*connaissances non attendues*'. Une telle différenciation rendra possible le suivi du

cheminement des élèves pour parvenir à mettre en oeuvre la connaissance attendue. Nous donnons ci-dessous un exemple de verbalisations, à partir de la dyade 16 lors de la tâche 24 du TP4, permettant d'apprécier la différenciation entre connaissance 'attendue' et 'non attendue'. L'élève B (TdP 8) propose la connaissance non attendue en mettant en relation la perception grave avec l'amplitude.

TdP 7 A 'Trop grave / c'est trop grave'

TdP 8 B 'Oui / donc on va monter l'ampl [amplitude, lien entre la perception sonore grave et l'amplitude] /' (connaissance non attendue)

TdP 9 A et B 'Non'

TdP 10 A 'Fréquence' (connaissance attendue)

TdP 11 B 'Non c'est la fréquence /'

II.2.3011 Méthode d'analyse décrivant l'activité sémiotique

Nous souhaitons coder au travers de la verbalisation la manière dont les élèves vont faire 'appel' à différents systèmes sémiotiques pour résoudre la tâche proposée. En effet nous supposons à la suite de Duval (1995) que l'activité conceptuelle est liée à la possibilité de pouvoir articuler différentes représentations d'un même concept en jeu : 'l'activité conceptuelle ne peut plus alors être isolée de l'activité sémiotique parce que la compréhension conceptuelle apparaît liée à la découverte d'une invariance entre des représentations sémiotiquement hétérogènes' (Duval, 1998, p. 61). Ainsi, notre méthodologie d'analyse s'organise en trois temps :

• Une analyse a priori des tâches,

• Un codage selon les systèmes sémiotiques mis en jeu dans les verbalisations des élèves.

• Une étude en parallèle des codages selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques.

II.2.3.1011 . Grille d'analyse appliquée aux verbalisations des élèves

A partir de notre cadre théorique nous avons distingué six systèmes sémiotiques. Chacun des systèmes sémiotiques peut être utilisé pour exprimer des éléments de chacun des niveaux de modélisation. Les différents systèmes sémiotiques sont mis en oeuvre *via* le langage naturel.

Tableau 20 : Codage à partir des systèmes sémiotiques

Systèmes sémiotiques	Exemples de codage à partir du dialogue	Référence
Langage naturel (LN)	N° TdP 46 B ' <i>Bon quand quand la fréquence est petite le son est grave quand l'amplitude est petite le son est faible ok</i> ' (reformulation de la définition donnée en langage naturel)	Dyade 12 TP1 Tâche 7
Représentation symbolique (RS)	N° TdP 71 A ' <i>Ah ouais donc c'était en fait c'était 1/19 c'est compliqué comme calcul ça (rire) / vas y c'est bon</i> ' (elles tentent d'appliquer la formule de la fréquence)	Dyade 16 TP1 Tâche 3
Représentation graphique (RG)	N° TdP 25 A ' <i>Non c'est pareil la distance entre ça et ça c'est toujours c'est pareil</i> ' (la distance entre les oscillogrammes)	Dyade 20 TP4 Tâche 12
Image (I)	N° TdP 61 A ' <i>Attends il va se faire écraser l'indien tu vas voir</i> ' (il parle de l'image)	Dyade 12 TP0 Tâche 4
Représentation dynamique (RD)	N° TdP 5 B ' <i>Vas y vas-y à fond à fond pour voir ce que cela fait</i> ' (en parlant du bouton sur la simulation)	Dyade 12 TP1 Tâche 6
Dessin légendé (DL)	N° TdP 4 B ' <i>L'amplitude de déplacement oui / c'est la différence entre le machin là et le maximal et</i> ' (décrivent et désignent l'amplitude à partir d'un dessin légendé)	Dyade 12 TP1 Tâche 4

II.2.3.2011 Etude simultanée de l'activité sémiotique³⁶ et de modélisation des élèves

Nous avons construit un graphique qui permet de visualiser en parallèle et chronologiquement (selon les tours de parole) le codage selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques. Nous pouvons alors étudier la manière dont les élèves donnent sens au savoir en jeu. Nous donnons ci-dessous un extrait de corpus des verbalisations de la dyade 12 réalisant la tâche 3 du TP1 'Mesure de la fréquence', codé selon les

³⁶ L'activité sémiotique correspondant à l'utilisation des systèmes sémiotiques.

niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques (Tableau 21). Nous joignons ensuite la représentation graphique de ce codage (Graphique 2). Lors de cette tâche, il est demandé aux élèves de compter le nombre d'allers-retours effectués par la membrane du haut-parleur en un temps t à partir de la simulation (représentation dynamique), puis de déterminer la valeur de la fréquence.

Tableau 21 : Exemple de codage lors de la tâche 3 du TP1 'mesure de la fréquence' (dyade 12)

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

N°	Locuteur	Interventions	Systèmes sémiotiques	Signification	Niveaux de savoir
8	B	Quatre cinq six sept huit neuf dix onze douze treize quatorze quinze seize dix sept dix huit / dix huit	RD, RS	Comptage du nombre d'aller-retour à partir de la simulation	OES
9	A	Dix huit / préciser	RS	Valeur du nombre d'aller-retour	OES
10	B	Préciser la fréquence trouvée / tu retournes / il disait comment on faisait la fréquence	LN	Lecture de l'énoncé	TM
17	A	Mais attends tu le calcules comment le la fréquence	RS		TM
18	B	C'est lui en une seconde (ils sont dans la page-écran définition de la fréquence et de l'amplitude. B répond à A en prenant en compte la définition de la fréquence et l'animation proposée).	RD, RS, LN	Reformulation de la définition de la fréquence à partir des animations	Re(TM-OES)
19	A	On a qu'a compté en une seconde combien ça fait	RD, RS, LN	Reformulation en tenant compte de la mesure réalisée	Re(TM-OES)
20	B	Bien oui facile bien si en dix secondes il fait	RD, RS, LN	Application en utilisant la définition, la	Re(TM-OES)

Abréviation	Signification	Abréviation	Signification
TM	Théorie-modèle	LN	Langage naturel
OES	Objets événements simulés	RS	Représentation symbolique
Re(TM-OES)	Relation externe entre théorie-modèle et Objets événements simulés	RG	Représentation graphique
Re(TM-CE)	Relation externe entre théorie-modèle et champ expérimental	I	Image
Re(OES-CE)	Relation externe entre théorie-modèle et champ expérimental	RD	Représentation dynamique
CE	Champ expérimental	DL	Dessin légendé

II.2.4011 Méthode d'analyse de l'influence des éléments de la situation lors de la résolution d'un problème

L'objectif de cette méthodologie est de décrire l'évolution des connaissances des élèves aux cours de leurs interactions avec le milieu 'informatique'.

Pour cela nous avons catégorisé certaines actions des élèves qui permettent de cerner l'activité des élèves lors de la réalisation d'une tâche donnée. Cela revient à identifier le cheminement des élèves. Nous précisons que ce codage n'est pas très fin mais tient compte de la plus part des éléments de la page-écran. Ainsi, la méthode d'analyse consiste à visualiser simultanément et chronologiquement (voir Graphique 2) les données suivantes :

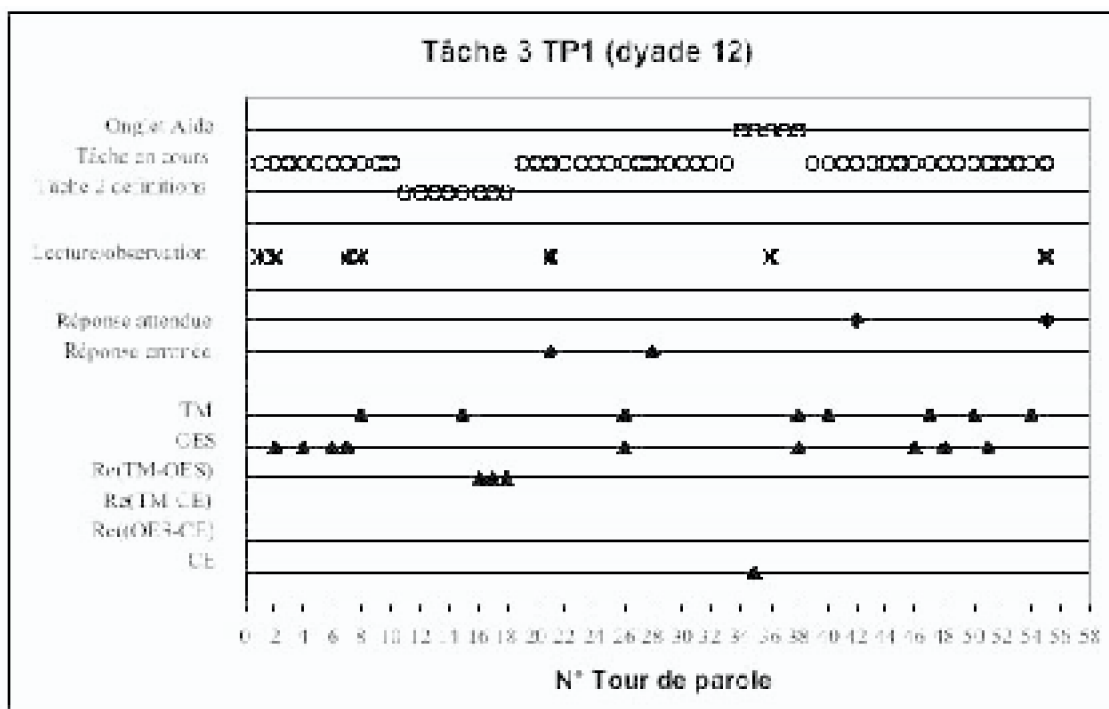
Le codage des connaissances verbalisées selon les niveaux de savoir. Nous suivons de cette manière l'évolution des connaissances des élèves associées aux différentes actions menées.

L'état de la réponse des élèves qui est retournée dès que les élèves demandent la validation de leur réponse. Nous pourrons observer à partir de quel moment les élèves semblent prendre conscience de leur erreur et comment cela peut influencer sur leurs actions.

La lecture de textes et l'observation d'une vidéo ou d'une animation. Nous relèverons les moments où les élèves retournent par exemple à la consigne en vue d'identifier le problème, à la vidéo d'une expérience pour élaborer de nouvelles stratégies de résolution.

La navigation séquentielle (de page-écran à page-écran). Nous aurons l'occasion de pointer les besoins des élèves tels que : retourner lire une définition, actionner à nouveau une simulation.

L'utilisation de ressources (onglet Aide par exemple). Nous observerons ce qui peut déclencher cet appel et comment ces ressources visualisées sont réinvesties par les élèves.



Graphique 2 : Graphique permettant de suivre l'évolution des connaissances des élèves interagissant avec le milieu 'informatique'

Chapitre 7011 Analyse *a priori* des 4 séquences de TP

L'objet de ce chapitre est de décrire l'activité possible des élèves (en dyade) lors de la réalisation des différentes tâches contenues dans les cinq séquences de TP (les analyses *a priori* du TP2 au TP4 se situe dans l'annexe C). Il s'agit ici de répondre *a priori* à notre problématique : 'Quelle est l'influence de l'organisation des contenus de savoir sur le fonctionnement des élèves ?'. Une telle analyse donne lieu ensuite à étudier l'écart entre l'activité effective des élèves en situation d'enseignement à celle que nous avons prévu (Chapitre 9 et 10).

L'analyse *a priori* se déroule en deux étapes. La première consiste en une présentation succincte des différentes tâches selon leurs objectifs. La seconde étape est une description de chacune des tâches des points de vue de :

l'organisation des savoirs et des éléments de la situation : cela consiste à détailler la page-écran selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques, les ressources disponibles, le système de validation et les autres d'autres éléments (catégorie 'divers').

l'activité possible des élèves en dyade : cela réside en l'étude des stratégies, des réponses possibles et des actions des élèves en relation avec le contenu présenté lors de la réalisation de la tâche. Nous considérons *a priori* que les élèves parlent en réalisant les tâches. Nous utiliserons parfois des observations d'élèves de classe de Seconde réalisant les TP SOC dans les lycées de St Genis et de Givors.

Remarque

Sur l'ensemble des tâches, la ressource interne (le mini-dictionnaire) et les ressources externes (la bibliothèque, la salle de cours, la salle d'expériences libres, la salle d'exercices) sont constamment présentes. De ce fait, nous détaillerons essentiellement les ressources internes suivantes : l'onglet Aide, et les escamots.

I011. Analyse *a priori* du TP0 : Exercice d'introduction

Cette première séquence a pour objectifs :

d'introduire le modèle de la chaîne sonore,

de faire fonctionner ce modèle à partir de quatre situations issues de la vie quotidienne,

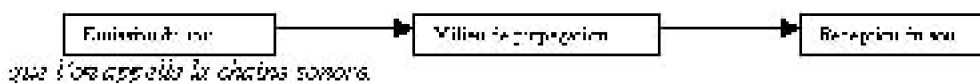
d'initier et familiariser les élèves avec le logiciel : découverte des différentes icônes et de la navigation, nouvelles manières de réaliser une séance de TP.

Cette séquence comporte cinq pages-écrans. La première, qui introduit le modèle de la chaîne sonore, est suivie de quatre pages contenant chacune un exercice. Dans ce qui suit, nous décrivons les pages-écrans du modèle de la chaîne sonore et celles des quatre exercices.

I.1011Tâche 1 : Introduction

I.1.1011 Enoncé

"Le son se propage d'une source de son vers un récepteur à travers un milieu de propagation, c'est ce



que l'on appelle la chaîne sonore.

Les éléments de la chaîne sonore

Chaque fois que l'on entend un son, on peut préciser les éléments de la chaîne sonore."

Cette page-écran introduit le modèle de la chaîne sonore afin de donner un outil théorique aux élèves pour repérer les différents 'lieux' où va 'vivre' le son dès son émission. A partir de ce modèle, les élèves auront à décrire et parfois à interpréter les différentes situations expérimentales et/ou de la vie quotidienne lors des séquences de TP suivantes.

I.1.2011 Éléments de la situation

I.1.2.1011 L'organisation de la page-écran

Le Tableau 22 présente les différents niveaux de savoir et systèmes sémiotiques contenus dans la page-écran.

Tableau 22 : L'organisation de la page-écran 'Introduction'

Page-écran	
Niveau de savoir	Systèmes sémiotiques
Théorie-modèle	Représentation symbolique
	Langage naturel

Nous supposons que la présentation de la chaîne sonore à partir de deux systèmes sémiotiques, le langage naturel et la représentation symbolique, peut aider les élèves à se construire une représentation de la propagation du son. En effet, l'articulation entre ces deux systèmes peut favoriser l'appropriation du modèle chez l'élève.

I.1.3011 Activités des élèves

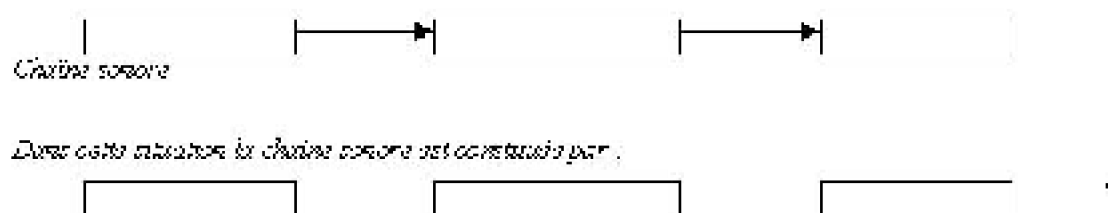
L'activité des élèves est limitée à la lecture du texte et à l'écoute du message oral de Fripini qui est censée les guider : *'tout d'abord lisez cette introduction, puis si vous êtes prêt à déterminer les éléments de la chaîne dans différentes situations alors, tournez la page'*.

I.2011Tâches 2, 3, 4, 5 : Exercices d'application

Les quatre tâches sont construites sur le même modèle.

I.2.1011 Enoncé

"Construire la chaîne sonore et déterminer ses constituants en déplaçant les éléments de la liste en dessous.



Nous souhaitons que les élèves appariant les éléments de la chaîne sonore (Théorie-modèle) avec ceux de la situation de la vie quotidienne (champ expérimental) afin de décrire les différents lieux où va vivre le son. Cet appariement conduit à articuler le niveau théorie-modèle avec celui du champ expérimental.

1.2.2011 Eléments de la situation

1.2.2.1011 La page-écran : support de l'activité

L'illustration de la demi-page-écran de droite présente une scène de la vie quotidienne. Suivant la page-écran on trouve : la chanteuse devant son public, le public applaudissant la chanteuse, l'indien penché sur les rails écoutant le son du train et le médecin auscultant son malade.

Nous supposons que l'objectivité des illustrations des diverses situations aident les élèves à se projeter dans la situation ce qui peut favoriser l'appariement entre les éléments de la situation et ceux de la chaîne sonore.

Le Tableau 23 donne les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques contenus dans la page-écran.

Tableau 23 : L'organisation de la page-écran 'La chanteuse'

Demi-page-écran de gauche		Demi-page-écran de droite	
Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques	Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
Théorie-modèle	Représentation symbolique et langage naturel	Champ expérimental	Image
Champ expérimental	Représentation symbolique et langage naturel		

1.2.2.2011 Le système d'évaluation

Le bouton de demande de validation de la réponse : l'évaluation de la réponse L'évaluation de la réponse conduit à deux feed-back :

–
un message écrit qui donne une appréciation de la réponse. Dans le cas où celle-ci est correcte, le message *'Vous avez bien construit la chaîne sonore. Cependant, il vous est conseillé de consulter la réponse du professeur pour en savoir plus'* incite les élèves à consulter la réponse du professeur. Sinon, le message retourné précise que *'La chaîne sonore est incomplète ou incorrecte'*.

–
un point lumineux qui indiquent au niveau de chacun des éléments à fournir, l'état de la réponse : un point vert si la réponse est exacte et un point rouge dans le cas contraire.

L'élève a la possibilité de demander la validation de sa réponse autant de fois qu'il le souhaite. L'inconvénient de ce fonctionnement est de donner la possibilité aux élèves de construire les chaînes par essais-erreurs ce qui peut détourner l'objectif premier que les élèves donnent sens au modèle de la chaîne sonore en l'appliquant aux situations proposées.

Le bouton réponse (du professeur) Ce bouton correspond à la réponse de l'enseignant. Elle est de couleur rouge et fournit la réponse attendue en langage naturel : *'Le son émis par les cordes vocales de la chanteuse se propage dans l'air et est reçu par les oreilles du public'*.

1.2.3011 Réalisation de la tâche et activités des élèves

1.2.3.1011 Réponses possibles

A partir de la liste de mots proposés, les élèves sont censés construire les deux chaînes demandées. Il sera intéressant d'observer les appariements réalisés par les élèves en particulier pour identifier le milieu de propagation. En effet, il a été remarqué³⁷ que s'il est assez aisé de désigner et de localiser l'émetteur et le récepteur (en particulier si on les voit), qui sont souvent associés à un objet, il est plus difficile d'identifier le milieu de propagation, illimité dans l'espace, et souvent composé de plusieurs objets. Par exemple dans le cas de la situation de la chanteuse, le milieu est composé d'un ensemble d'éléments visibles tels que la salle, le public, les chapeaux, les rideaux, etc. Il semble alors intéressant de relever comment l'illustration peut influencer le choix des élèves dans leurs appariements et comment, au cours des quatre applications, évolue l'idée qu'ils se font du milieu.

1.2.3.2011 Activités des élèves

Dans cette tâche les actions des élèves sont lire les textes et les mots, faire glisser et lâcher les mots sélectionnés dans les différentes cases composant les deux chaînes. La

³⁷ Voir TP SOC Environnement conceptuel du TP1 proposé aux enseignants (**annexe**).

Figure 25 présente selon les niveaux de savoir de l'énoncé ceux que les élèves sont censés utiliser et mettre en relation.

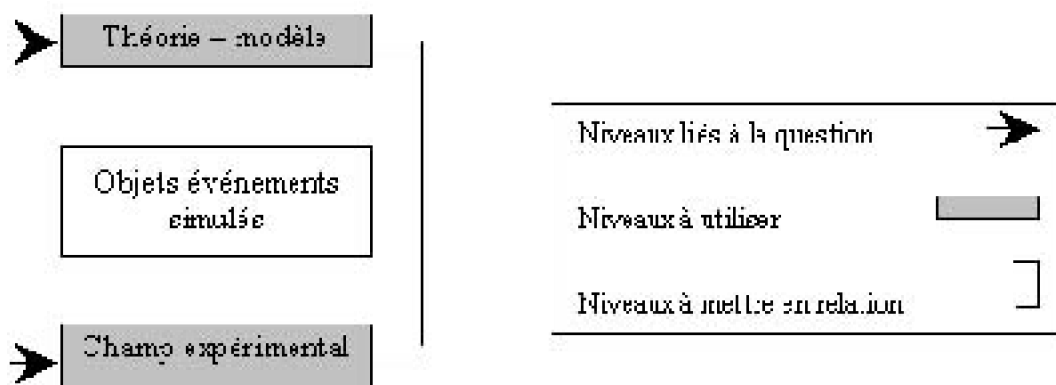


Figure 25 : Niveaux de savoir de l'énoncé, niveaux à utiliser et à mettre en relation

I.2.4011 Connaissances à mobiliser

Pour réaliser cette tâche, nous attendons que les élèves mobilisent le modèle de la chaîne sonore précédemment introduit.

II011. Analyse *a priori* du TP1

L'objectif de cette séquence est d'amener, dans un premier temps, les élèves à s'interroger sur le phénomène à l'origine du son puis, à décrire ce phénomène à partir des grandeurs physiques associées. Le Tableau 24 présente, d'après les TP SOC, la succession des tâches ainsi que les leurs objectifs.

Tableau 24 : Le découpage du TP1, les objectifs de ces différentes tâches et les compétences exigibles

	Découpage du TP1	Objectifs des tâches
Etude de différentes sources sonores : le diapason, la guitare, un tambourin, le haut-parleur, une lame de scie.	Tâche 1 'Activités expérimentales'	La source de son et son comportement : savoir que le son peut être produit par un solide dont une partie vibre.
Etude des grandeurs physiques de la vibration	Tâche 2 'Définition' de la fréquence et de l'amplitude	Introduction des grandeurs caractéristiques de la vibration et mesures quantitatives et qualitatives associées.
	Tâche 3 'Mesure de la fréquence'	
	Tâche 4 'Mesure de l'amplitude'	
	Tâche 5 'Test sur la fréquence et l'amplitude'	
Etude de la relation entre la perception sonore et les caractéristiques physiques de la vibration de la source sonore	Tâche 6 'Expérience'	Relation entre la vibration d'une partie de la source et la perception sonore associée (son aigu / grave et son fort / faible).
	Tâche 7 'Définition de la perception sonore aiguë/grave et fort/faible'	
	Tâche 8 'Test : lien entre la vibration et la perception sonore associée'	
Compétences exigibles ou en cours d'apprentissage (Bulletin officiel, 1992)	Un émetteur est une surface vibrante La fréquence est une caractéristique de la source Associer la notion de hauteur d'un son à la fréquence de celui-ci	

Rappel

Sur l'ensemble des tâches, la ressource interne (le mini-dictionnaire) et les ressources externes (la bibliothèque, la salle de cours, la salle d'expériences libres, la salle d'exercices) sont constamment présentes. De ce fait, nous détaillerons essentiellement les ressources internes suivantes : l'onglet Aide, et les escamots.

II.1011L'activité expérimentale et ses quatre tâches

Cette séquence débute par une activité expérimentale dont les principaux objectifs sont de rendre conscient les élèves du lien entre le phénomène qu'ils perçoivent, le son, et le phénomène physique (parfois visible) qui lui est associé, puis de les amener à donner sens au terme vibration, terme identifié comme 'cache misère'³⁸, enfin d'introduire la vibration en tant que phénomène commun à l'ensemble des sources de son. De ce fait, cette activité expérimentale se décompose en cinq tâches, chacune correspondant à une page-écran :

³⁸ 'Quel que soit l'âge des sujets, il semble que pour certaines situations, le terme de vibration soit invoqué (même avant enseignement) sans définition précise (...), ce qui était déjà le cas pour les enfants'. (Vince, 2000, p. 87)

la première, intitulée 'Activité expérimentale', correspond au point de départ de l'activité expérimentale puisque d'une part elle fixe la problématique et d'autre part, elle fournit l'accès aux diverses expériences que les élèves vont observer et décrire ;

les trois pages-écrans suivantes scandent la démarche de l'élève : elles donnent lieu à l'observation de l'expérience, à la détermination de la source de son et enfin à la description de l'événement observé. Ainsi, elles sont intitulées 'Observation', 'Détermination' et 'Description' ;

la dernière renvoie à l'objectif de cette 'activité expérimentale' qui est d'amener les élèves à déterminer le phénomène commun à l'ensemble des sources de son : elle s'intitule 'Conclusion'.

II.1.1011 T1 : 'Activités expérimentales '

II.1.1.1011 Enoncé

'Nous vous proposons, de réaliser différentes expériences proposées dans la page ci-contre (un minimum de trois). Lorsque vous serez prêt, cliquez sur Conclusion pour répondre à la question : Y a-t-il un comportement commun à l'ensemble de ces sources de son ?

Dans chacune des expériences ci-contre vous allez :

Déterminer la source de son. 1.

Observer et décrire le comportement de la source de son.' 2.

Cette page est le passage obligé avant de sélectionner une expérience ou une nouvelle expérience. L'objectif et la présentation globale de la tâche sont introduits sous forme écrite et orale. L'énoncé oral rappelle aux élèves qu'ils sont censés réaliser au moins trois expériences ce qui est l'une des conditions pour qu'ils puissent alors identifier le phénomène commun à un ensemble de sources de son. Les élèves peuvent choisir parmi sept expériences utilisant une instrumentation variée et présentées à parti de vidéos, animations et images :

instruments de musique : diapason, tambourin, guitare,

appareillage électrique : haut-parleur alimenté par un générateur basse fréquence,

divers : ballon, lame de scie, cordes vocales.

Nous faisons l'hypothèse que, ce choix varié d'expériences conduira les élèves à ne pas restreindre leur interprétation aux événements liés à la source sonore étudiée, mais à l'appliquer à l'ensemble des sources qui se rencontrent dans l'environnement quotidien (un instrument de musique, un claquement de porte, etc.) De plus, cette familiarité avec les situations peut les aider à identifier l'événement en jeu. Suite à la sélection de l'une des expériences, les élèves vont devoir réaliser les trois tâches que nous supposons initiatrices de l'apprentissage d'une certaine démarche 'scientifique' que les élèves rencontreront dans les autres séquences de TP. Cette première démarche semble relever de la démarche inductiviste, c'est-à-dire que l'observation est première et fournit les faits sur lesquels vont reposer les explications des élèves pour aboutir à une proposition générale. Nous présentons successivement chacune de ces pages-écrans à partir de l'expérience du haut-parleur.

II.1.2011 Tâche 1a : ' Observation de l'expérience'

II.1.2.1011 Enoncé

'Faisons varier la fréquence de la tension délivrée par le générateur. Observer le comportement des billes de polystyrène, lorsqu'elles sont placées sur la membrane du haut-parleur en fonctionnement.'

Nous précisons que toutes les pages-écrans sont sensiblement construites de la même manière.

L'énoncé spécifie à l'élève l'événement qu'il doit observer à partir de la vidéo. La vidéo fournit l'expérience à partir de laquelle les élèves observent, si possible, deux événements : le son émis par un objet matériel (instrument de musique, scie, ...) et le mouvement d'un autre objet en son contact (par exemple le rebond d'une balle en contact avec un diapason en vibration, le mouvement des cavaliers de papier sur la corde de la guitare lorsque celle-ci est pincée, etc.). L'objectif est ainsi de provoquer un questionnement chez l'élève. Les différentes expériences sont construites dans l'objectif d'amener les apprenants à identifier la cause et l'effet produit : il ne leur reste plus qu'à construire une explication de cette cause en identifiant l'agent causal. Cette forme d'explication ou de description est appelée 'explication causale' ou 'raisonnement causal linéaire' des élèves.

II.1.2.2011 Eléments de la situation

II.1.2.2.1011 L'organisation de la page-écran

L'analyse de la page-écran selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques est présentée dans le Tableau 25.

Tableau 25 : L'organisation de la page-écran 'Observation'

Demi-page-écran de gauche		Demi-page-écran de droite	
Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques	Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
Champ expérimental	langage naturel	Champ expérimental	Représentation dynamique Image

II.1.2.2.2011 Les ressources

Les ressources internes Nous proposons une description du matériel utilisé lors de l'expérience.

Les ressources externes Pour certaines expériences, nous avons créé un lien vers la salle d'expérience libre, intitulé 'voir salle expérimentation (...)' qui présente une expérience à partir d'objets de la vie quotidienne et à sa description.

II.1.2.2.3011 Divers

Fripini, l'accompagnateur de l'élève précise la possibilité d'observer l'animation de l'expérience : *'N'oubliez pas de regarder l'animation en cliquant sur la tortue'*.

II.1.2.3011 Activités des élèves

Nous supposons que les actions des élèves se limitent à lire les textes et à observer la vidéo. Nous attendons à la mise en oeuvre de relations internes des sous-niveaux du niveau du champ expérimental (objets, événement mouvement, événement son).

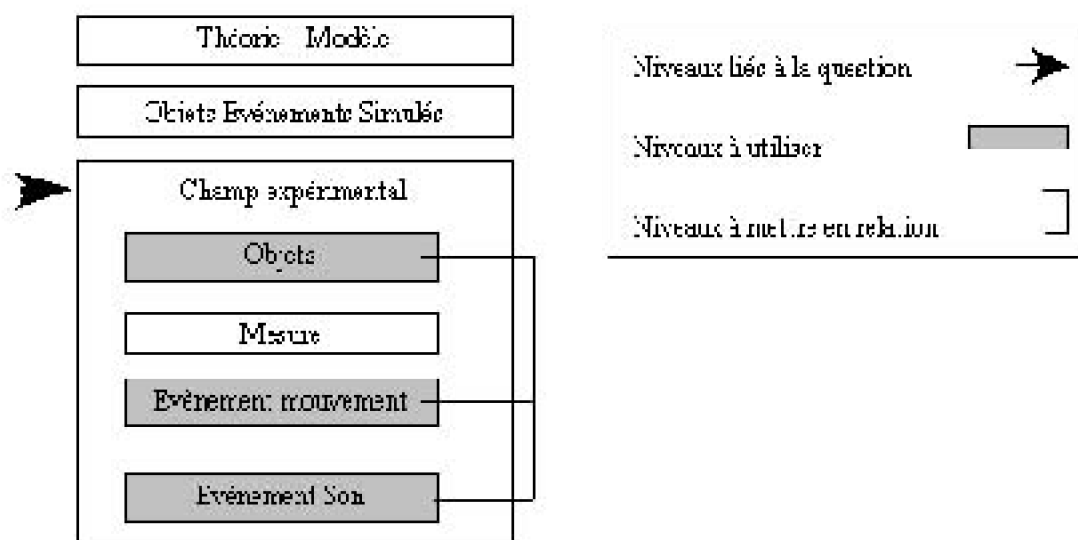


Figure 26 : Niveaux de savoir de l'énoncé, niveaux à utiliser et à mettre en relation

II.1.3011 Tâche 1b : ' Détermination de la source de son'

II.1.3.1011 Enoncé

'Déterminer la source de son en cliquant sur l'image.'

L'objectif de la consigne est d'amener les élèves à appairer la source de son à l'un des objets présents sur la photo de l'expérience (annexe B). Les élèves doivent déterminer les sources de sons suivantes : le diapason, la membrane du haut-parleur, la membrane du tambourin, la lame de scie, les cordes vocales, les cordes de la guitare, le col d'un ballon en plastique.

II.1.3.2011 Éléments de la situation**II.1.3.2.1011 L'organisation de la page-écran**

Le Tableau 26 présente l'analyse de la page-écran selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques.

Tableau 26 : L'organisation de la page-écran 'Détermination de la source de son'

Demi-page-écran de gauche		Demi-page-écran de droite	
Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques	Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
Théorie modèle	Langage naturel	Champ expérimental	Image

II.1.3.2.2011 Le système d'évaluation

A chaque sélection d'une zone active de l'image, un message est retourné. Dans le cas de l'expérience du haut-parleur les messages sont dans le Tableau 27 :

Tableau 27 : réponses proposées

Objet sélectionné	Message
Le haut-parleur	Oui, le haut-parleur est la source de son
Le générateur basse fréquence	Non, le générateur basse fréquence (GBF) est l'appareil qui envoie un signal électrique au haut-parleur. Le haut-parleur est la source du son qui convertit ce signal électrique en un signal sonore.
Les morceaux de polystyrène	Les morceaux de polystyrène permettent uniquement d'observer le mouvement de la membrane

Le principal défaut de ce feed-back est de favoriser la stratégie essai-erreur car d'une part il n'y a pas de système de demande de validation de la réponse et d'autre part le nombre de zones actives est limité.

II.1.3.2.3011 Divers

Nous retrouvons Fripini qui demande aux élèves d'éviter de cliquer sur l'image au hasard afin d'écartier une stratégie par tâtonnement : *'La réponse est donnée dès que vous cliquez sur l'image alors concentrez-vous avant de répondre'*.

II.1.3.3011 Réalisation de la tâche et activités des élèves

II.1.3.3.1011 Réponses possibles

Pour déterminer la source de son, les élèves sont censés appairer la source de son à l'un des objets de l'image. Pour cela, ils sont supposés construire la relation entre les niveaux théorie-modèle et champ expérimental. Toutefois, il est possible que les élèves rencontrent peu de difficulté pour résoudre cette tâche puisqu'elle est du même type que celle posée lors de la séquence 'introduction de la chaîne sonore'. Dans cette page-écran il sera intéressant de voir ce que les élèves identifient en tant que source. En effet, une des difficultés des élèves est de différencier l'actant, l'objet contribuant à produire un son, de la source elle-même qui émet le son. Par exemple, nous pourrions rencontrer le marteau du diapason, la main de l'expérimentateur, comme type de source de son.

II.1.3.3.2011 Activités des élèves

Les actions des élèves sont limitées à lire des textes et à cliquer sur l'image. Nous présentons schématiquement, à la suite de la présentation les niveaux de savoir liés à l'énoncé, les niveaux à utiliser lors de la résolution de la tâche et les niveaux à mettre en relation.

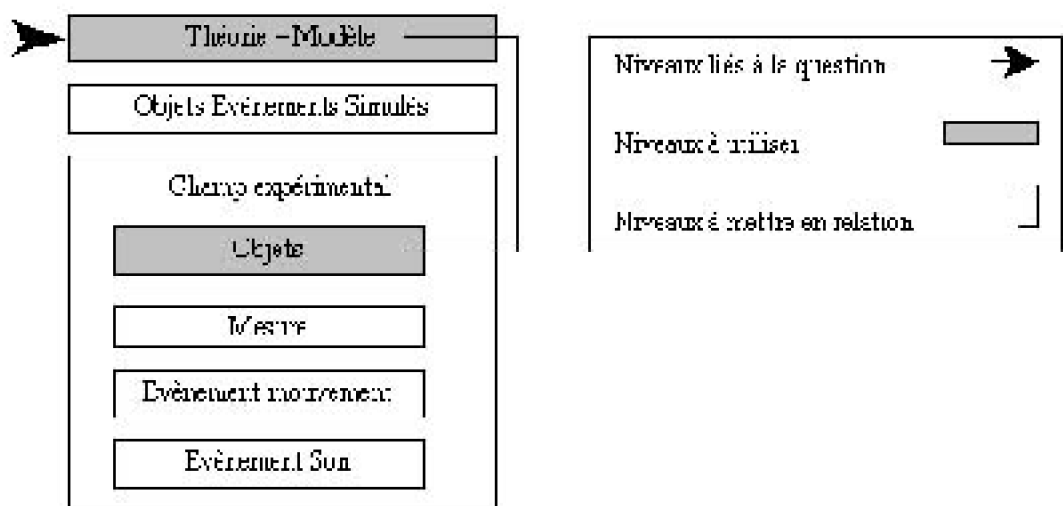


Figure 27 : Niveaux de savoir de l'énoncé, niveaux à utiliser et à mettre en relation

Figure 27 : Niveaux de savoir de l'énoncé, niveaux à utiliser et à mettre en relation

II.1.3.4011 Connaissances à mobiliser

Lors de l'élaboration de la réponse, nous souhaitons que les élèves se réfèrent au modèle de la chaîne sonore pour déterminer la source de son.

II.1.4011 Tâche 1c : 'Description de l'expérience'

II.1.4.1011 Enoncé

'Décrire le comportement de la source sonore à l'aide de la vidéo'

Après avoir observé l'expérience, puis déterminé la source de son, il est demandé aux élèves de décrire son comportement à partir de la vidéo de l'expérience (annexe B). Les élèves rédigent leur réponse dans un cadre préposé à cette fonction qui est situé en dessous de l'énoncé. Les élèves doivent décrire le comportement des sources de sons suivantes : le diapason, la membrane du haut-parleur, la membrane du tambourin, la lame de scie, les cordes vocales, les cordes de la guitare, le col d'un ballon en plastique.

II.1.4.2011 Éléments de la situation

II.1.4.2.1011 L'organisation de la page-écran

Cette page-écran divisée en deux répond aux contraintes d'organisation des contenus. L'analyse de la page-écran selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques est présentée dans le Tableau 28.

Tableau 28 : L'organisation de la page-écran 'Description'

Demi-page-écran de gauche		Demi-page-écran de droite	
Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques	Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
Champ expérimental	Langage naturel	Champ expérimental	Représentation dynamique Image

II.1.4.2.2011 Le système d'évaluation

Le bouton de demande de validation de la réponse

Suite à la rédaction de la réponse, la demande de validation conduit à un message général qui indique uniquement que la réponse est mémorisée afin d'être présentée ensuite lors de la tâche 'Conclusion'. Néanmoins, dans le cas où les élèves demanderaient de valider sans avoir rédigé la réponse, nous leur indiquons qu'ils n'ont rien saisi.

II.1.4.2.3011 Divers

Fripini rappelle l'objectif de la tâche et précise que cette dernière sera réutilisée lors de la conclusion : *'Il vous est demandé de décrire en quelques mots le comportement de la source. Attention vous utiliserez votre réponse lors de la conclusion'*.

II.1.4.3011 Réalisation de la tâche et activités des élèves

II.1.4.3.1011 Réponses possibles

Pour répondre à cette question, nous nous attendons à ce que les élèves mettent en jeu les événements perceptibles de la situation : les perceptions sonores et visuelles d'une vibration mise en évidence par le mouvement des morceaux de polystyrène bougeant au contact de la membrane du haut-parleur comme dans le cas de l'expérience du haut-parleur. Il sera intéressant d'observer l'évolution des explications au cours des trois expériences réalisées : c'est-à-dire à partir de quel moment les élèves mettent relation la vibration et la perception sonore.

Ainsi, nous nous attendons à la mise en oeuvre de relations internes des sous niveaux du champ expérimental. Par exemple à partir de l'expérience du diapason, nous proposons une réponse d'un groupe d'élève du lycée de Givors le 17/08/98 en séance de TP à partir des TP SOC :

Paul : 'On peut voir que quand on frappe le diapason avec la baguette et qu'on approche la boule du pendule jusqu'au contact et bien la boule vibre '

Cependant l'activité est tributaire de l'engagement des élèves dans la situation, c'est-à-dire qu'ils jouent le jeu.

II.1.4.3.2011 Activités des élèves

Les actions des élèves sont réduites à la lecture et à l'écriture. Le schéma suivant présente les niveaux de savoir de l'énoncé, les niveaux à utiliser pour résoudre la tâche et enfin les relations attendues.

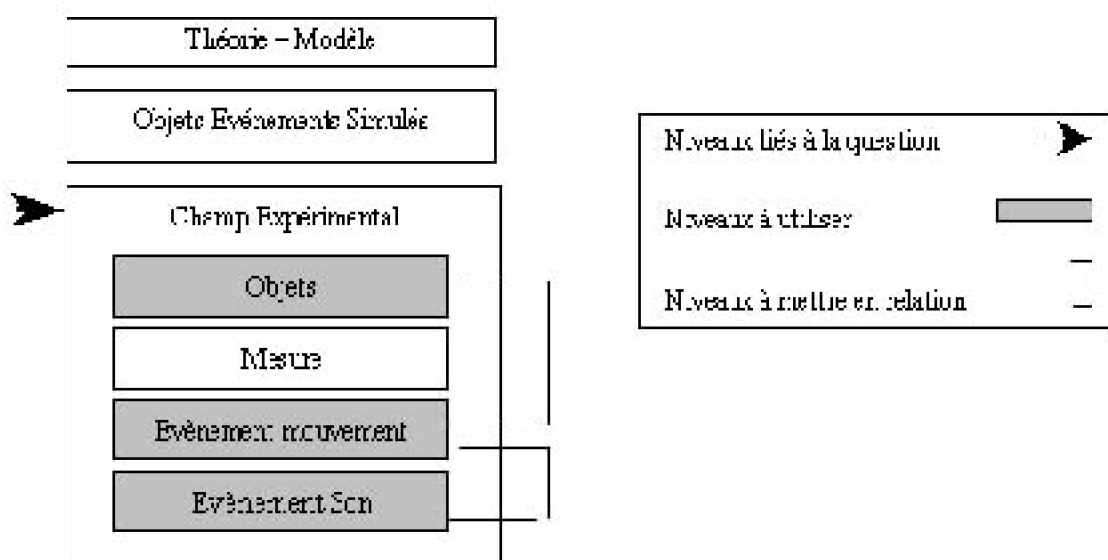


Figure 28 : Niveaux de savoir de l'énoncé, niveaux à utiliser et à mettre en relation

II.1.4.4011 Connaissances à mobiliser

Nous souhaitons que les élèves décrivent la vibration de la source de son dans les termes de 'mouvement', 'bouge', 'mouvement de va et vient' afin qu'ils construisent un sens du terme 'vibration'.

II.1.5011 Tâche 1d : 'Conclusion'

II.1.5.1011 Enoncé

'A ce stade êtes-vous en mesure d'indiquer le comportement commun à l'ensemble des sources de son étudiées.'

La question posée demande aux élèves de spécifier sous forme d'un texte rédigé le comportement commun à l'ensemble des sources de son qu'ils ont pu observer. Pour faciliter la construction de leur réponse, nous fournissons l'ensemble de leurs réponses. Cette dernière étape est censée favoriser chez les élèves :

- 1.
- Une confrontation de leurs différentes réponses afin de remarquer le lien entre le phénomène physique, la vibration, et la perception sonore.
- 2.
- Une généralisation de leurs réponses afin d'identifier d'un point de vue théorique, le phénomène associé à la perception sonore qui est le mouvement de va et vient de l'objet.

II.1.5.2011 Eléments de la situation

II.1.5.2.1011 L'organisation de la page-écran

L'organisation de la page-écran selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques est proposée dans le Tableau 29.

Tableau 29 : L'organisation de la page-écran 'Conclusion'

Demi-page-écran de gauche		Demi-page-écran de droite	
Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques	Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
	Langage naturel	Champ expérimental	Langage naturel

II.1.5.2.2011 Le système d'institutionnalisation

Le bouton demande de validation Suite à la rédaction de leur réponse, la demande de validation ne fournit pas une analyse de la réponse mais uniquement la réponse

attendue.

Le bouton réponse Ce bouton donne la réponse de l'enseignant qui définit par la même occasion la vibration : 'Chaque source de son possède une de ses parties qui vibre. Une vibration est un mouvement de va et vient plus ou moins rapide d'un objet déplacé de sa position de repos et qui y est ramené.'

II.1.5.3011 Réalisation de la tâche et activités des élèves

II.1.5.3.1011 Réponses possibles

Nous attendons que la réponse des élèves fasse le lien entre le mouvement de la source et le son perçu. Plus précisément, nous souhaitons que les élèves reconnaissent qu'un son est causé par le mouvement (appelé mouvement vibratoire) de la source ou d'une partie de la source. Par conséquent, nous désirons qu'ils parviennent à prendre conscience que la vibration est le phénomène commun à l'ensemble des sources de son, ce qui conduit à articuler les niveaux théorie-modèle et champ expérimental.

Cependant, il est possible que les diverses expériences observées à partir des vidéos ne suffisent pas pour élaborer cette interprétation. Ainsi, nous serons à même d'observer si le matériel expérimental mis à la disposition de certains groupes peut influencer l'articulation entre la vibration de l'objet matériel et le son perçu.

II.1.5.3.2011 Activités des élèves

Les actions des élèves se limitent à la lecture et à la rédaction de la réponse. La Figure 29 montre les niveaux de savoir de l'énoncé que l'élève peut utiliser et mettre en relation.

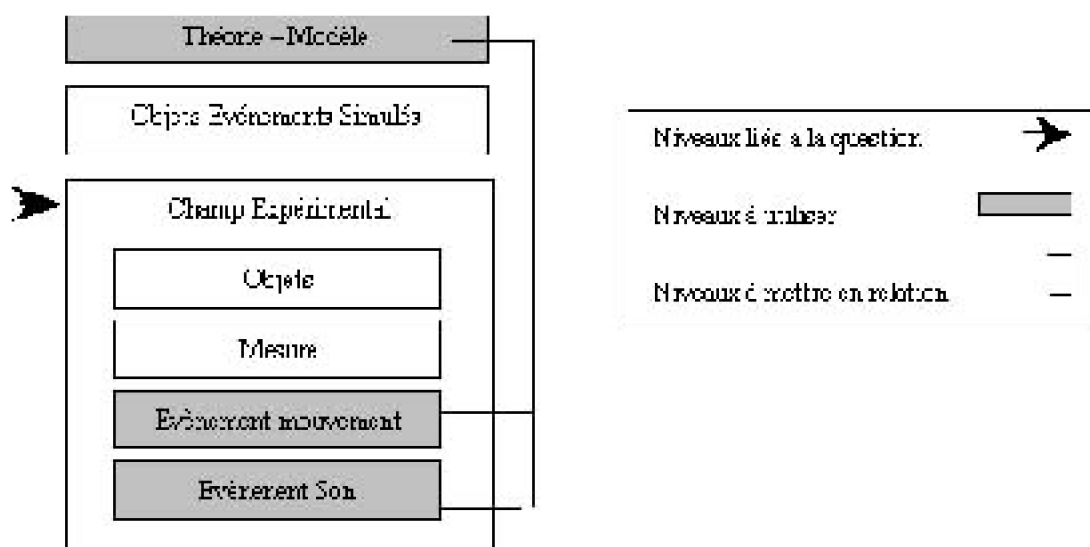


Figure 29 : Niveaux de savoir de l'énoncé, à utiliser et à mettre en relation

Figure 29 : Niveaux de savoir de l'énoncé, à utiliser et à mettre en relation

II.1.5.4011 Connaissances à mobiliser

Lors de la réalisation de cette tâche, nous attendons que les élèves mobilisent des connaissances relatives à la vibration et parviennent à savoir qu'une source de son possède (ou une de ses parties) vibre.

II.2011 Les grandeurs caractéristiques de la vibration

II.2.1011 Tâche 2 : Définitions de la fréquence et de l'amplitude

II.2.1.1011 Énoncé

'La fréquence de vibration : C'est le nombre d'allers-retours effectués en une seconde par la partie vibrante de la source de son.'

'L'amplitude de vibration : Le même nombre d'allers-retours en une seconde peut se faire avec un déplacement plus ou moins grand de la partie vibrante. Ce déplacement caractérise l'amplitude de la vibration.'

L'activité expérimentale précédente a permis d'une part d'introduire la vibration en tant que phénomène commun à l'ensemble des sources sonores et d'autre part de la définir comme mouvement de va et vient (ou aller-retour) plus ou moins rapide d'un objet déplacé de sa position de repos et qui y est ramené. Dans cette tâche, la vibration est modélisée en termes de fréquence et d'amplitude pour amener les élèves à prendre conscience que la vibration peut être différente selon ses caractéristiques physiques mesurables et quantifiables.

Les animations, que l'utilisateur sélectionne successivement à partir des onglets 'fréquence' et 'amplitude', illustrent les définitions de la fréquence et de l'amplitude proposée. Les deux animations associées à la fréquence sont constituées d'un haut-parleur et d'une lampe. A chaque aller-retour de la membrane du haut-parleur la lampe s'allume. Pour deux fréquences (1 Hz et 0.5 Hz), l'élève peut ainsi comparer les mouvements des membranes. Dans le cas de l'amplitude, une règle graduée indique le déplacement plus ou moins grand de la partie vibrante de la source.

La présentation, dans deux demi-pages-écrans distinctes, des définitions de la fréquence et de l'amplitude et de leurs animations associées a pour but que les élèves :

réalisent un possible traitement en langage naturel, ce qui peut correspondre, par exemple, à donner du sens à la définition en la reformulant ;

effectuent une conversion d'un système sémiotique en un autre tel que la transformation de la définition de la fréquence en une formule ($F = \text{nombre d'allers-retours} / \text{durée de comptage de ce nombre d'allers-retours}$) ou à la simulation ce qui conduit à les articuler.

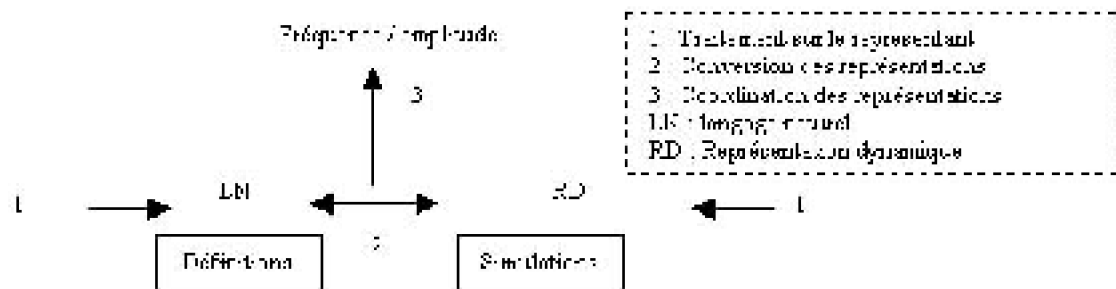


Figure 30 : L'activité sémiotique possible à partir de la tâche 2

II.2.1.2011 Éléments de la situation

II.2.1.2.1011 L'organisation de la page-écran

La page-écran est scindée en deux parties dissociant les deux systèmes sémiotiques et permettant de donner deux représentants de la fréquence et de l'amplitude de vibration. Nous pouvons décrire l'organisation de la page-écran selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques

Tableau 30 : L'organisation de la page-écran 'définition'

Demi-page-écran de gauche		Demi-page-écran de droite	
Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques	Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
Théorie-modèle	Langage naturel	Objets événements simulés	Représentation dynamique
Champ expérimental	Langage naturel	Théorie-modèle	Représentation symbolique
Relation entre la théorie-modèle et le champ expérimental	Langage naturel		

II.2.1.2.2011 Les ressources

Les ressources internes et externes

Les ressources internes à la page-écran sont les escamots associés aux termes allers-retours et exemples de parties vibrantes et le mini-dictionnaire.

II.2.1.2.3011 Divers

L'onglet Fripini fournit de brèves explications à propos des deux animations.

II.2.1.3011 Activités des élèves

Les actions des élèves se limitent à la lecture des définitions, à l'observation des animations.

II.2.2011 Tâche 3 : Mesure de la fréquence

II.2.2.1011 Enoncé

'A l'aide du chronomètre, compter le nombre d'allers-retours effectués par la membrane du haut-parleur pendant un temps t (10 secondes par exemple). Puis donner la valeur de la fréquence de vibration.

Mesure 1 : la fréquence est fixée par l'ordinateur.

Mesure 2 : vous fixez vous-mêmes la fréquence à l'aide du bouton.'

L'objectif de cette tâche est d'amener les élèves à réinvestir le modèle de la fréquence présentée dans la tâche précédente en effectuant une mesure. La première étape de la consigne vise à dénombrer le nombre d'allers-retours effectué par la membrane en un temps t à partir de l'animation (ou simulation). La seconde étape demande de déterminer la valeur de la fréquence.

II.2.2.2011 Éléments de la situation

II.2.2.2.1011 L'organisation de la page-écran

L'organisation de la page-écran selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques est proposée dans le Tableau 31.

Tableau 31 : Organisation de la page-écran 'Mesure de la fréquence'

Demi-page-écran de gauche		Demi-page-écran de droite	
Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques	Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
Théorie-modèle	Langage naturel	Théorie-modèle	Représentation symbolique
Objets événements simulés	Langage naturel	Objets événements simulés	Représentation dynamique

II.2.2.2.2011 Les ressources

Ressources internes

D'abord deux escamots sont placés sur les termes fréquence et aller-retour. Ensuite, un onglet Aide donne un ensemble d'informations de natures différentes (représentations et niveaux de savoir) à propos de la fréquence (une définition, une animation, une formule) et de l'aller-retour (une définition, une animation). Le Tableau 32 donne un descriptif de ces informations selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques.

Tableau 32 : Analyse des informations de l'onglet Aide selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques

Intitulé de l'information présente dans l'onglet Aide	Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
La fréquence de vibration		
Définition	Relation entre la théorie-modèle et le champ expérimental	Langage naturel
Animation	Objets événements simulés	Représentation dynamique
Formule	Théorie-modèle	Représentation symbolique
Aller-retour		
Définition	Champ expérimental	Langage naturel
Animation	Champ expérimental	Représentation dynamique

II.2.2.2.3011 Le système d'évaluation

Le bouton de demande de validation de la réponse : l'évaluation de la réponse

Suite à la proposition d'une réponse, la demande de validation peut conduire à deux messages : dans la cas où cette dernière est exacte, le message renvoyé est simple et encourage l'élève : *'Très bien !!! Vous avez réussi'*. Inversement, lorsque la réponse est inexacte, le message retourné précise l'état de la réponse et incite l'élève à utiliser l'une des ressources avant de proposer une nouvelle réponse *'Attention !!! La fréquence saisie est incorrecte. Il est conseillé de consulter l'aide proposée puis de faire à nouveau la mesure'*. A aucun moment nous ne limitons le nombre de demandes de validation.

II.2.2.2.4011 Divers

A partir de deux images de Fripini, nous proposons une information qui se réfère au niveau de la théorie-modèle : *'l'amplitude reste constante'* afin de souligner que la fréquence et l'amplitude ne dépendent pas l'une de l'autre, puis une phrase supposée inciter à l'utilisation de l'onglet Aide³⁹ *'Une aide est à votre disposition n'hésitez pas cliquez dessus'* et enfin un conseil d'utilisation du chronomètre élément premier de la mesure *'cliquez sur le chronomètre pour démarrer la mesure puis recliquez pour l'arrêter'*.

II.2.2.3011 Réalisation de la tâche et activités des élèves

II.2.2.3.1011 Réponse des élèves

Nous attendons que les élèves suivent les deux étapes proposées par l'énoncé et utilisent la définition de la fréquence. La première consiste à compter, à l'aide du chronomètre, le nombre d'allers-retours effectués par la membrane durant un temps donné. La bonne marche de cette étape dépendra de la connaissance mobilisée à propos de l'aller-retour : un aller-retour correspond au déplacement réalisé pour aller à un endroit et en revenir. Cependant, certains élèves pourront considérer qu'un aller-retour correspond à compter un à chaque aller et chaque retour. La seconde étape consiste à déterminer la fréquence

³⁹ Nous précisons que c'est la première fois que les élèves rencontrent ce type de ressource.

de vibration ce qui nécessite de mettre en relation le résultat de la mesure avec la définition de la fréquence. Cette étape consiste à construire la relation entre les niveaux des objets événements simulés (la mesure du nombre d'allers-retours) et de la théorie-modèle (la fréquence) et à mettre en relation deux systèmes sémiotiques : le langage naturel (définition de la fréquence) et la représentation symbolique (le nombre d'allers-retours comptés durant un temps t). Ceci conduira les élèves à construire la fraction permettant de calculer la fréquence (F) qui correspond au rapport du nombre d'allers-retours comptés (NbrAR) divisé par la durée (t) (du type $F = \text{NbrAR}/t$).

Il est aussi possible de déterminer la fréquence de vibration à partir de la formule : $F = 1/T$ (T la période) relative au niveau de la théorie-modèle. Dans la figure ci-dessous, nous décrivons schématiquement la manière dont les différentes représentations devront être mises en oeuvre par les élèves. Nous retraçons les deux étapes présentées ci-dessus.

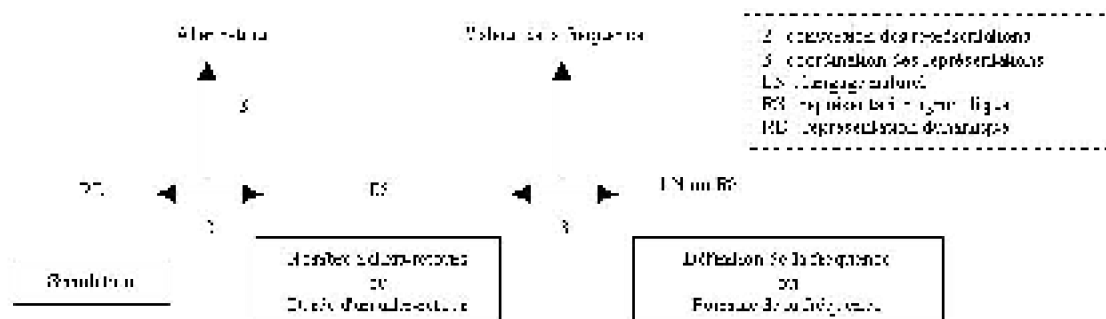


Figure 31 : Activité sémiotique possible durant la tâche 3

Néanmoins, il est possible que nous rencontrons la réponse suivante : la fréquence est égale au nombre d'allers-retours réalisés par la partie vibrante de la source. La réponse se situe au niveau des objets et des événements simulés ;

A cette première mesure fait suite à une nouvelle mesure intitulée 'Mesure 2' à partir de laquelle il est possible de choisir la fréquence de vibration à mesurer (elle n'est plus imposée par le logiciel). Pour cela, la sélection de l'onglet 'mesure 2' fait apparaître une nouvelle simulation qui permet de faire varier la fréquence à l'aide d'un bouton. L'intérêt de cette nouvelle tâche est d'amener les élèves à :

- prendre conscience qu'il est possible de mesurer la fréquence de vibration uniquement en observant le mouvement de va et vient de la membrane (pour des fréquences inférieures à 4 Hz),

- observer que la fréquence est une grandeur caractéristique de la vibration,

- relier la fréquence à la perception sonore.

II.2.2.3.2011 Activités des élèves

Les actions des élèves peuvent se résumer de la façon suivante : lire les textes, actionner la simulation et taper du texte. La figure suivante présente schématiquement les niveaux de savoir de l'énoncé, les niveaux à utiliser pour résoudre la tâche et enfin les relations attendues.

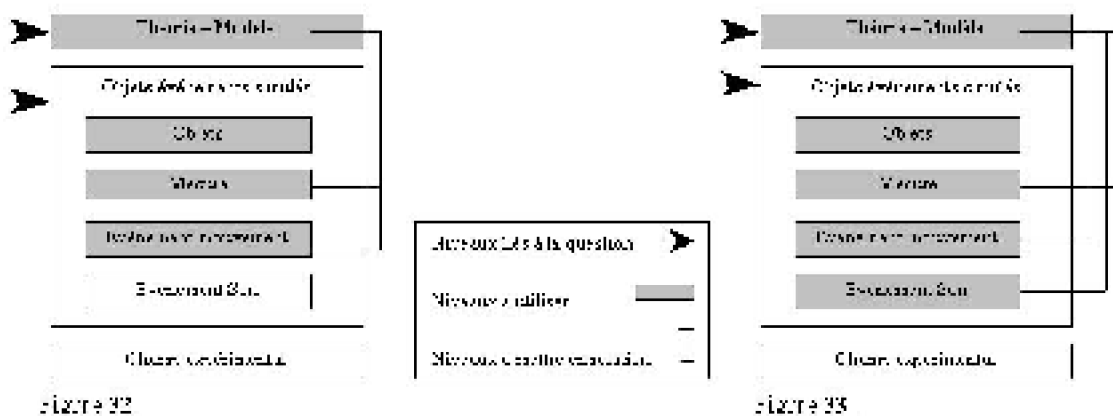


Figure 32 : Niveaux de savoir de l'énoncé, niveaux à utiliser et à mettre en relation lors de la mesure 1 Figure 33 : Niveaux de savoir de l'énoncé, niveaux à utiliser et à mettre en relation lors de la mesure 2

II.2.2.4011 Connaissances à mobiliser

Lors de la réalisation de cette tâche, nous nous attendons à ce que les élèves mettent en oeuvre les connaissances relatives aux allers-retours et aux définition ou formule de la fréquence.

II.2.3011 Tâche 4 : Mesure de l'amplitude

II.2.3.1011 Enoncé

'Mesurer la valeur de l'amplitude de la vibration de la membrane du haut-parleur à l'aide de la règle (graduée en millimètre) dans le cas ou :

Mesure : l'ordinateur impose différentes valeurs de l'amplitude.'

Nous souhaitons amener les élèves à donner un sens physique à l'amplitude. On voit ici l'importance de la simulation pour permettre une telle tâche difficilement réalisable à partir du matériel proposé en classe.

II.2.3.2011 Eléments de la situation

II.2.3.2.1011 L'organisation de la page-écran

Le Tableau 33 présente l'organisation de la page-écran selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques.

Tableau 33 : Organisation de la page-écran 'Mesure de l'amplitude'

Demi-page-écran de gauche		Demi-page-écran de droite	
Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques	Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
Théorie-modèle	Langage naturel	Théorie-modèle	Représentation symbolique
Objets événements simulés	Langage naturel	Objets événements simulés	Représentation dynamique

II.2.3.2.2011 Les ressources

Ressources internes

Comme dans le cas de la mesure de la fréquence, nous proposons deux sortes de ressources internes :

deux escamots qui sont placés sur les termes amplitude et vibration,

un onglet Aide donnant un ensemble d'informations de natures différentes sur l'amplitude (Tableau 34).

Tableau 34 : Analyse des informations de l'onglet Aide selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques

Intitulé de l'information de l'onglet Aide	Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
L'amplitude de vibration		
Définition	Relation entre théorie-modèle et champ expérimental	Langage naturel
Animation	Objets événements simulés	Représentation dynamique
Dessin	Relation entre théorie-modèle et champ expérimental	Représentation iconique

Comme la définition de l'amplitude a été introduite lors de la tâche 2, il nous semble que ces ressources seront utiles aux élèves.

II.2.3.2.3011 Le système d'évaluation

Le bouton de demande de validation de la réponse : l'évaluation de la réponse

Les messages retournés sont semblables à ceux de la tâche 3. Dans le cas où la réponse est inexacte, il est retourné '*Attention !!! L'amplitude saisie est incorrecte. Il est conseillé de consulter l'aide proposée puis de faire à nouveau la mesure*'. Inversement lorsqu'elle est exacte, le message est '*Très bien !!! Vous avez réussi*'.

A aucun moment nous ne limitons le nombre de demandes de validation.

II.2.3.2.4011 Divers

A nouveau, à partir de l'image de Fripini, nous donnons une information au niveau de la théorie-modèle qui précise que seule l'amplitude varie '*la fréquence de vibration est constante*' et nous incitons les élèves à utiliser l'onglet Aide en cas de besoin '*une aide est à votre disposition n'hésitez pas cliquer dessus*'.

II.2.3.3011 Réalisation de la tâche et activités des élèves

II.2.3.3.1011 Réponses possibles des élèves

Pour déterminer la valeur de l'amplitude à partir de la règle, les élèves sont censés compter le nombre de graduation correspondant à l'écart entre la position de repos de la partie vibrante et la position lorsque cette dernière a atteint son déplacement maximal. Pour cela, les élèves articulent le niveau des 'objets événements simulés' et le niveau de la théorie-modèle et mettent en relation les deux systèmes sémiotiques : la représentation dynamique (la simulation) et le langage naturel (la définition de l'amplitude).

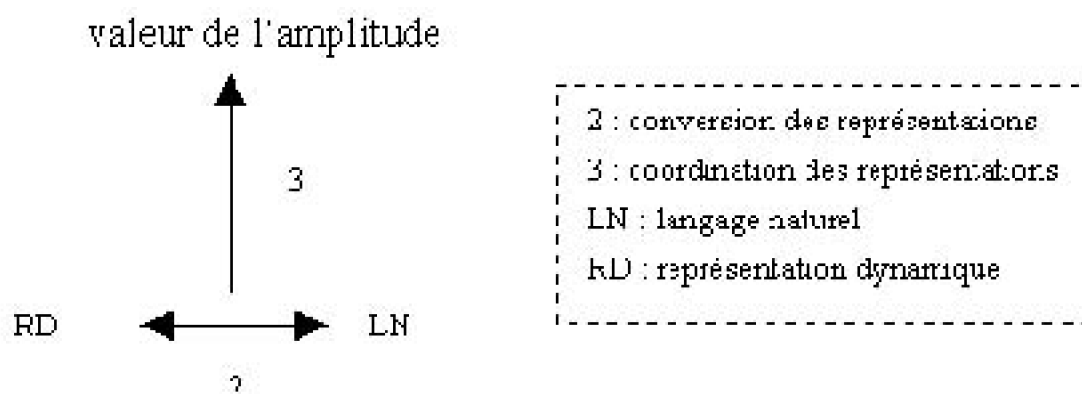


Figure 34 : Activité sémiotique possible durant la tâche 4

Cependant, pour certains élèves, la mesure de l'amplitude pourra correspondre à la distance parcourue par la membrane entre sa position minimale et sa position maximale c'est-à-dire à l'ensemble des graduations allumées du bas vers le haut. De plus, nous pouvons nous demander si le fait de lire sur la règle le déplacement effectué par la membrane du haut-parleur suffit à signifier que l'élève donne du sens à la grandeur amplitude.

II.2.3.3.2011 Activités des élèves

Les actions des élèves en lien avec le contenu de la page-écran sont réduites à lire les textes et à taper un chiffre. La figure suivante présente schématiquement les niveaux de savoir de l'énoncé, les niveaux à utiliser pour résoudre la tâche et enfin les relations attendues.

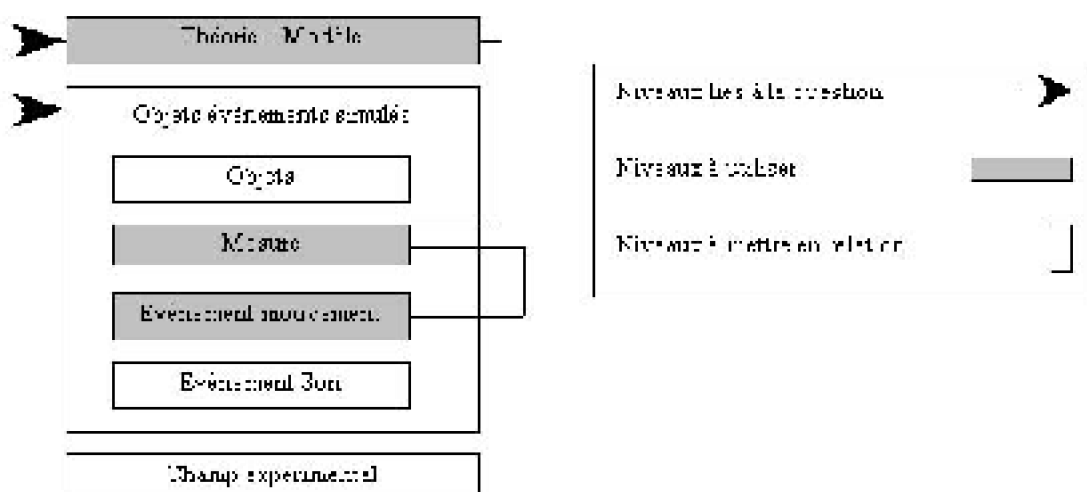


Figure 35 : Niveaux de savoir de l'énoncé, niveaux à utiliser et à mettre en relation

II.2.3.4011 Connaissances à mobiliser

Les connaissances mises en oeuvre durant cette tâche sont relatives aux positions de repos et maximales de la partie vibrante de la source, à la définition de l'amplitude.

II.2.4011 Tâche 5 : Test (Amplitude – Fréquence)

II.2.4.1011 Enoncé

'Il vous est demandé de déterminer quelles caractéristiques de la vibration ont changé pour le haut-parleur à étudier par rapport à celui de référence.'

Cette tâche a pour objectif que les élèves réinvestissent le sens de la fréquence et de l'amplitude qu'ils sont peut être en train de construire et qu'ils distinguent ces deux grandeurs et observent qu'elles ne sont pas dépendantes : ce n'est pas parce que la membrane se déplace 'plus vite' qu'elle monte et descend davantage. C'est un « test d'application » qui conduit à une mesure qualitative de ces deux grandeurs.

II.2.4.2011 Éléments de la situation

II.2.4.2.1011 L'organisation de la page-écran

Le Tableau 35 présente l'organisation de la page-écran selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques.

Tableau 35 : Organisation de la page-écran 'Test'

Demi-page-écran de gauche		Demi-page-écran de droite	
Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques	Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
Théorie-modèle	Langage naturel	Théorie-modèle	Langage naturel
Objets événements simulés	Langage naturel	Objets événements simulés	Représentation dynamique

II.2.4.2.2011 Les ressources

Les ressources internes

Les ressources internes dans cette tâche se limitent au mini-dictionnaire et à l'onglet Aide dont les informations proposées sont réunies dans le Tableau 36. L'aide reprend l'ensemble des définitions des tâches précédentes. Nous ne proposons pas d'escamots qui sont des liens d'accès facile afin de pouvoir observer si les élèves vont d'eux-mêmes rechercher l'information dont ils peuvent avoir besoin pour continuer à construire les deux grandeurs en jeu.

Tableau 36 : Analyse des informations de l'onglet Aide selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques

Intitulé de l'information présente dans l'onglet Aide	Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
La fréquence de vibration		
Définition	Relation entre la théorie-modèle et le champ expérimental	Langage naturel
Animation	Objets événements simulés	Représentation dynamique
Formule	Théorie-modèle	Représentation symbolique
Aller-retour		
Définition	Champ expérimental	Langage naturel
Animation	Champ expérimental	Représentation dynamique
Amplitude		
Définition	Relation entre la théorie-modèle et le champ expérimental	Langage naturel
Animation	Objets événements simulés	Représentation dynamique
Dessin	Relation entre la théorie-modèle et le champ expérimental	Représentation iconique

II.2.4.2.3011 Le système d'évaluation

Il est proposé successivement six animations qui nécessitent à chaque fois une demande de validation de la part des élèves et dont le message retourné est un point coloré : vert pour une réponse exacte, rouge pour une réponse inexacte. Au sixième essai, le système

informatique renvoie suivant les cas un message qui demande :

de recommencer le test '*Le nombre de bonnes réponses est insuffisant. Il est conseillé de consulter l'aide puis de faire à nouveau le test*',

de poursuivre la séquence '*Vous avez eu au moins cinq bonnes réponses sur six : c'est très bien. Vous pouvez soit refaire cette activité soit continuer le TP*'.

II.2.4.2.4011 Divers

A partir des deux messages de Fripini (image et onglet Aide), nous indiquons l'objectif de la tâche et nous donnons les conseils pour utiliser la simulation.

II.2.4.3011 Réalisation de la tâche et activités des élèves

II.2.4.3.1011 Réponses des élèves

Pour effectuer cette activité les élèves sont censés mettre en oeuvre le niveau de la théorie-modèle associé aux grandeurs fréquence et amplitude, le niveau des 'objets événements simulés pour décrire le mouvement de chacune des simulations, enfin d'articuler ces deux niveaux pour mettre en relation le mouvement observé avec la grandeur en jeu et cocher l'une des réponses proposées. La Figure 36 ci-dessous présente l'activité sémiotique possible des élèves.

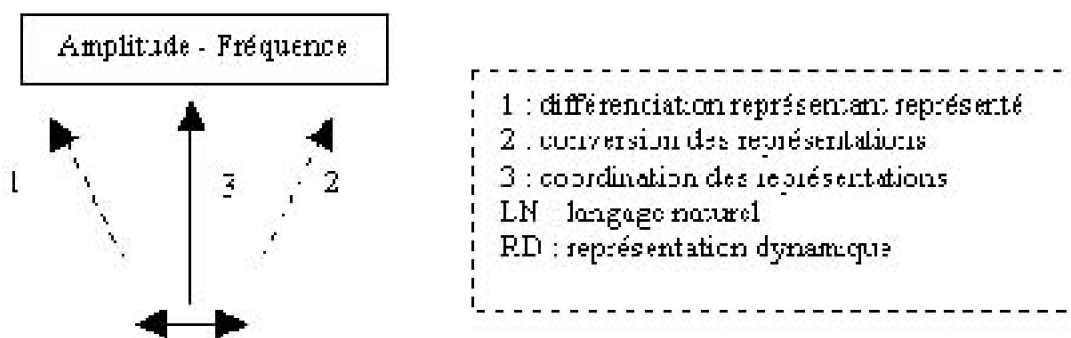


Figure 36 : Activité sémiotique possible durant la tâche 5

Il sera intéressant d'observer si dans les stratégies des élèves nous retrouvons la stratégie de mesure pour vérifier ou valider leur réponse. Elle montrerait la validité de telles activités dans la construction du sens physique de ces grandeurs. L'une des difficultés des élèves serait de ne pas différencier les deux grandeurs ou de les mélanger.

II.2.4.3.2011 Activités des élèves

Les actions des élèves se réduisent à lire l'énoncé, les propositions, à cocher une case, à observer les animations. La figure suivante présente schématiquement les niveaux de savoir de l'énoncé, les niveaux à utiliser pour résoudre la tâche et enfin les relations

attendues.

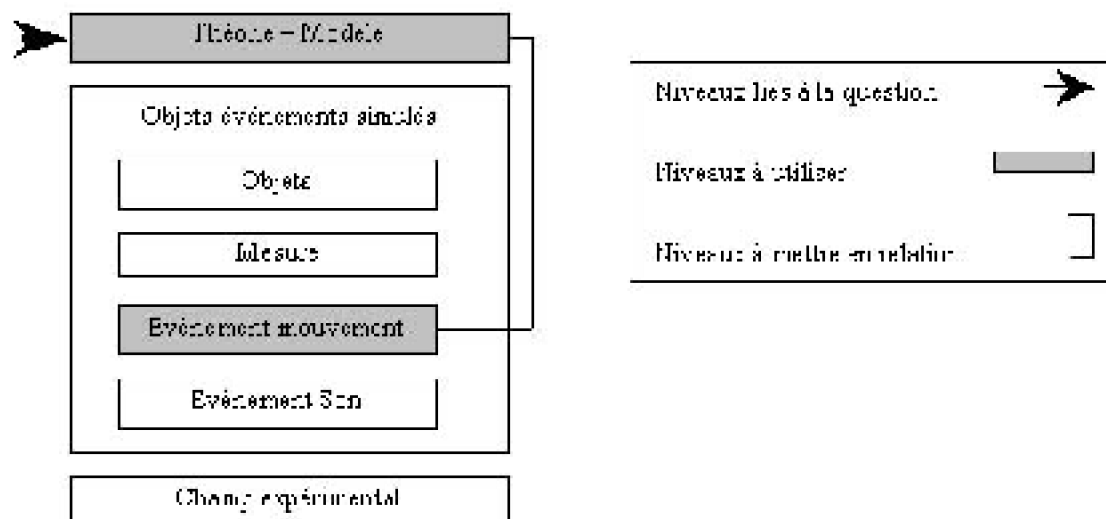


Figure 37 : Niveaux de savoir de l'énoncé, niveaux à utiliser et à mettre en relation

II.2.4.4011 Connaissances à mobiliser

Les connaissances à mettre en oeuvre durant cette tâche sont relatives à la définition de la fréquence et de l'amplitude.

II.3011 Etude de la relation entre la perception sonore et les grandeurs caractéristiques de la vibration

II.3.1011 Tâche 6 : Expérience

II.3.1.1011 Enoncé

'En modifiant les valeurs de la fréquence de l'amplitude à votre guise, faites varier le mouvement de la membrane du haut-parleur.

Que voyez-vous et qu'entendez-vous :

Entre 0 et 3 Hz et pour diverses amplitudes.

Entre 5 Hz et 20 Hz et pour diverses amplitudes.

Au-delà de 30 Hz et pour diverses amplitudes.'

L'objectif de cette tâche est d'amener les élèves à construire, au travers d'une expérience 'simulée', une première relation entre les caractéristiques de la vibration (la fréquence et l'amplitude) et la diversité des phénomènes sonores et mécaniques associés. Ainsi les élèves peuvent prendre conscience que la perception sonore (que les trois tâches précédentes ne mettaient pas en jeu) dépend en partie des caractéristiques de la vibration. De ce fait, cette tâche permet de relier le champ de la mécanique aux phénomènes sonores. Ainsi, nous supposons que les élèves vont, tout en explorant la simulation par le biais des boutons 'réglage de la fréquence' et 'réglage de l'amplitude',

élaborer les relations attendues.

II.3.1.2011 Éléments de la situation

II.3.1.2.1011 L'organisation de la page-écran

Le Tableau 37 présente l'organisation de la page-écran selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques.

Tableau 37 : Organisation de la page-écran 'Expérience'

Demi-page-écran de gauche		Demi-page-écran de droite	
Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques	Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
Théorie-modèle	Langage naturel	Théorie-modèle	Représentation symbolique
Objets événements simulés	Langage naturel	Relation théorie-modèle et objets événements simulés	Langage naturel
		Objets événements simulés	Représentation dynamique

II.3.1.2.2011 Les ressources

Les ressources internes

Dans cette tâche, les ressources internes sont réduites au mini-dictionnaire et à deux escamots sur les termes fréquence et amplitude.

II.3.1.2.3011 Le système d'évaluation

Nous supposons que cette tâche est une phase exploratoire pour amorcer la modélisation de la perception sonore selon les caractéristiques de la vibration. De ce fait, nous avons pris le parti de ne pas évaluer la réponse de l'élève à partir de QCM, de case à cocher, etc. Nous fournissons la réponse attendue à chacune des phases opératoires demandées dans l'encadré placé au-dessous de la simulation. Nous considérons que les réponses de cet encadré revêt le statut institutionnel puisqu'elles rendent officielles la connaissance en jeu au cours des différentes phases opératoires.

II.3.1.2.4011 Divers

Fripini indique la façon d'utiliser la simulation '*Avec la souris, positionnez-vous sur l'un des boutons de réglage : une main apparaît. Faites un clic de la gauche de la souris la main change et vous pouvez alors tourner le bouton.*'

II.3.1.3011 Réalisation de la tâche et activités des élèves

II.3.1.3.1011 Les réponses possibles

Lors de la réalisation des différentes consignes opératoires (modification de la fréquence et de l'amplitude), nous nous attendons à ce que les élèves décrivent le phénomène perçu (mécanique ou sonore) en lien avec la caractéristique de la vibration. En fait, les réponses attendues sont supposées se rapprocher des réponses proposées dans l'encadré.

Cependant, suite à une première analyse de réponses fournies par des élèves de Seconde du Lycée Marcel Sembat (du 9 décembre 1996) en séance de TP 'classique', nous obtenons trois grands groupes de réponses :

1.

Les élèves se placent uniquement au niveau de l'événement son du champ expérimental en utilisant un lexique propre (ils semblent faire une analogie avec des bruits de la vie quotidienne) : à basse fréquence 'un bourdonnement', à haute fréquence 'un sifflement' ;

2.

Les élèves décrivent le phénomène avec des termes du sous-niveau événement mouvement et du sous niveau-événement son (termes associés au bruit) du champ expérimental :

—

'Avant 20Hz on n'entend pas mais on voit le haut-parleur bouger, à haute fréquence son strident on ne voit plus le haut-parleur bouger.'

—

'A basse fréquence on n'entend rien le haut-parleur bouge à haute fréquence on entend un grand bruit, on le voit pas bouger.'

—

'On entend un bruit si on augmente la fréquence' ;

3.

Les élèves semblent interpréter ce qui se passe en construisant la relation entre la perception sonore (en termes aigu/grave) et les caractéristiques de la vibration *via* le phénomène mécanique :

—

'plus la fréquence est basse plus le son est grave et moins la membrane va vite plus la fréquence est haute plus le son est aigu et la membrane va tellement vite qu'on ne la voit plus bouger'.

Même si les élèves peuvent se sentir décontenancés à partir de cette tâche qui ne donnent pas lieu à une évaluation de leurs réponses, elle peut provoquer une amorce dans la construction des relations attendues qui seront reprises d'une manière plus conventionnelle sous forme de définitions dans la tâche suivante.

II.3.1.3.2011 Activités des élèves

Les actions des élèves peuvent se résumer à lire les textes et actionner la simulation. La figure suivante présente schématiquement les niveaux de savoir de l'énoncé, les niveaux à utiliser pour résoudre la tâche et enfin les relations attendues.

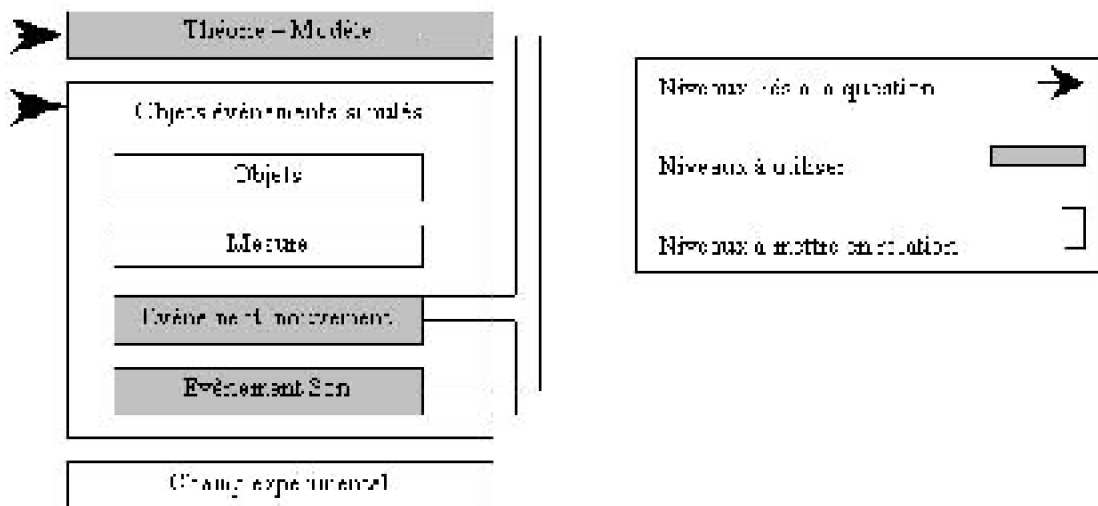


Figure 38 : Niveaux de savoir de l'énoncé, niveaux à utiliser et à mettre en relation

II.3.1.4011 Connaissances à mobiliser

Lors de la réalisation de cette tâche, nous attendons que les élèves mettent en oeuvre les connaissances relatives aux sources de son, aux définitions de la fréquence et de l'amplitude et aux termes liés à la perception sonore.

II.3.2011 Tâche 7 : Perception sonore

II.3.2.1011 Enoncé

'Perception sonore aiguë/grave

Perception sonore liée à la fréquence de vibration de la source de son.

La perception sonore est d'autant plus aiguë que la fréquence de vibration est grande et inversement (elle est d'autant plus grave que la fréquence de vibration est petite).

Perception sonore fort/ faible

Perception sonore liée à l'amplitude de vibration de la source de son.

Le son est d'autant plus fort que l'amplitude est grande et inversement (il est d'autant plus faible que l'amplitude est petite).'

Suite à l'expérience de la tâche précédente, les principales relations attendues sont données sous l'aspect de définitions et illustrées à partir de deux simulations. Les deux définitions ont pour objectif d'une part d'expliciter les relations entre la perception sonore et les grandeurs fréquence et amplitude et d'autre part de donner le vocabulaire adapté

pour décrire le son perçu en termes de son fort/faible et aigu/grave vues les réponses relevées durant la tâche précédente (II.3.1.3.1). Les deux simulations intitulées 'perception sonore Aiguë / Grave' et 'perception sonore Fort / Faible' sont censées favoriser l'identification des sons et donner du sens aux deux définitions.

De plus, la construction par demi-page-écran selon le système sémiotique a pour objectif que les élèves :

réalisent un traitement sur chacune des représentations que l'on peut relever par une reformulation des définitions par exemple ;

réalisent une conversion entre les systèmes sémiotiques qui dépend, elle-même, de la coordination des deux systèmes. En d'autres termes, les élèves sont censés prendre conscience que le fait de tourner, par exemple, le bouton lié à la perception sonore Aiguë/Grave induit une modification de la fréquence de vibration de la partie vibrante de la source sonore.

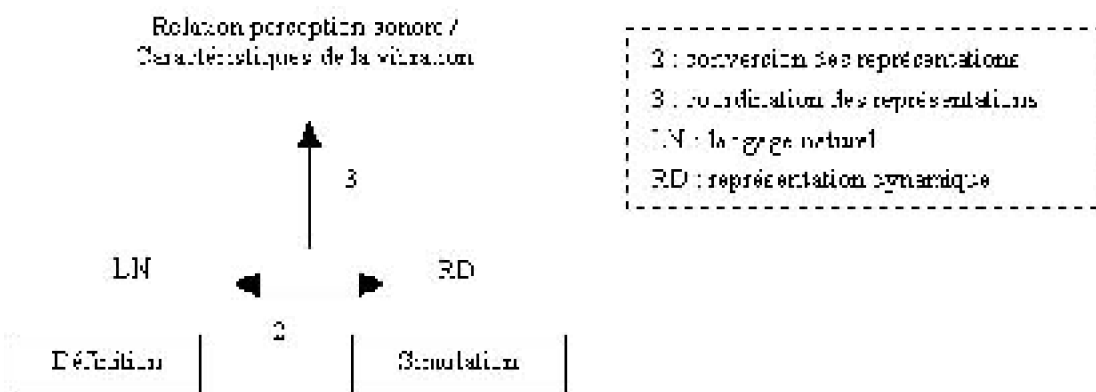


Figure 39 : L'activité sémiotique possible durant la tâche 7

II.3.2.2011 Éléments de la situation

II.3.2.2.1011 L'organisation de la page-écran

L'organisation de la page-écran peut se résumer de la manière suivante :

Tableau 38 : Organisation de la page-écran 'Définition : perception sonore'

Demi-page-écran de gauche		Demi-page-écran de droite	
Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques	Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
Relation théorie-modèle et champ expérimental	Langage naturel	Objets événements simulés	Représentation dynamique
Champ expérimental	Langage naturel		

II.3.2.2.2011 Les ressources

Les ressources internes

Les ressources internes sont de deux types : des escamots associés aux termes fréquence et amplitude qui sont censés, à ce stade de la séquence, ne plus poser de difficultés ; et le mini-dictionnaire comme dans les tâches précédentes.

II.3.2.3011 Activités observables

Les actions des élèves dans cette tâche sont réduites à la lire les textes et à actionner la simulation pour écouter les sons.

II.3.3011 Tâche 8 : Test (Lien entre la vibration et la perception sonore)

II.3.3.1011 Énoncé

'En comparant les sons émis par le haut-parleur de référence et le haut-parleur à étudier, déterminer les caractéristiques du son et les caractéristiques de la vibration du haut-parleur à étudier qui auraient changé.'

Pour réaliser cette tâche, nous proposons une simulation et un ensemble de propositions sélectionnables. A partir de la simulation, les élèves perçoivent les sons émis par les deux haut-parleurs (référence et à étudier) et le mouvement 'flou' de leurs membranes, représentatif du phénomène de persistance rétinienne. Les élèves élaborent leurs réponses à partir des différentes propositions liées aux caractéristiques du son (Aiguë / Grave et Fort/Faible) et aux grandeurs caractéristiques de la vibration (amplitude et fréquence).

L'objectif de cette tâche est d'amener les élèves à réinvestir les définitions précédentes qui mettent en relation la perception sonore et les grandeurs caractéristiques de la vibration.

II.3.3.2011 Éléments de la situation

II.3.3.2.1011 L'organisation de la page-écran

L'organisation de la page-écran peut se résumer de la manière suivante :

Tableau 39 : Organisation de la page-écran 'Test : relation perception sonore et caractéristiques de la vibration'

Demi-page-écran de gauche		Demi-page-écran de droite	
Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques	Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
Théorie-modèle	Langage naturel	Objets événements simulés	Représentation dynamique
Objets événements simulés	Langage naturel	Objets événements simulés	Langage naturel
		Théorie-modèle	Langage naturel

II.3.3.2.2011 Les ressources

Les ressources internes

Comme dans le cas de la tâche 5, nous proposons que deux types de ressources internes : le mini-dictionnaire et l'onglet Aide. L'onglet Aide reprend l'ensemble des informations auxquelles les élèves ont pu avoir accès durant les différentes activités de la séquence que nous présentons selon leurs nature dans le tableau suivant.

Tableau 40 : Analyse des informations de l'onglet Aide selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques

Intitulé de l'information présente dans l'onglet Aide	Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
Connaissance : Perception sonore Aigu / Grave		
Définition	Relation entre la théorie-modèle et le champ expérimental	Langage naturel
Perception sonore Aigu grave (on entend un son)	Champ expérimental	
Connaissance : Perception sonore Fort/ Faible		
Définition	Relation entre la théorie-modèle et le champ expérimental	Langage naturel
Perception sonore Aigu grave (on entend un son)	Champ expérimental	
La fréquence de vibration		
Définition	Relation entre la théorie-modèle et le champ expérimental	Langage naturel
Animation	Objets événements simulés	Représentation dynamique
Formule	Théorie-modèle	Représentation symbolique
Amplitude		
Définition	Relation entre la théorie-modèle et le champ expérimental	Langage naturel
Animation	Objets événements simulés	Représentation dynamique
Dessin	Relation entre la théorie-modèle et le champ expérimental	Représentation iconique

II.3.3.2.3011 Le système d'évaluation

Il est proposé successivement six sons qui nécessitent à chaque fois une demande de validation de la part des élèves et dont le message retourné est un point coloré désignant l'état de la réponse : un point vert pour une réponse exacte, un point rouge pour une réponse inexacte. Au sixième essai, le système informatique renvoie suivant les cas un message qui demande :

de recommencer le test '*Le nombre de bonnes réponses est insuffisant. Il est conseillé de consulter l'aide puis de faire à nouveau le test*' ,

de poursuivre la séquence '*Vous avez eu au moins cinq bonnes réponses sur six : c'est très bien. Vous pouvez soit refaire cette activité soit continuer le TP*' .

II.3.3.2.4011 Divers

Fripini présente l'objectif des de la tâche en rappelant aux élèves que les savoirs demandés dans cette tâche ont été introduits lors des tâches précédentes : *'vous venez d'étudier les caractéristiques de la vibration puis les caractéristiques du son. Saurez-vous les retrouver dans ce test ?'*. De plus, il décrit succinctement la manière de résoudre la tâche et conseille de nouveau d'utiliser l'onglet Aide si nécessaire : *'Ecoutez bien les deux sons. Puis, déterminer si le son émis par le haut-parleur à étudier est plus grave, plus fort, plus...., que le haut-parleur de référence. Enfin, imaginez la vibration de la membrane. Cette fois, n'hésitez pas à vous servir de l'aide !!!'*.

II.3.3.3011 Réalisation de la tâche et activités des élèves

II.3.3.3.1011 Réponses possibles

La résolution de la tâche nécessite que les élèves mettent en relation les niveaux des objets événements simulés liés à la perception sonore et celui de la théorie modèle associé aux caractéristiques de la vibration. En outre, nous considérons que l'élaboration de la réponse attendue nécessite une activité sémiotique : un traitement de la réponse en langage naturel associée à la description du son perçu afin de mettre en oeuvre les différentes définitions données dans la page-écran précédente à propos de la perception sonore. Ce traitement peut conduire alors à sélectionner les réponses attendues au niveau de la 'théorie-modèle' dont le système sémiotique est le langage naturel.

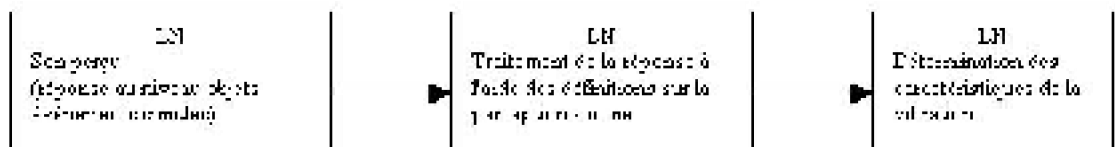


Figure 40 : *Activité sémiotique possible durant la tâche 8 menant à la réponse attendue*

Cependant, il est possible que certains élèves essaient de déterminer les caractéristiques de la vibration à partir du mouvement 'flou' des membranes des deux haut-parleurs ce qui laisse supposer que les élèves se limitent à identifier les grandeurs fréquence et amplitude aux phénomènes physiques perceptibles et n'ont pas encore construit les relations introduites dans la tâche précédente. Dans ce cas, les élèves construisent des relations entre les niveaux de la théorie-modèle et des objets événements simulés (événement mouvement) dont la résultante est une réponse inexacte et que nous pouvons interpréter comme la coordination entre les deux systèmes sémiotiques : le langage naturel et la représentation dynamique. La réponse donnée en langage naturel au sujet de la perception sonore est alors isolée. La Figure 41 donne une idée schématique de cette activité sémiotique :

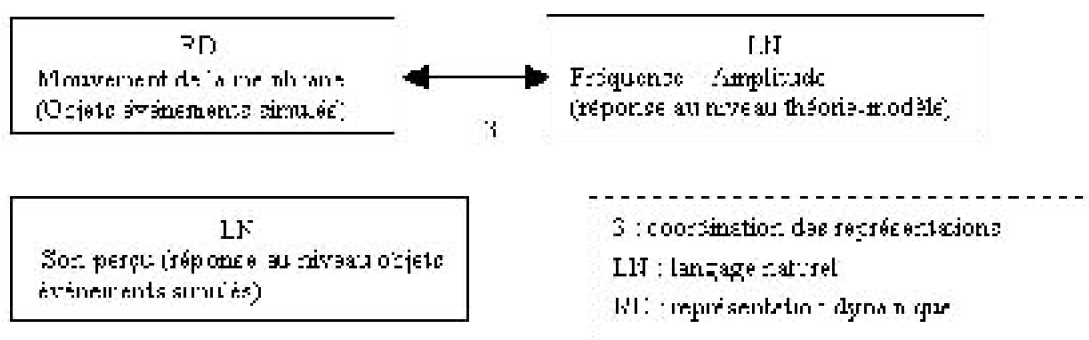


Figure 41 : Activité sémiotique possible durant la tâche 8 menant à une réponse inexacte

De plus, lors de l'élaboration des réponses, les élèves peuvent tenter de reconstruire la relation entre la perception sonore et les caractéristiques de la vibration par tâtonnement en énonçant par exemple dans un premier temps 'si c'est plus fort alors l'amplitude est plus petite' ensuite 'si c'est plus fort alors l'amplitude est plus grande'. Il sera possible que nous rencontrions la difficulté de la terminologie des termes utilisés pour qualifier les sons perçus.

II.3.3.3.2011 Activités des élèves

Les actions des élèves sont limitées à lire les textes, écouter des sons, cocher une case.

La question se décompose en deux parties : d'une part la perception sonore appartenant au niveau des objets événements simulés ; d'autre part les caractéristiques de la vibration appartenant au niveau de la théorie-modèle. L'élève a à sa charge de reconstruire le lien entre ces deux niveaux. La figure suivante présente schématiquement les niveaux de savoir de l'énoncé, les niveaux à utiliser pour résoudre la tâche et enfin les relations attendues.

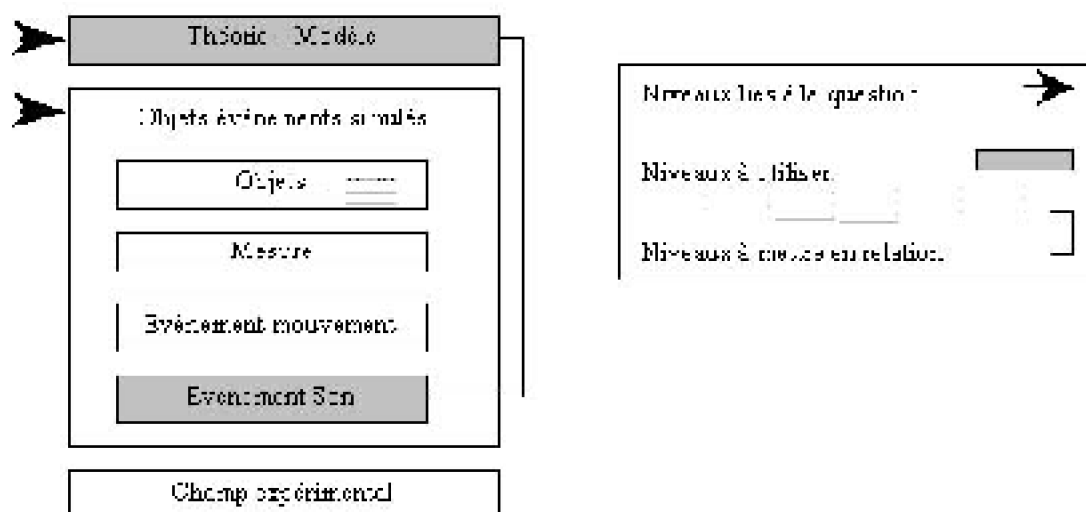


Figure 42 : Niveaux de savoir de l'énoncé, niveaux à utiliser et à mettre en relation

II.3.3.4011 Connaissances à mobiliser

Les connaissances à mettre en oeuvre sont : la relation entre la perception sonore et les grandeurs caractéristiques de la vibration, la définition de la fréquence et de l'amplitude, les termes descriptifs de la perception sonore.

III011. Analyse *a priori* du TP2

L'objectif de cette séquence consiste dans un premier temps à amener les élèves à prendre conscience que la présence d'un milieu de propagation est l'une des conditions nécessaires pour qu'un son existe puis, à réinvestir cette connaissance dans diverses situations expérimentales et issues de la vie quotidienne. Le Tableau 41 présente, la succession des tâches ainsi que les connaissances en jeu. Le reste est présenté dans l'annexe C.

Tableau 41 : Séquence du TP2

	Séquences	Objectifs
Introduction du phénomène	Tâche 1 'Introduction'	Introduction de la séquence
	Tâche 2 'Rappel'	Introduire à partir d'une situation connue le modèle jeu durant la séquence : il semble que la propagation du son dépend de la nature du milieu de propagation
	Tâche 3 'Une partie du rail est enlevée'	
	Tâche 4 'Etude du phénomène'	
Etude de la relation entre la perception sonore et la présence d'un milieu de propagation	Expérience 1 La cloche à vide	Dans le vide la vibration émise par la source sonore ne peut pas se propager.
	Tâche 5 'Prédire le résultat l'expérience'	
	Tâche 6 'Réalisation de l'expérience'	
	Tâche 7 'Exploitation de l'expérience'	
	Tâche 8 'En résumé'	
	Expérience 2 : Propagation du son dans le dihydrogène	Le dihydrogène est un milieu de propagation. Il est nécessaire à la propagation du son.
	Tâche 9 'Prédire le résultat l'expérience'	
	Tâche 10 'Réalisation de l'expérience'	
	Tâche 11 'Exploitation de l'expérience'	
	Tâche 12 'En résumé'	
	Tâche 13 'Conclusion'	La matière est un milieu de propagation
	Tâche 14 'Applications' Etude de l'influence du milieu de propagation sur la perception sonore à partir de six tâches	Différents supports matériels (l'eau, l'air, un fil de nylon, ...) permettent la propagation du son.
	Compétences exigibles ou en cours d'apprentissages (Bulletin Officiel, 1992)	Le son nécessite un milieu matériel pour se propager Le son ne se propage pas dans le vide

IV011. Analyse *a priori* du TP3

L'objectif de cette séquence est d'amener les élèves à construire un modèle interprétatif de la propagation du son au niveau microscopique (mouvement des particules composant l'air lors de l'émission d'un son) afin d'interpréter les phénomènes macroscopiques identifiables à partir d'objets matériels (tambourin, bougie) utilisés ou non dans la vie quotidienne. Le Tableau 42 présente, d'après les TP SOC, la succession des tâches ainsi que leurs objectifs. Le reste est présenté dans l'annexe C.

Tableau 42 : Les différentes tâches du TP3, connaissances en jeu et compétences exigibles lors du TP3

	Découpage du TP3	Objectifs des tâches
	Tâche 1 'Introduction'	Sensibiliser les élèves au fait qu'il se passe 'quelque chose' dans l'air lorsqu'un son se propage
Expérience des deux tambourins et de la balle	Tâche 2 'Réalisation de l'expérience '	Prendre conscience que le son se propage de la source au récepteur via un milieu de propagation
	Tâche 3 'Exploitation de l'expérience'	
	Tâche 4 'Interprétation de l'expérience'	
	Tâche 5 'En résumé'	
Interprétation microscopique de la propagation du son	Tâche 6 'Question'	Se représenter le mouvement d'ensemble des particules à partir d'une animation lors de la propagation d'un son.
	Tâche 7 'Interprétation'	
	Tâche 8 'Une petite pause'	
Introduction des infrasons	Tâche 9 'Etude du son émis par un haut-parleur'	La perception sonore est principalement dépendante des caractéristiques physiologiques de l'oreille et non des caractéristiques de la vibration.
Expérience du haut-parleur et la bougie	Tâche 10 'Prévoir le résultat de l'expérience'	Prendre conscience que le mouvement du milieu représenté par le mouvement de la flamme d'une bougie de propagation est lié à celui de la source. Utiliser le modèle particulaire pour interpréter le mouvement du milieu de propagation quand un son est émis.
	Tâche 11 'Observation de l'expérience'	
	Tâche 12 'Interprétation de l'expérience'	
Interprétation de la propagation dans l'air : l'onde sonore	Tâche 13 'La propagation du son dans l'air'	Réinvestir le modèle particulaire afin d'invalider diverses propositions issues de conceptions d'élèves.
	Tâche 14 'L'onde sonore'	Introduire de le modèle

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

	Découpage du TP3	Objectifs des tâches
		de l'onde sonore
Tâche 15 'Relation entre la fréquence de vibration et la fréquence de la tension électrique'	Introduire le phénomène de persistance des sensations visuelles. Etablir la relation d'égalité entre la fréquence de vibration de la membrane et la fréquence de la tension du GBF. (<i>partie non analysée</i>)	
Compétences exigibles ou en cours d'apprentissages (B.O)	Décrire l'effet de persistance rétinienne, ses conséquences. Expliquer qu'un repère sur un disque tournant paraît immobile si, entre deux éclairs il effectue exactement un ou plusieurs tours et en déduire la relation entre les fréquences. Expliquer comment le haut-parleur émet des sons de fréquence égale à celle de la tension appliquée. Savoir que la fréquence est une caractéristique de la source.	

V011. Analyse a priori du TP4

L'objet de ce quatrième TP est d'étudier deux des propriétés du son la hauteur et le volume (ou intensité) en relation avec les grandeurs caractéristiques de l'onde sonore la fréquence et l'amplitude. Cette relation va être approfondit par la construction de la relation entre les grandeurs caractéristiques de la vibration de la membrane d'un haut-parleur et celle de la tension électrique qui la génère. Enfin, l'étude via la tension électrique donnera l'occasion d'étudier les grandeurs caractéristiques de la vibration à partir de nouvelles représentations fournies par exemple par un oscilloscope. Le Tableau 43 présente, la succession des tâches ainsi que leurs objectifs. Le reste est présenté dans l'annexe C.

Tableau 43 : Le découpage du TP4, les objectifs de ces différentes tâches et les compétences exigibles

	Découpage de la Séquence	Objectif des tâches
	Tâche 1 'Introduction'	Introduction des deux facettes du son : le phénomène sonore et le phénomène physique
Deux expériences de sensibilisation aux grandeurs caractéristiques de la perception sonore	Tâche 2 'Expérience 1'	Etude de la relation entre l'amplitude de la tension électrique, l'amplitude de vibration et la perception sonore associée.
	Tâche 3 'Etude 1'	
	Tâche 4 'Etude 2'	
	Tâche 5 'Interprétation'	
	Tâche 6 'Expérience 2'	Etude des relations entre la fréquence de la tension électrique, la fréquence de vibration et la perception sonore associée.
	Tâche 7 'Etude 1'	
	Tâche 8 'Etude 2'	
	Tâche 9 'Interprétation'	
Tâche 10 'En résumé'		
'Etude des grandeurs caractéristique du son à l'oscilloscope'	Tâche 11 'Définition d'un oscilloscope'	Etude des relations entre les grandeurs caractéristiques de la vibration via une nouvelle représentation fournie par l'oscilloscope.
	Tâche 12 'Etude des grandeurs caractéristiques du son'	
	Tâche 13 'Etude des grandeurs caractéristiques de la vibration'	
	Tâche 14 'En résumé'	
	Tâche 15 'Application création d'un oscillogramme'	
Reproduire le même son	Tâche 16 'Question'	Rappeler des caractéristiques du son Reproduire un son en modifiant uniquement les grandeurs caractéristiques de la perception sonore Reproduire un son en modifiant les grandeurs caractéristiques de la tension électrique observable à l'aide de l'oscilloscope.
	Tâche 17 'Expérience 1'	
	Tâche 18 'Expérience 2'	

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

	Découpage de la Séquence	Objectif des tâches
'Influence de la position du récepteur par rapport à l'émetteur au niveau des grandeurs caractéristiques du son'	Tâche 19 'Introduction'	Etudier de l'évolution des caractéristiques du son au cours de sa propagation à partir de situation de la vie quotidienne et d'expériences.
	Tâche 20 'Expérience 1'	
	Tâche 21 'Expérience 2'	
	Tâche 22 'Expérience 3'	
	Tâche 23 'En résumé'	
Expérience : 'Reproduction du son du diapason avec un haut-parleur'	Tâche 24 'Expérience' Tâche 25 'Conclusion'	Faire prendre conscience de la nécessité d'une même évolution des grandeurs caractéristiques du son au cours du temps pour reproduire un même son.
Compétences exigibles ou en cours d'apprentissages (Bulletin officiel, 1992)	Utilisation de l'oscilloscope pour mettre en évidence un son (à l'aide d'un microphone mesure de la fréquence d'un son, de la tension alternative aux bornes d'un haut-parleur). La fréquence est une caractéristique de la source. Association de la notion de hauteur d'un son à la fréquence de celui-ci.	

VI011. Implication de cette analyse

VI.1011 Une typologie des écrans selon les actions de l'utilisateur

Nous considérons qu'il y a une tâche pour l'élève dans notre hypermédia quand il doit réaliser des actions que ce soit à partir :

d'une consigne explicite comme '*observer le mouvement de la balle à partir de la vidéo*'.

d'une consigne implicite : les élèves réalisent eux-mêmes les actions attendues en fonction du contenu sans que cela soit indiqué. Par exemple lors de l'ouverture d'une page-écran qui propose des définitions associées à des animations, les élèves sont censés lire et observer, mais cela ne leur est pas prescrit dans la page-écran. Les actions des élèves sont dépendantes intégralement de sa motivation et des informations proposées à l'écran.

Figure 42 : Les actions à mener les tâches en fonction de la consigne et des informations fournies

Ensemble des actions que l'utilisateur peut mener à l'écran	Page avec consigne	Page avec consigne implicite	Informations via l'onglet Aide	Informations fournies par le feed-back
Peut mener à l'écran	IP	IR	IF	
Taper du texte, Cocher une case, glisser et lâcher un mot	PI1	Impossible	Impossible	Impossible
Interaction avec une simulation	PI2	IP2	Pas présent dans l'hypermédia	Pas présent dans l'hypermédia
Réduit à regarder, lire	PI3	IP3	IR3	IF3
Descriptif des types d'écran PI1 : page avec consigne où la tâche amène à glisser et lâcher un mot, taper du texte, etc. PI2 : page avec consigne ou la tâche amène à actionner une simulation PI3 : page avec consigne ou la tâche amène à lire ou observer IP2 : page avec consigne implicite où la tâche amène à lire et à actionner un simulation IP3 : page avec consigne implicite où la tâche amène à lire et à observer IR3 : informations fournies suite à une sélection dans l'onglet Aide IF3 : feed-back contenant des informations pouvant aider à la réalisation de la tâche				

VI.2011 Construction d'un système de traçage

L'analyse *a priori* donne l'occasion de construire le système de traçage automatique au cours du temps des actions des utilisateurs au niveau de l'interface. Nous avons choisi d'enregistrer :

- l'entrée dans un lieu et le temps resté dans lieu,

- la navigation dans le lieu,

- l'appel du mini-dictionnaire

- la sélection des onglets,

- la sélection des informations présentées dans l'onglet Aide,

- l'utilisation des simulations à partir des boutons de réglage,

- les réponses validées à partir du bouton 'validation' : tapées à partir du clavier, sélectionnées à la souris,

- . les réponses sélectionnées sans validation,
- . l'état de la réponse : 'bonne réponse' et 'mauvaise réponse',
- . la sélection du bouton 'réponse' (du professeur),

Chapitre 8011 Analyse globale

Il s'agit dans ce chapitre de spécifier certaines caractéristiques de l'activité des vingt dyades durant les cinq TP. Cette analyse repose sur le traitement des données recueillies à partir de la trace⁴⁰ informatique. Comme nous l'avons dit dans la partie méthodologie d'analyse (Chapitre 6), nous avons quatre types de données que nous mettons, ici, en relation avec la *variable* type d'écran. Ces quatre données d'analyses sont la durée de réalisation d'une tâche, les ressources sélectionnées (ressources internes et ressources externes⁴¹), le nombre d'appels à une ressource et le nombre de réponses inexactes. Le type d'écran est lié aux actions possibles des utilisateurs (lire et/ou regarder, actionner un simulateur, taper du texte, cocher une case, etc.) en fonction du contenu proposé à l'écran⁴².

Cette analyse, qui se découpe en deux parties, fournit les premiers éléments de réponses aux questions suivantes qui se regroupent selon :

La structure implémentée dans le logiciel :

- Existe-t-il une relation possible entre l'appel de ressources et le nombre de réponses inexactes ?
- En quoi les informations sélectionnées dans l'onglet Aide sont-elles liées à la tâche à réaliser ?
- Existe-t-il une relation entre la place de l'introduction du modèle dans la séquence et l'activité des élèves ?

⁴⁰ Nous rappelons que la trace est une transcription automatique d'un ensemble d'actions de l'utilisateur au niveau de l'interface.

⁴¹ Voir la présentation du logiciel Partie B Chapitre 5

⁴² La synthèse de l'analyse *a priori* présente un tableau catégorisant les différentes tâches en fonction de cette variable.

Les indices de difficultés de résolution de la tâche :

–

Est-ce que cette analyse peut permettre d'identifier des tâches qui semblent poser des difficultés aux élèves ? L'analyse sera soutenue par trois données : la durée de réalisation de la tâche, le nombre d'appels à l'onglet Aide, et le nombre de réponses inexactes.

Une question *a posteriori*

–

Y a-t-il une relation entre l'activité de l'utilisateur et la variable type d'écran ?

Nous rappelons que les savoirs transversaux aux quatre TP sont le modèle de la chaîne sonore (TP0), les grandeurs fréquence et amplitude (TP1), les relations entre le phénomène sonore et la fréquence et l'amplitude (TP1) et, la propagation du son (onde sonore) (TP3). Le TP4 demandant aux élèves de réinvestir principalement les savoirs du TP1.

I011. Observations globales de l'activité des 20 dyades

Cette première section repose sur l'analyse des données que nous explicitons en fonction de nos questions de recherche. Ces données relèvent uniquement des tâches qui donnent lieu à une demande de validation⁴³ (34 sur 71 tâches) et qui proposent un onglet Aide (23 sur les 34 tâches). Nous regardons principalement l'appel à l'onglet Aide car c'est l'une des seules ressources que les élèves sélectionnent lorsque cette dernière est présente dans la page-écran (voir annexe E).

1.

Le nombre moyen de réponses inexactes d'une dyade selon la tâche. Ce tableau relève les tâches qui semblent poser des difficultés aux élèves (question 4).

2.

Le nombre moyen d'appels à l'onglet Aide selon la tâche. Il permet, d'une part de déterminer les tâches qui ont amené les élèves à se référer aux informations proposées dans l'onglet Aide, et d'autre part à spécifier s'il existe une possible relation entre l'appel de l'onglet Aide et la proposition d'une réponse inexacte (question 2).

3.

Les informations majoritairement sélectionnées dans l'onglet Aide selon la tâche. Ce tableau permet d'avoir une idée d'abord de la manière dont les élèves sélectionnent les informations, puis des informations qui leur semblent 'pertinentes' pour réaliser la tâche (question 3) enfin, des informations qu'ils ne sélectionnent pas selon la tâche.

⁴³ Il est retourné un feed-back qui indique à l'utilisateur si la réponse est exacte ou inexacte.

I.1011 Analyse selon les nombres moyens de réponses inexactes et d'appels à l'onglet Aide

L'objet de cette analyse est d'abord de distinguer les tâches qui semblent poser des difficultés aux élèves, puis de rechercher les relations possibles entre la production d'une réponse inexacte et l'appel de l'onglet Aide.

I.1.1011 Détermination des tâches posant le plus de difficultés aux élèves

Pour estimer, parmi les tâches donnant lieu à une demande de validation, celles qui semblent poser des problèmes aux élèves, nous avons élaboré deux tableaux. Le Tableau 44 présente les vingt premières tâches (sur les 33) pour lesquelles le nombre moyen de réponses inexactes par dyade est compris entre 7,68 et 0,57 (voir annexe E). Ce nombre est calculé en faisant pour une tâche donnée le rapport de la somme de réponses inexactes réalisées par les dyades au nombre total de dyades réalisant la tâche.

Le Tableau 45 présente les tâches classées selon le nombre moyen d'appels à l'onglet Aide par dyade dans un ordre décroissant. Ce nombre est calculé en faisant, pour une tâche donnée, le rapport de la somme du nombre d'appels à l'onglet Aide effectués par les dyades au nombre total de dyades réalisant la tâche.

Tableau 44 : Classement des tâches par ordre décroissant du nombre moyen de réponses inexactes par dyade

N°TP	N° Tâche	Intitulé de la Tâche	Tâche avec onglet Aide	Nombre de dyades donnant une réponse inexacte	Nombre moyen de réponses inexactes par dyade
TP1	T8	Test lien vibration perception	•	18	7,68
TP3	T13	Questions (propagation du son dans l'air)	•	18	4,84
TP1	T3	Mesure de la fréquence	•	15	4,47
TP2	T14b2	Prévoir (pots de yaourt)	•	9	3,26
TP4	T20	Prévoir (expérience 1)	•	13	3,1
TP4	T16	Reproduire le même son (question)	•	11	2,15
TP4	T15	Création de l'oscillogramme	•	13	2,05
TP3	T6	Interprétation microscopique (question)	•	10	1,26
TP4	T12	Expérience (grandeurs caractéristiques du son)	•	9	1,21
TP4	T22	Prévoir (expérience 3)	•	14	1,1
TP2	T7	Chaîne sonore (réalisation du vide)		10	1
TP4	T8	Première expérience (étude 2)		6	0,95
TP1	T4	Mesure de l'amplitude	•	8	0,84
TP4	T13	Expérience (grandeurs caractéristiques de la vibration)	•	10	0,84
TP0	T2	La chanteuse		13	0,79

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

N°TP	N° Tâche	Intitulé de la Tâche	Tâche avec onglet Aide	Nombre de dyades donnant une réponse inexacte	Nombre moyen de réponses inexactes par dyade
		(chaîne sonore)			
TP3	T3	Expérience des deux tambourins (chaîne sonore)		13	0,74
TP3	T11	Expérience de la bougie (observation)		6	0,68
TP4	T7	Première expérience (étude 1)		10	0,68
TP4	T17	Reproduire le même son (expérience 1)	•	10	0,63
TP1	T5	Test 1	•	7	0,57
Moyenne					1,22
Ecart type					1,64

Tableau 45 : Classement des tâches par ordre décroissant du nombre moyen d'appels à l'onglet Aide par dyade

N°TP	N° Tâche	Intitulé de la tâche	Nombre de dyades appelant l'aide	Nombre moyen d'appels par dyade
TP1	T3	Mesure de la fréquence	14	1,63
TP1	T8	Test lien vibration perception	11	1,47
TP1	T4	Mesure de l'amplitude	7	0,47
TP3	T13	Questions (propagation du son dans l'air)	8	0,47
TP4	T20	Prévoir (expérience 1)	3	0,32
TP3	T6	Interprétation microscopique	4	0,21
TP4	T12	Expérience (grandeurs caractéristiques du son)	4	0,21
TP4	T22	Prévoir (expérience 3)	4	0,21
TP1	T5	Test (1)	3	0,21
TP2	T14c	Prévoir (collision intersidérale)	3	0,16
TP2	T5	Prévoir (réalisation du vide)	2	0,11
TP2	T9	Prévoir (hydrogène)	2	0,11
TP4	T1	Introduction du TP4	2	0,11
TP4	T16	Reproduire le même son	2	0,11
TP2	T14b2	Prévoir (pots de yaourt)	1	0,05
TP2	T14d	Prévoir (collision sous l'eau)	1	0,05
TP4	T15	Création de l'oscillogramme	1	0,05
Moyenne				0,25
Ecart type				0,42

A partir du Tableau 44, et en tenant compte de la valeur moyenne et de l'écart-type, nous constatons que les cinq premières tâches (T8 TP1, T13 TP3, T3 TP1, T14b2 TP2,

T20 TP4)) ont des valeurs dont l'écart à la moyenne (1,22) est supérieure d'un écart-type (par exemple pour la tâche T8 du TP1 chaque dyade produit au moins 7 réponses inexactes). Ces tâches sont supposées être celles qui posent des problèmes aux élèves. Inversement, les autres tâches sont donc plus faciles.

Regardons maintenant le Tableau 45. En tenant compte de la valeur moyenne et de l'écart-type, nous remarquons d'abord, que deux tâches (T3 TP1, T8 TP1) sont associées à des valeurs dont l'écart à la moyenne (0,25) est d'au moins un écart-type. De plus, nous avons considéré précédemment que ces deux tâches posaient des difficultés aux élèves. Cela semble montrer que, lors de la réalisation de ces tâches (difficiles), les élèves se réfèrent régulièrement à l'onglet Aide. Nous retrouvons ce résultat d'une manière moins notable avec les tâche T4 du TP1 et T13 du TP3.

Comment expliquer que nous ne retrouvons pas le même comportement pour les deux autres tâches que nous avons supposées difficiles : T14b2 TP2, T20 TP4 (Tableau 44) ? En effet, peu d'élèves appellent l'onglet Aide. Les trois tâches précédentes (T3 TP1, T8 TP1, T13 TP3) ont une même caractéristique : elles demandent aux élèves de réinvestir pour la première fois un modèle qui leur a été présenté auparavant dans le cadre de situations mettant en oeuvre une expérience de laboratoire.

A l'inverse, les deux tâches T14b2 TP2 et T20 TP4 ne relèvent pas d'un modèle déjà introduit et présentent des situations se référant à la vie quotidienne. Nous pouvons alors supposer que les élèves préfèrent s'appuyer sur leurs propres connaissances pour résoudre la tâche.

1.1.2011 Relation entre le nombre de réponses inexactes et l'appel à l'onglet Aide

D'après l'analyse précédente, nous faisons l'hypothèse que l'appel de l'onglet Aide n'est pas associé à la production d'une réponse inexacte mais semble exprimer une nécessité de recueillir des informations pour parvenir à réaliser la tâche. Trois points doivent permettre de soutenir cette position. Tout d'abord, les élèves peuvent faire appel à l'onglet Aide sans avoir produit de réponses inexactes (tâches T5 et T9 du TP2). Ensuite, pour certaines tâches (par exemple tâches T14b2 et T7 du TP2, T20 TP4), le nombre moyen de réponses inexactes par dyade est élevé alors que le nombre moyen d'appels à l'onglet Aide est faible ou nul. Enfin, lors de la tâche T4 du TP1, le nombre d'appels à l'onglet Aide se situe au rang trois (sur 17) du Tableau 45 alors que le nombre moyen de réponses inexactes par dyade est bien inférieur à 1 (rang 13 sur 34) (Tableau 44). En d'autres termes, le nombre d'appels à l'onglet Aide peut être 'élevé' alors que le nombre moyen de réponses inexactes ne l'est pas.

Cette analyse nous amène à supposer que les raisons de la sélection d'une ressource peuvent varier selon la tâche et ne se limitent pas à la production d'une réponse inexacte : la sélection peut correspondre à une difficulté liée à la lecture de la consigne, à une conscience d'une méconnaissance des savoirs à mobiliser, à la vérification des connaissances, etc. Cela est illustré dans le Tableau 46 en spécifiant le moment d'appel de l'aide selon la tâche à réaliser.

Tableau 46 : Moment de l'appel de l'onglet Aide selon la tâche (T) et le numéro de la dyade

N°TP	N° Tâche	Intitulé de la tâche	Avant la première demande de validation	Suite à une demande de validation	Après la réalisation de la tâche
TP1	T3	Mesure de la fréquence	8, 11, 14, 18	1, 3, 5, 7, 12, 14, 16, 17, 18, 19, 20	9
TP1	T8	Test Lien vibration perception		1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 15, 17, 18	
TP1	T4	Mesure de l'amplitude	9, 11, 12, 16, 17, 19, 20	19	
TP3	T13	Questions (propagation du son dans l'air)		1, 4, 7, 8, 12, 14, 15, 16	
TP4	T20	Expérience 1 (Prévoir)		3, 5, 8	
TP3	T6	Interprétation microscopique		2, 3, 8, 17	
TP4	T12	Expérience (grandeurs caractéristiques du son)		1, 6, 12, 15	
TP4	T22	Expérience 3	11	1, 8, 20	
TP1	T5	Test (1)	9, 12, 15	15	
TP2	T14	Choc intersidéral		8, 14, 17	
TP2	T5	Prévoir (réalisation du vide)	9, 11		
TP2	T9	Prévoir (hydrogène)	8, 16		
TP4	T1	Introduction du TP4		11	13
TP4	T16	Reproduire le même son		7	
TP2	T14	Pots de yaourt (prévoir)		7	
TP2	T14	Dans l'eau		15	
TP4	T15	Création de l'oscillogramme		11	

I.1.3011 En résumé

Au cours de cette analyse, nous avons remarqué que les principales tâches qui posent des difficultés aux élèves sont celles qui demandent de réinvestir pour la première fois le modèle présenté auparavant (Tableau 44). Ensuite, nous avons supposé que la sélection d'une ressource semble être due à la prise de conscience d'un besoin d'information qui peut être lié entre autres, à l'échec de la résolution du problème, à une difficulté de compréhension du savoir et /ou de la consigne, à la nature des tâches c'est-à-dire celles qui se réfèrent à des situations de la vie quotidienne (T14b2 TP2, T20 TP4) et à des expériences de laboratoire (T3 TP1, T8, TP1, T13 TP3, ...)

I.2011Analyse des informations sélectionnées dans l'onglet Aide

Nous souhaitons spécifier les relations possibles entre les caractéristiques de la tâche à réaliser et les informations sélectionnées dans l'onglet Aide. Cela permettra de montrer que l'appel d'une ressource s'intègre dans un cheminement des élèves et ne peut être en aucun cas interprété comme relevant uniquement de la production d'une réponse erronée.

I.2.1011 Analyse

Les tableaux suivants (Tableau 47 et Tableau 48) permettent de comparer les deux classements des tâches, l'un en fonction du nombre de fois que les informations sont sélectionnées dans l'onglet Aide, l'autre en fonction du nombre moyen d'appels à l'onglet Aide.

TP1	TP2	TP3	TP4	TP5	TP6	TP7	TP8	TP9	TP10	TP11	TP12	TP13	TP14	TP15	TP16	TP17	TP18	TP19	TP20	TP21	TP22	TP23	TP24	TP25	TP26	TP27	TP28	TP29	TP30	TP31	TP32	TP33	TP34	TP35	TP36	TP37	TP38	TP39	TP40	TP41	TP42	TP43	TP44	TP45	TP46	TP47	TP48	TP49	TP50	TP51	TP52	TP53	TP54	TP55	TP56	TP57	TP58	TP59	TP60	TP61	TP62	TP63	TP64	TP65	TP66	TP67	TP68	TP69	TP70	TP71	TP72	TP73	TP74	TP75	TP76	TP77	TP78	TP79	TP80	TP81	TP82	TP83	TP84	TP85	TP86	TP87	TP88	TP89	TP90	TP91	TP92	TP93	TP94	TP95	TP96	TP97	TP98	TP99	TP100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

Tableau 47

Tableau 48

Tableau 47 : Classement par ordre des tâches (T) décroissant selon le nombre d'informations sélectionnées
 Tableau 48 : Classement des tâches (T) par ordre décroissant selon le nombre moyen d'appels à l'Aide

Un des premiers constats est que les tâches se retrouvent dans des ordres différents entre les deux tableaux. Cela montre que selon la tâche et la séquence de TP, les élèves vont sélectionner un nombre différent d'informations pour un nombre d'appels à l'onglet Aide qui peut être supérieur ou inférieur (voir par exemple les deux tâches T3 et T8 du TP1). Ensuite, les deux tâches (T3 TP1 et T8 TP1) pour lesquelles le nombre moyen d'appels à l'onglet Aide est supérieur d'un écart-type à la moyenne (Tableau 44) correspondent aussi aux tâches pour lesquelles le nombre de fois que les informations sont sélectionnées est le plus élevé. En d'autres termes, pour réaliser ces deux tâches les élèves ont eu besoin de se référer à différentes informations à plusieurs reprises. Enfin, les tâches pour lesquelles le nombre de sélection est faible (entre 1 et 3), appartiennent soit au TP4 (dont l'objectif des tâches est de réinvestir le savoir du TP1) soit au TP2 (qui se rapporte à des expériences de la vie quotidienne).

Nous pouvons alors supposer que, lors de la réalisation des différentes tâches les élèves ont eu besoin de sélectionner plus d'une information et/ou les différentes représentations relatives à une même information quand cela est proposé (voir exemple Tableau 49). Cela laisserait supposer que la construction du savoir en jeu dans une tâche donnée passe par la consultation, parfois répétée, de certaines informations proposées dans l'onglet (ou que l'information proposée n'est pas adaptée).

Le Tableau 49 présente, pour douze tâches, les informations les plus sélectionnées (voir annexe E). Pour ces tâches regardons les informations qui sont les plus sélectionnées en tenant compte des systèmes sémiotiques de la tâche, de la réponse et des informations sélectionnées.

Tableau 49 : Informations majoritairement sélectionnées par les vingt dyades

N° TP	N° Tâche	Intitulé activité	SS de la tâche	SS de la réponse	Informatio	SS	Total
TP1	T8	Test Lien vibration perception	LN RD	LN	Aigu (Perception sonore aiguë/grave)		10
					Grave (Perception sonore aiguë/grave)		9
					Définition (Fréquence)	LN	8
					Définition (Perception sonore Aiguë/grave)	LN	18
					Définition (Perception sonore faible/fort)	LN	15
TP1	T3	Mesure de la fréquence	LN RD RS	RS	Formule (Fréquence de vibration)	RS	25
					Définition (Fréquence de vibration)	LN	21
TP3	T13	Questions (propagation du son dans l'air)	LN RD	LN	Animation (propagation)	RD	5
					Explication (Interprétation microscopique)	LN	6
					Animation (Interprétation microscopique)	RD	6
TP1	T4	Mesure de l'amplitude	LN RD RS	RS	Dessin (Amplitude)	DL	7
					Définition (Amplitude)	LN	9
TP3	T6	Interprétation microscopique	LN RD	LN	Définition (Propagation)	LN	4
					Animation (Propagation)	RD	4

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

N° TP	N° Tâche	Intitulé activité	SS de la tâche	SS de la réponse	Informatio	SS	Total
TP4	T12	Expérience (grandeurs caractéristiques du son)	LN RD RG	LN	Définition (Oscilloscope)	LN	4
					Définition (Perception sonore Aiguë/Grave)	LN	3
TP4	T20	Expérience 1(Prévoir)	LN I	LN	Définition (Hauteur)	LN	4
					Définition (Onde sonore)	LN	5
					Définition (Volume sonore)	LN	3
TP4	T22	Expérience 3	LN I RG	RG	Animation (Microphone)	RD	4
TP1	T5	Test (1)	LN RD	LN	Définition (Fréquence de vibration)	LN	3
TP2	T14d	Collision intersidérale	LN I	LN	Définition (Espace intersidéral)	LN	2
					Définition (Milieu)	LN	1
TP2	T5	Prévoir (réalisation du vide)	LN I	LN	Définition (Milieu)	LN	2
TP2	T9	Prévoir (hydrogène)	LN I	LN	Définition (Milieu)	LN	2
Légende SS : système sémiotique LN : langage naturel I : image RS : représentation symbolique RG : représentation graphique RD : représentation dynamique DL : dessin légendé							

Les informations sélectionnées sont celles, qui *a priori*, seraient censées favoriser la construction de la réponse attendue : les informations les plus sélectionnées sont celles qui correspondent aux savoirs en jeu dans la tâche. Il semble alors difficile de pouvoir déterminer de manière pertinente une relation entre les systèmes sémiotiques de la tâche à résoudre et les informations sélectionnées. De plus, nous pouvons noter des sélections qui, d'après l'analyse *a priori* (Chapitre 7), peuvent ne pas aider à la résolution comme, dans le cas des tâches 'Mesure de la fréquence' (T3 TP1), l'appel de la formule de la fréquence, 'Test lien entre la vibration et la perception' (T8 TP1), l'appel de la définition de la fréquence ou la sélection des sons aigus ou graves, etc.

La sélection des informations peut être interprétée de la manière suivante :

• Une sélection par traits de surface selon les termes présents dans la consigne qui nous interprétons comme une sélection 'automatique' des informations sans savoir conscience de celle qu'il leur manque pour réaliser la tâche ;

• Une sélection pouvant donner lieu à une nouvelle stratégie pour résoudre le problème (comme dans le cas de l'appel de la formule de la fréquence) ;

A contrario, l'absence de sélection peut être un indice des connaissances des élèves au moment de la réalisation de la tâche. Une information, peu ou pas sélectionnée, peut être supposée déjà construit par les élèves (ou inversement 'inaccessible').

Par exemple, dans le cas de la tâche 8 'Test lien vibration perception', les connaissances que les élèves sont censées mettre en oeuvre sont celles relatives aux définitions de la perception sonore Aiguë/Grave et Fort/Faible (Tableau 50). L'objectif de cette tâche est d'amener les élèves à réaliser le lien entre la vibration et la perception sonore.

Tableau 50 : Informations sélectionnées lors de la tâche 8 'Test lien vibration perception' du TP1

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

N° TP	Intitulé activité	SS de la tâche	Information	SS de l'information	Total	
TP1	Test Lien vibration perception	LN RD	Fort (Perception sonore faible/fort)		7	31
			Aigu (Perception sonore aiguë/grave)		10	
			Faible (Perception sonore faible/fort)		5	
			Grave (Perception sonore aiguë/grave)		9	
			Définition (Fréquence)	LN	8	21
			Animation (Fréquence)	RD	5	
			Formule (Fréquence)	RS	2	
			Définition (Amplitude)	LN	1	
			Dessin (Amplitude)	DL	2	
			Animation (Amplitude)	RD	3	33
			Définition (Perception sonore Aiguë/grave)	LN	18	
			Définition (Perception sonore faible/fort)	LN	15	

Les élèves sélectionnent principalement trois groupes d'informations relatives : à la perception sonore (31 fois), aux définitions associées à la perception sonore (33 fois) et aux grandeurs caractéristiques de la vibration (21 fois). Les deux premiers groupes d'informations correspondent à ceux dont les élèves n'ont pas encore eu l'occasion de mobiliser lors des précédentes tâches et qu'ils doivent mettre en oeuvre dans leur réponse. Le dernier correspond à des informations connues des élèves (tâches

précédentes) : ces sélections montrent que les élèves souhaitent mettre en oeuvre ou mettent en oeuvre les mêmes procédures de résolution que lors des tâches précédentes ce qui est impossible dans le cadre de cette tâche.

Enfin, le Tableau 49 permet de comparer les difficultés des élèves au cours des différents TP. Par exemple, entre la tâche T8 du TP1 'test lien vibration et perception' et la tâche T12 du TP4 'Expérience', le nombre de sélection d'informations (Tableau 49) et le nombre de dyades réalisant au moins une réponse inexacte (Tableau 44) diminuent.

I.2.2011 En résumé

Les tâches qui semblent poser le plus de difficultés aux élèves (T3 et T8 du TP1 et T13 du TP3) donnent lieu aux nombres de sélections d'informations les plus élevés. Cela laisse supposer que les élèves ont besoin d'informations (d'où la pertinence de créer des ressources) et ces dernières doivent être variées en vue de permettre aux élèves de donner sens au savoir en jeu (exemple Tâche 8 du TP1). La sélection des informations a été envisagée de deux façons : sélection par traits de surface en fonction des termes contenus dans la consigne, ou sélection permettant de donner lieu à une nouvelle stratégie. L'analyse des informations sélectionnées montre dans un premier temps que ces dernières correspondent principalement au savoir en jeu durant la tâche à réaliser. En revanche, on peut supposer que les informations peu sélectionnées correspondraient à des connaissances que les élèves auraient élaborées lors de tâches antérieures.

I.3011 En conclusion

Au cours de cette première partie, nous avons remarqué que les tâches dont le nombre moyen de réponses inexactes est particulièrement élevé se retrouvent aussi parmi les tâches dont le nombre moyen d'appels à l'onglet Aide est particulièrement élevé (mais pas inversement). Nos résultats montrent qu'il n'y a pas de réelle relation entre le nombre d'erreurs et l'appel d'une ressource ce qui conduit à supposer que certains appels sont liés à la prise de conscience d'un besoin d'information nécessaire à la réalisation de la tâche. En particulier les appels qui ne sont pas obligatoirement associés à la proposition d'une réponse inexacte (Tableau 46).

Ensuite, la sélection des informations dans l'onglet Aide est rarement unique ce qui semble montrer que les élèves ont besoin de différentes représentations d'un même savoir ou de diverses informations pour parvenir à réaliser la tâche. De plus, les sélections multiples relatives à une même information pourraient être identifiées comme une difficulté des élèves à lui donner du sens et/ou à la mettre en relation avec la tâche à réaliser.

Enfin, les informations majoritairement sélectionnées donnent un aperçu des difficultés d'apprentissage des élèves au cours des séquences.

II011. Analyse globale de chacune des séquences de TP

Cette analyse vise d'abord à observer comment la durée de réalisation de la tâche peut

varier en fonction des actions possibles à l'écran (type d'écran). Ensuite, nous désignerons pour chacune des séquences les tâches qui semblent poser des difficultés aux élèves en tenant compte de la place de la tâche qui introduit le modèle. Cette analyse doit apporter des éléments de réponse aux trois questions suivantes :

1. Y a-t-il une relation entre l'activité de l'utilisateur et la variable type d'écran ?
2. Est-ce que cette analyse peut permettre d'identifier des tâches qui semblent poser des difficultés aux élèves ?
3. Existe-t-il une relation entre la place de l'introduction du modèle dans la séquence et l'activité des élèves ?

Les données sont regroupées dans deux tableaux que nous décrivons ci-dessous :

La durée de réalisation de la tâche par les vingt dyades en fonction du type d'écran ce qui ouvre l'analyse sur la relation entre le temps mis pour réaliser la tâche et les actions à y mener. En outre, à partir de ce même tableau nous serons à même d'identifier si la variation de la durée de l'activité des élèves ne serait pas liée au contenu que les pages-écrans proposent.

La durée de réalisation de la tâche en fonction du nombre de réponses erronées, le nombre d'appels à l'aide et le nombre d'informations sélectionnées. Ce second tableau doit nous donner des indices pour identifier les tâches qui posent des problèmes aux élèves.

II.1011 Analyse globale du TP0 'l'Introduction de la chaîne sonore'

Cette introduction propose, à la suite de la présentation du modèle de la chaîne sonore, quatre exercices d'application à partir desquels les élèves sont censés apparier les éléments de la chaîne sonore avec ceux de la situation (Chanteuse, Public, Indien, Malade). De plus, elle constitue une étape essentielle à la 'familiarisation' des élèves avec l'hypermédia.

II.1.1011 Analyse en fonction de la 'durée' et du 'type d'écran'

La durée de réalisation de ce TP est globalement homogène pour l'ensemble des dyades (Tableau 51). Toutefois, le temps mis par six dyades se situe au-delà d'un écart-type du temps moyen (dont la valeur est 6'37) : dyades 3, 7, 8, 12, 13, 16. Dans le cas où ces dernières sont plus faibles que la durée moyenne, soit les dyades ne réalisent pas la totalité des tâches (dyade 12), soit les durées de réalisation de chaque tâche sont plus faibles (dyades 13 et 8) que pour les autres dyades. Dans le cas contraire, cet écart est dû aux durées de réalisation de la tâche 2, premier exercice d'application de la chaîne

sonore (dyades 3, 7, 16). Cela montre que la mise en oeuvre d'un modèle jusqu'à présent 'inconnu' n'est pas immédiate.

Sur ces cinq tâches, la tâche 1 est celle dont la durée moyenne est la plus faible. Elle implique principalement l'action de lire la définition du modèle de la chaîne sonore (type d'écran IP3). Pour les quatre tâches suivantes pour lesquelles les actions à mener sont 'glisser' et 'lâcher' un mot (type d'écran PI1), les durées moyennes sont supérieures à la première tâche. La durée de réalisation de la tâche semble être liée aux actions à mener lors de sa réalisation.

Cependant, nous remarquons une décroissance régulière des durées moyennes entre les tâches 2 et 5 dont les objectifs sont similaires : construire la chaîne sonore dans différentes situations tirées de la vie quotidienne en réinvestissant le modèle introduit lors de la tâche 1. La tâche 5 présente une durée moyenne la plus faible par rapport aux trois autres tâches et proche de celle de la tâche 1. Cet écart (entre 1 et 3 minutes) peut être interprété soit en termes de 'performance' des élèves à utiliser la souris pour construire les chaînes sonores, soit en considérant que les élèves éprouvent de moins en moins de 'difficultés conceptuelles' à réaliser successivement les quatre tâches, soit les deux. Ce dernier point pourra être vérifié à partir d'une analyse du nombre de réponses inexactes données au cours de la séquence.

II.1.2011 Analyse en fonction de la 'durée', des 'ressources utilisées', du 'nombre de réponses inexactes'

Nous rappelons qu'aucune des tâches du TP0 ne possède d'onglet Aide. Le Tableau 51 montre que le nombre de dyades réalisant au moins une réponse inexacte diminue particulièrement entre les tâches T2 et T3 (on passe de 13 dyades lors de T2 à 3 dyades lors de T3) ainsi que la durée moyenne de réalisation des tâches. Cette évolution montre que la modélisation à partir du modèle de la chaîne sonore des différentes situations semble nécessiter la réalisation répétée de tâches.

Tableau 51 : Durée, durée moyenne, durée totale et nombre de réponses inexactes (NRI) lors du TP0

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

N° tâche	Ty d'écran	Cri	N° dyade																	Durée	Ecart type
			5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
T1	IP3	Durée	10:39	10:34	10:23	10:58	11:09	11:18	11:20	12:37	17:22	10:23	10:24	10:36	10:33	10:40	10:31	10:47	10:29	10:43	
T2	PI1	Durée	11:34	12:42	14:07	13:43	12:16	11:53	11:05	11:44	12:38	11:36	12:27	12:29	14:17	12:16	13:51	12:35	13:22	12:56	
		NR	1	2	1	2	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	
T3	PI1	Durée	11:31	17:06	11:06	11:38	11:13	10:51	10:44	10:54	10:50	11:18	11:13	10:54	11:07	11:19	11:13	11:35	11:04	11:05	
		NR	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
T4	PI1	Durée	11:32	11:03	11:03	10:43	11:01	10:44	10:42	10:55	11:48	11:18	10:46	10:53	10:49	11:01	10:57	10:47	11:25	11:01	
		NR	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
T5	PI1	Durée	11:00	11:00	10:45	11:08	10:49	10:45	10:46	11:09	10:35	10:55	10:02	10:44	10:51	11:02	10:48	10:41	12:04	10:52	
		NR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Durée totale			6:19	5:56	6:14	7:47	6:42	7:56	6:55	6:48	6:52	6:54	4:34	4:47	5:48	5:39	7:58	6:07	7:34	7:04	
On note 3:13 une durée de 3 minutes et 13 secondes. Variable Type d'écran : PI1 : page avec consigne où la tâche amène à glisser et lâcher un mot, taper du texte, cocher une case, etc. IP3 : page avec consigne implicite où la tâche amène à lire et à observer																					

II.1.3011 En résumé

Ces deux analyses conduisent aux trois points suivants. D'abord, selon le type d'écran, les durées de réalisation des tâches peuvent passer du simple au double. Le second point qu'il faut relever est que les élèves donnent plus de réponses inexactes lors du premier exercice d'application du modèle que lors des trois suivants. Ainsi, la succession de tâches dont l'objectif est semblable, le réinvestissement d'un même modèle dans différentes situations, semble favoriser l'émergence des difficultés des élèves et leur dépassement. Ce que nous pourrions interpréter en tant qu'appropriation du modèle. Enfin, nous faisons une première hypothèse à propos de l'absence de navigation des élèves dans le cas où ils sont en échec répété (dyades 3, 5, 6). Ces exercices d'application se réfèrent à des situations de la vie quotidienne ce qui peut nécessiter de construire un autre point de vue que celui des personnages de la situation (Chanteur, Indien, Malade). Cela peut favoriser l'émergence d'exemples ou de contre-exemples issus de leurs propres expériences afin de justifier les solutions fournies.

II.2011Analyse globale du TP1

Cette séquence vise d'abord à étudier le phénomène à l'origine du son lors d'une première tâche intitulée 'activité expérimentale', puis à décrire ce phénomène à partir des grandeurs physiques associées (la fréquence et l'amplitude). Durant cette séquence, du matériel expérimental est mis à la disposition de certaines dyades.

II.2.1011 Analyse de l'activité en fonction de la 'durée' et du 'type d'écran'

La durée de réalisation de ce TP est homogène pour l'ensemble des dyades. Toutefois, les temps mis par six dyades se situent au-delà d'un écart-type du temps moyen (dyades 5, 9, 11 et dyades 15, 18, 19). Nous essaierons d'identifier ce qui peut conduire à cette

différence.

Tableau 52 : Durées lors du TP1

N° Dy:	1	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Du mo	Ecart type
Durée totale	48:32	6:26	25:30	58:45	5:46	3:36	1:50	09:40	51:00	43:46	4:37	2:09	7:46	2:56	2:25	8:53	8:05	9:12	8:42	08	08

Dans un premier temps, nous nous intéressons uniquement à la tâche 1 'Activité expérimentale' car elle donne lieu pour chaque expérience⁴⁴ sélectionnée (tambourin, diapason, etc.) à trois sous-tâches 'Observation (d'une vidéo)', 'Détermination de la source de son' et 'Description' du comportement de la source de son. Nous spécifierons alors selon le type d'écran et de tâches, l'activité des élèves en fonction de la durée de réalisation de la sous-tâche. Dans un deuxième temps, nous étudierons, les tâches 2 à 8 relatives aux grandeurs caractéristiques de la vibration.

II.2.1.1011 Analyse de la première tâche 'Activité Expérimentale'

Le Tableau 53 présente les durées moyennes mises par l'ensemble des dyades lors des trois sous-tâches ainsi que lors de la Conclusion.

Tableau 53 : Classement décroissant selon la durée des trois sous-tâches 'Observation', 'Détermination', 'Description' et de la Conclusion

⁴⁴ Nous rappelons que les élèves sont censés en réaliser au moins trois.

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

Intitulé de la tâche	Type de tâche	Type d'écran	Durée de la vidéo	Durée moyenne
Conclusion		PI1	Pas de vidéo	2:45
Diapason	Description	PI1	0:13	2:36
Tambourin	Description + observation	PI1	0:07	2:22
Ballon	Description	PI1	0:08	1:52
Haut-parleur	Description	PI1	0:51	1:36
Diapason	Observation	PI3	0:13	1:29
Haut-parleur	Observation	PI3	0:51	1:26
Guitare	Description	PI1	0:12	1:21
Scie	Description	PI1	0:20	0:57
Guitare	Observation	PI3	0:12	0:47
Haut-parleur	Détermination de la source	PI1	Pas de vidéo	0:44
Scie	Observation	PI3	0:20	0:37
Cordes vocales	Description	PI1	Pas de vidéo	0:35
Tambourin	Détermination	PI1	Pas de vidéo	0:34
Ballon	Observation	PI3	0:08	0:32
Diapason	Détermination de la source	PI1	Pas de vidéo	0:31
Tambourin	Description (fin)	PI1	0:07	0:30
Scie	Détermination de la source	PI1	Pas de vidéo	0:20
Cordes vocales	Détermination de la source	PI1	Pas de vidéo	0:18

Variable Type d'écran : PI1 : page avec consigne où la tâche amène à glisser et lâcher un mot, taper du texte, etc. PI3 : page avec consigne ou la tâche amène à lire ou observer

Les deux sous-tâches 'Observation' et 'Description' ainsi que celle associée à la 'Conclusion' donnent lieu aux durées les plus élevées (entre 2 minutes 36 et 1 minute 21). La sous-tâche 'Détermination de la source' étant celle dont la durée moyenne est la plus faible quel que soit la source de son. Ces sous-tâches se distinguent principalement par les actions à mener :

lors de la sous-tâche 'Observation' l'action des élèves est limitée à observer une vidéo de l'expérience et à lire le texte d'accompagnement (type d'écran PI3).

lors de la sous-tâche 'Détermination de la source de son' dont la charge informationnelle est particulièrement réduite par rapport aux autres tâches (une courte phrase et une image), l'action de l'élève est limitée à cliquer sur une image sans possibilité de valider la réponse : un feed-back est retourné dès la sélection sur l'image (type d'écran PI1),

lors de la sous-tâche 'Description', l'action de l'élève consiste à taper du texte (type d'écran PI1) et donne la possibilité d'observer à nouveau la vidéo de l'expérience.

Lors de la 'Conclusion', l'action des élèves consiste à taper du texte (PI1).

Suite à cette présentation des actions à mener selon la sous-tâche, la durée de réalisation semble être liée aux actions à mener (aux types d'écrans), ainsi qu'à la charge informationnelle présente dans la page-écran (Chapitre 4 II. 3 La fiche de TP).

Ensuite, aux vues des durées de réalisation de la phase d'Observation' (durées de l'activité supérieures à celles des vidéos), nous pouvons penser qu'elle donne lieu à un fonctionnement des élèves non attendu comme par exemple la description de l'événement observé, voire une première explication. La phase de rédaction de la réponse est celle qui est associée aux durées les plus élevées ce qui peut s'expliquer du point de vue des actions à mener 'taper sur un clavier' et de la difficulté à décrire l'évènement observé. Quant à la tâche 'Détermination de la source', elle semble poser peu de difficultés aux différentes dyades si ce n'est pour des cas isolés comme par exemple les dyades 4, 9 et 14 lors de l'expérience du Haut-parleur (Voir annexe E).

Pour finir, si nous observons l'évolution des durées mises lors de chacune des sous-tâches, nous notons qu'elles diminuent au fur et à mesure que les élèves réalisent une nouvelle expérience (Tableau 54). Ce résultat rappelle l'observation faite durant le TPO : la répétition d'une même tâche donne lieu à une diminution des durées.

Tableau 54 : Exemple de durées mises lors de la réalisation des expériences pour les dyades 8 et 16

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

Intitulé des tâches selon l'ordre d'appel	Dyade 8		Intitulé des tâches selon l'ordre d'appel	Dyade 12
Guitare observation	0:39	Haut-parleur observation	3:05	
Guitare description	2:58	Haut-parleur détermination de la source	0:50	
Diapason observation	2:03	Haut-parleur description	1:44	
Diapason détermination de la source	0:49	Tambourin observation	1:44	
Diapason description	1:20	Tambourin détermination	0:27	
Ballon observation	0:37	Tambourin description	1:17	
Ballon description	0:37	Guitare observation	0:48	
Haut-parleur observation	0:59	Guitare description	1:01	
Haut-parleur détermination de la source	0:14	Scie observation	0:33	
Haut-parleur description	0:48	Scie détermination de la source	0:17	
Conclusion activités expérimentales TP1	1:36	Scie description	0:42	
		Conclusion activités expérimentales TP1	4:15	

Nous passons à l'analyse des tâches 2 à 8 étant donné que la tâche 1 ne donne pas lieu à des appels de ressources et à une analyse automatique des réponses données par les élèves.

II.2.1.2011 Analyse des tâches de T2 à T8

Le Tableau 55 présente les durées totales entre les tâches 2 à 8 pour les 19 dyades. Nous relevons que le temps mis par certaines dyades se situe au-delà d'un écart-type du temps moyen (dyades 4, 9, 11 et dyades 6 et 13). Cette hétérogénéité au niveau des

durées semble être due principalement aux temps mis pour réaliser les tâches 3 et 8 'Mesure de la fréquence' et 'Test Lien perception vibration'.

Tableau 55 : Durées de réalisation des tâches 3 et 8 et durées moyennes entre les tâches 2 et 8

N°	1	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Durée	Ecart
Durée T3	09:41	19:58	33:33	35:31	14:55	12:29	09:08	19:43	11:32	20:07	17:40	11:18	16:36	17:37	12:36	01:21	18:06	14:15			
Durée T8	10:25	50:24	53:02	30:27	16:19	17:22	48:30	55:19	47:10	42:34	12:48	52:10	44:34	44:04	44:24	10:49	36:49				
Durée de T2 à T8	08:10	03:29	02:28	20:53	11:59	07:08	09:12	06:05	03:29	01:32	02:30	01:52	02:06	06:42	03:42	03:12	03:12	03:38			

Notation : 9:41 signifie 9 minutes 41 secondes.

Le Tableau 56 présente les durées moyennes de réalisation des tâches 2 à 8 à partir duquel nous distinguons deux groupes de tâches : cinq tâches (tâches 2, 4, 5, 6, 7) dont les durées moyennes sont comprises entre une et trois minutes et, deux tâches (tâches 3 et 8) dont les durées moyennes se situent autour de dix minutes.

Tableau 56 : durées moyennes de réalisation pour les tâches 2 à 8 et Type d'écran

N°Tâche	Intitulé de la tâche	Type d'écran	Durée moyenne		N°Tâche	Intitulé de la tâche	Type d'écran	Durée moyenne
T2	Définition fréquence et amplitude	IP3	01:43	T6	Expérience	PI2	02:37	
T3	Mesure de la fréquence	PI1 PI2 IR3	08:06	T7	Perception sonore	PI2	01:34	
T4	Mesure de l'amplitude	PI1 IR3	01:32	T8	Test Lien vibration perception	PI1 IR3	10:49	
T5	Test (1)	PI1 IR3	03:04					

Type d'écran PI1 : page avec consigne où la tâche amène à glisser et lâcher un mot, taper du texte, etc. PI2 : page avec consigne où la tâche amène à actionner un simulateur IP2 : page avec consigne implicite où la tâche amène à lire et actionner un simulateur IP3 : page avec consigne implicite où la tâche amène à lire et à observer IR3 : informations fournies suite à une sélection de l'onglet Aide

Regardons comment la durée de réalisation de la tâche peut varier en fonction du type d'écran.

Dans le premier groupe, nous constatons que deux des tâches associées aux durées les plus faibles (T2 et T7) sont celles qui contiennent des informations et dont les actions des élèves sont limitées à lire et actionner une simulation (type d'écran IP) : elles introduisent les modèles que les dyades sont censées réinvestir durant les tâches 3, 4, 5 et 8. La durée moyenne de la tâche 4 'Mesure de l'amplitude' qui est la plus faible est celle dont la charge informationnelle est réduite par rapport aux six autres : consigne courte et mesure assez aisée à réaliser. Cela montre que cette tâche pose peu de problèmes aux élèves à part peut-être pour les dyades 9, 12, 14, 16, 19 dont les durées sont les plus élevées parmi l'ensemble. Pour les tâches 5 et 6, il nous est difficile de mettre en relation le type d'écran et les durées de réalisation. Toutefois de telles durées moyennes sont néanmoins attendues d'après les actions à mener :

Tâche 5 : cocher une case pour sélectionner la réponse suite à l'analyse du mouvement de la partie vibrante de deux haut-parleurs (six fois de suite) ;

Tâche 6 : actionner un simulateur en suivant un protocole expérimental.

Dans le second groupe, les deux tâches, dont les durées moyennes sont largement supérieures aux cinq autres, se réfèrent au même type d'écran : page sans information où la tâche demande de cocher une case (six fois de suite) ou de taper une valeur. En outre, leur particularité commune réside dans le fait que chacune d'elle est précédée par une tâche (T2 ou T7) qui introduit le modèle physique à utiliser pour les réaliser. Ces deux tâches (T2 et T7) sont aussi celles dont les durées moyennes de réalisation sont les plus faibles. Cette analyse en termes de durée et type d'écran, nous amène d'une part à supposer que l'implication des élèves durant les tâches où le modèle est introduit (T2 et T7) peut influencer la manière dont ces derniers le réinvestissent par la suite. D'autre part, cela montre aussi que l'une des difficultés des élèves est de réinvestir 'immédiatement' un modèle qui leur est jusqu'à présent 'inconnu'. Ce que nous pourrions vérifier à partir du nombre de réponses inexactes et de l'appel à l'onglet Aide (II.2.2). Nous soulignons que lors de la première analyse (I.1.1) ces deux tâches sont celles que nous avons identifiées comme posant le plus de difficultés aux élèves.

II.2.2011 Analyse en fonction de la 'durée', des 'ressources utilisées', du 'nombre de réponses inexactes' pour les tâches 2 à 8

Parmi les sept tâches, quatre donnent accès à un onglet Aide qui est à chaque fois sélectionné par au moins une dyade. Nous avons aussi relevé que deux dyades se sont référées au mini-dictionnaire et une à la salle de cours et à la bibliothèque principalement lors de la mesure de la fréquence et de l'amplitude (voir annexe E).

Le Tableau 14 présente la durée, le nombre de réponses inexactes, le nombre d'appels à l'aide relatives à ces quatre tâches. Les deux tâches (tâche 3 et 8) possèdent les valeurs les plus élevées pour ces trois types de données. De plus, dans ces deux cas,

presque toutes les dyades donnent au moins une réponse inexacte : 15 sur 19 pour T3 et 18 sur 19 pour T8. Cela montre qu'elles posent le plus de difficultés aux dyades. Ensuite, la différence majeure entre ces deux tâches (3 et 8) et les tâches 4 et 5, est que l'appel des ressources se fait principalement après une réponse inexacte au lieu d'être préalable à la proposition d'une réponse (Tableau 46). Cela explique pourquoi les dyades 11, 16, 17 ne réalisent pas de réponses inexactes tout en faisant appel à l'onglet Aide.

Enfin, à partir des Tableau 14 et Tableau 58, nous nous rendons compte que les dyades qui prennent le plus de temps pour réaliser les tâches sont généralement celles qui donnent le plus de réponses inexactes et qui se réfèrent à l'onglet Aide.

Tableau 57 Durée de réalisation de la tâche, durée dans l'onglet Aide, nombre de réponses inexactes (NRI), nombre d'appels à l'onglet Aide (NAA) et valeurs moyennes

N° T		1	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Valeur moyenne										
T3	Durée	0:16	0:17	0:55	0:31	0:15	0:14	0:54	0:11	0:24	0:45	0:42	0:24	0:20	0:10	0:16	0:54	0:47	0:45	0:00	0:17	0:54	0:15	0:41	0:19	0:26	0:43	0:17	0:06	0:46	
	Durée Aide	0:25	0:25	0:03	0:03	0:30	0:03	0:30	0:24	0:40	0:24	0:13	0:13	0:30	0:23	0:03	0:31	0:38	0:05	0:51	0:55	0:31	0:10	0:14	0:14	0:10	0:14	0:10	0:10	0:07	
	NAA	4			1			1	1	1		1	1		3		2	4	4	1	6									1,63	
	NRI	3	9		1	2	23		4		5	3	6	4		2	3	5	1	14										4,47	
T4	Durée	0:25	0:20	0:29	0:12	0:31	0:07	0:37	0:14	0:81	0:02	0:21	0:27	0:10	0:91	0:13	0:32	0:29	0:57	0:30	0:20	0:01	0:11	0:44	0:12	0:10	0:41	0:12	0:10	0:15	0:20
	Durée Aide								0:40		0:22	0:29				0:25	0:15		0:22	0:11	0:09										
	NAA								2		1	1				1	1		2	1										0,47	
	NRI	1			1		1		5		2		4																		0,84
T5	Durée	0:41	0:30	0:73	0:16	0:45	0:59	0:44	0:23	0:91	0:37	0:30	0:23	0:32	0:42	0:35	0:32	0:36	0:21	0:53	0:45	0:33	0:44	0:14	0:21	0:59	0:24	0:33	0:01	0:25	
	Durée Aide								0:13			0:34			0:26																0:04
	NAA								1		1				2															0,21	
	NRI	3			2							1		1	2	1															0,57
T8	Durée	0:34	0:45	0:44	0:23	0:09	0:36	0:43	0:39	0:11	0:18	0:42	0:27	0:49	0:46	0:16	0:10	0:09	0:42	0:33	0:31	0:11	0:23	0:52	0:10	0:00	0:32	0:33	0:24	0:09	0:50
	Durée Aide	0:49		1:46	0:51	0:33	0:06	0:34	0:46	0:17		3:19	0:58			1:19		0:40	0:10	0:20	0:31										0:56
	NAA	1		3	2	1	1	3	3		3	1				1		2	5	2											1,47
	NRI	5	5	27	5	4	11	28	17	4	14	1	3	1	8		9	2	1	1											7,68
Durée Aide : durée dans l'onglet Aide NAA : nombre d'appels à l'onglet Aide NRI : nombre de réponses inexactes																															

Tableau 58 : Relation entre l'appel de l'Aide et la durée de réalisation de la tâche (T)

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

N° T	Nbre maximum de dyade appelant l'aide	Nbre de dyades proposant au moins une réponse inexacte	Nbre de dyades dont la durée de résolution est > ; ou égale à la valeur moyenne	Nbre de dyades dont la durée de résolution est > ; ou égale à la durée moyenne et appelle l'aide
T3	13	15	12	11
T4	7	9	10	7
T5	3	7	6	3
T8	13	18	10	9

Pour terminer, si nous comparons les durées mises durant la 'Mesure 1 et 2 ' de la fréquence, nous remarquons que cette dernière diminue (Tableau 59). Nous retrouvons l'idée que le réinvestissement à plusieurs reprises d'un même modèle favorise l'appropriation du savoir en jeu ou la construction de procédures de résolution.

Tableau 59 : Comparaison des durées lors de la tâche 3 'Mesure de la fréquence'

Tâche	N° Dyade															Durée moyenne
13	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	17	18	19		
Mesure 1	6:43	8:44	2:15	4:00	5:20	7:58	3:38	5:25	1:38	8:58	5:07	5:57	5:04	4:34	3:50	5:17
NAA	1	4		1		1	1	1		1	1	3	3	2	1	
NRI	1	9		1	2	19		4		5	2	4	3	1	1	
Mesure 2	2:44	1:26	2:10	1:34	1:28	4:19	1:28	2:40	2:19	2:32	2:23	1:08	2:32	7:50	1:49	2:33
NAA													1	1		
NRI	2					4					1			4		

II.2.3011 En résumé

L'analyse de ce TP a permis d'abord d'identifier que les tâches qui donnent lieu aux durées les plus courtes sont celles qui présentent une charge informationnelle réduite (T4 et détermination de la source de son) et, qui donnent lieu à des actions du type lire et observer contenant ou non des informations relatives au savoir en jeu (type d'écran IP3 et PI3).

Ensuite, nous avons vu que la réalisation répétée de mêmes tâches (T1 et T3) conduit à une durée de réalisation plus courte (T1 et T3), à une diminution du nombre de réponses inexactes et à d'appels à l'onglet Aide (T3). Cela montre que l'appropriation d'un modèle passe par l'accommodation de procédures (**Référence ?**).

Puis, nous avons constaté que les tâches pour lesquelles les durées, le nombre d'appels à l'onglet Aide, et le nombre de réponses inexactes sont les plus élevés correspondent aux tâches (T3 et T8) qui posent le plus de difficultés aux élèves. En outre, ces tâches sont précédées des tâches qui introduisent le modèle et qui sont associées

aux durées de réalisation les plus courtes. Cela semble montrer qu'il y a une relation entre les difficultés des élèves à réaliser la tâche et la manière dont ils s'impliquent dans les tâches qui présentent les informations clefs.

Enfin, nous avons remarqué que les tâches qui sont associées aux durées les plus grandes sont généralement celles durant lesquelles les élèves font appel à l'onglet Aide et/ou réalisent le plus de réponses inexactes.

II.3011 Analyse globale du TP2

Ce TP a pour objectif d'amener les élèves à prendre conscience que l'une des conditions pour percevoir un son est inhérente à la présence d'un milieu de propagation. Les tâches proposées se réfèrent à des situations de laboratoire et de la vie quotidienne. Les élèves prévoient le résultat de l'expérience puis l'interprètent généralement à l'aide du modèle de la chaîne sonore. Dans cette séquence, nous ne fournissons pas de matériel expérimental en lien avec les expériences proposées. Cette séquence clôt la première séance de TP composée de l'introduction de la chaîne sonore et du TP1. De ce fait, toutes les dyades n'ont pas toutes terminées cette dernière séquence.

II.3.1011 Analyse de l'activité en fonction de la 'durée' et du 'type d'écran'

Globalement, les durées de réalisation de ce TP restent homogènes d'une dyade à une autre. Nous relevons que les temps mis par cinq dyades se situent au-delà d'un écart-type du temps moyen (dyades 3, 7, 15, 19, 20).

Tableau 60 : Durées moyenne durant le TP2

N° Dy:	1	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Du mo	Ecart type
Durée:	4:25	3:34	13:59	2:05	1:44	6:37	3:09	0:17	3:20	1:12	3:22	1:33	1:19	5:37	1:43	0:11	0:21	5:36	1:12	12:35	
Nous notons 14:25 une durée de 14 minutes 25 secondes.																					

Les durées moyennes de réalisation des différentes tâches sont (particulièrement) faibles (Tableau 61). On peut interpréter ces données par la charge informationnelle réduite et par le fait que l'un des modèles à utiliser (la chaîne sonore) est connu des élèves. Les tâches associées aux durées de réalisation les plus élevées correspondent soit à une prédiction (T5, T9) soit à la modélisation de la situation à partir de la chaîne sonore (T7, T11) : elles mènent aux actions de 'cocher une case' et 'glisser' et 'lâcher' un mot (type d'écran PI1). Les tâches associées aux actions lire et/ou regarder possèdent les durées les plus faibles (type d'écran PI3 ou IP3). Nous observons à nouveau que selon le type d'écran les durées de réalisation des tâches varient.

Tableau 61 : Classement des tâches par ordre décroissant de la durée moyenne de réalisation

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

N° Tâche	Intitulé de la tâche	Type d'écran	Durée moyenne		N° Tâche	Intitulé de la tâche	Type d'écran	Durée moyenne
T7	Chaîne sonore (réalisation du vide)	PI1	1:25	T6	Réalisation de l'expérience (cloche à vide)	PI3	0:27	
T14b2	Prévoir (pots de yaourt)	PI1 IR3	1:23	T10	Réalisation de l'expérience (hydrogène)	PI3	0:26	
T9	Prévoir (hydrogène)	PI1 IR3	1:00	T1	Introduction	PI3	0:24	
T14b1	Chaîne sonore (pots de yaourt)	PI1	0:57	T8	Résumé (réalisation du vide)	IP3	0:23	
T14d	Prévoir (collision intersidérale)	PI1 IR3	0:54	T13	Conclusion	IP3	0:21	
T11	Chaîne sonore (hydrogène)	PI1	0:54	T12	Résumé (hydrogène)	IP3	0:19	
T14e	Prévoir (navette)	PI1 IR3	0:51	T2	Rappel (indien)	IP3	0:18	
Ta3	Chaîne sonore (cloche sans mousse)	PI1	0:49	T14a2	Réalisation de l'expérience (cloche sans mousse)	PI3	0:18	
Ta1	Prévoir (cloche sans mousse)	PI1 IR3	0:47	T3	Situation 2 (rail coupé)	IP3	0:15	
T5	Prévoir (réalisation du vide)	PI1 IR3	0:43	T4	Etude du phénomène (indien)	IP3	0:15	
T14c	Prévoir (dans l'eau)	PI1 IR3	0:30	T14a4	Résumé (cloche sans mousse)	IP3	0:08	

Type d'écran PI1 : page avec consigne où la tâche amène à glisser et lâcher un mot, taper du texte, etc. PI3 : page avec consigne ou la tâche amène à lire ou observer IP3 : Page avec

N° Tâche	Intitulé de la tâche	Type d'écran	Durée moyenne		N° Tâche	Intitulé de la tâche	Type d'écran	Durée moyenne
consigne implicite où la tâche amène à lire et à observer IR3 : Informations fournies suite à une sélection dans l'onglet Aide								

Enfin, nous relevons, comme dans le cas des exercices d'introduction à la chaîne sonore que le réinvestissement d'un même modèle dans une nouvelle situation induit une diminution du nombre de réponses inexactes. En effet, suite à la réalisation des tâches 5 à 8, il est demandé aux élèves de réaliser les mêmes tâches à partir d'une nouvelle expérience (tâches 9 à 12). Nous constatons que le nombre de réponses inexactes diminue et la durée mise pour modéliser la situation expérimentale à partir de la chaîne sonore lors de la tâche T11 est plus faible (Tableau 62). Cela peut être vu comme l'appropriation du modèle par les élèves. La première situation favorisant la 'mise en oeuvre' des difficultés des élèves. Toutefois, nous constatons que la durée de la prédiction de la seconde situation (T9) augmente. Nous faisons l'hypothèse que la modification de la situation de laboratoire semble amener les élèves à se représenter à nouveau le problème ce qui ne semble pas aisé ici. De plus, certains élèves se réfèrent à l'onglet Aide ce qui donne lieu à une augmentation de la durée de réalisation de la tâche.

Tableau 62 : Comparaison durées et nombre de réponses inexactes (NRI) entre les tâches T5 à T8 et T9 à T12

N°Tâche	Intitulé de la tâche	Durée	NRI			Intitulé de la tâche	Durée	NRI
T5	Prévoir (réalisation du vide)	0:43	3	T9	Prévoir (hydrogène)	1:00	0	
T6	Expérience de la cloche à vide	0:27		T10	Expérience (hydrogène)	0:26		
T7	Chaîne sonore (réalisation du vide)	1:25	9	T11	Chaîne sonore (hydrogène)	0:54	1	
T8	Résumé (réalisation du vide)	0:23		T12	Résumé (hydrogène)	0:19		

II.3.2011 Analyse de l'activité en fonction de la 'durée', des 'ressources utilisées' et du 'nombre de réponses inexactes'

Globalement, peu de dyades produisent des réponses inexactes et font appel à l'aide. Les deux seules tâches qui semblent poser des difficultés aux élèves sont les tâches T7 et

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

T14b2 d'après le nombre de réponses inexactes (Tableau 63). La première demande aux élèves, pour la première fois, de réinvestir le modèle présenté lors de la tâche 3. La deuxième consiste à décrire l'évolution de la perception sonore en différents endroits de l'espace à partir d'une illustration issue de la vie quotidienne.

Tableau 63 : Présentation des données sur l'ensemble des dyades à propos des critères ressources et réponses inexactes au cours de la résolution de la tâche (T).

N° Tâche	Intitulé des tâches	Nbre maximum de dyades appelant l'aide	Nbre maximum d'appels à l'aide pour une dyade	Nbre de dyades proposant au moins une réponse inexacte	Nbre maximum de réponses inexactes pour une dyade	Appel salle de Cours
T5	Prévoir (réalisation du vide)	2	2	3	2	
T7	Chaîne sonore (réalisation du vide)			9	4	
T9	Prévoir (hydrogène)	2	1			1
T11	Chaîne sonore (hydrogène)			1	1	
T14b2	Pots de yaourt (prévoir)	1	3	8	18	
T14c	Collision intersidérale	3	1	4	1	
T14d	Collision sous l'eau	1	1	4	1	

II.3.3011 En résumé

Cette analyse permet de relever à nouveau que les tâches associées aux actions lire et observer présentent les durées moyennes les plus faibles (type d'écran IP3 ou PI3). De plus, dans le cas où les situations expérimentales semblent familières aux élèves, les durées de réalisation sont particulièrement faibles. Lors de la mise en oeuvre d'un même modèle dans une nouvelle expérience, les élèves donnent peu de réponses erronées et la durée moyenne de réalisation diminue. Toutefois, la modification de l'expérience semble conduire les élèves à devoir se représenter à nouveau le problème : la réponse n'est pas immédiate.

Les deux tâches qui semblent poser des problèmes aux élèves (T7 et T14b2) consistent en la mise en oeuvre d'un nouveau système explicatif. Enfin, nous avons remarqué que peu d'élèves durant la tâche T14b2 font appel à l'onglet Aide : une dyade appelle l'onglet Aide alors que 8 proposent au moins une réponse inexacte. La particularité de cette tâche est de proposer une situation de la vie quotidienne. Nous retrouvons l'un des résultats de l'analyse précédente (I.1.3) : la sélection d'une ressource semble être due à la nature de la tâche (situations se rapportant à la vie quotidienne ou à des expériences de laboratoire).

II.4011 Analyse globale du TP3

L'objectif de ce TP est d'amener les élèves à se construire un modèle explicatif de la propagation du son dans l'air à partir de deux situations expérimentales. Cette séquence est censée permettre d'établir le lien entre les phénomènes microscopiques (mouvement des particules constituant l'air lors de l'émission d'un son) et, les phénomènes macroscopiques faisant intervenir des objets matériels, utilisés ou non dans la vie quotidienne. Pour les dyades choisies, nous fournissons le moyen de réaliser l'une des deux expériences.

II.4.1011 Analyse de l'activité en fonction de la 'durée' et du 'type d'écran'

Globalement, la durée de réalisation du TP reste homogène pour l'ensemble des dyades. Toutefois, nous remarquons que les temps mis par cinq dyades (dyades 1, 2, 8, 17, 20) se situent au-delà d'un écart-type du temps moyen. Nous tenterons d'identifier les tâches qui ont pu conduire à cette différence.

Tableau 64 : Durée de réalisation du TP3 par les 19 dyades

N° dyade	1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Durée moy	Ecart Type
Durée	43:15	1:130:32	1:49:04	03:40:40	3:45:36	2:08:34	83:49	1:33:11	30:58	3:40	7:52	9:42	8:12	6:30	4:26	24					

L'analyse du Tableau 65 permet d'observer comment la durée de réalisation de la tâche peut varier selon les actions possibles à l'écran. Nous relevons trois groupes parmi ces données :

Le premier groupe concerne les tâches pour lesquelles les durées moyennes varient entre 30 secondes et une minute. Les actions à mener sont principalement la lecture et/ou l'observation d'une expérience (type d'écran IP3 ou PI3).

Le second groupe 'transitoire' est constitué des deux tâches T3 et T10 : elles demandent soit de mettre en oeuvre un modèle 'connu'⁴⁵ des élèves (T3), soit de prévoir le résultat de l'expérience à l'aide de différentes propositions (la réponse n'est

⁴⁵ Nous retrouvons le résultat du TP2.

pas évaluée). Les actions à mener sont 'lâcher' et 'glisser' un mot, et 'cocher' une case.

Les tâches associées aux durées de réalisation les plus élevées (entre 3 minutes et 8 minutes) ont pour caractéristiques communes d'une part de donner lieu aux actions du type taper du texte, cocher une case, et d'autre part d'amener les élèves à mettre en oeuvre un modèle interprétatif de la propagation du son qui leur soit propre et/ou qui se réfère au modèle particulière introduit au cours du TP lors de la tâche 6. De plus, ces tâches se regroupent en trois catégories :

- Interpréter la propagation du son dans l'air (T4, T6, T12).
- Observer et sélectionner les événements visibles à partir d'une vidéo en se référant à des modèles présentés précédemment (tâche 11, type d'écran P11).
- Vérifier et réfuter différentes propositions en mettant en jeu le modèle particulière ou l'un de ses modèles personnels (tâche 13, type d'écran P11, IR3 IF3).

La tâche 9 est celle dont la durée moyenne de réalisation est la plus élevée. En effet, elle consiste en une recherche d'information associée au terme 'infrason' à partir des différentes ressources mises à la disposition des élèves. Relevant de la 'fonctionnalité' de l'hypermédia, une telle durée ne peut donc être placée dans le même contexte que les précédentes.

Tableau 65 : Classement décroissant des tâches selon les durées moyennes, le type d'écran et les dyades dont les durées sont supérieures à ces durées moyennes

N° Tâche	Intitulé activité	Type d'écran	Durée moyenne	Dyades dont les durées sont supérieures aux autres
T9	Etude du son émis par le haut-parleur (observation)	PI1 PI2	8:00	
T13	Questions (propagation du son dans l'air)	PI1 IR3 IF3	4:49	1, 4, 5, 8, 10, 12, 16
T4	Expérience des deux tambourins (explication)	PI1	4:00	1, 5, 6, 7, 8, 11
T6	Interprétation microscopique (question)	PI1 IR3 IF3	4:00	2, 5, 8, 11, 16
T12	Expérience de la bougie (interprétation)	PI1	3:30	2, 5, 6
T11	Expérience de la bougie (observation)	PI1	3:14	8, 11, 12, 13
T10	Expérience de la bougie (prévision)	PI1	1:50	2, 8, 12, 13
T3	Expérience des deux tambourins (chaîne sonore)	PI1	1:35	6, 8, 16, 18, 19
T1	Introduction TP3	PI3	1:05	
T7	Interprétation microscopique (explication)	IP3	0:53	
T14	L'onde sonore (explication)	IP3	0:51	
T2	Expérience des deux tambourins (observation)	PI3	0:40	
T5	Expérience des deux tambourins (résumé)	IP3	0:30	

Type d'écran PI1 : page avec consigne où la tâche amène à glisser et lâcher un mot, taper du texte, etc. PI2 : page avec consigne ou la tâche amène à actionner un simulateur PI3 : page avec consigne ou la tâche amène à lire ou observer IP3 : page avec consigne implicite où la tâche amène à lire et à observer IR3 : informations fournies suite à une sélection dans l'onglet Aide IF3 : feed-back contenant des informations pouvant aider à la réalisation de la tâche

Lors de la dernière tâche de cette séquence (T13) qui nécessite de réinvestir le modèle introduit lors de la tâche 6, la durée de réalisation est bien supérieure aux autres. Cela laisse supposer que :

les élèves ne se sont pas approprié le modèle en jeu à ce stade de la séquence. En d'autres termes les tâches proposées entre les tâches 6 et 13 n'ont pas donné lieu à cette appropriation ;

la tâche 13 n'est pas suffisamment explicite pour aider les élèves à réinvestir le modèle. En effet, cette tâche ne demande pas explicitement la mise en oeuvre de ce modèle pour être réalisée ;

le modèle en lui-même pose des difficultés aux élèves. A ce sujet, la littérature a présenté les difficultés que les élèves éprouvent pour interpréter la propagation du son (Chapitre 4).

II.4.2011 Analyse de l'activité en fonction des critères 'durée', 'ressources' et 'réponses inexactes'

L'une des particularités de cette séquence réside en ce que seulement quatre tâches sur les quatorze donnent lieu à une évaluation de la réponse des dyades et seules deux de ces tâches (T6 et T13) fournissent un onglet Aide. A partir du Tableau 66, nous constatons que, lors de la dernière tâche de la séquence (T13), le nombre moyen d'appels à l'aide est le plus élevé ainsi que le nombre de réponses inexactes et la durée moyenne de réalisation. Cela montre que cette tâche est particulièrement difficile à réaliser par les dyades, ce qui supporte les différentes hypothèses proposées dans le paragraphe précédent. Pourtant, lors de la tâche 6 qui demande aux élèves de sélectionner le modèle particulière explicatif de la propagation du son, le nombre moyen d'appels à l'onglet est assez faible et uniquement la moitié des élèves donnent au moins une réponse inexacte. En d'autres termes, ce n'est pas parce que les élèves parviennent à réaliser une tâche qu'ils construisent le savoir qui est en jeu.

Enfin, si l'on regarde les différentes durées (Tableau 65) de cette séquence par rapport au TP1 par exemple, nous remarquons que les durées des tâches où les élèves rédigent leur réponse sont doublées. De ce fait, nous pouvons supposer que le savoir en jeu ou la réalisation des tâches durant cette séquence demande aux élèves un effort 'cognitif' plus important que lors des tâches précédentes.

Tableau 66 : Durée, durée moyenne, nombre de réponses inexactes, nombre moyen de réponses inexactes par dyade, nombre d'appels à l'Aide et nombre moyen d'appels à l'Aide par dyade⁴⁶

⁴⁶ Le point d'interrogation signifie que pour ces dyades nous n'avons pas pu obtenir le nombre d'appel à l'onglet aide. Car pour les tâches 6 et 13, il n'y a pas d'enregistrement automatique de l'appel à l'onglet Aide.

N° tâche	N° Dyade																			Nombre moyen	
	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20				
T3	Durée	47:11	22:19	0:54	1:29	2:14	0:44	2:02	1:31	1:56	1:45	0:44	1:15	1:47	2:04	1:06	2:08	2:24	1:41	1:35	
	NRI	1	1	1	1	1	2		1		1	1				1	1	1	1	0,73	
T6	Durée	5:59	8:20	4:58	3:06	5:44	2:46	2:30	5:16	4:04	6:02	1:52	1:56	3:44	4:40	5:24	3:43	3:51	2:52	1:22	4:00
	NRI		3	2		3	2		1		1			3	3		3	1			1,15
	NAA	1	1						1								1				0,21
T11	Durée	5:22	2:23	2:03	3:36	1:48	4:01	1:07	5:15	3:18	4:13	4:11	7:11	2:11	2:41	3:24	2:07	2:32	1:53	3:28	3:14
	NRI		3						2	1				2	4				1		0,68
T13	Durée	10:13	8:02	3:42	10:45	3:7	3:05	5:22	6:02	7:51	2:11	15:42	2:14	5:18	3:19	5:31	3:09	3:06	2:52	5:34	4:49
	NRI	9	4	5	4	6	5	7	3	11	4	4	2	11	1	2	11	5	2		5,05
	NAA	1			1			1	1			1		1	1	1	?	?	?		0,42

Légende NAA : nombre d'appels à l'onglet Aide NRI : nombre de réponses inexactes

II.4.3011 En résumé

Les tâches associées aux actions de lecture et d'observation sont celles dont les durées de réalisation sont les plus faibles. Ensuite, parmi les différentes tâches de type d'écran PI (page-écran sans information en jeu), nous avons constaté que cinq sur les huit posaient des difficultés aux élèves dont particulièrement la tâche T13 qui clôture la séquence. Nous en avons déduit que, soit les élèves ont des difficultés pour s'approprier et construire le modèle de la propagation du son, soit les tâches ne sont pas construites en tenant suffisamment compte des difficultés des élèves et de leurs besoins. Ne serait-il pas nécessaire alors de proposer de nouvelles tâches de réinvestissement du modèle particulière au cours de la séquence ?

II.5011 Analyse globale du TP4

L'objectif du TP4 est d'étudier deux des propriétés du son, la hauteur et le volume (ou intensité), en relation avec les grandeurs caractéristiques de l'onde sonore : la fréquence et l'amplitude. Cette étude est approfondie par la construction des relations entre les grandeurs caractéristiques de la vibration de la membrane d'un haut-parleur et de la tension électrique qui la génère. Enfin, l'étude, *via* la tension électrique, donnera l'occasion d'étudier les grandeurs caractéristiques de la vibration à partir de nouvelles représentations fournies par un oscilloscope par exemple. Durant cette séquence, nous donnons la possibilité aux dyades choisies d'utiliser le matériel.

II.5.1011 Analyse de l'activité en fonction de la 'durée' et du 'type d'écran'

Les durées de réalisation de cette séance par chacune des dyades restent globalement homogènes (Tableau 67). Nous relevons que les temps mis par huit dyades (dyades 2, 5, 7, 9, 11, 13, 17, 19) se situent au-delà d'un écart-type du temps moyen.

Tableau 67 :Durée et durée moyenne lors du TP4

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

N°	1	2	3	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Du	Ecart	
Dy																				mo	Type	
Durée	7:45	4:42	0:30	0:03	4:05	13:07	1:29	3:30	0:55	5:25	1:33	4:16	5:25	2:36	4:28	4:22	3:36	1:28	6:12	8:45	4:48	22

Ensuite, parmi les durées moyennes les plus faibles, nous rencontrons trois catégories de tâches :

- quatre tâches impliquent les actions lire ou regarder une vidéo (IP3 ou PI3),

- quatre tâches demandent d'actionner un simulateur (PI22) lors de la réalisation d'une expérience,

- cinq tâches dont les actions à réaliser sont de cocher une case (PI1).

- Les tâches T4 et T8 ont une charge informationnelle semblable et faible,

- la tâche T21 consiste à réinvestir au niveau du modèle la solution formulée au niveau du champ expérimental lors de la tâche T20,

- la tâche T7 (durée 1:35) est une tâche similaire de la tâche T3 (dont la durée est bien supérieure 2:45).

Cette première analyse nous amène à retrouver les caractéristiques des tâches pour lesquelles les durées de réalisations sont faibles :

- Tâches associées au type d'écran PI3 ou IP3, c'est-à-dire dont les actions sont lire et observer.

- Tâches comportant une charge informationnelle faible.

- Tâches consistant à réinvestir un modèle déjà utilisé.

Le point que nous n'avons pas encore observé concerne la faible durée de réalisation des tâches dont le type d'écran est PI2 (la tâche implique l'action sur une simulation).

Tableau 68 : Classement décroissant des tâches selon les durées de réalisation

N° Tâche	Intitulé de la tâche	Type d'écran	Durée
T1	Introduction du TP4	IP1 IR3	1:51
T17	EXP1	PI2 IR3	1:40
T2	Expérience	PI2	1:37
T7	Mesure1	PI1	1:35
T16	Question	PI1 IR3	1:19
T14	Comparaison à l'oscilloscope (résumé)	IP3	1:19
T23	En résumé TP4	IP3	1:15
T21	Expérience 2	PI1 IR3	1:09
T6	Expérience	PI2	1:03
T18	EXP2	PI2 IR3	1:02
T4	Mesure2	PI1	0:59
T19	Influence de la position du récepteur	PI3	0:37
T8	Mesure2	PI1	0:24

En revanche, les tâches pour lesquelles les durées sont les plus élevées sont associées au type d'écran PI1 (Tableau 69).

Tableau 69 : Durée moyenne des tâches de types d'écran PI1

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

N°tâche	Intitulé de l'expérience	Type d'écran	Durée moyenne
T12	Expérience (grandeurs caractéristiques du son)	PI1 IR3	4:59
T15	Création de l'oscillogramme	PI1PI2 IR3	4:21
T5	Première expérience (interprétation)	PI1	3:31
T9	Deuxième expérience (interprétation)	PI1	2:51
T20	Expérience 1	PI1 IR3	2:51
T22	Expérience 3	PI1 IR3	2:46
T3	Mesure1	PI1	2:45
T13	Expérience (grandeurs caractéristiques de la vibration)	PI1 IR3	2:34
T11	Etude des grandeurs caractéristiques à l'oscilloscope	IP3 PI1	2:11

Type d'écran PI1 : page avec consigne où la tâche amène à glisser et lâcher un mot, taper du texte, etc. PI2 : page avec consigne ou la tâche amène à actionner un simulateur PI3 : page avec consigne ou la tâche amène à lire ou observer IP3 : page avec consigne implicite où la tâche amène à lire et à observer IR3 : informations fournies suite à une sélection dans l'onglet Aide IF3 : feed-back contenant des informations pouvant aider à la réalisation de la tâche

Parmi ces tâches, nous constatons que trois donnent lieu à des durées particulièrement élevées et deux se réfèrent à un même objectif d'enseignement, la relation entre la perception sonore et la vibration. Nous pouvons supposer qu'à ce stade de l'enseignement, ce savoir est encore difficile à mettre en oeuvre.

la tâche T12, l'objectif est d'amener les élèves à construire la relation entre la perception sonore et la vibration ;

la tâche T15, consiste à réaliser l'expérience suivante : créer un oscillogramme en reproduisant le son perçu à partir des boutons amplitude et fréquence ;

la tâche T5, il s'agit de rédiger une réponse relative à la relation entre la perception sonore et la variation de l'amplitude de la tension électrique.

Enfin, étudions les durées de réalisation de tâches qui se succèdent et dont :

1.

les représentations à utiliser sont semblables et le savoir en jeu commun :

- Comparaison des tâches 2 à 5 avec les tâches 6 à 9 ;
- Comparaison des tâches 12 et 13 ;

Tableau 70 : Comparaison des durées moyennes pour des tâches dont seule la construction est semblable, le savoir varie

N° Tâche	Intitulé des tâches	Durée moyenne		N° Tâche	Intitulé des tâches	Durée moyenne
2	Expérience (augmenter l'amplitude)	1:37		6	Expérience (augmenter la fréquence)	1:03
3	Mesure1 (étude du mouvement de la membrane du haut-parleur)	2:45		7	Mesure1 (étude du mouvement de la membrane du haut-parleur)	1:35
4	Mesure2 (étude du son émis par le haut-parleur)	0:59		8	Mesure2 (étude du son émis par le haut-parleur)	0:24
5	Interprétation	3:31		9	Interprétation	2:51

Nous constatons que les durées moyennes diminuent presque de moitié entre les deux séries de tâches (Tableau 70). Cela montre, comme nous l'avons introduit auparavant, que la réalisation à plusieurs reprises de tâches dont l'objectif est similaire donne l'occasion aux élèves de se construire des procédures de résolution qu'ils sont capables de réinvestir plus rapidement. Par exemple, lors des tâches 12 et 13, les élèves doivent réinvestir les mêmes procédures de résolution. A nouveau les durées moyennes diminuent de moitié (Tableau 71). La différence entre ces deux tâches réside dans le fait que lors de la tâche 13, il est demandé aux élèves de déterminer uniquement les grandeurs caractéristiques de la tension électrique à partir des différents oscillogrammes sans aller jusqu'à déterminer la perception sonore comme lors de la tâche 12.

Tableau 71 : Durée et durées moyennes associées aux tâches 12 et 13

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

N°	N° Dyade																		Durée moyenne	
Tâche	2	3	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
T12	7:23	3:43	0:02	3:07	7:18	6:47	2:52	9:24	3:00	5:54	5:43	3:06	8:58	4:39	7:47	4:18	4:06	3:57	2:36	4:59
T13	4:16	4:29	3:51	4:07	4:45	1:20	1:49	1:57	2:16	2:20	2:52	2:15	2:03	0:02	1:56	1:54	2:56	2:04	1:26	2:34

le savoir en jeu est semblable mais doit être mis en oeuvre à partir de systèmes sémiotiques différents (langage naturel et représentation graphique). De plus, la situation expérimentale varie : on passe d'une situation de la vie quotidienne à une situation de laboratoire. Le savoir en jeu est la description en termes du modèle (fréquence et amplitude) de l'évolution des caractéristiques de la perception sonore selon la position du récepteur dans l'espace. Nous rajoutons les durées relatives à la tâche 20, car cette tâche consiste à décrire l'évolution de la perception sonore en fonction de la position du récepteur à partir de la même situation de la vie quotidienne que la tâche 21

Tableau 72 : Durées de réalisation des tâches 21 et 22

N°	N° dyade																		Durée moyenne	
Tâche	2	3	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
20	1:50	2:29	8:29	7:57	1:47	1:09	4:27	1:57	1:55	3:09	2:35	1:17	2:47	2:09	2:05	2:09	2:45	2:02	1:15	2:51
21	0:48	1:22	0:58	1:22	1:17	0:56	0:54	1:08	0:37	1:39	2:47	0:46	1:28	1:23	0:46	0:31	1:26	0:59	0:49	1:09
22	5:04	3:06	1:57	2:35	1:49	1:14	3:48	1:15	3:34	2:29	3:29	1:04	2:51	7:22	2:16	2:17	2:37	1:25	2:14	2:46

La modification de l'expérience et la représentation du savoir à utiliser (tâche 22) semblent conduire les élèves à fonctionner comme lors de la tâche 20 (Tableau 72) : ils ne continuent pas à résoudre un même problème dont la représentation du savoir à mettre en oeuvre est modifiée, mais ils semblent être devant un nouveau problème qu'ils sont censés à nouveau se représenter.

II.5.2011 Analyse de l'activité en fonction de la 'durée', des 'ressources utilisées' et des 'réponses inexactes'

Sur les 24 tâches présentes dans le TP4, onze proposent un onglet Aide. Seules six tâches conduisent à un appel de l'onglet Aide et le nombre de dyades y faisant appel est faible (de 2 à 4) (Tableau 73) ce qui peut signifier qu'à ce stade la plupart des élèves se sont appropriés le savoir en jeu⁴⁷.

Tableau 73 Classement décroissant des tâches selon le nombre moyen d'appels à l'onglet Aide

⁴⁷ Cette séquence a pour objectif de donner les moyens aux élèves de réinvestir le savoir présenté lors du TP1.

N° tâche	N° dyade																			Nombre moyen d'appels à l'Aide par dyade	
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
T20			4	1				1													0,32
T12	1					1						1			1						0,21
T22	1							1			1									1	0,21
T16							1													1	0,11
T1											1		1								0,11
T15											1										0,05

En revanche, les élèves donnent au moins une 'réponse inexacte' lors de la réalisation de 15 tâches (sur 25). Le tableau suivant (Tableau 74) donne un classement des tâches en fonction du nombre moyen de réponses inexactes par dyade.

Tableau 74 : Classement par ordre décroissant du nombre moyen de réponses inexactes

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

N°tâche	Intitulé de la Tâche	Onglet	Nbre de dyades	Nbre moyen de réponses inexactes par dyade
T20	Expérience 1 (Prévoir)	Expérience 1	13	3,1
T16	Reproduire le même son	Question	11	2,15
T15	Création de l'oscillogramme	Expérience	13	2,05
T12	Expérience (grandeurs caractéristiques du son)	Expérience	9	1,21
T22	Expérience 3	Expérience 3	14	1,1
T4	Première expérience (expérience)	Etude 2	6	0,95
T13	Expérience (grandeurs caractéristiques de la vibration)	Expérience	10	0,84
T3	Première expérience (expérience)	Etude 1	10	0,68
T17	Reproduire le même son	Exp 1	10	0,63
T1	Introduction du TP4	Test 2	4	0,52
T1	Introduction du TP4	Test 1	5	0,47
T7	Deuxième expérience(expérience)	Etude 1	5	0,32
T8	Deuxième expérience(expérience)	Etude 2	3	0,32
T11	Etude des grandeurs caractéristiques à l'oscilloscope	Question	3	0,16
T21	Expérience 2	Expérience 2	1	0,1

En comparant le classement des tâches en fonction du nombre moyen d'appels à l'onglet Aide et du nombre moyen de réponses inexactes, nous remarquons que les cinq premières tâches du Tableau 74 se retrouvent aussi dans le Tableau 73. En d'autres termes, les tâches qui posent le plus de difficultés aux élèves conduisent à un appel de

l'onglet Aide. Cela montre que lors de la réalisation de ces tâches, les élèves semblent prendre conscience qu'ils ont besoin d'informations. De plus, parmi ces tâches, certaines ont déjà été proposées durant les séquences précédentes :

La description de l'évolution de la perception sonore selon la position du récepteur par rapport à la source. Cette tâche (T20) est proposée aussi dans le TP2 (T14b2). Nous avons aussi relevé des difficultés des élèves (voir 0). Cette difficulté de description au niveau du champ expérimental se retrouve aussi au niveau du modèle lors de la tâche T22.

La mise en relation entre la perception sonore et la vibration. La tâche 12 est proposée aussi lors du TP1. De plus, elle est proposée durant cette même séquence lors des tâches T4, T8.

II.5.3011 En résumé

Lors de cette dernière séquence, nous avons à nouveau relevé que selon le type d'écran, c'est-à-dire selon les actions des élèves, la durée de réalisation de la tâche varie. De plus, nous avons identifié que les tâches de type d'écran PI2, qui consistent à réaliser une expérience en actionnant un simulateur, conduisent à des durées particulièrement courtes. Ensuite, nous avons spécifié selon la construction de la tâche (représentation, savoir en jeu) que la réalisation successive de telles tâches donne lieu à la fois à une diminution du nombre de réponses inexactes et des durées de réalisation. Toutefois, dans ce même cadre, lorsque la tâche qui suit propose un protocole expérimental différent et/ou l'utilisation de représentations différentes pour un même savoir, les durées de réalisation réaugmentent mais le nombre de réponses inexactes est plus faible. Nous avons alors supposé que les élèves doivent se représenter à nouveau le problème. Enfin, nous nous sommes rendus compte que les tâches qui semblent difficiles aux élèves sont relatives à l'élaboration de la relation entre la perception sonore et les grandeurs caractéristiques de la vibration et à la description de l'évolution de la perception sonore selon la position du récepteur par rapport à l'émetteur.

III011. Conclusion & discussion

A la première question que nous nous sommes posée, '*Y a-t-il une relation entre l'activité de l'utilisateur et la variable type d'écran ?*', nous sommes amenés à répondre positivement. En effet, nous avons remarqué que selon les actions⁴⁸ que les élèves réalisent durant la tâche, la durée de l'activité fluctue. Ainsi, nous avons relevé que durant les tâches dont les actions à mener sont lire et/ou observer (type d'écran PI3 (ou IP3)) et actionner un simulateur (PI2 ou IP2), les durées de réalisation des tâches sont particulièrement faibles par rapport à celles où les élèves doivent cocher une case ou

⁴⁸ Nous parlons d'actions puisque le type d'écran est décrit selon les actions à réaliser selon la tâche.

taper du texte (type d'écran P11). Toutefois, dans le cadre de tâches dont le type d'écran est P11 nous avons relevé que les durées de réalisation peuvent être faibles lorsque :

. la charge informationnelle présente à l'écran est particulièrement réduite (T4 TP1),

. les tâches consistent à réinvestir durant un même TP un même modèle à partir de situations différentes (TP0, TP2, T3 TP1), mais avec les mêmes procédures de résolution et la même représentation du savoir,

. les tâches se succèdent et les représentations à utiliser sont semblables et le savoir en jeu commun (T12 et T13 du TP4),

A la seconde question dont l'objet est de déterminer une relation entre l'appel à des ressources et le nombre de réponses inexactes, nous répondons négativement. D'abord, nous avons noté que les tâches qui reposent sur une situation de la vie quotidienne ou familière aux élèves n'incitent pas les élèves à recueillir des informations dans l'onglet Aide. Cela montre que les élèves préfèrent mobiliser leurs propres connaissances. Ensuite, lors de la première analyse (I), nous avons vu que l'appel à l'onglet Aide s'intègre dans la démarche de résolution du problème : il peut être avant ou après la demande de validation d'une réponse. Enfin, nous avons supposé que la sélection d'une ressource peut être liée à la prise de conscience d'un besoin d'informations, à une difficulté de compréhension de la consigne, à la nature de la tâche, etc.

A la troisième question dont l'intérêt est de savoir si, *via* les données recueillies à partir de la trace, il est possible d'identifier les tâches qui posent des difficultés, il nous semble que la réponse ne peut être catégorique. En effet, les données sur lesquelles nous nous appuyons pour déterminer ces tâches sont peu nombreuses et peuvent être réductrices de l'activité réelle des élèves : la durée, le nombre de réponses inexactes et le nombre d'appels aux ressources. Cependant, cette première étude donne l'occasion de cibler les tâches dont les caractéristiques sont communes aux 20 dyades. Cela permet de montrer au moins que certaines tâches posent des problèmes aux élèves. De plus, au cours des deux études (I, II), nous retrouvons les tâches que nous avons estimées difficiles :

. tâches qui demandent de mettre en oeuvre pour la première fois un modèle (T3 et T8 du TP1, T13 du TP3) ,

. tâches dont le savoir en jeu doit être mis en oeuvre à partir de systèmes sémiotiques différents (T21 et T22 TP4),

. tâches qui nécessitent de décrire l'évolution de la perception sonore selon la position d'un récepteur (T14b2 du TP2, T20 TP4).

La question suivante '*En quoi les informations sélectionnées dans l'onglet Aide sont liées à la tâche à réaliser ?*' a été développée lors de la première partie de l'analyse (I.2). Nous avons constaté que les informations principalement sélectionnées correspondent au savoir en jeu. De ce fait, le lien entre la tâche et la sélection est le savoir que les élèves sont censés mettre en oeuvre pour réaliser la tâche. En revanche, les informations que les élèves sélectionnent le moins se réfèrent principalement aux tâches réalisées auparavant. Cela signifierait que les élèves se seraient appropriés le savoir en question. Enfin, nous avons proposé différentes manières de sélectionner les informations en fonction de la tâche :

• Une sélection par traits de surface en fonction des termes contenus dans la consigne.

• Une sélection pouvant donner lieu à une nouvelle stratégie pour résoudre le problème.

Elles indiquent que d'une part les termes fournis dans la consigne peuvent guider les élèves dans leurs sélections et que d'autre part les informations contenues dans l'onglet Aide peut donner lieu à de nouvelles stratégies pour réaliser la tâche.

A la dernière question, à propos de la relation entre la place du modèle dans la séquence et l'activité des élèves, nous avons recueilli les trois types de données suivantes :

• Au cours du TP0, TP1, TP2 nous nous sommes rendus compte que les tâches, dont l'objet est de réinvestir le modèle présenté juste avant, mettent les élèves en situation de difficulté. En effet, nous avons relevé que le nombre de réponses inexactes ainsi que le nombre d'appels à l'onglet Aide sont les plus élevés dans ces cas là.

• Au cours du TP3, nous avons constaté que de ne pas proposer de tâches de réinvestissement du modèle proposé mène les élèves à réaliser difficilement la tâche de fin de séquence (T13).

• Au cours du TP4, dont le savoir en jeu est connu des élèves puisque principalement introduit lors du TP1, il semble que la réalisation des tâches est plus aisée car les durées de réalisation et le nombre de réponses inexactes n'atteignent plus les valeurs obtenues lors du TP1.

Ainsi, il nous semble que la réalisation d'une tâche donnée est différente selon sa position par rapport au modèle. En d'autres termes ce que les élèves feront entre le moment où ils découvriront le modèle et le moment où ils le réinvestiront paraît être crucial.

Nous considérons que cette analyse, réduite aux critères durées, nombre de réponses inexactes, nombre d'appels à l'onglet Aide, sélection des informations dans l'onglet Aide, est limitée. En effet, elle ne permet pas d'expliquer l'origine des difficultés des élèves et des appels à une ressource, les durées particulièrement longues selon la

tâche. En fait, cette analyse s'attache à pointer des fonctionnements communs ou distincts des différentes dyades selon la tâche à réaliser et ne peut donner une interprétation précise de leur fonctionnement.

IV011. Sélection de quatre dyades

IV.1011 Critères de sélection des quatre dyades

La sélection des quatre dyades à partir desquelles nous allons réaliser l'analyse locale repose sur trois points. D'abord, nous souhaitons une hétérogénéité au niveau du nombre de réponses erronées, des navigations effectuées, du temps mis à réaliser certaines tâches. Ensuite, nous devons choisir un même Nombre de dyades réalisant l'expérimentation avec ou sans matériel expérimental, provenant de lycées différents afin d'avoir des données qui ne 'stigmatisent' pas un type d'élèves selon leur environnement scolaire et social. Enfin, d'un point de vue plus 'pratique', nous souhaitons que la verbalisation soit soutenue et que les mêmes élèves soient présents lors des trois séances de TP (environ six semaines).

Les quatre dyades choisies selon ces critères sont les dyades 8, 12, 16 et 20.

IV.2011 Résumé de l'activité des quatre dyades durant les trois séances de TP

IV.2.1011 Dyades pouvant utiliser du matériel expérimental placé sur la paillasse

IV.2.1.1011 Dyade 16

La dyade et son investissement

Cette dyade est composée de deux filles. L'une de ces caractéristiques est de s'investir dans la réalisation de chacune des tâches à condition que les informations proposées ne leur semblent pas déjà connues. Par exemple, lors de l'introduction des grandeurs caractéristiques de la vibration où nous considérons que l'activité observable des élèves est réduite à la lecture et l'observation des animations, l'élève B pose la question suivante :

- T3 TP1 N°TdP 5 B 'En fait c'est quoi là'
- T3 TP1 N°TdP 6 A 'He bein en fait regarde c'est la fréquence de vibration donc c'était avant c'est vas y remet fréquence'

Ensuite, c'est le seul groupe parmi les quatre qui tentent de réinvestir les savoirs de la séance du TP3 dans le TP4 :

- T5 TP4 N°TdP 63 B 'Quand l'amplitude / on augmente l'amplitude / le son est de plus

en plus fort / l'amplitude virgule le son est de plus en plus fort'

- T5 TP4 N°TdP 64 A 'Pourquoi ?'
- T5 TP4 N°TdP 65 B 'Aucune idée / attend quand on augmente l'amplitude le son est de plus en plus fort / met réponse / ça ne sert à rien si on met quelque chose si on en connaît rien +(...)'
- T5 TP4 N°TdP 68 A 'Oui bon d'accord / c'est ce que l'on a trouvé depuis tout à l'heure'
- T5 TP4 N°TdP 72 A 'Heu l'amplitude / l'amplitude de la tension ça ça fait / ça augmente l'amplitude de la source de son et le son il devient de plus en plus fort / ce n'est pas expliqué pourquoi le son il devient de plus en plus fort'
- T5 TP4 N°TdP 78 B 'Regarde / t'as un tambourin tu tapes un tout petit coup, tu n'entend pas fort / parce que tu tapes un tout petit coup et la membrane elle ne va pas beaucoup bouger' (réinvestissement du TP1)
- T5 TP4 N°TdP 79 A 'Mais ce n'est pas en fonction de l'air qui est qui déplacé plus vite / en fonction des particules qui seront' (réinvestissement du TP3)

La dyade et le matériel

Elles utilisent rarement le matériel expérimental. Cela est surtout dû au manque d'enthousiasme de l'élève B que l'on peut noter à deux reprises dans le TP1 et le TP4 :

- T12 TP4 N°TdP 10 A 'Faut la faire l'expérience / on est obligé ou pas ?'
- T12 TP4 N°TdP 11 B 'On ne peut pas la faire à la fin '
- T12 TP4 N°TdP 12 A 'Quoi'
- T12 TP4 N°TdP 13 B 'C'est bon on a compris'

Les interactions entre les élèves

L'élève A joue un rôle essentiel pour l'élève B. Par un jeu de questions, elle donnera les moyens à l'élève B de mettre en doute ses stratégies (TP1 tâche 1 'Activité expérimentale', tâche 3 'mesure de la fréquence'). De plus, elle reprend régulièrement l'élève B lorsque cette dernière mobilise une connaissance qui lui paraît inexacte. Enfin, c'est l'un des seuls groupes parmi les quatre qui tentent de réinvestir les savoirs de la séance du TP3 dans le TP4 :

Nombres de réponses inexactes et appels de l'onglet Aide

Enfin, elle est l'une des dyades dont le nombre de réponses inexactes et d'appels à l'onglet Aide sont les moins nombreux (Tableau 75). En outre, en ce qui concerne la navigation, nous n'avons pas remarqué de réels problèmes si ce n'est lors de la dernière séance où les tâches sont proposées parfois sur les trois onglets de la demi-page-écran de gauche.

Tableau 75 : Présentation globale des réponses de la dyade 16

N° TP	Intitulé de la Tâche	Nombre de réponses erronées de la Dyade 16	Nombre de dyades réalisant au moins une réponse erronée	Nombre d'appels à l'aide lors de chacune de ces tâches	Nombre d'appels maximal à l'aide sur l'ensemble des dyades
TP1	La chanteuse (chaîne sonore)	1	13		
TP1	Mesure de la fréquence	2	15	1	14
TP1	Mesure de l'amplitude	0	7	1	7
TP1	Test (1)	1	7	0	4
TP2	réalisation du vide (chaîne sonore)	1	10	0	0
TP3	Questions (propagation du son dans l'air)	2	18	1	8
TP4	Etude des grandeurs caractéristiques à l'oscilloscope	1	3	0	
TP4	Reproduire le même son	1	10	0	1

IV.2.1.2011 Dyade 12

La dyade et son investissement

Cette dyade est composée de deux garçons. Leur investissement se traduit sous la forme de l'utilisation régulière de l'onglet Aide, de réalisations successives d'une même tâche lorsque l'un des deux élèves semblent ne pas avoir 'compris' (T5 TP1) :

- T5 TP1 N° TdP 41 B 'Pas la même fréquence et pas la même amplitude bein je pense vas y mets ce que tu veux toi'
- T5 TP1 N° TdP 42 A 'Oui c'est ça non'
- T5 TP1 N° TdP 43 B 'Pourquoi'
- T5 TP1 N° TdP 44 A 'Je ne sais pas c'est très bien vous pouvez continuer le TP qu'est ce que l'on fait on continue ou on le refait j'aimerais comprendre moi'

- T5 TP1 N° TdP 45 B 'Oui bien refai le'

La dyade et le matériel

Ils utilisent le matériel expérimental à plusieurs reprises sur l'ensemble des séquences afin de 'vérifier' (terme qu'ils utilisent) ce qu'ils observent à partir de la vidéo ou de la simulation :

- T12 TP4 N°TdP 39 B 'Attends l'amplitude c'est / Je ne me rappelle plus / ah' (utilisation matériel)
- T12 TP4 N°TdP 40 A 'C'est ça l'amplitude (*il regarde aussi l'oscillo*) / plus il y a d'amplitude / donc celui là il est plus faible / c'est sur / mais il est // il est plus aigu / ah voilà ça y est j'ai compris / c'est bon bon vas y rééteinds le j'ai compris'

Nombres de réponses inexactes et appels de l'onglet Aide

Elle réalise régulièrement des réponses erronées lors des trois séquences TP1, TP3 et TP4 qui sont dans 50% des cas accompagnées de l'appel à l'onglet Aide⁴⁹.

Tableau 76 : Présentation globale des réponses de la dyade 12

⁴⁹ Nous ne nous intéressons pas ici à la situation de cet appel avant ou après la demande de validation de la réponse.

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

N° TP	Intitulé de la Tâche	Nombre de réponses erronées de la Dyade 12	Nombre de dyades réalisant au moins une réponse erronée	Nombre d'appels à l'aide pour la dyade 12	Nombre de dyades faisant appels à l'aide
TP1	Mesure de la fréquence	3	15	1	14
TP1	Mesure de l'amplitude	2	9	1	7
TP1	Test (1)	1	7	1	4
TP1	Test Lien vibration perception	1	18	1	11
TP3	Expérience des deux tambourins (chaîne sonore)	1	13		
TP3	Questions (propagation du son dans l'air)	4	18	1	8
TP4	Première expérience (mesure1)	2	10		
TP4	Première expérience (mesure2)	2	6		
TP4	Expérience (grandeurs caractéristiques du son)	1	9	1	4
TP4	Expérience (grandeurs caractéristiques de la vibration)	1	10		0
TP4	Création de l'oscillogramme	5	13		1
TP4	Reproduire le même son (Question)	1	11		1
TP4	Expérience 1	1	13		3
TP4	Expérience 2	2	1		

Nous avons noté une certaine désorientation (du pont de vue de la navigation) des élèves lors de 'l'activité expérimentale' du TP1. En fait, suite à la sélection de l'une des expériences, ils réalisent uniquement l'étape 'Observation', puis s'en retournent à la page-écran de choix des expériences.

- *T1 TP1 N°TdP 53 B* 'Eh bein c'était quoi et bein met suivant'
- *T1 TP1 N°TdP 54 A* 'C'est plutôt comme ça observer et décrire le comportement de la source de son'
- *T1 TP1 N°TdP 55 B* 'Le comportement de la source de son ' (reviennent à page d'introduction)
- *T1 TP1 N°TdP 56 A* 'Hé bein c'est bon alors déterminer la source de son on l'a vu observer et décrire le comportement de la source'
- *T1 TP1 N°TdP 58 A* 'On marque où monsieur que ça vibre par exemple'
- *T1 TP1 N°TdP 59 I* 'Comment'
- *T1 TP1 N°TdP 60 A* 'Parce que là il nous dit observer et décrire le comportement de la source de son'

IV.2.2011 Dyade utilisant uniquement l'hypermédia

IV.2.2.1011 Dyade 20

La dyade et son investissement

Cette dyade est composée de deux filles. Leur engagement dans la réalisation de certaines tâches est remarquable : elles passent plus de vingt minutes dans la tâche 3 du TP1. Cependant, lors la réalisation de certaines tâches du TP3 (T6 ou T13) elles explicitent peu leurs raisonnements et c'est l'une des seules dyades qui ne donne pas de réponses erronées à ces deux tâches et qui possèdent l'un des temps les plus courts pour réaliser ce TP.

Nombres de réponses inexactes et appels de l'onglet Aide

Nous pouvons noter un faible nombre d'appels à l'onglet Aide, même lorsque cette dyade donne une réponse erronée ce qui correspond à un comportement opposé à la dyade 12.

Tableau 77 : Présentation globale des réponses de la dyade 20

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

N°TP	Intitulé de la Tâche	Nombre de réponse erronée de la Dyade 20	Nombre de dyades réalisant au moins une réponse erronée	Nombre d'appels à l'aide pour la dyade 20	Nombre de dyades faisant appel à l'aide
TP1	Mesure de la fréquence	14	15	7	14
TP1	Mesure de l'amplitude	1	9	1	7
TP1	Test (1)	1	7		4
TP1	Test Lien vibration perception	1	18		11
TP2	Chaîne sonore (réalisation du vide)	2	10		
TP3	Expérience des deux tambourins (chaîne sonore)	1	13		
TP4	Première expérience (Mesure 1)	1	10		
TP4	Expérience (grandeurs caractéristiques de la vibration)	1	10		
TP4	Création de l'oscillogramme	4	13		
TP4	Expérience 1	1	13		3
TP4	Expérience 3	1	14	1	3

IV.2.2.2011 Dyade 8 Lycée Branly

La dyade et son investissement

Cette dyade est composée de deux garçons. L'une des particularités de cette dyade est qu'elle réalise les tâches avec des durées soit très faibles (T4, T5 du TP1) soit très importantes (T8 TP1, T13 TP3) par rapport aux trois autres dyades. Cependant, lors du TP4, dont l'objectif est d'amener les élèves à réinvestir à partir de nouvelles représentations, le savoir du TP1 ne semble pas leurs poser de réelles 'difficultés'.

Nombres de réponses inexactes et appels de l'onglet Aide

Nous remarquons que cette dyade produit peu de réponses inexactes (sauf pour la tâche 8) sur l'ensemble des tâches et d'appels à l'onglet Aide.

Tableau 78 : Présentation globale des réponses de la dyade 8

N°TP	Intitulé de la Tâche	Nombre de réponses erronées de la dyade 8	Nombre de dyades réalisant au moins une réponse erronée	Nombre d'appels à l'aide	Nombre de dyades faisant appel à l'aide
TP1	La chanteuse (chaîne sonore)	1	13		
TP1	Test Lien vibration perception	28	18	2	11
TP2	Choc intersidéral (Prévoir)	1	4	1	3
TP3	Expérience des deux tambourins (chaîne sonore)	1	13		
TP3	Interprétation microscopique (question)	1	10	1	4
TP3	Expérience de la bougie (observation)	2	8		
TP3	Questions (propagation du son dans l'air)	3	18	1	8
TP4	Première expérience (Mesure1)	1	10		
TP4	Etude des grandeurs caractéristiques à l'oscilloscope (Question)	1	3		
TP4	Expérience 1	2	13	1	3
TP4	Expérience 3	0	14	1	3

Chapitre 9011 Analyse locale des données recueillies

Dans ce chapitre, il s'agit d'étudier l'influence de la structuration des contenus des tâches selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques sur la construction du savoir par les élèves. Cette analyse est réalisée à partir des codages successifs présentés dans le chapitre précédent. Les résultats proposés tiendront compte à la fois de la conception de l'hypermédia et de l'activité observable des élèves.

I011. Y-a-t-il des relations entre les niveaux de savoir des contenus des tâches et ceux effectivement mis en oeuvre par les élèves?

L'objet de cette question est de répondre à l'un de nos objectifs de recherche qui est d'identifier les connaissances mobilisées par les élèves et la manière dont ils les font fonctionner compte tenu des caractéristiques des tâches.

La méthodologie d'analyse (chapitre 6) amène, suite à la catégorisation des connaissances verbalisées des élèves selon les niveaux de savoir⁵⁰, à comparer l'activité effective des élèves à celle attendue. Cette comparaison rend alors possible de découvrir les écarts entre ce qui a été prévu et ce qui est réalisé (Crozier et Friedberg, 1977).

Notre hypothèse de structuration des contenus selon les niveaux de savoir en jeu dans la tâche suppose que les niveaux de savoir présents dans la page-écran, ainsi que ceux relatifs au but de la question sont censés favoriser leur mise en oeuvre et leur mise en relation. Cette hypothèse est liée à celle qui considère que la construction, par l'élève, des concepts de physique relève de la mise en oeuvre de différents niveaux de savoir et de leurs relations, les mises en relations constituant l'une des difficultés des élèves.

En référence à ces deux hypothèses, nous étudions les points communs entre l'activité effective des élèves et celle prévue et les écarts :

Les points communs : l'activité des élèves correspond à l'analyse *a priori* Pour avoir un point de vue général à propos de l'influence de la structuration des contenus des tâches selon les niveaux de savoir, nous déterminons à la fois le nombre de tâches durant lesquelles les dyades mobilisent explicitement au moins une connaissance correspondant à un niveau de savoir de la page-écran et le nombre de tâches donnant lieu aux relations attendues (Tableau 79 et Tableau 80). Ce résultat (quantitatif) donne une première réponse à nos hypothèses de conception et d'apprentissage. Pour affiner ce résultat, nous allons étudier comment les élèves construisent du sens, en fonction des caractéristiques des tâches dans les deux cas suivants (I.1.1 et I.1.49) :

⁵⁰ Nous rappelons que ces niveaux de savoir sont les descripteurs à la fois de l'activité de modélisation des élèves et des contenus présentés dans chacune des pages-écrans de l'hypermédia.

–
les tâches qui donnent lieu à la mise en oeuvre des niveaux de savoir attendus mais non présents dans la page-écran. Cette analyse rend compte de l'accommodation des systèmes explicatifs des élèves selon les contenus des tâches (voir l'accommodation des structures cognitives des élèves Chapitre 2).

–
les tâches qui donnent lieu aux relations attendues mais dont les connaissances mobilisées lors de la construction de ces relations ne correspondent pas aux connaissances attendues, c'est-à-dire, ne sont pas appropriées du point de vue du savoir en jeu. Cette analyse donne l'occasion d'apprécier l'évolution des connaissances mises en oeuvre par les élèves au cours de la réalisation des différentes tâches.

Les écarts : l'activité des élèves ne correspond pas à l'analyse *a priori*. La comparaison entre l'activité effective des élèves et celle prévue conduit à découvrir principalement deux types d'écarts qui présentent les spécificités suivantes :

–
certaines tâches amènent ni à la mise en oeuvre de niveaux de savoir, ni aux relations attendues. Ce premier écart à l'hypothèse liée à la structuration des contenus des tâches selon niveaux de savoir nous amènera à caractériser ces tâches et à donner des éléments d'explications relatifs au fonctionnement des élèves.

–
diverses tâches donnent lieu à la mise en oeuvre de niveaux de savoir et de relations non attendus. Cette découverte est intéressante car elle indique que les élèves sélectionnent des éléments constitutifs ou non de la tâche (onglet aide, matériel, simulation, ...) en cours et construisent du sens, même s'il n'est pas attendu.

Les deux tableaux suivants présentent le nombre de tâches associées aux points communs et aux écarts décrits ci-dessus. Cette estimation est réalisée sur les 79 tâches pour les quatre dyades (D16, D12, D20, D8).

Tableau 79 : Détermination selon le TP et la dyade (D) du nombre de tâches durant lesquelles les connaissances mobilisées explicitement correspondent ou non aux niveaux de savoir de la page-écran

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

Points communs avec l'analyse a priori					Ecart avec l'analyse a priori									
Nombre de tâches durant lesquelles les dyades (D) mobilisent explicitement au moins une connaissance qui correspond à un niveau de savoir de la page-écran					Nombre de tâches durant lesquelles les dyades (D) ne mobilisent pas explicitement de connaissance qui correspond à un niveau de savoir de la page-écran					Nombre de tâches durant lesquelles les dyades (D) mobilisent explicitement des connaissances qui ne correspondent pas aux niveaux de savoir de la page-écran				
N° dyade	D16	D12	D20	D8	Moyenne	D16	D12	D20	D8	Moyenne	D16	D12	D20	D8
TP0	4/5	2/3	4/5	4/5	78%	1/5	1/3	1/5	1/5	22%	0	0	0	0
TP1	8/8	7/8	7/8	7/8	91%	0	1/8	1/8	1/8	9%	3	3	3	5
TP2	10/17	14/17	11/13	11/17	70%	7/17	3/17	6/13	6/17	30%	3	6	2	3
TP3	10/14	11/14	9/14	11/14	73%	4/14	3/14	5/14	3/14	27%	1	1	1	2
TP4	22/25	21/23	23/25	22/25	90%	3/25	2/23	2/25	3/25	10%	1	1	0	0

La dyade 12 n'a réalisé que 3 tâches sur les 5 lors du TP0 et 23 tâches sur les 25 lors du TP4. La dyade 20 a réalisé que 13 tâches sur les 14 lors du TP2.

Tableau 80 : Description des relations mises en oeuvre explicitement par les quatre dyades selon l'analyse a priori

Points communs avec l'analyse a priori					Ecart avec l'analyse a priori									
Nombre de tâches donnant lieu aux relations attendues					Nombre de tâches ne donnant lieu à aucune relation					Nombre de tâches donnant lieu à des relations non attendues				
N° dyade	D16	D12	D20	D8	Moyenne	D16	D12	D20	D8	Moyenne	D16	D12	D20	D8
TP0	4/4	2/2	4/4	4/4	100%	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TP1	5/6	5/6	5/6	3/6	75%	1/6	1/6	1/6	3/6	25%	4	4	2	3
TP2	5/7	7/7	3/4	6/7	84%	2/7	0	1/4	1/7	16%	0	2	0	0
TP3	4/7	3/7	4/7	2/7	46%	3/7	4/7	3/7	5/7	54%	3	1	1	1
TP4	11/17	10/15	8/17	8/17	56%	6/17	5/15	9/17	9/17	44%	5	3	4	1

Les résultats donnés dans ces deux tableaux confortent nettement la première partie de l'hypothèse 2 (la conception de l'hypermédia) : les niveaux de savoir contenus dans la page-écran ainsi que ceux relatifs au but de la question sont censés favoriser la mise en oeuvre des niveaux attendus. En effet, nous observons à partir du Tableau 79 que les élèves mobilisent pour au moins 80% des tâches des connaissances qui correspondent à des niveaux de savoir de la tâche proposée. Ensuite, nous notons que la seconde partie de l'hypothèse est vérifiée uniquement pour les TP0, TP1, TP2 : les niveaux de savoir contenus dans la page-écran ainsi que ceux relatifs au but de la question sont censés

favoriser leurs mises en relation. En effet, lors du TP3, même si les dyades mettent en oeuvre au moins l'un des niveaux contenus dans la page-écran, nous constatons que le nombre de tâches donnant lieu aux relations attendues est particulièrement faible et homogène pour les quatre dyades. L'une des explications tient compte de l'analyse globale à partir de laquelle nous avons identifié une relation entre la manière dont le modèle est introduit durant le TP et l'activité des élèves. Lors des trois premiers TP, le modèle que les élèves sont censés réinvestir durant la séance est introduit au cours d'une tâche qui précède celle qui conduit à son utilisation ; lors du TP3, le modèle est présenté suite à une première tâche de découverte (du modèle) et aucune des tâches qui suivent ne demande explicitement son réinvestissement. Enfin, lors du TP4, le savoir en jeu est connu des élèves puisque principalement introduit lors du TP1, il est alors possible que les élèves mettent en oeuvre le modèle en jeu sans passer par l'articulation des niveaux de savoir attendus. Cela expliquerait la valeur moyenne obtenue.

Nous allons maintenant étudier en détail les points communs et les écarts entre l'activité effective des élèves et celle prévue.

I.1011 Concordance entre l'activité effective des élèves et l'analyse *a priori*

I.1.1011 Tâches donnant lieu à la mise en oeuvre de niveaux de savoir attendus mais non présents dans la page-écran

Cette étude repose sur l'une des hypothèses de conception de l'hypermédia qui considère que la présence des niveaux de savoir en jeu dans la page-écran, ainsi que ceux relatifs au but de la question, favorisent leur mise en oeuvre lors de la réalisation de la tâche. L'objectif de ce questionnaire est d'identifier les caractéristiques des tâches qui favorisent la mise en oeuvre par les élèves de niveaux de savoir attendus mais non présent dans la page-écran.

I.1.1.1011 Présentation des tâches

Les tâches correspondantes (5 sur les 79) sont présentées dans le Tableau 81. Elles sont décrites en fonction de leur objectif, des niveaux de savoir (NS) présents dans la page-écran et des niveaux de savoir attendus (ceux que les élèves doivent mettre en oeuvre). Nous précisons aussi le nombre de dyades qui mettent en oeuvre les niveaux de savoir attendus et non présents dans la page-écran.

Tableau 81 : Nombre de dyades mettant en jeu les niveaux de savoir attendus et non présents dans la page-écran

N° TP	N° tâche	Intitulé des tâches	Nbre et N° de D	Objectif de la tâche	NS but	NS tâche	NS attendus
TP1	T1d	Activité expérimentale Conclusion	4	Distinguer le phénomène	TM	CE	TM

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

N° TP	N° tâche	Intitulé des tâches	Nbre et N° de D	Objectif de la tâche	NS but	NS tâche	NS attendus
				en jeu lors de l'émission d'un son			
TP2	T5	Prévoir le résultat de l'expérience (cloche à vide)	2 (D12-D20)	Confirmer ou infirmer une prédiction à partir d'une expérience	TM	CE	TM
	T9	Prévoir le résultat de l'expérience (dihydrogène)	4		TM	CE	TM
	T14c	Prévoir collision intersidérale	3 (D16-D12-D8)	Réinvestir le modèle pour interpréter	TM	CE	TM
	T14d	Prévoir collision sous l'eau	2 (D16-D12)	une situation de la vie quotidienne	TM	CE	TM
Légende TM : théorie-modèle CE : champ expérimental NS : niveaux de savoir							

L'analyse comparée de ces tâches conduit à relever les caractéristiques suivantes. D'abord, les contenus qu'elles proposent se réfèrent au champ expérimental. Ensuite, ces tâches ont pour principal objectif d'aider les élèves à réaliser des mises en relation entre la théorie et les objets et événements observables en prédisant et en interprétant des situations expérimentales ou de la vie quotidienne (Chapitre 4 § 1.3.1.1 L'importance des activités expérimentales dans le processus de modélisation). Enfin, la plupart de ces tâches s'inscrivent dans une mise en scène créée à cet effet. La mise en scène consiste en un scénario constitué de diverses tâches dont l'objectif est d'amener progressivement les élèves à donner sens à un même savoir en jeu. Le Tableau 82 décrit les mises en scène rencontrées dans les TP1 et TP2.

Tableau 82 : Présentation des mises en scènes dans le cadre du TP1, TP2

Mise en scène lors de la tâche 1 du TP1	Mise en scène lors des tâches T5 à T8 du TP2
T1a Observation de l'expérience T1b Détermination de la source de son T1c Description de l'expérience T1d Conclusion	T4 Présentation du modèle T5 Prédiction T6 Réalisation de l'expérience T7 Exploitation de l'expérience (chaîne sonore) T8 En résumé
Réalisation de diverses expériences à partir de la même mise en scène	Réalisation d'une nouvelle expérience à partir de la même mise en scène entre les tâches T9 et T12

Dans le cas du TP1, les élèves réalisent d'abord diverses expériences (au maximum sept) à partir de mêmes questions posées dans les tâches T1a, T1b et T1c. Ensuite, ils doivent conclure en élaborant une réponse qui repose sur celles proposées précédemment 'A ce stade êtes-vous en mesure d'indiquer le comportement commun à l'ensemble des sources de son étudiées'. Nous supposons que la réalisation successive des diverses expériences aident les élèves à identifier le phénomène associé à la perception sonore et à généraliser leurs différentes réponses.

Lors du TP2, la mise en scène est différente. Suite à l'introduction du modèle⁵¹, enjeu de la séquence du TP, à partir d'une situation connue (l'indien voir TP0), les élèves répondent à des questions différentes à partir d'une même expérience (la cloche à vide). Ils vont successivement prévoir le résultat de l'expérience, l'observer, puis l'expliquer à partir d'un modèle présenté lors du TP0 (la chaîne sonore). Nous faisons l'hypothèse qu'à la fois la prédiction et l'explication de l'expérience à partir d'un modèle familier donne la possibilité aux élèves de prendre conscience des informations qu'ils ont sélectionnées lors de la présentation du modèle. Ils peuvent ainsi se rendre compte des informations qui sont nécessaires pour interpréter l'expérience proposée. Regardons maintenant l'activité des élèves lors de la réalisation de ces deux mises en scènes.

Dans le cadre du TP1 'Activité expérimentale', suite à la réalisation d'au moins trois expériences à partir de la mise en scène présentée dans le Tableau 82 ('Observation de l'expérience', 'Détermination de la source de son' et 'Description de l'expérience'), les élèves vont conclure. Ils doivent alors indiquer le comportement commun à l'ensemble des sources de son. Lors de la rédaction de leur réponse, les quatre dyades mettent en oeuvre le niveau de la théorie-modèle.

Pour les trois dyades (8, 12, 20), ce niveau correspond à la mise en relation du son émis avec le mouvement de la source.

Dyade 12

- N° TdP 158 B 'c'est que le son est émis par des vibrations émis prend un t non je ne sais pas'

Dyade 8

- N° TdP 151 A 'L'ensemble des sources de son vibrent'

⁵¹ Il s'agit du modèle de la chaîne sonore mettant en évidence la nécessité d'un milieu matériel pour percevoir un son.

- 152 B 'Vibrent et font du bruit dans l'air et font'
- 153 A 'Provoquent / oui provoquent'
- 154 B 'Oui'
- 155 A 'Provoquent un son dans l'air qui se propage dans l'air /(...)'

Dyade 20

- N° TdP 150 A 'Eh bein vibrent toutes c'est la vibration qui fait le son'

Dans le cas de la dyade 16, le niveau de la théorie-modèle est mis en oeuvre par l'élève A pour expliquer à l'élève B que les sources sont des objets tels que le diapason (TdP 201) et non le son.

- N° TdP 195 A 'Alors toutes les sources de son'
- 196 B 'Sont créées à partir d'une vibration'
- 197 A 'Heu'
- 198 B 'Sont produites'
- 199 A 'Non toutes les sources de son heu'
- 200 B '*Toutes les sources de son sont produites par*'
- 201 A 'Bein non parce que les sources de son c'est ça le diapason la guitare'
- 202 B 'Bein toutes les sources de son produisent (*un son*)'
- 203 A 'En faisant vibrer l'air / ça va tenir'

Déjà au cours de la réalisation des différentes expériences, certaines dyades élaborent la relation entre la perception sonore et le mouvement de la source de son. Nous présentons succinctement, par exemple, l'évolution des différentes réponses données par la dyade 12 lors de la tâche 'Description'. Nous supposons que cette dyade a construit la relation entre la perception sonore et le mouvement de la source à partir de l'expérience de la guitare car elle réalise régulièrement cette relation.

Expérience du diapason. La dyade met en oeuvre une connaissance non attendue : elle considère que le son est la cause de la vibration et non l'inverse.

- N° TdP 67 A 'Je mets le son fait vibrer la membrane c'est bon ça'
- 68 B 'Ouais ça fait vibrer la la ouais c'est bon attends vibrer t'as fait t'as fait une petite faute là'
- 69 A 'Ouais fait vibrer'

Expérience du tambourin. La dyade réalise pour la première fois la relation entre le son et le mouvement de la source.

- N° TdP 94 B 'A faire vibrer + (...)'(la baguette sert à faire vibrer)
- 95 A 'La membrane'
- 96 B 'La membrane du tambourin pour que ça émette un son'

Expérience de la guitare. La dyade considère à nouveau que la source de son vibre et émet un son. Lors de l'expérience de la lame de scie, elle formule le même type de réponse.

- N° TdP 131A 'Bein tu marques la corde vibre / tu marques la corde vibre ce qui ce qui fait des ce qui émet un son (B tape)'
- 132 B 'Et émet un son'
- 133 A 'Ouais et émet un son / ouais c'est bon'

Expérience de la lame de scie

- N° TdP 143 A '(...) / décrire le comportement tu mets quand la lame vibre /'
- 144 B 'Je mets ça'
- 145 A 'Ouais quand la lame vibre elle émet un son / d'accord on va faire la conclusion'

La réalisation successive des expériences, à partir d'une même mise en scène, semble favoriser la reconnaissance du phénomène⁵² en jeu : la vibration de la source de son lors de l'émission d'un son. Le fonctionnement des élèves observés lors de la 'Conclusion' ne semble être pas dû uniquement à la question posée mais à l'activité réalisée à partir de la mise en en scène proposée lors des différentes expériences.

Dans le cas du TP2, il semble que nous retrouvons un résultat similaire. L'objectif de cette séquence est d'amener les élèves à prendre consciences que la présence d'un milieu de propagation est l'une des conditions pour qu'un son existe. Le modèle est présenté à partir d'une situation de la vie quotidienne déjà connue des élèves 'L'indien'⁵³ (voir TP0) modélisée à partir de la chaîne sonore. Ce modèle est introduit avant les deux expériences, 'La cloche à vide' et 'Rajoutons du dihydrogène'. Nous rappelons que ces deux expériences sont présentées à partir d'une même mise en scène (Tableau 82) : 'Prévoir', 'Réaliser l'expérience', 'Exploiter l'expérience' (utilisation de la chaîne sonore) et 'En résumé'. Lors de la tâche de prévision de la première expérience 'la cloche à vide', uniquement deux dyades (12 et 20) mettent en oeuvre explicitement le niveau du modèle.

⁵² L'invariant parmi l'ensemble des expériences observées

⁵³ La situation présente une voie de chemin de fer à laquelle nous avons retiré une partie du rail. Cela doit permettre aux élèves de prendre conscience que 'l'absence du milieu de propagation' mène à ne plus percevoir le son émis par le train.

La dyade 12 précise qu'il n'y a plus de milieu de propagation :

- T5 N° TdP 3 B 'Puisqu'on enlève l'air on n'entend rien'
- 4 A 'ouais'
- 5 B 'Il y a plus de milieu de propagation'

La dyade 20 déclare que les vibrations (de la source) ne se transmettent plus.

- T5 N° TdP 1 A 'Un réveil est dans une cloche à vide et sonne / (?) / et bein on ne l'entendra pas parce qu'il n'y aura pas d'air pour transmettre les vibrations'
- 3 A 'Pas de son'
- 4 B 'Pas de propagation / non non non c'est page suivante'

Lors de la prédiction dans l'expérience suivante 'Rajoutons du dihydrogène' et des deux exercices d'applications (T14c et T14d), les dyades réinvestissent le modèle alors que les questionnements se situent au niveau du champ expérimental. Nous donnons un exemple à partir de la tâche T14d 'collision sous l'eau': *'Imaginons que vous soyez dans les profondeurs de l'océan Atlantique. Tout à coup, un sous-marin heurte un rocher. Entendez-vous le bruit du choc ?'*

Dyade 16. Elle se réfère au modèle de la source de son : une source de son vibre et ses vibrations se propagent dans le milieu de propagation et à son expérience propre.

- N° TdP 20 A 'Pareil à quoi que il y a peut être des vibrations sous l'eau oui parce que tu t'entends quand tu cries sous l'eau'
- 21 B 'Oui c'est vrai'

Dyade 12. Elle se rapporte au milieu de propagation en tant que condition pour qu'un son existe.

- N° TdP 47 A 'Bein si parce que tu entends sous l'eau'
- 48 B 'Bein oui'
- 49 A 'Parce qu'il y a les vibrations sous l'eau'
- 50 B 'Bein oui c'est un milieu de propagation il y a'

Nous faisons l'hypothèse que la réalisation successive des deux expériences 'cloche à vide' et 'rajoutons du dihydrogène' favorise la construction du modèle en jeu et son réinvestissement lors des exercices d'applications.

I.1.1.2011 En résumé

Nous avons montré que les élèves mettent en oeuvre des niveaux de savoir non contenus

dans la page-écran dans le cas où les tâches :

se réfèrent au champ expérimental,

sont insérées dans une mise en scène. La position de la tâche dans le scénario est essentielle pour aider les élèves par exemple à estimer le phénomène en jeu (TP1), à mettre en oeuvre leur modèle et à l'adapter par rapport à celui qui est en jeu (TP2),

demandent de réinvestir un même savoir depuis le début de la séance (TP2).

Il semble que cette mise en oeuvre ne résulte pas uniquement du but de la question posée et des niveaux de savoir présents dans la page-écran (hypothèse d'apprentissage), mais aussi de la mise en scène des tâches dans laquelle les élèves vont évoluer.

I.1.2011 Tâches conduisant à la mobilisation de connaissances non attendues

L'analyse des connaissances verbalisées des élèves selon les niveaux de savoir a permis d'identifier diverses *relations attendues* construites par les élèves durant la réalisation des tâches. Nous rappelons que les relations sont 'attendues' car elles coïncident avec celles qui sont prévues dans l'analyse a priori et qu'elles constituent un indice de l'appropriation du savoir par les élèves.

Dans cette section, nous étudions les connaissances mises en oeuvre par les élèves lors de l'élaboration de ces relations attendues. Nous allons spécifier l'écart entre les connaissances appropriées du point de vue du savoir en jeu (c'est-à-dire les connaissances attendues) et celles que les élèves mobilisent lors de l'élaboration de ces relations. Nous identifions donc les relations entre les niveaux de savoir qui ne correspondent pas à une *connaissance attendue*. Les connaissances non attendues peuvent être représentatives des difficultés des élèves à s'approprier le savoir en jeu.

Cette analyse a aussi permis de caractériser les tâches durant lesquelles nous avons relevé ces connaissances non attendues.

Nous présentons d'abord une analyse des relations mises en oeuvre par les quatre dyades à partir des tâches du TP0, puis nous décrivons les caractéristiques des tâches relatives aux cinq TP qui conduisent à la mobilisation de connaissances non attendues.

I.1.2.1011 Exemple d'analyse à partir du TP0 'Introduction de la chaîne sonore'

Cette séquence comporte cinq pages-écrans. La première (T1), qui introduit le modèle de la chaîne sonore, est suivie de quatre pages contenant chacune un exercice (de T2 à T5). La caractéristique commune des quatre tâches à partir desquelles nous identifions des connaissances non attendues est la suivante : elles sont précédées d'une tâche introductrice du modèle de la chaîne sonore (T1) et sont construites de la même manière.

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

Le tableau suivant (Tableau 83) donne les différentes tâches au cours desquelles les élèves ont mis en oeuvre une ou plusieurs connaissances non attendues.

Tableau 83 : Nombre de relation entre les niveaux attendus et ne correspondant pas à une connaissance attendue

Dyade, N° Tâche et Intitulée	Niveaux de savoir de la tâche	Nombre de relation entre les niveaux attendus (analyse a priori)	Nombre de relations ne correspondant pas à une connaissance attendue
Dyade 16			
T2 La chanteuse	TM CE	7	3
Dyade 12			
T4 l'indien	TM CE	5	2
Dyade 20			
T4 l'indien	TM CE	5	3
Dyade 8			
T2 La chanteuse	TM CE	8	4
T3 le public	TM CE	4	1
T4 l'indien	TM CE	4	1
Niveaux de savoir TM : théorie-modèle CE : champ expérimental OES : objets événements simulés Re : relation			

D'après le Tableau 83, nous constatons que les élèves mobilisent des connaissances non attendues à différents moments :

Lors de la réalisation du premier exercice d'application.

Les deux dyades (16 et 8) mobilisent des connaissances non attendues dès le premier exercice (T2). Elles appartiennent le milieu de propagation à un élément visible de la situation (la salle) au lieu de l'air (élément invisible). Nous donnons ici un exemple à partir de la dyade 16.

- T2 TP0 N° TdP 60 A 'Ensuite heu / ah il faut faire chaîne sonore / ouais la chanteuse ensuite moi je dirai air non ou salle'
- 61 B 'Air ou salle'
- 62 A 'Je ne sais pas'
- 63 B 'Moi sur mon truc (*feuille de préparation*) j'avais mis salle'

Durant les trois exercices d'application et dans des 'proportions' qui diminuent.

Les connaissances non attendues mobilisées par la dyade 8 relèvent d'une même difficulté : celle de déterminer le milieu de propagation. En fait, il semble que cela soit uniquement l'élève A qui ne parvienne pas à donner sens au milieu de propagation.

- T3 TP0 N° TdP 45 A 'Chapeau on va mettre'
- 46 B 'Non c'est l'air'
- 47 A 'Oui allez vas y / vas-y / c'est pas l'air / mais bon'

C'est seulement lors de l'exercice T4, que l'élève A prendra conscience du rôle joué par le milieu de propagation.

- T4 TP0 N° TdP 55 A 'Train / ah non pas sur / c'est peut être le rail / parce que c'est le rail qui émet'
- 56 B 'Le rail c'est le moyen'
- 57 A 'Ah oui c'est le moyen / donc rail l'émetteur / oui train émetteur / rail milieu / et récepteur c'est l'indien'

Lors du troisième exercice (T4). Les dyades 12 et 20 mobilisent des connaissances non attendues en appariant la source de son au milieu de propagation 'le rail'. Nous donnons un exemple (dyade 20) :

- T3 TP0 N° TdP 92 B 'Ensuite planches / non rail' (à propos de l'émetteur)
- 93 A 'Oui mais c'est le train qui'
- 94 B 'Oui mais c'est par les rails qu'il entend'
- 95 A 'Oui mais ça fait train rail / et et l'indien'

En résumé

Nous retrouvons l'un des résultats de l'analyse globale : la mise en oeuvre successive d'un même modèle dans diverses situations semble favoriser l'évolution des élèves face à des difficultés (le nombre de relations correspondant à des connaissances non attendues diminue ou s'estompe). Ainsi, donner l'occasion aux élèves de réinvestir à plusieurs reprises un même modèle participe à l'appropriation du modèle en jeu. De plus, l'absence de réponse inexacte (comme par exemple la dyade 8 lors des tâches T3 et T4) n'indique pas que les élèves mobilisent des connaissances non attendues, c'est-à-dire, qu'ils ont des difficultés à réaliser la tâche. Ce dernier point montre d'une part la complémentarité entre les deux analyses, globales et locales. D'autre part, cela souligne que le fait de donner une réponse 'exacte' n'est pas totalement significatif de l'appropriation du savoir en jeu.

Dans la suite de cette section nous présentons une synthèse des analyses réalisées lors des quatre autres séquences de TP (voir Annexe F).

1.1.2.2011 Caractéristiques des tâches qui conduisent à des connaissances non attendues

Dans la suite, nous présentons les principales difficultés des élèves en distinguant les caractéristiques principales de ces tâches.

Tâches précédées de celle introduisant le modèle

Deux tâches relèvent de cette caractéristique : les tâches T3, 'Mesure de la fréquence' et T8 'Test 2 relation entre la perception sonore et les grandeurs caractéristiques de la vibration' du TP1. Elles donnent lieu à la mise en oeuvre de connaissances non attendues pour au moins la moitié des dyades et parfois dans des proportions particulièrement élevées. Par exemple, la dyades 20 lors de la tâche T3 et la dyade 8 lors de la tâche T8 mobilisent respectivement 16 et 10 fois des connaissances non attendues.

De plus, au cours de la réalisation de ces tâches, les élèves se réfèrent à plusieurs reprises à l'onglet Aide et effectuent des demandes de validation répétées de leurs réponses. Nous faisons l'hypothèse que de telles actions sont significatives des difficultés des élèves à prendre conscience de l'écart entre leurs connaissances et celles qui sont attendues : cette prise de conscience n'est pas 'immédiate'⁵⁴ et nécessite d'élaborer, par exemple, différentes solutions à partir d'informations recueillies dans l'onglet Aide.

Tâches se rapportant à un modèle introduit dans une séquence précédente

Différentes tâches demandent aux élèves de réinvestir lors d'une nouvelle séquence de TP, un modèle déjà introduit que nous considérons, de ce fait, 'connu'. Nous avons relevé trois modèles 'connus' : le modèle de la chaîne sonore (introduit lors du TP0), le modèle vibratoire de la source de son (introduit lors du TP1) et le modèle interprétatif de la perception sonore en fonction des grandeurs caractéristiques de la vibration (introduit lors du TP1). Le réinvestissement de ces modèles conduit les élèves à mobiliser des connaissances non attendues. Il est donc essentiel de proposer de nouvelles situations à partir desquelles les élèves s'assurent de la reproductibilité de leurs connaissances (Chapitre 3). Par exemple, au cours de la tâche T1b du TP1 'détermination de la source de son', la dyade 16 associe la source à l'objet qui provoque le son tel que la main, la baguette alors que cette difficulté n'est pas apparue lors de la réalisation des quatre exercices du TP0 :

- *T1 TP1 N° TdP 33 B 'Déterminer directement la source de son en cliquant sur l'image / êtes vous sûr de votre réponse'*
- *34 A 'Non c'est la baguette'*
- *35 B 'Ah bein non bein oui je n'avais pas compris que c'était ça bon / non la baguette frappe la peau du tambourin c'est la peau qui est la source du son (lecture du feed-back)'*

Nous avons supposé que le réinvestissement d'un modèle connu dans un contexte différent favorise l'émergence de nouvelles difficultés des élèves ; ces difficultés pouvant s'estomper par la suite. Nous considérons alors que le contexte de la tâche constitue un

⁵⁴ Nous soulignons que la dyade 8 ne parvient pas à réaliser la tâche 8.

élément perturbateur (ce qui peut être positif du point de vue de l'apprentissage) des connaissances des élèves et est lié :

au dispositif expérimental proposé *via* une vidéo, une image, une animation,

Par exemple, lors de réalisation de la tâche 12 du TP3, qui consiste à interpréter l'expérience de la bougie⁵⁵, la dyade 16 considère que lorsque la source de son émet un son ni la source ni le milieu de propagation ne vibrent (N° TdP 57). Les élèves semblent interpréter l'expérience principalement à partir de ce qu'ils perçoivent sur la vidéo sans se référer aux connaissances construites durant le TP1 à propos de la vibration de la source de son.

- *T12 TP3 N° TdP 49 B* 'Lorsqu'on est / à basse fréquence / non à basse fréquence / comme ça ça non parce que sinon après c'est trop court / A basse fréquence la membrane bouge'
- *50 A* 'J'allais mettre l'air vibre'
- *57 B* 'Bon (?) à partir de trente Hz la membrane ne bouge plus le son est audible / à partir de trente Hz la membrane / b r / ne bouge plus le son est audible'
- *58 A* 'Et l'air non plus'

à l'objectif de la tâche qui est d'amener les élèves à réinvestir le modèle connu et à élaborer le modèle en jeu durant la séquence.

Par exemple, la tâche 7 du TP2 a pour objectif la construction par les élèves de la chaîne sonore de l'expérience (la cloche à vide) afin de les amener à prendre conscience que lorsque le vide est réalisé, il n'y a 'aucun' milieu de propagation, 'aucun' récepteur⁵⁶ et le son ne se propage pas.

Nous considérons aussi que la mobilisation de ces connaissances non attendues peut être due à la difficulté d'acquérir un savoir. Par exemple, la dyade 20 va apparier, lors du TP1 et du TP3, la source de son à l'objet qui provoque le son, la baguette.

Tâches demandant de modéliser un événement sans indiquer le modèle à mettre en oeuvre

Lors de la tâche 12 du TP3, 'Interprétation de l'expérience de la bougie', les élèves sont supposés mettre en oeuvre le modèle particulière introduit auparavant sans que la consigne n'indique aux élèves de le faire. Cette absence de questionnement explicite conduit les élèves à privilégier le modèle qu'ils ont déjà proposé dans une tâche précédente. Par exemple, la dyade 8 interprète la vibration du milieu de propagation en tant qu'une 'onde' qui vibre (N° TdP 42-46) transporté par l'air : modèle qu'elle a proposé

⁵⁵ On augmente la fréquence de la tension électrique alimentant un haut-parleur et on observe le mouvement de la flamme de la bougie qui est placée devant le haut-parleur.

⁵⁶ Un récepteur sonore est un dispositif qui transforme un bruit ou un son en un signal observable. Ce dispositif est un récepteur qu'à condition qu'il reçoive un son.

lors de la tâche 4 'Interprétation de l'expérience des deux tambourins'.

- T4 TP3 N°TdP 26 B 'L'air il vibre pas il transporte c'est les ondes qui vibrent'
- T12 TP3 N°TdP 49 B 'L'air fait transporter les ondes émises par le haut-parleur + et font bouger la bougie +'
- 50 A 'Mais oui mais ça on l'avait dit ça + aller hop valide / mais bon'

Tâches nécessitant de se référer à une situation expérimentale pour mettre en oeuvre un modèle

Lors des tâches 21 et 22, les élèves doivent déterminer les caractéristiques de l'onde sonore selon la position du récepteur par rapport à celle de l'émetteur respectivement à partir d'une situation de la vie quotidienne et d'un dispositif expérimental. Lors de la réalisation de ces deux tâches, la dyade 12 à mobiliser des connaissances non attendues dans des proportions non négligeables. Nous supposons que le fonctionnement des élèves relève de deux types de difficultés. D'une part, les élèves paraissent éprouver des difficultés à faire des allers-retours entre le modèle (niveau de la réponse) et le champ expérimental associé à la situation proposée (Tâche 21 et 22 du TP4) lorsque initialement ils ne parviennent pas à décrire la situation dans les termes du champ expérimental (Tâche 20 du TP4). D'autre part, il semble que les élèves ont des difficultés à s'écarter du niveau de la réponse à donner (Bécu-Robinault, 1997).

1.1.2.3011 En résumé

Cette étude a permis de cibler les différentes difficultés des élèves relatives à divers savoirs et caractéristiques des tâches.

D'abord, nous avons noté que la réalisation répétée de tâches par rapport à un même savoir, au sein d'une même séquence (TP0 à propos de la chaîne sonore) de TP ou au cours des différentes séquences (T8 du TP1 avec T12 du TP4), favorise le dépassement de certaines difficultés des élèves. Nous retrouvons ici, d'une part l'importance de l'erreur dans le processus d'apprentissage et d'autre part, l'une des contraintes relatives à construction des situations d'apprentissage (Brousseau, 1998) : proposer de nouvelles situations à partir desquelles les élèves s'assurent de la reproductibilité de leurs connaissances.

Ensuite, nous avons remarqué que certains savoirs sont semble-t-il plus difficiles à acquérir que d'autres : la propagation du son (TP3) et la relation entre la perception sonore et les grandeurs caractéristiques de la vibration (TP1). En ce qui concerne la propagation du son, l'analyse des connaissances non attendues au cours du TP3 a montré une certaine 'continuité' du modèle des dyades durant la réalisation des différentes tâches proposées. Cette continuité semble être dû à la construction de la consigne qui ne demandent pas explicitement la mise en oeuvre du modèle particulière. Comment alors le point de vue de l'élève peut-il être perturbé ? Quant au savoir relatif à la relation entre la perception sonore et les grandeurs caractéristiques de la vibration, introduit dès le TP1, même si le nombre de connaissances non attendues diminuent au

cours du TP3 et TP4, trois dyades sur quatre en mobilisent encore lors du TP4.

Enfin, certaines difficultés des élèves semblent résulter d'une résolution contextualisée de la tâche. En effet, nous avons montré qu'un nouveau dispositif expérimental présenté *via* des vidéos et des animations et, l'objectif de la tâche amenant les élèves à réinvestir à la fois un modèle 'connu' et à élaborer le modèle en jeu, peuvent contribuer à perturber les systèmes explicatifs des élèves. Par exemple, les élèves semblent ne plus prendre en compte les connaissances mises en oeuvre dans les tâches précédentes ou lors d'une même séquence (Dyade 16 et 20 T11 et T12 du TP3). Il paraît important de rappeler parfois les réponses déjà formulées par les élèves afin qu'ils construisent de nouvelles réponses à partir de ce qu'ils ont réalisé auparavant.

I.2011 Différence entre l'activité effective des élèves et l'analyse *a priori*

I.2.1011 Tâches n'amenant ni à la mise en oeuvre de niveaux de savoir, ni aux relations attendues

D'abord, nous allons identifier les tâches pour lesquelles nous n'avons pas pu catégoriser selon notre grille d'analyse (chapitre 7) les verbalisations des quatre dyades. Il s'agit de rechercher, de notre point de vue, les tâches qui ne donnent pas lieu à la mise en oeuvre de connaissance verbalisée. Cette première analyse tient compte de l'hypothèse de conception (1) suivante : l'organisation des contenus selon les niveaux de savoir est censée faciliter leur reconnaissance et leur mise en oeuvre : c'est un moyen pour acquérir du sens.

Puis, nous déterminerons les tâches pour lesquelles les relations attendues ne sont pas élaborées en comparant l'activité des élèves à celle qui est prévue dans l'analyse *a priori*. Cette étude se réfère principalement à l'hypothèse d'apprentissage (1) qui considère que les concepts de physique prennent leur sens dans la mise en relation entre les niveaux du modèle et du champ expérimental : ce processus de modélisation étant une difficulté des élèves. Ainsi, nous tenterons de décrire les conditions qui ne favorisent pas la mise en oeuvre des relations attendues.

I.2.1.1011 Tâches ne donnant pas lieu à la mise en oeuvre de connaissances verbalisées

Pour caractériser ces tâches, nous les identifierons selon les niveaux de savoir présents dans la page-écran et les actions que les élèves sont censés y mener (type d'écran).

I.2.1.1.1011 Présentation des tâches et analyse du fonctionnement des quatre dyades

Les quatre tableaux suivants (Tableau 84, Tableau 85, Tableau 86, Tableau 87) sont construits à partir du tableau donné en annexe (voir annexe F).

Tableau 84 : N° des tâches conduisant à aucune mise en oeuvre de niveaux de savoir pour la dyade 16

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

Pour la dyade 16	TP0 (5 tâches)	TP1 (8 tâches)	TP2 (14 tâches)	TP3 (14 tâches)	TP4 (25 tâches)
N° de la tâche	N° de la tâche	N° de la tâche	N° de la tâche	N° de la tâche	
durant lesquelles la dyade ne mobilise pas		T2-T4-T6-T8-T11	T1-T3-T5-T7-T14	T9-T14-T23	
Tableau 85 : N° des tâches conduisant à aucune mise en oeuvre de niveaux de savoir pour la dyade 12					
Pour la dyade 12	TP0 (5 tâches)	TP1 (8 tâches)	TP2 (14 tâches)	TP3 (14 tâches)	TP4 (25 tâches)
N° de la tâche	N° de la tâche	N° de la tâche	N° de la tâche	N° de la tâche	
durant lesquelles la dyade ne mobilise pas	T2	T2-T4-T12	T5-T7-T14	T14-T23	
Tableau 86 : N° des tâches conduisant à aucune mise en oeuvre de niveaux de savoir pour la dyade 20 ⁵⁷					
Pour la dyade 20	TP0 (5 tâches)	TP1 (8 tâches)	TP2 (14 tâches)	TP3 (14 tâches)	TP4 (25 tâches)
N° de la tâche	N° de la tâche	N° de la tâche	N° de la tâche	N° de la tâche	
durant lesquelles la dyade ne mobilise pas	T2	T2-T4-T8-T10-T11	T2-T5-T7-T10-T14	T4-T23	
Tableau 87 : N° des tâches conduisant à aucune mise en oeuvre de niveaux de savoir pour la dyade 8					
Pour la dyade 8	TP0 (5 tâches)	TP1 (8 tâches)	TP2 (14 tâches)	TP3 (14 tâches)	TP4 (25 tâches)
N° de la tâche	N° de la tâche	N° de la tâche	N° de la tâche	N° de la tâche	
durant lesquelles la dyade ne mobilise pas de connaissance catégorisable avec notre grille	T2	T2-T4-T8-T12-T13	T5-T7-T14	T6-T14-T23	

Ces quatre tableaux montrent en particulier que :

Lors de la tâche 1 du TP0, aucune des dyades ne met en oeuvre un niveau de savoir ;

Lors du TP1, seule la dyade 16 met en oeuvre des niveaux de savoir lors de la tâche 2 ;

Lors du TP2, les trois dyades 8, 16, 20 ont un même fonctionnement et ne mettent pas explicitement en oeuvre de niveau de savoir pour presque la moitié des tâches de la séquence ;

Lors du TP3, les quatre dyades ont un même fonctionnement pour les trois tâches (T5, T7, T14). Toutefois, la dyade 20 est la seule dont il n'a pas été possible de catégoriser

⁵⁷ Nous précisons que cette dyade n'a pas eu le temps de faire la tâche 14 Application du TP2.

les verbalisations durant des tâches T6 et T10 ;

Lors du TP4, aucune des dyades ne met en oeuvre un niveau de savoir lors de tâches T14 et T23. Seules les dyades 16 et 8 ont des verbalisations non catégorisables dans le cadre d'une autre tâche (T9 et T6).

Cette analyse nous amène à considérer que les dyades ont globalement des fonctionnements comparables durant les cinq séquences de TP. Nous soulignons que, pour ces différentes tâches, le nombre de tours de parole est particulièrement réduit.

A partir des quatre tableaux précédents, nous relevons que 19 tâches (sur les 79) ne donnent pas lieu à la mise en oeuvre de connaissances verbalisées. Il s'agit pour 12 d'entre-elles des tâches avec une consigne implicite dont les actions à mener sont lire un texte, ou observer une vidéo ou une animation (type d'écran IP3). Les 7 autres correspondent à des tâches avec consigne dont les actions à réaliser sont par exemple 'cocher une case' et/ou 'taper du texte' (type d'écran PI1), actionner une simulation (type d'écran PI2) et lire un texte et/ou observer une vidéo (type d'écran PI3). Nous présentons successivement ces deux groupes.

Tâches avec consignes implicites donnant lieu à la lecture et/ ou à l'observation d'une vidéo (type d'écran IP3)

Le Tableau 88 indique, pour chaque tâche, les niveaux de savoir (NS) présents à l'écran et le nombre de dyades pour lesquelles nous n'avons pas pu catégoriser les verbalisations.

Tableau 88 : Nombre de dyades et tâches pour lesquelles les verbalisations ne sont pas catégorisables

N° T	TP0			TP1			TP2			TP3			TP4		
	NS tâche	Nbre de dyade	N° T	NS tâche	Nbre de dyade	N° T	NS tâche	Nbre de dyade	N° T	NS tâche	Nbre de dyade	N° T	NS tâche	Nbre de dyade	N° T
Page-écran contenant des définitions, un résumé, etc. (IP3)	TM	4		T2	TM, OES	3	T2	TM	4	T5	CE	4	T14	TM	4
					Re(TM-CE)		T4	TM	4	T7	TM	3	T23	TM	4
							T8	CE	3	T14	TM	4			
							T12	CE	4						
							T13	Re(TM-CE)							
légende TM Théorie-modèle CE Champ expérimental OES Objets événements simulés NS Niveaux de savoir Re(TM-CE) Relation externe entre théorie-modèle et champ expérimental															

Globalement, pour chacune de ces tâches, les verbalisations des quatre dyades sont non catégorisables et les savoirs :

· se réfèrent aux tâches que les élèves viennent de réaliser (par exemple T8, 12, 13 du TP2, T5, T7, T14 du TP3, T14 et T23 du TP4) : tâches intitulées 'En résumé',

· sont introduits pour la première fois : T1 TP0 'Introduction' (de la chaîne sonore), T2 TP1 'définitions' (fréquence et amplitude),

· se rapportent principalement aux niveaux de la théorie-modèle et celui du champ expérimental.

A titre d'exemple, nous comparons ci-dessous les verbalisations de la dyade 16 à celles de la dyade 12 lors de la réalisation de la tâche 8 du TP2, intitulée 'En résumé'. Seules les verbalisations de la dyade 12 ont pu être catégorisées selon notre grille. Cette tâche résume l'expérience de la cloche à vide, précédemment prévue par les élèves, puis modélisée à partir du modèle de la chaîne sonore.

Dyade 16

- *T8 TP2 N° TdP 25 B '(...)' / quand le réveil sonne on entend bien la sonnerie ensuite quand on fait le vide on entend plus rien enfin si on laisse entrer l'air nous l'entendons à nouveau à ce moment là il semble donc que la présence de l'air soit nécessaire à l'existence de ce son (lance l'animation) / ok (page suivante)' (l'élève B lit)*

Dyade 12

- *T8 TP2 N° TdP 28 A ' (...) / en résumé c'est quoi ça'*
- *29 B 'bein lit' (lance l'animation)*
- *30 A 'Et bein'*
- *31 B 'Attend attend il va remettre il va remettre l'air' (on entend la sonnerie)*
- *32 A 'Ah en fait c'est l'air qui sans air y a rien ouais'*
- *33 B 'Vas-y ok sans milieu il ne peut pas y avoir de récepteur / (...)'*

L'activité de la dyade 16 se réduit à lire le texte et à observer l'animation. Par contre, les élèves de la dyade 12 semble interpréter collectivement ce qu'ils sont en train d'observer. Ils mobilisent des connaissances verbalisées relatives aux niveaux de la théorie-modèle (N° TdP 33) et celui du champ expérimental (N° TdP32).

Remarque

Une page-écran présentant simultanément un texte (des définitions) et une simulation (l'élève interagit avec des boutons) semble être propice à la mobilisation de connaissances et à la collaboration entre les élèves par rapport à une page-écran présentant un texte (définitions) et des animations. Nous illustrons ce point à partir des

tâches T7 et T2 du TP1.

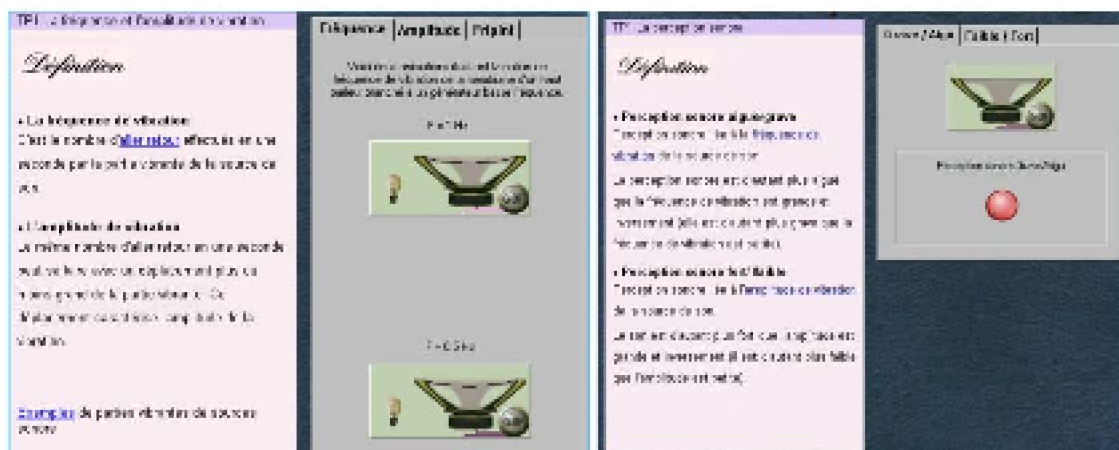


Figure 44 : Tâche 2 et tâche 7 du TP1

La tâche 7 intitulée 'Perceptions sonores' (type d'écran IP2) introduit les définitions de la perception sonore en fonction des grandeurs fréquence et amplitude et sont illustrées par deux simulations. La tâche 2 présente les définitions de la fréquence et de l'amplitude illustrées par deux animations. Comparons ci-dessous les verbalisations de la dyade 12 lors de la tâche 7 et de la tâche 2 du TP1.

- T2 TP1 N° TdP 1 A 'Voici deux animations ++ c'est bon'
- 2 B 'Hum'
- 3 A 'Donc là c'est la fréquence ok (page suivante) / à l'aide du chronomètre compter le nombre d'aller du'
- T7 TP1 N° TdP 38 B 'Mais vas au fond'
- 41 A 'Mais baisse'
- 42 B 'Mais va à fond pour voir'
- 43 A 'Perception (A change et se met perception fort faible) baisse le son ah c'est les aigus ça / aller faible fort'
- 44 B 'Vas-y à fond'
- 45 A 'Moi je dirais que ça fait pareil (ils sont dans perception aiguë/grave) / donc en fait'
- 46 B 'Bon quand quand la fréquence est petite le son est grave quand l'amplitude est petite le son est faible ok (changement de page) / en comparant le son émis par le haut-parleur de référence et le haut-parleur à étudier déterminer les caractéristiques du son ah ouais bon bien faut déjà qu'ils mettent'

Le fait de proposer aux élèves d'interpréter les définitions à partir de la simulation semble favoriser leur implication dans une activité commune ('on dirait de la clarinette', 'Regarde attends plus la fréquence elle va vite'). Les interactions avec l'interface via la simulation

semblent conduire les élèves à mettre en relation les différentes présentations du savoir en jeu : l'action n'ayant pas pour unique finalité 'le jeu'. Ainsi, ne faudrait-il pas transformer les vidéos ou animations par des simulations que les élèves peuvent actionner ?

Tâches avec consigne (type d'écran P11, P12 et P13)

Le tableau suivant indique pour chaque tâche l'intitulée, le nombre de dyades pour lesquelles nous n'avons pas pu catégoriser les verbalisations, le type d'écran, les actions à y mener et le résumé de l'activité des élèves.

Tableau 89 : Tâche donnant lieu à une réponse sans verbalisation catégorisable selon les niveaux de savoir

N° TP	N°	Intitulée de la tâche	Nbre de dyades (D)	Type d'écran	Les actions à y mener	Résumé de l'activité des élèves
TP2	T6	Réalisation de l'expérience	1 (D16)	PI3	Vérification d'une prédiction en observant une animation	Lecture du texte et observation de l'animation
TP2	T10	Réalisation de l'expérience	1 (D20)	PI3	Vérification d'une prédiction en observant une animation	Observation de la vidéo
TP3	T1	Introduction	1 (D16)	PI3	Introduction de la problématique du TP3	Lecture du texte et observation de la vidéo
TP3	T2	Réalisation de l'expérience	1 (D20)	PI3	Observation d'une expérience à partir d'une vidéo	Observation de l'expérience
TP3	T6	Interprétation microscopique	1 (D20)	PI1	Sélection d'une réponse parmi plusieurs	Réponse commune sans discussion
TP3	T10	Prévoir	1(D20)	PI1	Sélection d'une réponse parmi plusieurs	Réponse commune sans discussion
TP4	T6	Deuxième expérience (Onglet expérience)	1 (D8)	PI2	Action sur une simulation pour réaliser une expérience	Action sur la simulation sans aucune discussion
TP4	T9	Interprétation de l'expérience	1 (D16)	PI1	Rédaction d'une réponse	La réponse est rédigée par une seule des élèves sans

N° TP	N°	Intitulée de la tâche	Nbre de dyades (D)	Type d'écran	Les actions à y mener	Résumé de l'activité des élèves
						concertation

Lorsque la consigne est présente dans la page-écran, nous constatons, qu'il est possible de catégoriser les verbalisations de trois dyades sur les quatre ce qui est l'inverse dans le cas où la consigne est implicite. La prescription d'une activité par exemple '*observer ce qui va se passer (...)*', '*A partir des animations ci contre et de leurs explications respectives, choisissez celle qui rend le mieux compte de la propagation du son dans l'air*' semble alors impliquer les élèves dans la réalisation de la tâche.

Cependant, au vu de l'activité des dyades (Tableau 89), nous faisons les hypothèses suivantes :

- les élèves ne réalisent pas la 'tâche ensemble',
- le savoir en jeu leur est déjà connu,
- la solution est obtenue sans vraiment savoir pourquoi.

Les verbalisations de la dyade 20 lors de la tâche 6 du TP3 illustre ce dernier point. La tâche 6 consiste à déterminer parmi quatre énoncés illustrés respectivement par quatre animations le modèle particulière qui rend le mieux compte de la propagation du son dans l'air.

- T 6 TP3 N° TdP 1 A 'Le son est causé par une vibration il est alors transporté de particules en particules de l'émetteur au récepteur ++++++'(+ durée)
- 2 B 'La deux déjà c'est pas celle là / je dirai la quatre'
- 3 A 'Moi je dirai la quatre'
- 4 B 'Oui moi aussi' (validation)

1.2.1.1.2011 En résumé

Les tâches, qui donnent lieu à des verbalisations non catégorisables, sont majoritairement constituées d'une consigne implicite et les actions à mener sont limitées à lire un texte et à observer une vidéo (ou une animation). Leurs objectifs sont d'introduire les savoirs à mettre ensuite en oeuvre (par exemple les tâches T0 TP0, T2 TP1), ou de résumer les savoirs présentés au cours de tâches précédemment réalisées à partir d'un texte et/ou d'une vidéo (T2, T4 TP2, T7 TP3). Nous avons supposé que lors de la réalisation de telles tâches, les élèves :

ont une activité personnelle (voir dyade 16 TP2 tâche 8, dyade 8 tâche 2 TP1). Pour remédier à ce fonctionnement, nous avons suggéré de remplacer les animations et les vidéos par des simulations nécessitant de la part des élèves une interaction prolongée avec les informations proposées à l'écran,

ont l'impression que les informations proposées leurs sont déjà 'connues' (dyade 16 T8 TP2),

sont dans l'attente possible de la tâche qui va suivre (dyade 16 T8 TP2).

Par contre, dans le cas de tâches avec consigne, il est peu fréquent que les dyades ne mobilisent pas de connaissances (une dyade sur les quatre). Nous avons alors fait l'hypothèse que l'implication des élèves dans une activité commune peut être favorisée à condition que la consigne soit explicite et que les élèves aient la possibilité d'agir dans la page-écran à partir d'une simulation (type d'écran IP2), en tapant du texte, etc.

I.2.1.2011 Tâches ne donnant pas lieu aux relations attendues entre les niveaux de savoir

Nous rappelons que pour réaliser cette analyse nous avons recherché les tâches durant lesquelles les élèves n'élaborent pas les relations attendues (d'après l'analyse *a priori*) entre les niveaux de savoir. Par contre, il est possible qu'ils en aient construit d'autres ce qui est le sujet de la question suivante.

I.2.1.2.1011 Présentation des tâches et analyse du fonctionnement des quatre dyades

Le Tableau 90 précise pour chaque tâche le nombre de dyades ne réalisant les relations attendues, le type d'écran et les niveaux de savoir présents dans la page-écran. Nous relevons au total 25 tâches.

Tableau 90 : Nombre de dyades n'élaborant pas les relations attendues selon la tâche

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

TP1				TP2				TP3				TP4			
N° T	Nbre D	Type d'écran	NS tâche	N° T	Nbre D	Type d'écran	NS tâche	N° T	Nbre D	Type d'écran	NS tâche	N° T	Nbre D	Type d'écran	NS tâche
T4	1	PI1	TM OES	T5	1	PI1	CE	T6	4	PI1	TM OES	T2	3	PI2	TM Re(TM-OES)
T5	1	PI1	TM OES	T9	1	PI1	CE	T9	4	PI2	TM OES	T3	3	PI1	Re(TM-OES) OES
T6	4	PI2	TM Re(TM-OES)	T14d	1	PI1	CE	T10	4	PI1	TM CE	T4	3	PI1	Re(TM-CE) CE
								T11	2	PI1	TM CE	T6	4	PI2	TM Re(TM-OES)
								T13	1	PI1	TM CE	T7	3	PI1	Re(TM-OES) OES
												T9	1	PI1	TM CE
												T12	1	PI1	TM OES
												T13	1	PI1	TM OES
												T15	2	PI2	TM OES
												T16	2	PI1	TM CE
												T18	2	PI2	TM OES
												T22	1	PI1	Re(TM-OES) OES
												T24	2	PI2	TM OES
												T25	3	PI1	TM CE

Légende Type d'écran Niveaux de savoir PI1 : page avec consigne où la tâche amène à glisser et lâcher un mot, taper du texte, etc. TM : théorie-modèle PI2 : page avec consigne où la tâche amène à actionner une simulation OES : objets événements simulés CE : champ expérimental

Re : relation

L'analyse des caractéristiques des tâches conduit à les regrouper selon les deux types d'écran :

type d'écran PI2 : page avec consigne où la tâche amène à actionner une simulation,

type d'écran PI1 : page avec consigne où la tâche amène à glisser et lâcher un mot,

taper du texte, etc.

Tâches de type d'écran PI2

Nous allons étudier le fonctionnement des élèves dans le cadre de deux tâches : la tâche 6 du TP1 où aucune des quatre dyades n'élaborent les relations attendues et la tâche 18 du TP4 où deux dyades sur les quatre construisent les relations. L'objectif de la tâche 6 du TP1 est d'amener les élèves à construire, *via* une expérience 'simulée', une première relation entre les grandeurs caractéristiques de la vibration (la fréquence et l'amplitude) et la diversité des phénomènes sonores et mécaniques associés : *'En modifiant les valeurs de la fréquence de l'amplitude à votre guise, faites varier le mouvement de la membrane du haut-parleur. Que voyez vous et qu'entendez-vous : Entre 0 et 3 Hz et pour diverses amplitudes'*. La tâche 18 du TP4 demande de reproduire un son à l'aide des boutons fréquence et amplitude d'un générateur basse fréquence simulé et de l'oscilloscope simulé. Le résultat du codage des verbalisations des quatre dyades est donné dans le tableau ci-dessous.

Tableau 91 : Niveaux de savoir mis en oeuvre durant la tâche T6 du TP1 et la tâche T18 du TP4

Tâche 6 TP1							Tâche 18 TP4						
	TM	OES	Re(TM)	Re(CE)	Re(OES)	Re(CE)		TM	OES	Re(TM)	Re(CE)	Re(OES)	Re(CE)
Dyade 16		7							4				
Dyade 12		9								1			
Dyade 20		6					1	9					
Dyade 8	1	9					2	2	1				

Légende Niveaux de savoir TM : théorie-modèle CE : champ expérimental OES : objets événements simulés Re : relation

Nous constatons que les connaissances verbalisées des élèves se réfèrent principalement au niveau des objets événements simulés correspondant à l'utilisation la simulation. Nous donnons un exemple de verbalisation lors de la tâche 6 du TP1 pour la dyade 20 et la tâche 18 du TP4 pour la dyade 16 :

Dyade 20

- T6 TP1 N° TdP 2 B 'En modifiant les valeurs de la fréquence et de l'amplitude' (*lecture de la consigne*)
- 3 A 'Bon'
- 4 B 'Monte le truc (bouton fréquence) / fréquence augmente la un peu oui mais la fréquence (*réglage du bouton fréquence*)'
- 5 A 'On entend rien'

- 6 B 'Lève là encore (*réglage de la fréquence*)'
- 7 A 'Entre 5 et 20 Hz attends' (*lecture de la consigne*)
- 8 B 'Monte'
- 9 A 'Attends parce qu'après c'est entre 5 et 20' (*lecture de la consigne*)

Les verbalisations des élèves renvoient globalement au réglage de la fréquence : un seul tour de parole (TdP) sur les 8 concerne la perception sonore (TdP 5). Nous rappelons qu'à ce stade de la séquence, les élèves ont étudié uniquement la vibration en termes de fréquence et d'amplitude : c'est la première fois qu'ils mettent en relation les grandeurs caractéristiques de la vibration et la perception à l'aide d'une simulation.

Dyade 16

- T18 du TP4 N° TdP 40 A '(...)/ reproduire le son entendu à l'aide des boutons fréquence et amplitude et de / des boutons fréquence et amplitude et de l'oscillogramme que vous allez construire au fur et à mesure' (*lecture de la consigne et lancement du son*)
- 41 B 'Arrête le (*le son*) / voilà / donc ok'
- 42 A 'Il faut régler ça / plus aigu / beaucoup plus aigu'
- 43 B 'Bein on a qu'à se repérer au truc (*oscillogramme*)'
- 44 A 'Alors attend ça fait / un deux trois (compte les carreaux de l'oscillogramme) / il faut qu'il y ait trois carreaux entre le / c'est bon c'est le même (*oscillogramme*) / c'est bon'

Les élèves semblent avoir identifié le problème et mobilisé 'implicitement' le savoir en jeu : deux sons sont identiques si la fréquence et l'amplitude de vibration des deux hauts-parleurs sont respectivement les mêmes. En effet, leurs actions paraissent être pertinentes par rapport au problème posé.

Ainsi, lors de la réalisation de telles tâches, les verbalisations des élèves se réfèrent principalement aux objets constitutifs de la simulation ('truc', 'ça', 'les carreaux'), et aux actions réalisées à partir de ces objets ('monte le truc', 'augmente', 'lève', 'régler', 'se repérer'). Cependant, selon les connaissances des élèves les actions menées semblent être associées aux savoirs en jeu. En effet, en comparant le fonctionnement des élèves lors des deux tâches précédentes, il semble que lors de la tâche 18, les connaissances mobilisées par les élèves sont directement transformées en actions. Par exemple, l'élève A demandant à l'élève B d'augmenter la fréquence, ce dernier souligne que pour vérifier si les deux fréquences sont similaires ils peuvent comparer les deux oscillogrammes. Ils utilisent les différentes représentations du savoir pour réaliser la tâche.

- 42 A 'Il faut régler ça / plus aigu / beaucoup plus aigu'
- 43 B 'Bein on a qu'à se repérer au truc (*oscillogramme*)'

Tâches de type d'écran P11

D'après le Tableau 90, nous remarquons que les élèves construisent peu les relations attendues surtout lors du TP4 et aussi lors du TP3. Nous rappelons que le TP4 reprend le savoir introduit durant le TP1 et le TP3 propose un nouveau savoir.

Pour comprendre cette absence de relations attendue, nous faisons l'hypothèse suivante : *Ce n'est pas parce que les élèves n'articulent pas les niveaux de savoir attendus qu'ils ne mobilisent pas le modèle en jeu*. Par exemple, lors du TP4, puisque le savoir en jeu est déjà connu des élèves, il est alors possible qu'ils mettent en oeuvre le modèle sans passer par l'articulation des niveaux de savoirs attendus. Nous montrerons aussi que l'absence de relation peut être un indicateur de la difficulté des élèves à mettre en oeuvre le modèle en jeu. En effet, nous considérons que l'une des difficultés des élèves concerne la modification de leur modèle ou l'acquisition d'un nouveau modèle (hypothèse d'apprentissage).

A titre d'exemple, nous comparerons le fonctionnement des élèves réalisant la tâche 3 du TP4 et la tâche 10 du TP3.

L'objectif de la tâche 3 est d'amener les élèves à différencier les deux grandeurs fréquence et amplitude en étudiant le mouvement de la membrane d'un haut-parleur. Il est demandé de déterminer parmi cinq animations celle qui rend compte de l'augmentation de l'amplitude à une fréquence constante. Le contenu de cette page-écran se réfère aux objets événements simulés (les animations) et au niveau de la théorie-modèle en relation avec le niveau des objets événements simulés.

Lors de la tâche 10 du TP3, il est demandé aux élèves de prévoir le résultat de l'expérience⁵⁸ en sélectionnant l'une des propositions données. Chacune des propositions se rapporte au champ expérimental. L'intérêt de cette tâche est d'observer si, à ce stade de la séquence, les élèves ont commencé à modifier leur modèle explicatif de la propagation du son en réinvestissant le modèle particulière introduit dans le cadre des tâches 6 et 7.

Le Tableau 92 présente le codage des verbalisations des élèves lors de ces deux tâches.

Tableau 92 : Codage des verbalisations des élèves selon les niveaux de savoir lors des tâches 3 et 16 du TP4

⁵⁸ On augmente la fréquence de vibration de la membrane du haut-parleur près duquel est placée une bougie

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

Tâche 3 TP4							Tâche 10 TP3						
	TM	OES	Re(TM)	Re(OES)	Re(CE)	Re(CE)	TM	OES	Re(TM)	Re(OES)	Re(CE)	Re(CE)	
Dyade 5 16	5	6	1				1					5	
Dyade 2 12	2	3		1								3	
Dyade 1 20	1	6		1			1						
Dyade 10 8	10	3										2	

Légende Niveaux de savoir TM : théorie-modèle CE : champ expérimental OES : objets événements simulés Re : relation

Dans le cas où le modèle à utiliser est présent dans la page-écran et est connu des élèves (tâche 3 TP4), ces derniers le mettent régulièrement en oeuvre pour décrire chacune des animations proposées. Nous donnons un exemple à partir de la dyade 8

Dyade 8 : les connaissances des élèves relatives à la fréquence et à l'amplitude leurs permettent de réaliser la tâche sans passer par la description du mouvement de la source de son.

- T3 TP4 N° TdP 7 A '(...) alors au cours des 5 expériences + pour laquelle de ces 5 expériences le manipulateur ne fait qu'augmenter le bouton d'amplitude (?) / cliquez ci-dessous ++ ah non là il bouge pas là il bougeait fréquence / ah si il bouge l'amplitude aussi'
- 8 B 011'Ouais il bouge l'amplitude / ouais là il diminue la fréquence aussi'
- 9 A 011'Ouais mais ne fait qu'augmenter donc non / il fait pas que ça +'
- 10 B 'La fréquence c'est la fréquence /'
- 11 A 'L'autre / non c'est la fréquence qui augmente /'
- 12 B 'L'amplitude aussi /'

Par contre, lors de la tâche 10 du TP3, nous remarquons que les connaissances verbalisées des élèves se réfèrent principalement au niveau du champ expérimental comme les propositions de réponses. Ils ne se réfèrent ni au modèle macroscopique (la vibration de la source se propage dans le milieu de propagation) introduit précédemment, ni au modèle microscopique (propagation du mouvement vibratoire des particules de proche en proche) présenté en début de séance. Nous donnons un exemple des verbalisations de la dyade 8.

- T10 TP3 N° TdP 3 A 'Attends attends attends attends / ben moi je pense que qu'elle va s'éteindre'
- 4 B 'Parce que'

· 7 A 'Elle va s'éteindre / moi je pense qu'elle va s'éteindre / ouais ou alors ou peut-être elle va bouger'

L'absence de mise en relation entre les niveaux et/ ou de mise en oeuvre de l'un des modèles respectivement le modèle particulière et macroscopique peut être expliquée de la manière suivante :

· il n'est pas spécifié dans la tâche d'utiliser le modèle particulière ou macroscopique pour prévoir le résultat de l'expérience,

· cette tâche est assez éloignée des tâches introductrice des modèles macroscopique et microscopique. De ce fait, il est plus facile pour les élèves de mettre en oeuvre leur propre modèle et/ou d'utiliser les réponses déjà proposées dans la tâche pour en construire une nouvelle.

I.2.1.2.2011 En résumé

Les tâches qui reposent principalement sur l'utilisation d'une simulation donnent rarement lieu à la mise en oeuvre du niveau du modèle et à l'articulation du niveau de la théorie-modèle avec celui des objets-événements simulés : les verbalisations des élèves se réfèrent principalement aux objets composant la simulation et aux actions réalisées. Toutefois, nous avons supposé que les actions des élèves sont significatives de leurs connaissances lors de la réalisation de la tâche (voir tâche T 18 du TP4).

L'absence de mise en relation peut être significative d'une part des difficultés des élèves à réinvestir un modèle introduit bien avant la tâche à réaliser sans que la consigne incite les élèves à le prendre en compte. D'autre part, il est possible que les élèves n'aient pas le besoin d'élaborer les relations attendues pour mettre en oeuvre le niveau du modèle : nous considérons alors que les élèves se sont appropriés le modèle.

I.2.2011 Tâches donnant lieu à la mise en oeuvre de niveaux de savoir et de relations non attendus

L'analyse de l'écart entre l'activité effective des élèves et celle qui est prévue (analyse *a priori*) conduit aussi à identifier des niveaux de savoir ou des relations entre les niveaux qui sont non attendus. Il va donc s'agir de montrer ce qui a pu déclencher leurs mises en oeuvre en tenant compte de l'ensemble des éléments constitutifs des tâches.

I.2.2.1011 Présentation des caractéristiques des tâches et analyse de l'activité des élèves

Nous présentons successivement les différentes caractéristiques des tâches qui ont donné lieu à la mise en oeuvre de niveaux ou de relations non attendues.

La place de la tâche dans une mise en scène

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

Tableau 93 : Tâches donnant lieu à la mise en oeuvre de relations non attendues

N° TP	N° tâche	Intitulé de la tâche	N° Dyade	Type d'écran	Niveaux de savoir de la page-écran	Niveaux de savoir non attendus	Relations attendues	Relations non attendues
TP1	T1a	Observation de l'expérience	D12, D8	PI3	CE	TM		Re(TM-CE)
	T1c	Description de la source de son	D16,D12, D20, D8	PI1	CE			Re(TM-CE)
	T8	Test 2 (relation entre perception sonore et vibration)	D16, D12, D20, D8	PI1 IR3	TM OES		Re(TM-OES)	Re(TM-OES)
TP2	T6	Réalisation de l'expérience (cloche à vide)	D12	IP3	CE			Re(TM-CE)
<p>Légende Type d'écran Niveau de savoir PI1 : page avec consigne où la tâche amène à glisser et lâcher un mot, taper du texte, etc. TM : théorie-modèle IP3 : page avec consigne implicite où la tâche amène à lire et à observer OES : objets événements simulés IR3 : informations proposées dans un onglet Aide CE : champ expérimental Re : relation</p>								

Nous considérons que la mise en oeuvre des relations ou niveau non attendues dans le cas de ces quatre tâches résulte principalement de la place de la tâche dans une mise en scène proposée. Nous entendons par mise en scène une succession de tâches qui vise à favoriser la construction d'un savoir donné. Les tâches T1a, T1c et T6 s'inscrivent dans deux mises en scène présentées au début de ce chapitre (I.1) dont les objectifs sont d'aider les élèves à :

désigner un phénomène (tâches T1a et T1c) en réalisant au moins trois expériences au cours desquelles ils vont observer un événement, déterminer la source de son et décrire l'événement observé. Dans ce cadre là, certaines des relations non attendues correspondent à la désignation du phénomène en jeu (principalement pour la dyade 12), ou à la mobilisation d'autres connaissances relatives aux sources de son (Dyade 8), à la vibration (Dyade 16 et 20). Nous donnons ci-dessous un exemple de la dyade 20 discutant à propos de 'vibrer' et 'bouger' : Dyade 20

- T1 N° TdP 68 A ' Le col du ballon bouge au passage de l'air'
- 69 A 'Vibre'
- 70 A 'Non il bouge / vibre et bouge / parce qu' il fait comme ça' (A mime de la main le mouvement)
- 71 B 'Oui bon c'est vibrer il ne bouge pas vraiment tellement / il bouge lorsque l'air'
- 72 A 'Lorsque l'air passe par'

s'approprier un modèle (tâche T6 du TP2) introduit succinctement en début de séance à partir d'une situation connue, en le réinvestissant pour prévoir le résultat d'une nouvelle expérience que les élèves visualisent ensuite (tâche T6) et enfin l'interprètent. Dans le cas de la tâche T6, les élèves mettent en oeuvre le niveau du modèle lors de l'observation de l'expérience en interprétant la disparition de la perception sonore (lorsque le vide est réalisé) parce qu'il n'y a plus de milieu de propagation de son.

Lors de la tâche 8 du TP1, les élèves semblent reformuler les définitions lues dans la tâche précédente (tâche 7) avant de donner leur première réponse : ils mettent en oeuvre le modèle sans l'appliquer à la tâche à réaliser. Cette reformulation donne lieu parfois à des connaissances non attendues. Ce point est illustré à partir de la dyade 20 :

Dyade 20

- T8 TP1 N° TdP 15 B 'Une amplitude'
- 16 A 'plus'
- 17 B 'plus grande moi je dirai'
- 18 A 'Plus petite / non plus c'est grand plus c'est fort / c'est bien ça + et plus c'est grave plus c'est petit / ah non c'est'

La navigation à partir d'une tâche

Deux cas de figures se présentent : ils utilisent les onglets ou ils vont dans une autre tâche.

1. Utilisation d'informations via le multi-fenêtrage à onglets.

Tableau 94 : Tâches donnant lieu à mise en oeuvre de niveaux de savoir non attendus lors d'une navigation à partir des onglets

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

N° TP	N° tâche	Intitulé de la tâche	N° Dyade	Type d'écran	Niveaux de savoir de la page-écran	Niveaux de savoir non attendus	Relations attendues	Relations non attendues
TP1	T3	Mesure de la fréquence	D12	PI1 IR3	TM OES	CE	Re(TM-OES)	Re(TM-CE)
TP1	T8	Test 2 (relation perception sonore et vibration)	D12, D8	PI1 IR3			Re(TM-OES)	Re(TM-CE)
TP4	T4	Etude de la perception sonore	D16	PI1	TM CE	OES	Re(TM-CE)	
Légende Type d'écran Niveau de savoir PI1 : page avec consigne où la tâche amène à glisser et lâcher un mot, taper du texte, etc. TM : théorie-modèle IR3 : informations proposées dans un onglet Aide OES : objets événements simulés CE : champ expérimental Re : relation								

Nous avons ici deux cas de figure concernant la prise de conscience de l'écart entre la connaissance de l'élève et celle qui doit mobiliser. Le premier concerne l'élaboration de relations non attendues en sélectionnant des informations dans l'onglet Aide. Par exemple, les élèves reformulent les informations sélectionnées (Tâche 8 du TP1). Dans le second cas, avant de répondre à la question posée dans la tâche 4 du TP4 (onglet Mesure 2), 'En quoi le son est différent lorsque vous augmentez l'amplitude ?', la dyade retourne dans le premier onglet (tâche 2) pour réaliser à nouveau l'expérience proposée (onglet Expérience). Les deux figures ci-dessous présentent les deux onglets 'Expérience' et 'Mesure 2'.



Figure 45 : Tâche 2 du TP4

Expérience | Mesure 1 | Mesure 2

En quoi le son est différent lorsque vous augmentez l'amplitude ?

Le son est : (Choisissez la ou les bonnes réponses)

de plus en plus fort.

de plus en plus aigu.

de plus en plus faible.

de plus en plus grave.

aussi fort (ou faible) et aussi grave (ou aigu).

Validation

Figure 46 : Tâche 4 du TP4

Les élèves mettent ainsi en oeuvre le niveau des objets événements simulés en utilisant la simulation.

Dyade 16

- T4 TP4 N° TdP 46 B '(...) En quoi le son est différent lorsque vous augmentez l'amplitude / le son est // plus fort plus faible' (Tâche Mesure 2)
- 47 A 'Vas y remet / remet l'expérience // oui mais il faut mettre sur 500 pour entendre le son' (Retour Tâche Expérience 1)
- 48 B 'Moins fort / mais c'est toujours la même intensité / c'est toujours le même son / mais + plus fort en fait / de plus en plus fort' (elles augmentent l'amplitude)

2. Mise en oeuvre de relations en utilisant les informations présentées dans une tâche précédente

Tableau 95 : Tâches donnant lieu à mise en oeuvre de niveaux de savoir non attendus lors d'une navigation d'une tâche précédente

N° TP	N° tâche	Intitulé de la tâche	N° Dyade	Type d'écran	Niveaux de savoir de la page-écran	Niveaux de savoir non attendus	Relations attendues	Relations non attendues
TP3	T11	Observation de l'expérience	D16	PI1	TM CE	OES	Re(TM-CE)	Re(TM-OES)
Légende Type d'écran Niveau de savoir PI1 : page avec consigne où la tâche amène à glisser et lâcher un mot, taper du texte, etc. TM : théorie-modèle OES : objets événements simulés CE : champ expérimental Re : relation								

La tâche 11 du TP3 a pour objectif d'amener les élèves à mettre en relation le mouvement de la flamme de la bougie, représentant le milieu de propagation à un endroit donné, avec celui de la membrane du haut-parleur. Il est demandé aux élèves de préciser si la membrane et la flamme de la bougie bougent lorsqu'on se situe dans le domaine des infrasons. L'observation est réalisée à partir d'une vidéo. En répondant à cette question, les deux élèves n'étant du même avis (N° TdP 24-25), l'élève B décide de manipuler à nouveau la simulation proposée dans la tâche 9. Il élabore la relation entre le niveau de la théorie-modèle et celui des objets événements simulés (N° TdP 27).

- T11 N° TdP 23 B 'Oui / à très basse fréquence le son est inaudible / la membrane ne bouge pas'
- 24 A 'Si la membrane bouge /'
- T9 N° TdP 25 B 'Il y a un endroit où je sais qu'elle bouge la membrane / on a l'impression en fait qu'elle ne bouge pas / je peux revenir en arrière deux secondes'
- 26 A 'Oui'
- 27 B 'On peut observer / ah si très basse fréquence / c'est ça (elle vérifie avec l'animation) / la membrane bouge / non le son est inaudible la membrane bouge // et elle bouge?

Le matériel expérimental

Tableau 96 : Tâches donnant lieu à mise en oeuvre de niveaux de savoir non attendus en utilisant le matériel

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

N° TP	N° tâche	Intitulé de la tâche	N° Dyade	Type d'écran	Niveaux de savoir de la page-écran	Niveaux de savoir non attendus	Relations attendues	Relations non attendues
TP3	T13	Question (Interprétation microscopique)	D16	PI1 IR3 IF3	TM CE		Re(TM-OES) Re(TM-CE)	Re(TM-CE)
TP4	T12	Etude des grandeurs caractéristiques du son	D12	PI1 IR3	TM OES CE	CE	Re(TM-OES)	Re(TM-CE)
<p>Légende Type d'écran Niveau de savoir PI1 : page avec consigne où la tâche amène à glisser et lâcher un mot, taper du texte, etc. TM : théorie-modèle IP3 : page avec consigne implicite où la tâche amène à lire et à observer OES : objets événements simulés IR3 : informations proposées dans un onglet Aide CE : champ expérimental IF3 : feed-back contenant des informations pouvant aider à la réalisation de la tâche Re : relation</p>								

Lors de la réalisation des deux tâches (T13 du TP3 et T12 du TP4), les dyades 16 et 12 vont respectivement utiliser le matériel expérimental dans l'objectif :

- d'interpréter l'une des propositions données dans la consigne (T13 TP3, dyade 16) et reconstruire en même temps la relation entre la perception sonore et les grandeurs caractéristiques de la vibration,

- de reconstruire le savoir en jeu dans la tâche à réaliser (T12 TP4, dyade 12) relatif aux grandeurs caractéristiques des tensions électriques alimentant un haut-parleur visualisée à partir d'un oscilloscope.

Par exemple, la dyade 12 manifeste qu'elle ne sait pas reconnaître à partir de l'oscilloscope l'amplitude de la tension électrique (N° TdP 39). Elle utilise alors l'oscilloscope posé sur la paillasse.

- *T12 TP4 N° TdP 39 B 'Attends l'amplitude c'est / Je ne me rappelle plus / ah (utilisation du matériel)'*
- *40 A 'C'est ça l'amplitude (il regarde aussi l'oscilloscope) / plus il y a d'amplitude / donc celui là il est plus faible / c'est sur / mais il est // il est plus aigu / ah voilà ça y est j'ai compris / c'est bon bon vas y réteinds le j'ai compris'*

La consigne et la simulation présentée dans la tâche

Tableau 97 : Tâche donnant lieu à mise en oeuvre de niveaux de savoir non attendus à lecture de la consigne

N° TP	N° tâche	Intitulé de la tâche	N° Dyade	Type d'écran	Niveaux de savoir de la page-écran	Niveaux de savoir non attendus	Relations attendues
TP1	T3	Mesure de la fréquence	D16	PI1 IR3	TM OES	CE	Re(TM-OES)
Légende Type d'écran Niveau de savoir PI1 : page avec consigne où la tâche amène à glisser et lâcher un mot, taper du texte, etc. TM : théorie-modèle IR3 : informations proposées dans un onglet Aide OES : objets événements simulés CE : champ expérimental Re : relation							

Lors de la réalisation de la tâche T3 du TP1 dont l'objectif est de mesurer la fréquence de vibration de la source de son, les élèves identifient l'un des problèmes en jeu : compter le nombre d'allers-retours. Ainsi, avant d'élaborer leur stratégie de résolution, ils recueillent des informations à propos de l'aller-retour ce qui conduit à la mise en oeuvre du champ expérimental (N° TdP 29). Ce recueil s'effectue dans le cadre d'une discussion au sein de la dyade. L'élève A propose une première 'définition' en la mettant en relation avec la simulation (N° TdP 30) que l'élève B semble s'approprier difficilement (N° TdP 31-34). L'accommodation de la connaissance de l'élève B paraît être réalisée à partir du moment où les deux élèves comptent ensemble (N° TdP 34-35).

- T3 TP1 N° TdP 27 A et B 'Un deux trois quatre cinq six sept'
- 28 A 'Et on avait dit pendant dix secondes voilà recommence' (*retour à l'énoncé*)
- 29 B 'Et en plus c'est un aller-retour non ?' (*Questionnement sur aller retour*)
- 30 A 'Donc c'est à chaque fois qu'il monte vas y remet le à 0' (*signification de l'aller-retour avec la simulation*)
- 31 B 'Non à chaque fois qu'il monte'
- 32 A 'Je compte un'
- 33 B 'Qu'il monte et qu'il redescend'
- 34 A 'Non / un deux'
- 35 A et B 'trois quatre cinq'

La réponse donnée par le système

Tableau 98 : Tâches donnant lieu à mise en oeuvre de niveaux de savoir non attendus à partir de la réponse fournie par le logiciel

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

N° TP	N° tâche	Intitulé de la tâche	N° Dyade	Type d'écran	Niveaux de savoir de la page-écran	Niveaux de savoir non attendus	Relations attendues
TP4	T5	Interprétation de l'expérience	11 (D16)	PI1	TM CE	OES	Re(TM-CE)
Légende Type d'écran Niveau de savoir PI1 : page avec consigne où la tâche amène à glisser et lâcher un mot, taper du texte, etc. TM : théorie-modèle IR3 : informations proposées dans un onglet Aide OES : objets événements simulés CE : champ expérimental Re : relation							

La tâche 5 du TP4 a pour objectif d'aider les élèves à mettre en relation la perception sonore avec les grandeurs caractéristiques de la tension électrique en répondant. La question posée est la suivante : *'Qu'entend-on quand on fait varier l'amplitude de la tension électrique'*.

Suite à la rédaction de leur réponse, les élèves lisent celle qui est fournie par l'hypermédia. Cependant, cette dernière ne satisfait pas l'élève A (N° TdP 75). Il va alors tenter d'interpréter la perception sonore résultante de l'augmentation de l'amplitude de la tension électrique en se référant au modèle particulaire (N° TdP 79). La mobilisation de cette connaissance conduit à la mise en oeuvre des objets événements simulés.

- T5 TP4 N°TdP 74 B 'Ah d'accord plus l'amplitude elle va être grande / plus la membrane elle va bouger et plus le son il va fort'
- 75 A 'Oui mais ça n'explique pas pourquoi le son va être plus fort'
- 79 A 'Mais ce n'est pas en fonction de l'air qui est qui déplacé plus vite / en fonction des particules qui seront'
- 80 I 'Les particules vont être déplacées avec une amplitude plus grande'

La simulation

Tableau 99 : Tâches donnant lieu à mise en oeuvre de niveaux de savoir non attendus en utilisant une simulation

N° TP	N° tâche	Intitulé de la tâche	N° Dyade	Type d'écran	Niveaux de savoir de la page-écran	Niveaux de savoir non attendus	Relations attendues	Relations non attendues
TP3	T9	Etude du son émis par le haut-parleur	D16, D12, D20	PI1 PI2	TM OES	CE	Re(TM-OES)	Re(TM-CE)
<p>Légende Type d'écran Niveau de savoir PI1 : page avec consigne où la tâche amène à glisser et lâcher un mot, taper du texte, etc. TM : théorie-modèle PI2 : page avec consigne où la tâche amène à actionner une simulation OES : objets événements simulés CE : champ expérimental Re : relation</p>								

Lors de la tâche T9 du TP3, les élèves sont censés prendre conscience que la perception d'un son est aussi liée aux caractéristiques physiologiques de notre oreille. Dans cet objectif, on demande aux élèves de déterminer la valeur de la fréquence à partir de laquelle ils perçoivent un son. Pour cela, ils réalisent une expérience à partir d'une simulation.

Dans ce cadre là, nous avons constaté que l'utilisation de la simulation favorise la mobilisation de la connaissance relative à la perception sonore et la grandeur amplitude vue lors du TP1.

Nous donnons un exemple ci-dessous à partir de la dyade 16 :

- T9 TP3 N° TdP 2 A 'Vas y il faut bouger ça'
- 3 B 'Hum / bon'
- 4 A 'Non non ce n'est pas ça c'est parce qu'il n'y a pas d'amplitude / (on entend un son) voilà tu mets l'amplitude au maximum et après tu baisses / encore encore / encore'

Remarque

Lors de la tâche 6 du TP1, les élèves doivent réaliser la relation entre la perception sonore et les grandeurs caractéristiques à partir de la même simulation. Or, nous avons noté qu'ils n'élaborent pas les relations attendues. Nous supposons que la réalisation des tâches entre le TP1 et le TP3 a permis aux élèves d'acquérir la relation entre l'amplitude de vibration et la perception d'un son.

1.2.2.2011 En résumé

Cette analyse a permis de remarquer que la mise en oeuvre de relations et/ou de niveaux non attendus par les élèves est liée à :

à la place de la tâche à réaliser dans une succession de tâches (tâches T1, T8 TP1 et

T6 du TP2),

à l'utilisation de ressources diverses constitutives de la tâche telles que le matériel expérimental, les onglets Aide, les tâches précédemment réalisées, la consigne, la simulation, la réponse retournée par l'hypermédia,

Il faut souligner que ces tâches proposent des informations qui se rapportent à des niveaux de savoir différents. Cette 'richesse' peut rendre la réalisation plus difficile car les élèves vont être amenés à différencier ces différentes informations puis les mettre en relation. Ainsi, il semble important de proposer différentes ressources aidant les élèves à mobiliser les connaissances attendues et à identifier et à acquérir les informations présentes dans la tâche.

I.3011 Conclusion

L'analyse des connaissances verbalisées des quatre dyades a permis de mettre en évidence l'influence de caractéristiques des tâches sur la construction du savoir :

Des contenus structurés selon les niveaux de savoir. Nous avons relevé que les élèves mettent en oeuvre d'une part, pour au moins 80% des tâches, les niveaux de savoir présents dans les contenus et d'autre part pour trois séquences sur les cinq les relations attendues.

La place de la tâche dans une mise en scène. Nous avons constaté que la mise en oeuvre de niveaux de savoir attendus et non présents dans page-écran ne résulte pas uniquement du but de la question (hypothèse d'apprentissage), mais aussi de son positionnement par rapport aux autres tâches.

La répétition de tâches relative à un même modèle dans une même séquence de TP et lors de différentes séquences de TP. Cette répétition peut aider les élèves à prendre conscience de l'écart entre leurs connaissances et celles qui sont attendues et favoriser l'appropriation du modèle en jeu

L'intégration d'une simulation dans une page-écran proposant des définitions par exemple. La simulation favorise une réalisation commune de la tâche et la reformulation des définitions proposées.

Des accès divers à des informations sélectionnées. Nous avons relevé que de donner la possibilité de retourner à une tâche déjà réalisée, de proposer des informations 'contextualisées' par rapport à la tâche en cours dans l'onglet Aide favorise la construction du savoir en jeu.

Ensuite, nous avons pointé que certaines difficultés des élèves relatives à l'acquisition du

savoir peuvent être liées aux types d'écrans. Lors de la réalisation de tâches contenant une consigne implicite et où les actions à mener sont lire un texte et/ou observer une vidéo (type d'écran IP3), il nous a été impossible dans la plupart des cas de catégoriser les verbalisations des élèves ce qui nous empêche d'avoir des indices de l'acquisition du savoir en jeu. Nous avons supposé que lors de la réalisation de telles tâches, les élèves ont une activité 'personnelle', ils ont l'impression que les informations proposées leurs sont déjà connues et/ou ils sont dans l'attente de la tâche qui va suivre. Nous avons suggéré alors qu'il serait opportun de remplacer les animations ou vidéos par des simulations qui favorisent dans ce cadre là (voir T7 TP1) l'implication des dyades dans une activité commune.

Puis, nous avons relevé que les tâches qui reposent principalement sur l'utilisation de la simulation (types d'écran PI2) favorisent peu les mises en relation entre les niveaux de savoir : les verbalisations des élèves se réfèrent principalement aux objets composant la simulation et aux actions réalisées.

Enfin, nous avons constaté que les difficultés des élèves à s'approprier un modèle peuvent être liées à la construction de la consigne. Si cette dernière n'incite pas les élèves à utiliser le modèle attendu, ils privilégient le leur.

II011. La structuration des contenus des tâches à partir de différents systèmes sémiotiques favorise-t-elle la construction du savoir ?

L'objet de cette seconde question est de repérer, à partir de l'analyse de l'activité des élèves dans différentes situations, des conditions qui sembleraient favoriser la coordination de différentes représentations relatives à un même savoir (Duval, 1995, p 61) dans l'objectif de lui donner sens. En tenant compte de l'analyse a priori des différentes séquences de TP, nous avons pris le parti de nous intéresser au fonctionnement des élèves dans les situations suivantes :

1.
Lors de la réalisation d'une tâche dont le savoir a été présenté dans la page-écran précédente à partir de différentes représentations ;
2.
Lors de la réalisation d'une tâche dont le savoir en jeu est présenté au moins deux pages-écrans avant et est rappelé dans l'onglet Aide à partir de différentes représentations ;
3.
Lors de la réalisation de deux tâches successives qui demandent de mettre en oeuvre un même savoir en s'appuyant sur des représentations différentes ;
4.
Lors de la réalisation de deux tâches situées dans des séquences de TP différentes qui demandent de mettre en oeuvre un même savoir en s'appuyant sur des représentations différentes.

Le fait de tenir compte du temps, lors de l'analyse de l'activité des élèves, a l'avantage de montrer comment les connaissances des élèves peuvent devenir opérantes (ou non) lors de situations où seul le représentant est modifié par exemple, et d'identifier les difficultés qui semblent être 'persistantes'. De plus, les tâches choisies se situent soit dans une même séquence, soit dans des séquences éloignées ce qui nous permettra de distinguer divers fonctionnements des élèves dont l'objectif commun est de mettre en relation des représentations différentes pour donner sens au savoir en jeu.

Rappelons brièvement les principales hypothèses d'apprentissage et de conception de l'hypermédia qui sous-tendent cette analyse :

Les hypothèses d'apprentissage

–

Hypothèse 1 : La diversité des systèmes sémiotiques nécessite pour chacun un apprentissage spécifique.

–

Hypothèse 2 : *'L'activité conceptuelle ne peut plus être isolée de l'activité sémiotique parce que la compréhension conceptuelle apparaît liée à la découverte d'une invariance entre des représentations sémiotiquement hétérogènes'* (Duval, 1995, p.61).

–

Hypothèse 3 : La différenciation du représentant et du représenté permettra à l'apprenant de prendre conscience du sens de la représentation proposée. L'accession à cette différenciation est favorisée lors de la conversion d'une représentation en une autre.

Les hypothèses de conception de l'hypermédia

–

Hypothèse 1 : La représentation d'un même savoir à l'aide de divers systèmes sémiotiques peut favoriser l'activité conceptuelle de l'élève.

–

Hypothèse 2 : la disposition dans des fenêtres différentes des représentations relatives à un même savoir est censée favoriser la coordination de ces dernières.

II.1011 En quoi les différentes représentations d'un savoir peuvent favoriser son réinvestissement lors d'une nouvelle tâche ?

Répondre à cette question nécessite d'analyser le fonctionnement des élèves lors de la réalisation de deux tâches qui se succèdent (point 1). La première tâche propose différentes représentations pour un même savoir telles que les deux tâches 'Définitions' du TP1 (tâches T2 et T7), la tâche T3 du TP2 'Une partie du rail est enlevée'. L'objet de la

seconde tâche est d'amener les élèves à mettre en oeuvre le savoir présenté dans la première tâche.

Nous avons choisi d'analyser et de comparer le comportement des deux dyades 16 et 20 lors de la réalisation des tâches T2 et T3 du TP1 (Figure 47). La tâche T2 présente les définitions de la fréquence et de l'amplitude (langage naturel) qui sont illustrées respectivement par deux animations (représentation dynamique). La tâche T3 consiste en la mesure de la fréquence⁵⁹ à partir d'une simulation d'un haut-parleur branché à un générateur basse fréquence (représentation dynamique).

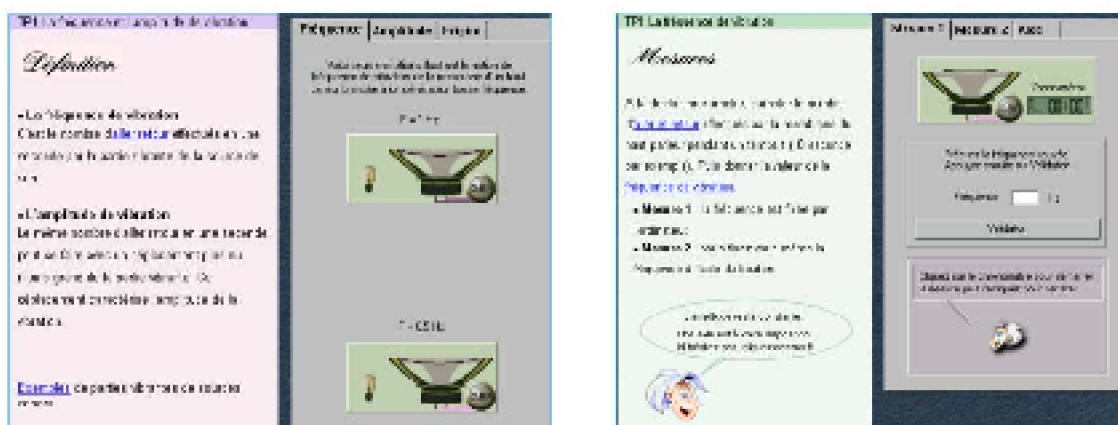
Le choix des dyades et des tâches reposent sur les points suivants :

Seule la dyade 16 met en oeuvre les niveaux de savoir contenu dans la page-écran de la tâche 2 et les articule. Cela nous donne l'occasion d'observer d'une part comment elle donne sens au savoir en jeu et d'autre part la manière dont elle réinvestit ce savoir lors de la tâche 3.

Entre les trois dyades (8, 12, 20), nous avons choisi la dyade 20 car c'est celle qui donne le plus de réponses inexactes (8) et fait le plus appel à l'onglet Aide (5 fois). De plus, cette dyade est celle qui a mobilisé le plus de connaissances non attendues au cours de la mesure.

La fréquence de vibration est présentée pour la première fois lors de la tâche 2. Cette tâche est essentielle pour que les élèves construisent un sens à la fréquence de vibration en mettant en relation la définition et les animations proposées afin qu'ils prennent conscience ensuite, lors de la tâche 3, de la nécessité de compter le nombre d'allers-retours effectués par la membrane du haut-parleur pour déterminer la valeur de la fréquence.

Ci-dessous, sont données les deux pages-écrans associées aux tâches 2 et 3.



⁵⁹ Nous limitons l'étude à la mesure 1 de la fréquence. La mesure 2 donne la possibilité aux élèves de choisir à partir d'un bouton la fréquence qu'ils souhaitent mesurer.

Figure 47 : Tâche 2 et tâche 3 du TP1

II.1.1011 Comparaison du fonctionnement des dyades 16 et 20 lors de la tâche 2

Cette analyse va se dérouler en deux étapes : la première décrit l'activité des élèves du point de vue des connaissances mises en oeuvre, la seconde présente simultanément l'analyse des verbalisations des élèves selon les niveaux de savoir (c'est-à-dire les connaissances mises en oeuvre) et selon les systèmes sémiotiques utilisés. Cette seconde étape montrera de quelle manière les élèves donnent sens au savoir en jeu *via* l'utilisation des différentes représentations associées à ce savoir : la fréquence de vibration.

II.1.1.1011 Analyse selon les niveaux de savoir

Le Tableau 100 présente le nombre de niveaux de savoir mis en oeuvre par les dyades 16 et 20.

Tableau 100 : Niveaux de savoir mis en oeuvre lors de la réalisation de la tâche 2

	TM	OES	Re(TM-OES)	Re(TM-CE)	Re(OES-CE)	CE
Dyade 16 (nbr)	1	2	4	0	0	0
Dyade 20 (nbr)	0	0	0	0	0	0

Légende TM Théorie-modèle Re(TM-CE) Relation externe entre théorie-modèle et champ expérimental OES Objets événements simulés Re(OES-CE) Relation externe entre les objets événements simulés et champ expérimental Re(TM-OES) Relation externe entre théorie-modèle et Objets événements simulés CE Champ expérimental

A partir du Tableau 100, nous constatons que seules les verbalisations de la dyade 16 ont pu être catégorisées. En effet, les verbalisations de la dyade 20 sont courtes, peu partagées et ponctuelles : bribes de phrases se rapportant au contenu de la page-écran. Nous donnons ci-dessous un exemple des verbalisations de la dyade 20.

- T2 TP1 N° TdP 1 A 'C'est pas grave / fréquence de vibration'
- 2 B 'Illustrant la notion de'
- 3 A 'C'est où la / ouais en fait c'est comme un oscilloscope' (*point de vue sur l'animation de la fréquence de vibration*)
- 4 B 'Mets amplitude' (*clique sur l'onglet Amplitude*)
- 5 A 'La fréquence c'est le nombre d'aller-retour' (*lecture de la définition*)
- 6 B 'Et Fripini ah non c'est le mec qui présente' (*regarde l'onglet Fripini*)

- 7 A 'C'est quoi Fripini +'

En revanche, la dyade 16 élabore des relations entre les niveaux de la théorie-modèle et des objets événements simulés. Le Tableau 101 donne le détail des différentes relations construites.

Tableau 101 : Niveaux de savoir et relations entre les niveaux durant la réalisation de la tâche 2 du TP1 par la dyade 16

Niveau de savoir	Signification	Codage dans la transcription	Dyade 16
Théorie-modèle	La fréquence	1(F)	1
Relation externe entre la théorie-modèle et les objets événements simulés	Relation externe entre la fréquence et la mesure des allers-retours	Re(1(F)-2b(AR))	2
	Relation externe entre l'amplitude et la mesure des graduations	Re(1(A)-2b(grad))	2
Relation interne aux niveaux des objets événements simulés	Relation interne entre le clignotement de la lampe et l'aller retour effectué par la membrane du haut-parleur.	Ri(2a(lampe)-2c(AR))	1
	Relation interne entre la graduation et le déplacement de la membrane	Ri(2b(grad)-2c(déplacement))	

Les différentes relations construites par les élèves sont issues de l'utilisation simultanée des définitions (fréquence et amplitude) et des animations associées. En effet, suite au questionnement de l'élève B (numéro de tour de parole 5 (N° TdP 5)), les élèves tentent de décrire les animations en se référant à la définition de la fréquence.

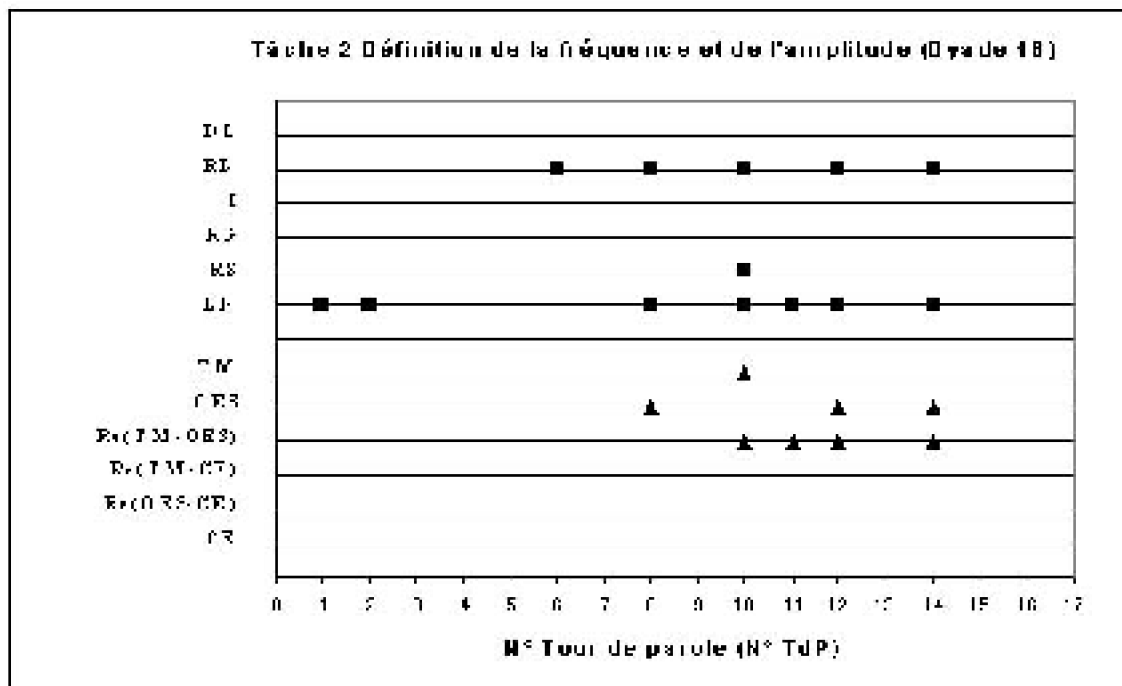
- T2 TP1 N° TdP 5 B 'En fait c'est quoi là' (en désignant les animations associées à la fréquence)

Regardons maintenant, comment les différentes représentations de la fréquence et de l'amplitude ont étayé l'activité de modélisation relevée.

II.1.1.2011 Analyse selon les systèmes sémiotiques et les niveaux de savoir

A partir du codage des verbalisations selon les systèmes sémiotiques et les niveaux de savoir, nous obtenons le Graphique 3. Il permet de présenter à la fois l'activité de

modélisation et 'l'activité sémiotique' (utilisation d'une représentation) des deux élèves.



Graphique 3 : Systèmes sémiotiques et niveaux de savoir mis en oeuvre par la dyade 16 durant la tâche 2

Légende du graphique 3

Abréviation	Signification	Abréviation	Signification
TM	Théorie-modèle	LN	Langage naturel
OES	Objets événements simulés	RS	Représentation symbolique
Re(TM-OES)	Relation externe entre théorie-modèle et Objets événements simulés	RG	Représentation graphique
Re(TM-CE)	Relation externe entre théorie-modèle et champ expérimental	I	Image
Re(OES-CE)	Relation externe entre les objets événements simulés et champ expérimental	RD	Représentation dynamique
CE	Champ expérimental	DL	Dessin légendé

Suite à la lecture des deux définitions (N° TdP 1 et 2) et la question de l'élève B (N° TdP 5), les élèves utilisent principalement les deux systèmes sémiotiques physiquement présents dans la page-écran (N° TdP 8, 10, 12, 14) tout en articulant des connaissances

relatives aux niveaux de la théorie-modèle et aux objets événements simulés (N° TdP 8, 10, 11, 12, 14). Les deux systèmes sémiotiques sont : le langage naturel (LN) associé aux définitions de la fréquence et de l'amplitude et la représentation dynamique (RD) associée aux simulations illustrant ces deux grandeurs. La représentation symbolique étant mise en oeuvre lorsque la dyade compte le nombre d'allers-retours réalisé par la membrane du haut-parleur (N° TdP 10 A : '(...) ça fait un deux').

Les relations réalisées entre les systèmes sémiotiques (LN et RD) peuvent être interprétées comme une reformulation des définitions de la fréquence et de l'amplitude à partir des simulations.

- N° TdP 8 A 'Voilà c'est la lampe en fait elle calcule à chaque fois qu'elle s'éclaire c'est que la membrane elle fait un aller-retour'
- 10 A 'Là la fréquence c'est un Hertz et la fréquence c'est le nombre d'allers-retours effectués en une seconde par la partie vibrante de la source donc en une seconde ça fait un deux'
- 11 B 'Donc là c'est le nombre en une seconde en Hertz ok après l'amplitude'

Ainsi, nous supposons que la dyade 16 est en train de construire ou de modéliser la vibration en termes de ses propriétés physiques qui sont la fréquence et l'amplitude : hypothèse que nous essaierons de valider durant la tâche 3 'Mesure de la fréquence' en comparant son fonctionnement à celui de la dyade 20.

II.1.2011 Comparaison de l'activité de la dyade 16 et 20 lors de la tâche 3

Le Tableau 102 reprend les principales caractéristiques des dyades 16 et 20 lors de la réalisation de la tâche 3 'Mesure 1 de la fréquence'. Il met en évidence des fonctionnements distincts des dyades.

Tableau 102 : caractéristiques des dyades 16 et 20 lors de la mesure1 de la fréquence

Dyade 16				Dyade 20			
Nombre d'appels à l'aide	Nombre de réponses inexactes	Nombre de relations correspondant à une connaissance non attendue	Durée	Nombre d'appels à l'aide	Nombre de réponses inexactes	Nombre de relations correspondant à une connaissance non attendue	Durée
0	0	0	2:01	5	8	13	14:51
Légende : 2:01 signifie deux minutes et une seconde.							

La dyade 16 qui ne s'est pas limitée à lire et à observer uniquement les simulations durant la tâche 2 donne la réponse attendue rapidement (durée 2'01) et sans faire appel à l'onglet Aide.

Par contre, la dyade 20 qui réalise la tâche en une durée bien plus importante (durée 14'51), se réfère régulièrement à l'onglet Aide, et met en oeuvre un nombre important de relations ne correspondant pas à une connaissance attendue. Par exemple, la première connaissance non attendue mise en oeuvre à propos de la fréquence de vibration est de considérer qu'elle est équivalente au nombre d'aller retour compté (N° TdP27).

- N° TdP 27 B 'Donc attends ça fait douze onze (aller-retour)/ parce que moi j'ai compté combien de fois il descend et il remonte / il faut compter'
- 28 A 'Bein non d'aller ça fera onze alors' (La fréquence est égale au nombre d'aller-retour)
- 29 B 'Oui c'est ce que je te dis' (demande de validation F = 11)
- 30 A 'D'accord'

L'échec de cette première mesure conduit les élèves à faire appel à l'onglet Aide et à sélectionner la définition de la fréquence et la formule de la fréquence. Il s'ensuit que les élèves mettent en oeuvre 'à tour de rôle' la connaissance relative à la fréquence de vibration à partir de la définition et de la formule :

La connaissance relative à la définition de la fréquence est non attendue puisque les élèves considèrent que le nombre d'aller-retour consiste à compter chaque fois que la membrane monte et descend (N°TdP 49-51) ;

La connaissance relative à la formule de la fréquence est aussi non attendue puisque les élèves identifient la période (T) à la durée durant laquelle ils comptent le nombre d'allers-retours (N° TdP 55-58,137) et au nombre d'allers-retours comptés (N° TdP 78, 84, 119) :

- N° TdP 47 A 'Je compte c'est parti 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 voilà'
- 48 B 'T'as vu c'est'
- 49 A 'Voilà 10'
- 50 B 'Donc c'est'
- 51 A 'Un' (réponse inexacte due à la connaissance non attendue de l'aller-retour)
- 52 B 'Oh / vas y rappuie sur aide'
- 53 A et B 'F = 1/T'
- 54 A 'T la période exprimée en seconde'
- 55 B 'Donc on a compté dix allers-retours donc en dix secondes'

- 56 A 'Dix oui c'est bien ça non non c'est 1 dixième + c'est 1 sur dix c'est 1 sur T'
- 57 B 'Hum'
- 58 A 'Donc un dixième / (connaissance non attendue de la période)

La réponse à la première mesure est donnée au bout de 14 minutes. Toutefois les élèves, n'ayant pas pris conscience de l'écart entre leur connaissance et le savoir en jeu à propos de l'aller-retour, réinvestissent la même connaissance lors de la mesure 2.

Parmi les quatre dyades, les dyades 12, 20, 8 font appel à l'onglet Aide ou retournent dans la page-écran présentant la définition de la fréquence lors de la réalisation de la tâche 3. Cela renforce l'hypothèse que l'activité sémiotique et conceptuelle de la dyade 16 lors de la tâche 2 favorise la mise en oeuvre du modèle durant la tâche de mesure. Nous donnons ci-dessous les passages où les dyades partent recueillir des informations.

Dyade 12 (retour à la tâche 2 'Définition de la fréquence' après avoir compté le nombre d'aller-retour)

- N° TdP 10 B 'Préciser la fréquence trouvée / tu retournes ils disaient comment on faisait la fréquence'
- 11 A 'Non non mais il faut c'est là que tu cherches / tu veux que je retourne là'
- 12 B 'Je ne sais pas'
- 13 A 'Bein oui (page précédente)'

Dyade 8 (appel de l'onglet Aide à la suite de la lecture de la consigne)

- N° TdP 8 B 'Heu je ne comprends pas comment il marche son truc'
- 9 A 'Mais non ce n'est pas ça / je n'ai pas compris ce qu'il fallait faire là / mais aide pour voir / vas-y mais aide'

Dyade 20 (appel de l'onglet suite à une première validation de la réponse)

- N° TdP 31 B 011 'Alors attends / attends attends une aide est à votre disposition'
- 32 A 'C'est où l'aide'
- 33 B 'Je sais pas / aide mais si c'est là définition met'
- 34 A et B 'Ah oui en une seconde'

II.1.3011 En résumé

Lors de la tâche 2, la dyade 16 tente de donner sens au savoir en jeu en utilisant les deux représentations présentes dans la page-écran : il semble que cela soit une interprétation commune de ce qu'ils sont en train d'observer. Quant à la dyade 20, elle se limite aux

actions possibles de la page-écran qui sont lire et observer. Les verbalisations de cette dyade sont alors courtes, peu partagées, et ponctuelles. Cette étude met donc en évidence d'une part la difficulté des élèves à utiliser par eux-mêmes différentes représentations d'un même savoir et d'autre part l'apport d'une telle tâche pour aider les élèves à reformuler le savoir en jeu et à lui donner sens.

Nous avons aussi montré que l'activité sémiotique réalisée par la dyade 16 lors de la tâche 2 est aussi réalisé par les trois autres dyades dans la tâche 3 au cours de leurs navigations successives dans l'onglet Aide et dans la tâche 2.

II.2011 En quoi les différentes représentations d'un même savoir, placées dans l'onglet Aide, peuvent favoriser la compréhension du savoir en jeu ?

Les résultats obtenus lors de l'analyse globale (Partie C chapitre 8) relatifs à la sélection des informations provenant de l'onglet Aide montrent que les informations choisies sont majoritairement celles, qui *a priori*, seraient censées favoriser la construction de la réponse attendue : elles sont généralement liées au savoir à mettre en oeuvre. De plus, la sélection des informations étant rarement unique, nous avons supposé que les élèves ont besoin de différentes représentations d'un même savoir ou de diverses informations pour réaliser la tâche.

Dans cette section, nous analysons la manière dont les élèves résolvent la tâche 4 du TP1 intitulé 'Mesure de l'amplitude' (Figure 48) qui se situe deux pages-écrans plus loin de la page-écran 'Définition de la fréquence et de l'amplitude' (tâche 2). L'objectif de cette tâche est d'amener les élèves à donner un sens physique à l'amplitude de vibration à partir d'une simulation. Pour déterminer la valeur de l'amplitude, les élèves comptent, avec la règle graduée, le nombre de graduation correspondant à l'écart entre la position de repos de la partie vibrante et la position lorsque cette dernière a atteint son déplacement maximal.

L'avantage de cette tâche est de proposer un onglet Aide qui comporte trois représentations différentes de l'amplitude de vibration : une définition en langage naturel (LN), une animation en représentation dynamique (RD) et un dessin légendé (DL).

Il va s'agir ici d'analyser l'influence des informations sélectionnées dans l'onglet Aide sur l'acquisition et l'utilisation du savoir en jeu : l'amplitude de vibration. Nous donnons d'abord des résultats sur les quatre dyades (Etude quantitative), puis nous en choisissons deux pour approfondir l'analyse (Etude qualitative).

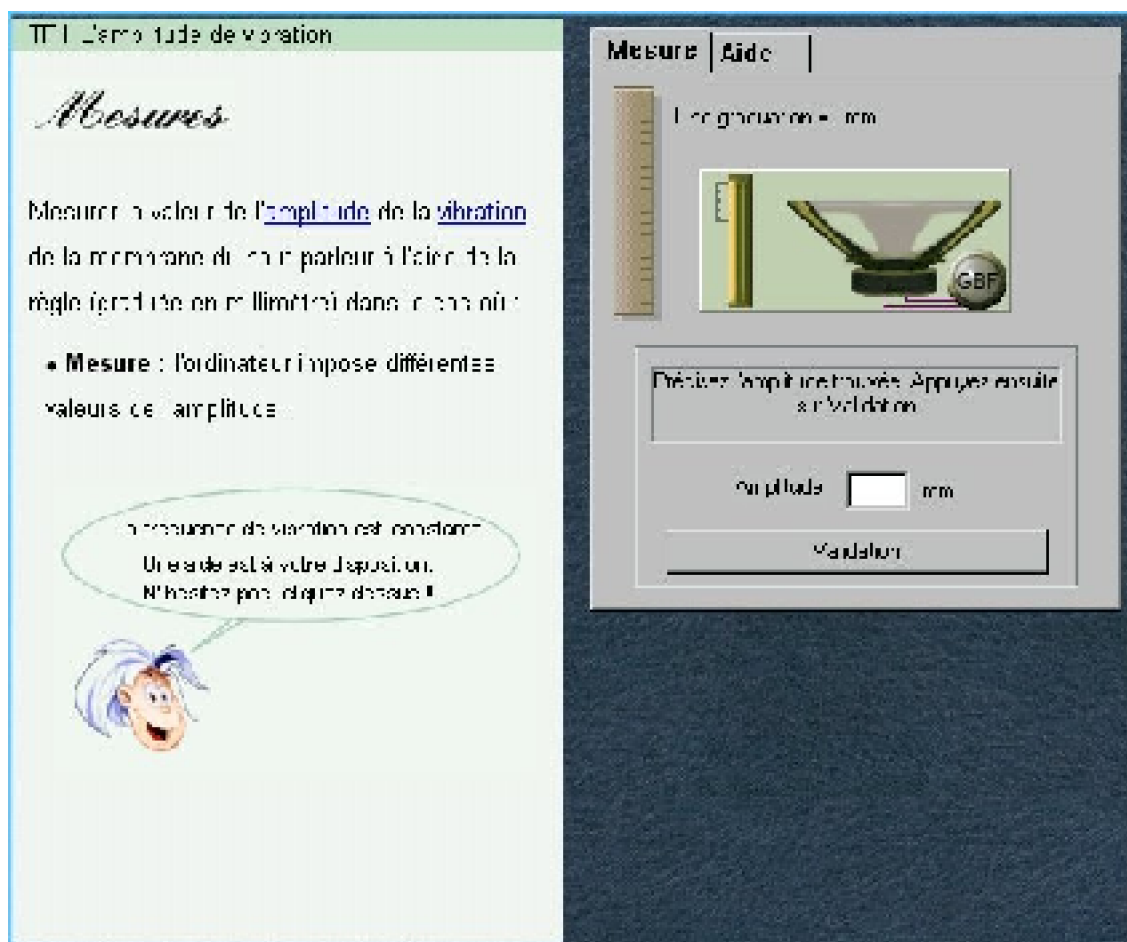


Figure 48 : Tâche 4 'Mesure de l'amplitude'

II.2.1011 Etude quantitative

Relevons à partir du tableau ci-dessous les similitudes et les différences entre les 4 dyades.

Tableau 103 : Durée de réalisation de la tâche 4 du TP1, nombre de réponses inexactes et nombre d'appels à l'onglet Aide pour les quatre dyades

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

	Dyade 16	Dyade 12	Dyade 20	Dyade 8
Durée	2:09	3:01	1:27	1:02
Nombre de réponses inexactes		2	1	
Nombre d'appels à l'onglet Aide	2	3	2	
Légende : 1:02 signifie 1 minute et 2 secondes.				

A partir du Tableau 103, nous remarquons d'abord, que trois dyades sur les quatre font appel à l'onglet Aide et sélectionnent au moins deux informations. Seules deux dyades donnent des réponses inexactes. Le Tableau 104 permet de noter que les élèves sélectionnent au moins deux informations de systèmes sémiotiques différents. Cela renforce notre hypothèse que les élèves ont besoin de différentes représentations d'un même savoir ou de diverses informations pour lui donner sens. L'objectif de l'étude qualitative est de vérifier cette hypothèse à partir de l'analyse des verbalisations de dyades 16 et 12.

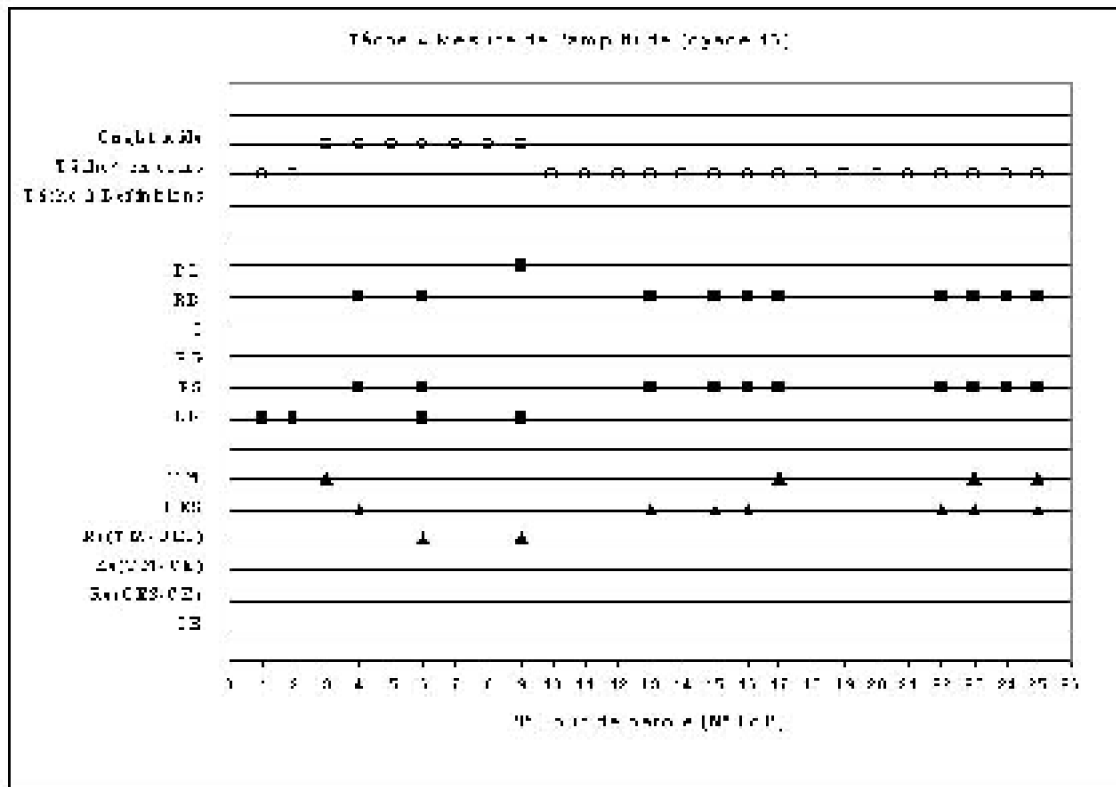
Tableau 104 : Ressources appelées par les quatre dyades à partir de l'onglet Aide

Aide sélectionnée	Dyade 16	Dyade 12	Dyade 20	Dyade 8
Définition (Amplitude)	1	1	1	0
Animation (Amplitude)		1		0
Dessin (Amplitude)	1	1	1	0

II.2.2011 Etude qualitative

II.2.2.1011 Exemple à partir de la dyade 16

Le Graphique 4 est obtenu à partir du codage des verbalisations des élèves selon les systèmes sémiotiques, les niveaux de savoir, et la navigation des élèves (onglet Aide, tâche 2, etc.).



Graphique 4 : Systèmes sémiotiques, niveaux de savoir et navigation de la dyade 16 durant la tâche 4 du TP1

Légende du graphique 4

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

Abréviation	Signification	Abréviation	Signification
TM	Théorie-modèle	LN	Langage naturel
OES	Objets événements simulés	RS	Représentation symbolique
Re(TM-OES)	Relation externe entre théorie-modèle et objets événements simulés	RG	Représentation graphique
Re(TM-CE)	Relation externe entre théorie-modèle et champ expérimental	I	Image
Re(OES-CE)	Relation externe entre les objets événements simulés et champ expérimental	RD	Représentation dynamique
CE	Champ expérimental	DL	Dessin légendé

L'appel de l'onglet Aide préalable à la résolution de la tâche rend compte de la prise de conscience de la part des élèves d'un besoin d'informations (N° TdP 3) :

- N° TdP 3 B 'Et l'amplitude comment on fait on va aller voir tout de suite avant la définition'

Durant cette phase de prise d'informations, la dyade élabore deux relations attendues entre les niveaux de la théorie-modèle et des objets événements simulés (N° TdP 6 et 9) lesquelles sont associées à l'utilisation de systèmes sémiotiques différents.

La première (N° TdP 6) est liée à l'articulation des trois systèmes sémiotiques qui sont le langage naturel (l'amplitude), la représentation dynamique (la simulation) et la représentation symbolique (le nombre de graduation comptée correspondant à l'amplitude) : cela coïncide avec la proposition du résultat de la mesure. En effet, d'après l'analyse *a priori* (voir analyse *a priori* du TP1), la mesure de l'amplitude (représentation symbolique) consiste à articuler la définition de l'amplitude avec la simulation ou de coordonner les systèmes sémiotiques : le langage naturel et la représentation dynamique.

- N° TdP 6 A 'Elle est à deux millimètres l'amplitude là'

Les mesures successives conduisent les élèves à utiliser les deux systèmes sémiotiques suivants : la représentation dynamique (support de la mesure) et la représentation symbolique (le comptage des graduations pour déterminer l'amplitude). Le terme amplitude n'est plus explicité.

La seconde relation (N° TdP 9) est mise en oeuvre lors de l'utilisation simultanée du dessin légendé et du langage naturel. En fait, nous notons que c'est à ce moment là que l'élève B paraît se représenter l'amplitude en l'identifiant sur le dessin légendé ce que la définition ne semble pas lui permettre (N° TdP 5) :

- N° TdP 4 A 'Un deux elle'
- 5 B 'L'amplitude est le déplacement plus ou moins grand de la partie vibrante de la source' (*lecture de la définition*)
- 6 A 'Elle est à deux millimètres l'amplitude là'
- 7 B 'Ok'
- 8 A 'Je crois'
- 9 B 'Ah en fait cela sera ça (*désignant l'amplitude sur le dessin légendé*) ok et animation / d'accord'

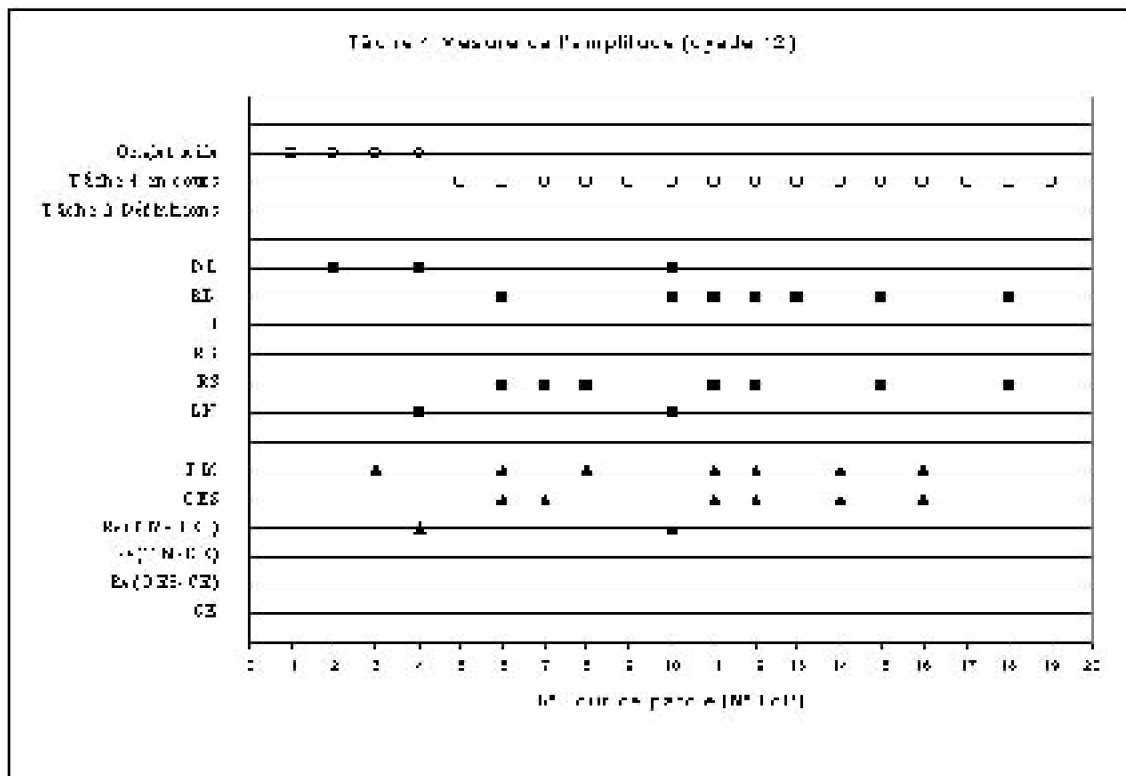
Ainsi, le dessin légendé permet à l'élève B d'une part de visualiser ce qui correspond à la grandeur amplitude et d'autre part de l'identifier directement sur la représentation dynamique proposée pour réaliser la mesure. Par contre, la définition 'vague'⁶⁰ de l'amplitude (en langage naturel) ne semble pas être déterminante dans cette construction mais pourrait 'l'amorcer'. Nous rencontrons un fonctionnement similaire pour les dyades 12 et 20.

II.2.2.2011 Exemple à partir de la dyade 12

Le graphique présente le codage des interventions de la dyade 12 selon les systèmes sémiotiques, les niveaux de savoir et la navigation dans l'onglet Aide.

⁶⁰ La définition donnée est : L'amplitude est un déplacement plus ou moins grand de la partie vibrante de la source de son.

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :



Légende du graphique 5

Abréviation	Signification	Abréviation	Signification
TM	Théorie-modèle	LN	Langage naturel
OES	Objets événements simulés	RS	Représentation symbolique
Re(TM-OES)	Relation externe entre théorie-modèle et objets événements simulés	RG	Représentation graphique
Re(TM-CE)	Relation externe entre théorie-modèle et champ expérimental	I	Image
Re(OES-CE)	Relation externe entre les objets événements simulés et champ expérimental	RD	Représentation dynamique
CE	Champ expérimental	DL	Dessin légendé

Comme la dyade 16, la sélection des informations dans l'onglet Aide (N° TdP 1-4) est antérieure à la résolution du problème. Nous relevons que l'utilisation simultanée du dessin légendé (DL) et du langage naturel (LN) coïncide avec l'élaboration de deux relations attendues (N° TdP 4 et 10).

La première est due à l'identification par les élèves de l'amplitude à partir du dessin légendé (n° TdP 4) et non de la définition :

- T4 TP1 N° TdP 1 A 'Faut lui faire ça t'es sûr mais c'est ça que l'on est en train de faire / là maintenant / aide / définition / l'amplitude est un déplacement plus ou moins grand de la partie vibrante de la source (*lecture de la définition*) / (*animation*) ok / dessin amplitude'
- 2 B 'Position maximale et repos' (*observation du dessin*)
- 3 A 'Ah en fait l'amplitude c'est ça'
- 4 B 'L'amplitude de déplacement oui / c'est la différence entre le machin là et le maximal'
- 5 A 'Une graduation en mm'

La deuxième relation est constitutive de l'explication fournie par l'élève B en s'appuyant sur le dessin légendé suite à la réponse inexacte donnée par A (N° TdP 10) :

- T4 TP1 N° TdP 6 B 'Une deux trois quatre cinq /cinq'
- 7 A 'Ça fait dix oui10 tu vas voir / oh purée ++'
- 8 B 'Non c'est cinq'

- 9 A 'oui'
- 10 B 'C'est la différence / c'est à partir du point repos'

II.2.3011 En résumé

Nous avons montré que la présence de différentes représentations relatives à un même savoir dans l'onglet Aide est nécessaire pour que les élèves donnent sens à ce savoir : chacune jouant un rôle dans sa compréhension. Les élèves sélectionnent chacune des informations dans l'onglet Aide tant que l'information visualisée ne leur permet pas d'interpréter la situation expérimentale proposée. Le dessin légendé de la coupe du haut-parleur (Figure 49), qui ressemble à la simulation située dans la page-écran, aide les élèves à se représenter la grandeur amplitude.



Figure 49 : Représentation iconique relative à l'amplitude

Nous faisons l'hypothèse que les représentations constituées d'au moins deux systèmes sémiotiques favorise la construction du sens du savoir en jeu à condition qu'elles explicitent des informations qu'une représentation élaborée à partir d'un seul système ne peut pas fournir. Cependant, cette représentation donne d'une certaine manière la solution au problème. Qu'en est-il alors de la compréhension du concept ?

Sans rentrer dans les détails, lors de la réalisation de la tâche 5 du TP1 intitulé 'Test' dont l'objectif est d'amener les élèves à réinvestir le sens des grandeurs fréquence et amplitude en comparant (cinq fois de suite) le mouvement de deux membranes de haut-parleur, les quatre dyades la réalisent en donnant peu de réponses inexactes et en se référant peu à l'onglet Aide (Tableau 105). Nous pouvons supposer que cette tâche de mesure permet aux élèves de se représenter 'physiquement' la grandeur amplitude.

Tableau 105 : Nombre d'appels à l'onglet Aide et nombre de réponses inexactes lors de la réalisation de la tâche 5

	Dyade 16	Dyade 12	Dyade 20	Dyade 8
Nombre d'appels à l'onglet Aide	0	1	0	0
Nombre de réponses inexactes	1	1	1	0

II.3011 L'utilisation de représentations différentes peut-elle favoriser la construction d'un savoir donné ?

Pour répondre à cette question, nous allons nous placer à deux niveaux d'analyse. Dans un premier temps, nous étudierons le fonctionnement des élèves dans le cas où les tâches se suivent, puis dans le cas où elles sont issues de deux séquences différentes. Lors de cette dernière étude, il nous faudra alors tenir compte des deux points suivants :

- des différentes tâches qu'ils auront réalisées entre-temps,

- de l'intervalle de temps écoulé entre les deux tâches réalisées.

II.3.1011 Etude du fonctionnement des élèves dans le cas où les tâches se succèdent

Les tâches choisies sont les tâches T21 et T22 du TP4⁶¹ dont l'objectif est de décrire, à partir de deux systèmes sémiotiques différents, l'évolution des grandeurs caractéristiques de l'onde sonore en termes de fréquence et d'amplitude au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la source de son. La tâche 21 (Figure 51) demande d'interpréter cette évolution, à partir d'une situation de la vie quotidienne, en utilisant le langage naturel. Les élèves doivent déterminer les grandeurs caractéristiques du son, émis initialement par une cloche, selon la position de deux récepteurs (Cardi et Polo) en sélectionnant l'une des réponses proposées telles que : *'l'amplitude de l'onde sonore sera plus petite chez Cardi qu'au niveau de la source de son'*. Nous rappelons que lors de la tâche 20 (Figure 50) les élèves explicitent à partir de la même situation de la vie quotidienne cette évolution en fonction de la hauteur et de l'intensité sonore comme par exemple *'le son de la cloche entendu chez Cardi sera plus faible que celui qui est émis'*. Lors de la tâche 22 (Figure 52), il s'agit d'interpréter l'évolution des grandeurs caractéristiques de l'onde sonore, à partir d'une situation expérimentale, en utilisant la représentation graphique. Il est demandé aux élèves de déterminer la forme de la tension électrique en fonction du temps (l'oscillogramme) aux bornes de deux microphones plus ou moins distants d'un émetteur (le haut-parleur).

Nous soulignons que lors des tâches précédemment réalisées dans cette séquence, les élèves se sont familiarisés d'une part à la représentation graphique (tâche 12 à 18) et

⁶¹ On aurait pu prendre à la rigueur les tâches T3, T4 et T5 du TP1.

d'autre part à mettre en relation la perception sonore et les grandeurs caractéristiques de la vibration (tâche 2 à 13). Nous donnons ci-dessous les pages-écrans associées à ces trois tâches.

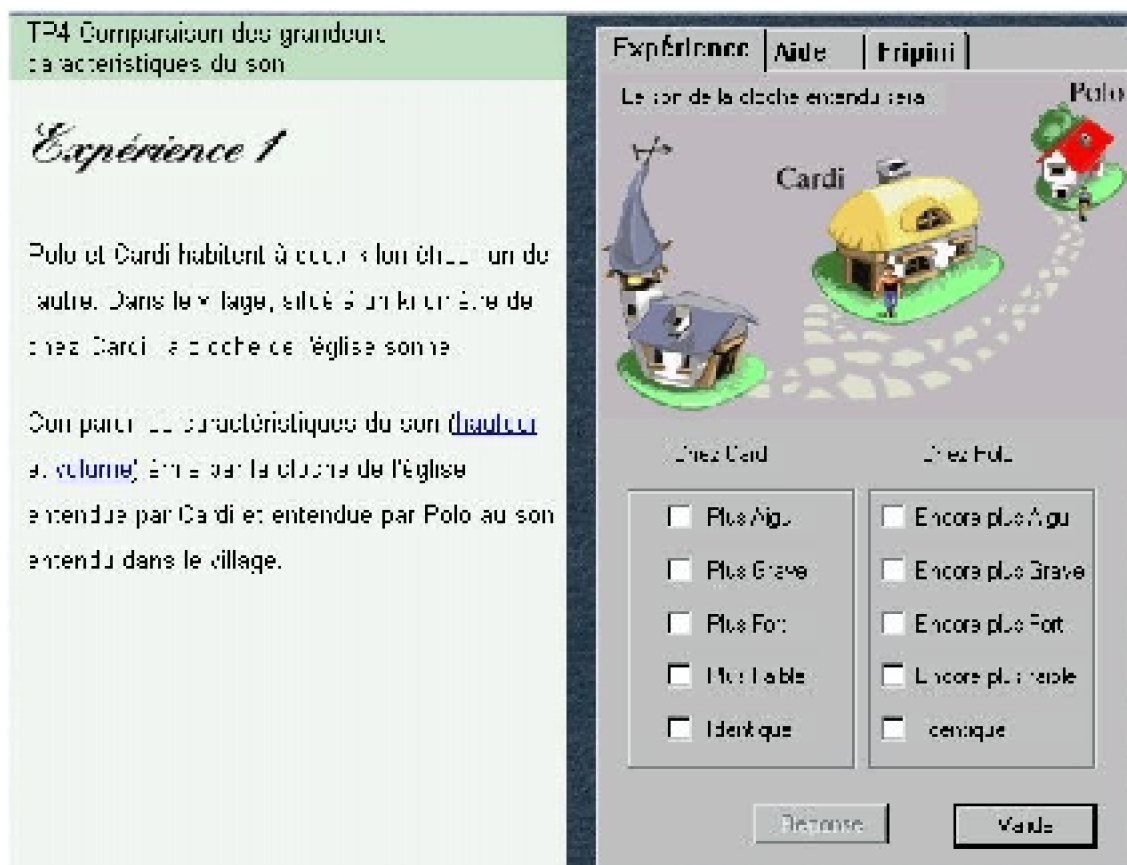


Figure 50 : Tâche 20 du TP4


TP4 Comparaison des grandeurs caractéristiques d'un son

Expérience 2

Pour en Cardi, vivant à deux kilomètres l'un de l'autre. Dans ce village, situé à un kilomètre en face de Cardi, la cloche de l'église sonne.

Déterminer comment les caractéristiques physiques de l'onde sonore (la fréquence et l'amplitude) ont évolué depuis l'endroit où se trouve chez Cardi et chez Polo.

Vous vous rendez compte que le volume sonore diminue lorsque l'on s'éloigne de l'émetteur. Comment les caractéristiques de l'onde sonore évoluent-elles ?



Expérience

Les caractéristiques physiques du son seront

Cardi Polo

Chez Cardi

Amplitude	Fréquence
<input type="radio"/> Plus grande <input type="radio"/> Plus petite <input type="radio"/> Identique	<input type="radio"/> Plus grande <input type="radio"/> Plus petite <input type="radio"/> Identique

Chez Polo

Amplitude	Fréquence
<input type="radio"/> Encore plus grande <input type="radio"/> Encore plus petite <input type="radio"/> Identique	<input type="radio"/> Encore plus grande <input type="radio"/> Encore plus petite <input type="radio"/> Identique

Réponse

Valider

Figure 51 : Tâche 21 du TP4

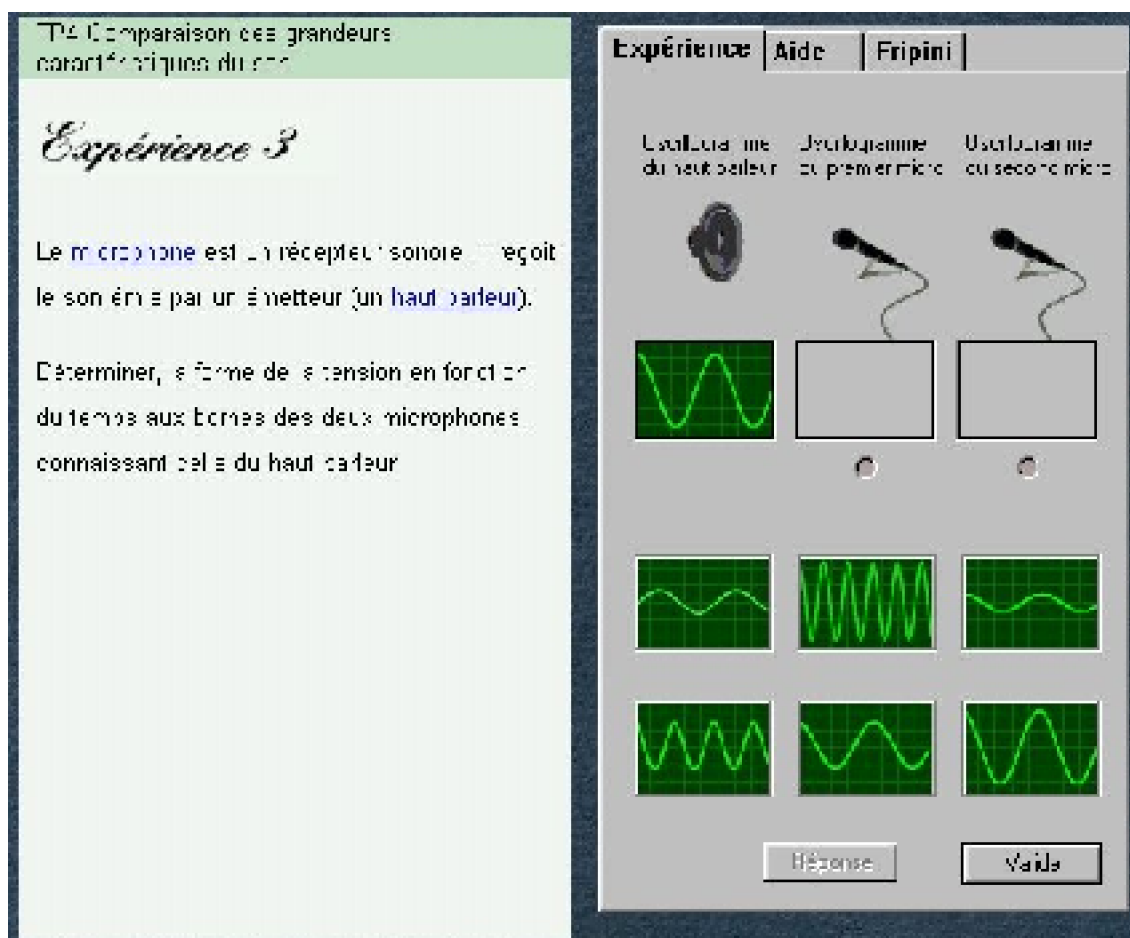


Figure 52 : Tâche 22 du TP4

II.3.1.1011 Analyse quantitative

Dans un premier temps, regardons comment les 20 dyades évoluent lors des tâches 20, 21, 22 du TP4 selon les données durées de réalisation de la tâche, nombre d'informations sélectionnées dans l'aide et le nombre de réponses erronées.

Tableau 106 : Comparaison de l'activité des élèves lors des tâches T21 et T22 du TP4

Partie C : Méthodologies d'analyse et analyse des données recueillies

	1	2	3	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Durée Moyenne	
Tâche T20																					
Nbre de réponses erronées	2	9	17	15			2	1					3	1		5	1		1		
Nbre d'appel à l'aide			6	3			3														
Durée de réalisation	5:50	2:29	11:43	7:57	1:47	1:09	4:27	1:57	1:55	6:17	2:35	1:17	2:47	2:09	2:05	3:28	2:45	2:02	1:15	3:15	
Tâche T21																					
Nbre de réponses erronées											2										
Durée de réalisation	0:48	1:22	0:58	1:22	1:17	0:56	0:54	1:08	0:37	2:57	2:47	0:46	1:28	1:23	0:46	1:02	1:26	0:59	0:49	1:15	
Tâche T22																					
Nbre de réponses erronées	2	1	1	1	2	1			1	1			2	5		1	1	1	1		
Nbre d'appel à l'aide	1						5		3										1		
Durée de réalisation	5:04	3:06	1:57	2:35	1:49	1:14	3:48	1:15	3:34	2:29	3:29	1:04	2:51	7:22	2:16	4:34	2:37	1:25	2:14	2:53	
Légende : 3:05 signifie 3 minutes et cinq secondes.																					

A partir de ce tableau (Tableau 106), nous constatons d'abord que la durée moyenne mise pour réaliser la tâche 22 est supérieure à celle de la tâche 21 et est similaire à la tâche 20. Ensuite, le nombre d'élèves réalisant au moins une réponse inexacte augmente de nouveau entre la tâche 21 et 22.

Nous supposons que la résolution successive de ces deux tâches (T21 et T22) qui

demandent de réinvestir un 'même savoir' à partir de deux représentations différentes et dans le cadre de deux dispositifs expérimentaux, favorise l'émergence des difficultés des élèves qui pourraient se situer soit au niveau :

- du savoir en jeu,

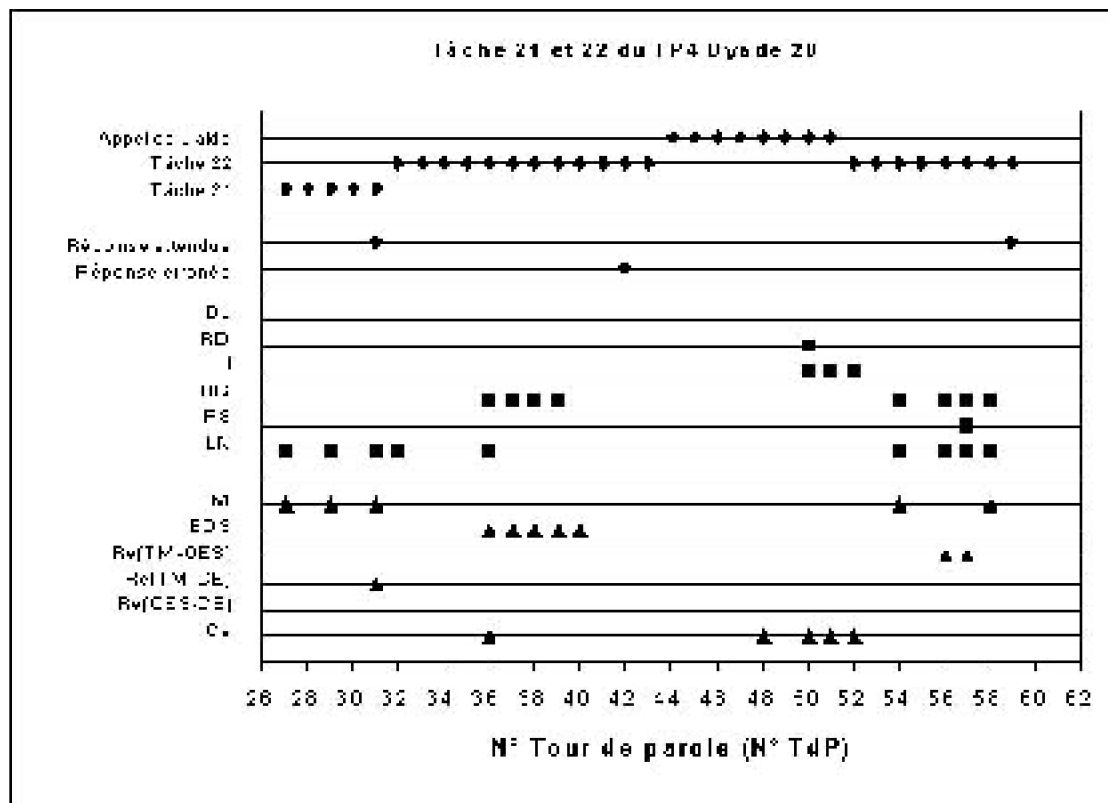
- des systèmes sémiotiques à utiliser pour donner la réponse : représentation graphique et langage naturel,

- de la représentation du dispositif expérimental.

II.3.1.2011 Analyse qualitative

Nous allons observer la manière dont la dyade 20 fonctionne lors des tâches 21 et 22 à la fois du point de vue de l'activité sémiotique et du point de vue des connaissances mises en oeuvre. Nous présenterons ensuite des observations communes aux trois autres dyades (12, 16 et 8).

Le graphique suivant (Graphique 6) permet de visualiser le résultat de l'analyse des verbalisations des élèves selon les niveaux de savoir, les systèmes sémiotiques au cours des tâches 21 et 22. Nous rajoutons la navigation réalisée et la nature des réponses des élèves.



Légende du graphique 6

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

Abréviation	Signification	Abréviation	Signification
TM	Théorie-modèle	LN	Langage naturel
OES	Objets événements simulés	RS	Représentation symbolique
Re(TM-OES)	Relation externe entre théorie-modèle et Objets événements simulés	RG	Représentation graphique
Re(TM-CE)	Relation externe entre théorie-modèle et champ expérimental	I	Image
Re(OES-CE)	Relation externe entre les objets événements simulés et champ expérimental	RD	Représentation dynamique
CE	Champ expérimental	DL	Dessin légendé

Lors de la tâche 21, nous constatons que les élèves utilisent uniquement le langage naturel lors de la construction de leur réponse et ne se réfèrent pas à l'illustration dont ils ont déjà eu connaissance lors de la tâche 20. La modélisation de la situation en terme de fréquence et d'amplitude semble ne leur poser aucune difficulté.

- N° TdP 27 A 'Alors l'amplitude est plus petite'
- 28 B 'Hm hm'
- 29 A 'Et / la fréquence est identique / non (?)'

La seule relation mise en oeuvre par les élèves semble être liée à une difficulté de l'élève B pour différencier l'amplitude de la fréquence du point de vue de la perception sonore (N° TdP 30-31).

- N° TdP 30 B 'La fréquence c'est (?)'
- 31 A 'La fréquence c'est euh aigu ou grave +c'est encore plus petit (*parle de l'amplitude*)+ aller ++'

Lors de la tâche 22, la dyade 20 met en oeuvre, en fin de réalisation de la tâche (N° TdP 54), les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques attendus. Cela est dû au fait que les élèves ne parviennent pas à se représenter le dispositif expérimental au sens de la compréhension du dessin composé du haut-parleur et des deux microphones. Ainsi, ils ne réinvestissent pas les connaissances issues de la tâche précédente et donnent une première réponse inexacte (N° TdP 43). Nous constatons à partir de l'extrait ci-dessous le peu de 'cohérence' (de notre point de vue) dans les actions qu'ils mènent : les élèves s'intéressent principalement à bouger les oscillogrammes.

- N° TdP 33 A 'Oui j'ai pas compris faut faire quoi (?)'
- 34 B 'Je sais pas / ben (... ?) enfin je sais pas t'as fais quoi (?) / non non attends'
- 35 A '(... ?)'
- 36 B 'Attends le microphone +++ mais non mais faut mettre le truc il faut le coincer là non (?)' (*truc = oscillogramme*)
- 37 A 'Ben oui mais tu peux'
- 38 B 'Ca se déplace' (*ça = oscillogramme*)
- 39 A 'Tu peux mettre tu peux mettre n'importe lequel'
- 40 B 'Ben oui mais faut voir parce que t'as déjà ça /'
- 41 A 'Et ben (?)'
- 42 B 'Non je sais pas (*rires*)'
- 43 A 'Je comprends pas'
- 44 B 'Hm hm hm ++Mets aide voir / arrêtes tu mets n'importe quoi'

Le recueil d'information dans l'onglet Aide en particulier la sélection de l'animation relative au microphone (qui montre l'évolution au cours du temps de la tension électrique aux bornes du microphone) favorise la compréhension de la tâche (N° TdP 44-52) ce qui ouvre la phase de résolution du problème (N° TdP 54).

- N° TdP 48 A 'On sait pas pourquoi / microphone /'
- 49 B 'Non c'est pas ça'
- 50 A 'Animation + et le deuxième micro il est plus loin en fait j' crois que j'ai compris y a un micro qui est près et un deuxième micro qui il est plus loin donc'
- 51 B 'Mais on avait déjà le premier micro'
- 52 A 'Oui donc d'accord alors / donc en fait c'est / entre les deux faut que se soit entre ça et ça'
- 53 B 'Ouais'
- 54 A 'Faut que se soit la même fréquence / attends enlève tes doigts je vois rien'

En d'autres termes, dès que les élèves parviennent à se représenter le dispositif expérimental, ce que nous identifions au travers de la mise en oeuvre du champ expérimental (N° TdP 50-52) lors de la sélection des informations dans l'onglet Aide, ils identifient le problème (N° TdP 50 A '*je crois que j'ai compris (...)* ') et élaborent ensuite une solution (N° TdP 52-54). Il s'ensuit qu'ils réinvestissent immédiatement le modèle construit lors la tâche 21 (N° TdP 54).

Nous retrouvons le même type de comportement avec la dyade 8 qui parvient à donner la réponse attendue à partir du moment où elle observe l'animation (N° TdP 91-95).

- N° TdP 91 A 'J'ai pas compris là + déterminer la forme de la tension ++ en fonction du temps / aux bornes des microphones + pas compris / reste comme ça + c'est les mêmes / y a pas de raison /'
- 92 B 'Oui y a oui ben oui ou alors c'est lui alors'
- 93 A 'Ou alors comme ça comme ça +++++'
- 94 B 'Non mais bon c'est bon ça + animation fais + attends / (... ?)' (*sélection des informations dans l'onglet Aide*)
- 95 A 'Attends / oui + non j'ai pas vu ++ oh + ben ils ont la même euh fréquence / et la même amplitude non la même fréquence + ils ont la même fréquence mais ils ont' (*proposition de la réponse*)

Quant à la dyade 12, nous constatons que la modification de la représentation les amène d'abord à mettre en oeuvre des connaissances non attendues (N° TdP 43-45), puis, à décrire les différents oscillogrammes en terme de fréquence et amplitude (N° TdP 47-53). La dyade reste au niveau du modèle.

- N°TdP 43 B 'Déterminer la forme de la tension en fonction du temps aux bornes des deux microphones / il faut en mettre une là-bas' (*lecture de l'énoncé*)
- 44 A 'L'amplitude déjà elle ne change pas' (*connaissance non attendue*)
- 45 B 'Bein non l'amplitude reste la même'
- 46 A 'Donc il faut trouver deux qui ont la même amplitude/ même amplitude c'est ça'
- 47 B 'C'est la même amplitude hein / regarde'
- 48 A 'Oui / mais la fréquence elle est plus grande là' (*mettent un premier oscillogramme*)
- 49 B 'Là cela veut dire que la fréquence elle est plus grande +++'
- 50 A 'Alors qu'est ce que l'on vient de mettre / en plus on a oublié' (*A se demande qu'elle était la réponse donnée au cours de la tâche 21*)

Pour parvenir à répondre à la question, les élèves retournent à la tâche 21 où les réponses étaient données au niveau du modèle et en langage naturel (N° TdP 54-56).

- N°TdP 55 B 'Je ne sais pas (retour page précédente) / identique'
- 56 A 'Fréquence identique'

- 57 B 'Ah bein c'est ces deux là alors'

Ainsi, la dyade 12 est capable de passer d'une représentation à une autre pour les grandeurs fréquence et amplitude *via* les systèmes sémiotiques langage naturel et représentation graphique. Cependant, elle ne parvient pas à modéliser le dispositif expérimental en terme de fréquence et amplitude ce que les dyades 8 et 20 effectuent. De plus, la modélisation du dispositif expérimental permet, aux dyades 8 et 20, de passer de la représentation du savoir en langage naturel issue de la tâche 21 (terme du modèle) à la représentation graphique proposée dans la tâche 22.

En fait, seule la dyade 16 parvient à réinvestir le modèle mis en oeuvre durant la tâche 21 sans difficulté (N° TdP 40-42) car elle ne semble pas être gênée par ce nouveau dispositif expérimental. Elle modélise la situation en faisant intervenir le champ expérimental issu de la tâche 20 (N° TdP 42).

- N° TdP 37 B 'Un récepteur sonore il reçoit le son émis par l'émetteur le haut-parleur'
- 38 A et B 'Déterminer la forme de la tension en fonction du temps'
- 39 B 'Oui c'est fonction du temps'
- 40 A 'Aux bornes de ces deux microphones / connaissant celle du haut-parleur +'
- 41 B 'OK'
- 42 A 'He bein alors là / ça va être moins fort / donc l'amplitude elle va être plus basse'

II.3.1.3011 En résumé

Suite à cette étude, nous supposons que cette succession de tâches, où la représentation du savoir à mettre en oeuvre varie ainsi que les situations expérimentales, est favorable à la construction du savoir car elle permet à certains élèves :

- de se représenter le dispositif expérimental et de le mettre en relation avec celui des tâches précédentes,

- d'utiliser deux systèmes sémiotiques relatifs à un 'même savoir' pour modéliser deux dispositifs expérimentaux,

- de revenir sur le modèle en jeu et de prendre conscience parfois de la difficulté de le réinvestir dans la nouvelle situation. Cela semble montrer la difficulté d'acquérir un savoir donné dans une durée assez courte.

Etudions maintenant, le fonctionnement des élèves lorsque les tâches proviennent de séquences de TP différentes et demandent de mettre en oeuvre un 'même savoir' à partir de représentations différentes.

II.3.2011 Etude du fonctionnement des élèves dans le cas où les tâches se situent dans des séquences de TP différentes

Les deux tâches choisies⁶² sont la tâche 8 du TP1 intitulée 'Test 2 Etude de la relation entre la perception sonore et les grandeurs caractéristiques de la vibration' et la tâche 12 du TP4 'Etude des grandeurs caractéristiques du son à l'oscilloscope'. La réalisation de ces deux tâches nécessite d'élaborer la relation entre le phénomène sonore et le phénomène physique associé soit en partant de la perception sonore (tâche 8) soit en partant des grandeurs caractéristiques des tensions électriques observées à partir d'oscillogrammes (Tâche 12). Le savoir commun à ces deux tâches est donc la relation entre la perception sonore et les grandeurs caractéristiques de la vibration.

Comme précédemment, cette analyse va se découper en deux étapes. D'abord une analyse *quantitative*, à partir de laquelle nous soulignerons les points qui nous paraissent remarquables et nous choisirons la dyade étudiée. Puis une analyse *qualitative* dont l'objectif est de détailler l'activité des élèves selon les connaissances verbalisées et les systèmes sémiotiques utilisés. Nous présentons ci-dessous ces deux tâches (T8 et T12).



Figure 53 : Tâche 8 du TP1 et tâche 12 du TP4

II.3.2.1011 Analyse quantitative

Dans un premier temps, regardons le fonctionnement des élèves lors des tâches 8 du TP1 et 12 du TP4 à partir des données durées de réalisation de la tâche, nombre de réponses inexactes, nombre d'appels à l'aide.

Tableau 107 : Comparaison de l'activité des élèves lors des tâches T8 du TP1 et T12 du TP4

⁶² Nous aurions pu aussi comparer la tâche 4 du TP1 'Mesure de l'amplitude' avec la tâche 3 du TP4 'Etude 1 Etude du mouvement de la membrane lorsque l'on augmente l'amplitude' ou la tâche 3 du TP1 'Mesure de la fréquence' avec la tâche 7 du TP4 'Etude 1 Etude du mouvement de la membrane lorsque l'on augmente la fréquence'.

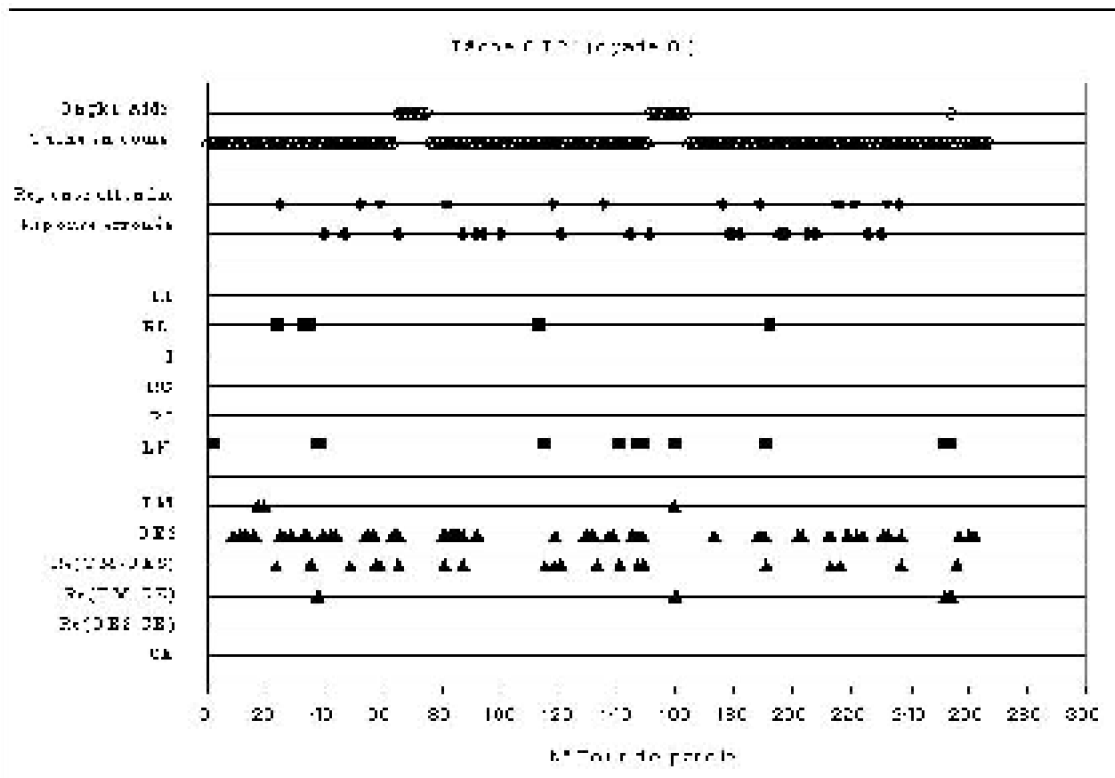
N° Dyade																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
T8 TP1																				
Durée	10:28	rien	5:50	24:53	10:27	16:19	9:17	22:42	29:36	9:55	19:47	10:42	8:34	12:46	3:52	10:44	34:04	4:24		
NRI	5		5	27	5	4	11	28	17	4	14	1	3	1	8		9	2	1	1
Nombre d'appels à l'Aide			3	2	1	1	1	3		3	1				1		2			
T12 TP4																				
Durée	7:22	3:42	rien	3:05	7:18	6:47	2:52	9:22	3:00	5:52	5:43	3:06	8:56	4:38	7:47	4:17	4:05	3:56	2:36	
NRI	3				3	5		3		1	1		4	1		2				
Nombre d'appels à l'Aide					1					1				1						
Légende NRI : nombre de réponses inexactes 5:50 signifie : cinq minutes et cinquante secondes																				

En comparant les données relatives à ces deux tâches, nous constatons, d'abord, que les durées de réalisation diminuent et n'atteignent plus des durées avoisinant la demi-heure (dyade 4, 8, 9). Cependant, pour la dyade 16 par exemple la durée de réalisation de la tâche 12 est deux fois plus longue et elle ne donne pas de réponse inexacte. Cela montre que les stratégies mises en oeuvre par les dyades peuvent être différentes lors de la réalisation d'une tâche similaire. Il est important de noter que lors des tâches 21 et 22 du TP4, la durée de réalisation augmente (voir II.3.1). Ensuite, le nombre de dyades, réalisant au moins une réponse erronée, est divisé par deux (on passe de 18 à 9 dyades). Enfin, le nombre de dyades faisant appel à l'aide devient presque insignifiant.

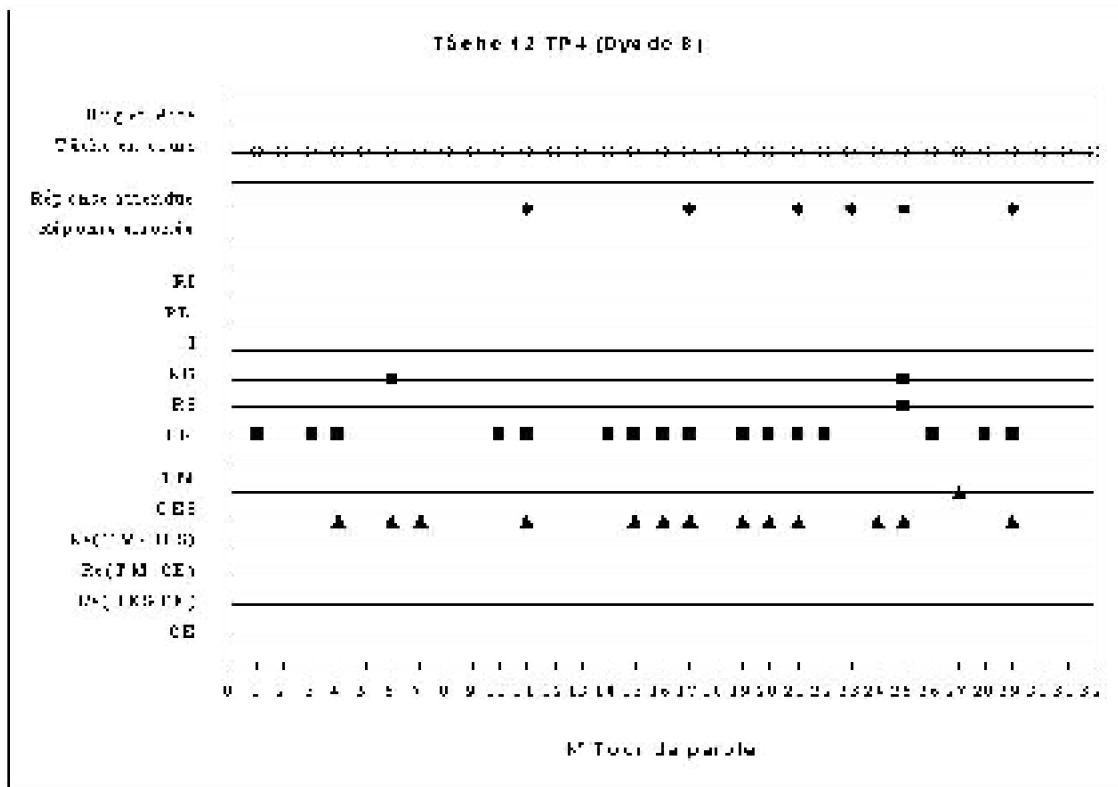
Ainsi, à première vue, il semblerait qu'entre les tâches 8 du TP1 et 12 du TP4 les élèves auraient modifié leurs connaissances et construit le savoir attendu, ce qui laisserait supposer que la construction du savoir en jeu dans une tâche n'est pas immédiate : elle peut être réalisée en fin de tâche ou lors de la réalisation des tâches qui suivent.

II.3.2.2011 Analyse qualitative

Pour cette analyse, nous prenons le cas de la dyade 8. Nous présentons successivement à partir des deux graphiques ci-dessous (Graphique 7 et Graphique 8) le résultat de l'analyse des verbalisations des élèves en fonction des niveaux de savoir et des systèmes sémiotiques utilisés. Nous ajoutons la navigation et le type de réponses données.



Graphique 7 : Activité des élèves au cours la tâche 8 du TP1 (durée 22'46)



Graphique 8 : Activité des élèves au cours de la tâche 12 du TP4 (durée 2'52)

Légende du graphique 8

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

Abréviation	Signification	Abréviation	Signification
TM	Théorie-modèle	LN	Langage naturel
OES	Objets événements simulés	RS	Représentation symbolique
Re(TM-OES)	Relation externe entre théorie-modèle et Objets événements simulés	RG	Représentation graphique
Re(TM-CE)	Relation externe entre théorie-modèle et champ expérimental	I	Image
Re(OES-CE)	Relation externe entre objets événements simulés et champ expérimental	RD	Représentation dynamique
CE	Champ expérimental	DL	Dessin légendé

A partir du Graphique 7, nous notons que suite à la sélection des informations dans l'onglet Aide (entre les TdP 60-80 et 150-170), les élèves continuent à donner des réponses erronées qui sont corrélées à la mise en oeuvre de relations entre les niveaux de savoir théorie-modèle et objets événements simulés qui correspondent parfois à des connaissances non attendues.

Ensuite, nous relevons qu'ils utilisent la représentation dynamique ce qui signifie qu'ils tentent d'identifier les grandeurs caractéristiques du son via le mouvement de la membrane du haut-parleur ce qui est impossible. D'après le nombre élevé de relations entre les niveaux de la théorie-modèle et des objets événements simulés (qui correspondent principalement à des connaissances non attendues), nous faisons l'hypothèse que cette 'fréquentation' au savoir en jeu contribue d'une certaine manière à la construction de son sens. Par ailleurs, lors de la tâche 12 du TP4, les élèves fournissent les réponses attendues sans expliciter la relation entre la perception sonore et la vibration : ils se sont construits une représentation de la situation qui leur permet d'éviter d'explicitier les relations attendues.

En comparant les stratégies de réalisation de la tâche 12 du TP4 mise en oeuvre par la dyade 16 à celle de la dyade 8, nous constatons que la dyade 16 donne la réponse en deux phases, alors que la dyade 8 répond directement. La dyade 16 :

détermine via la représentation graphique comment évolue les grandeurs caractéristiques de la tension électrique : elle compte les carreaux pour identifier l'amplitude et la période ;

élabore la relation entre la perception sonore et les grandeurs caractéristiques de la tension électrique.

Nous donnons ci-dessous un exemple.

- *N° TdP 44 011 B* 'L'amplitude elle est de combien / combien de carreaux'
- *45 A* 'L'amplitude elle est / c'est la même'
- *46 B* 'Deux carreaux oui'
- *47 A* 'Par contre la fréquence là elle est plus grande / non elle est plus petite là que là donc le son il va être plus grave'
- *48 B* 'Hé oui plus grave'
- *49 A* 'Non plus grave et identique / voilà'

La dyade 8 identifie directement les grandeurs fréquence et amplitude à partir de la forme de l'oscillogramme :

- *N° TdP 4 B* 'Il est plus aigu'
- *5 A* 'Euh'
- *6 B* 'Parce qu'il va plus vite / il fait comme ça'
- *7 A* 'Non c'est lui qui va plus vite /'
- *8 B* 'Ouais'
- *9 A* 'Donc lui il est'
- *10 B* 'Donc plus grave'
- *11 A* 'Il est plus grave et moins fort et plus faible + validation /'

II.3.3011 En résumé

La comparaison de ces deux études successives (II.3.1 et II.3.2) met en évidence l'importance du temps d'apprentissage dans la construction du sens d'un savoir par les élèves. De plus, la fréquentation des élèves à un 'même savoir' au cours d'une même tâche et de celles qui suivront favorisent la construction de ce savoir. Ensuite, tant que les connaissances des élèves à propos d'un savoir ne sont pas 'stables', le contexte de la tâche (les représentations sémiotiques, la formulation de la consigne, les dispositifs expérimentaux...) semble être essentiel pour amener les élèves à prendre conscience de l'écart entre leur connaissance et le savoir en jeu. Cette stabilité est confortée par les graphiques précédents : la régularité de la mise en oeuvre des niveaux de savoir et de l'utilisation des systèmes sémiotiques montre que les élèves n'élaborent pas des diverses stratégies pour parvenir à donner la solution au problème. Cela s'expliquerait par le fait que les élèves se sont construit une représentation du problème, du dispositif expérimental et du savoir en jeu. Enfin, nous avons vu l'apport d'une tâche de réinvestissement (tâche 22 et tâche 12 du TP4) qui permet aux élèves soit de conforter

leurs connaissances, soit de les déstabiliser ce qui peut provoquer une navigation en vue de parvenir à dépasser leurs difficultés.

II.4011 Conclusion

Nous avons montré que l'intégration de différentes représentations d'un même savoir (quand cela est possible), dans une page-écran ou dans les onglets Aides, étaye l'activité de modélisation des élèves. Ainsi, lors de tâche 3 'mesure de la fréquence', la représentation qui aide les élèves est la définition de la fréquence car elle 'colle' avec la consigne, lors de la tâche 4 'mesure de l'amplitude' c'est le dessin légendé car il est proche de la représentation dynamique et indique physiquement en quoi consiste la mesure de l'amplitude.

Le second point porte sur la succession de tâches qui donnent lieu à la mobilisation d'un 'même savoir' à partir de représentations différentes ; celle-ci s'avère judicieuse car elle permet aux différentes dyades :

- de vérifier la validité de leur connaissance dans un autre contexte (représentation du savoir, dispositif expérimental, etc.),

- de les contraindre à se représenter une nouvelle situation à partir de laquelle ce 'même savoir' est censé fonctionner,

- de prendre conscience de l'écart entre leur connaissance et le savoir attendu,

- de mettre en oeuvre des stratégies différentes soit en réalisant la tâche en passant du champ expérimental au modèle, soit en restant au niveau du modèle associé à ces différentes représentations.

Enfin, dans le cas où les deux tâches sont situées dans des séquences différentes, nous avons pu pointer que l'acquisition d'un savoir semble ne pas être 'immédiate' et que la fréquentation à un même savoir au cours de séquences différentes peut favoriser sa construction.

Chapitre 10011 En quoi le milieu créé favorise t-il la résolution d'un problème par les élèves ?

Cette dernière analyse a pour intérêt de montrer que le milieu, tel qu'il est organisé (Chapitre 3 et 4), en tant que '**système antagoniste du système enseigné (les dyades)**⁶³, ou précédemment enseigné ' (Brousseau, 1986, p. 89) conduit les élèves à

⁶³ C'est nous qui rajoutons.

des comportements 'pertinents' '*indices de l'appropriation du savoir*' (Brousseau, 1998, p. 98). Nous organiserons l'analyse selon deux axes. Le premier porte sur les éléments de la situation qui peuvent aider les élèves à résoudre le problème posé que ces derniers soient dans une situation d'échec ou non. Le second axe s'attache à identifier l'existence d'un certain contrat entre les élèves et les éléments de la situation (c'est-à-dire une intentionnalité des élèves dans les actions réalisées).

Ainsi, nous serons amenés à répondre aux deux questions suivantes :

1.
En quoi les éléments de la situation peuvent-ils favoriser la construction de la réponse attendue lors d'une situation 'd'échec' ?

2.
Existe-t-il un contrat implicite ou explicite entre les élèves et certains éléments du milieu ?

Les hypothèses de conceptions qui sous-tendent cette analyse (Chapitre 3) sont les suivantes :

Hypothèse 1 : Les ressources proposées aux élèves sont censées favoriser la résolution du problème.

Hypothèse 2 : Le système d'évaluation de la réponse ne donnant pas la réponse attendue est supposé entretenir la résolution du problème par les élèves.

I011. En quoi les éléments de la situation peuvent-ils favoriser la construction de la réponse attendue ?

Les analyses du chapitre précédent (Chapitre 9) ont permis de mettre en évidence que les élèves mobilisent des connaissances en utilisant divers éléments de la situation :

lors d'une explication entre les deux élèves à propos d'un terme de l'énoncé ;

suite à une navigation (onglets, page-précédente, etc.) ;

lors de l'utilisation du matériel expérimental ;

suite à la réalisation successive de tâches dont l'objet est d'étudier un même phénomène ;

en coordonnant des informations relevant de systèmes sémiotiques différents.

Il s'agit maintenant de regarder comment les élèves s'appuient sur les éléments de la situation pour résoudre un problème. Nous nous intéresserons aux quatre éléments de la situation suivants : la consigne, le feed-back retourné lors de la demande de validation de la réponse, les ressources (en particulier l'onglet Aide), le bouton 'validation'. Comme nous l'avons vu dans le cadre théorique, ces éléments se réfèrent aux trois principaux axes de la théorie des situations (Chapitre 3) : la dévolution (le feed-back, les ressources), l'institutionnalisation (le bouton 'validation' de la réponse), le milieu (la consigne, le feed-back, les ressources, le bouton 'validation'). De plus, ces éléments résultent de la transformation 'informatique' des éléments de la situation expérimentale en classe tels que la fiche de TP, l'enseignant, le matériel expérimental (Chapitre 4 II).

Pour répondre à la question posée dans cette partie, nous décrirons en parallèle la mise en oeuvre des niveaux de savoir (descripteurs des connaissances des élèves), l' 'état de la réponse' (inexacte, exacte) et la lecture de la consigne, la navigation des élèves lors du recueil d'information. Nous analyserons ainsi la démarche d'une dyade lors de la réalisation des trois tâches qui posent le plus de difficultés aux élèves (Chapitre 8). Les raisons de ce choix sont les suivantes :

Ces tâches proposent des feed-back différents suite à la demande de validation :

–

T3 du TP1 le feed-back retourne le message suivant : *'Attention !!! La fréquence saisie est incorrecte. Il est conseillé de consulter l'aide proposée puis de faire à nouveau la mesure'*. Le message incite à utiliser les différentes informations placées dans l'onglet Aide.

–

T8 du TP1 le feed-back est un point lumineux pointant l'état de la réponse

–

T13 du TP3 le feed-back renvoie le message suivant : *'Vous souvenez-vous de ce que vous avez répondu lors de l'interprétation microscopique ? Vous pouvez utiliser l'aide dans la page ci-contre, le cours ou le dictionnaire de la bibliothèque avant de répondre à nouveau'*. Le message incite à revenir au modèle permettant d'interpréter la propagation du son et à utiliser les différentes informations placées dans l'onglet Aide.

Ces tâches donnent lieu à des propositions de réponses de natures différentes :

–

T3 du TP1 : la valeur de la mesure de la fréquence.

–

T8 du TP1 : la sélection de quatre réponses parmi 12 propositions.

–

T13 du TP3 : la sélection d'au moins l'une des propositions.

Ces tâches sont plus ou moins proches de la page-écran introductive du modèle à mettre en oeuvre:

–

Les tâches T3 et T8 du TP1 sont précédées de la page-écran présentant les modèles en jeu.

–

La tâche T13 du TP3 est la dernière tâche du TP et n'est pas précédée du modèle en jeu.

I.1011 Analyse de la résolution du problème de la tâche T8 du TP1

Nous rappelons que cette tâche a pour objectif d'amener les élèves à mettre en relation les caractéristiques du son avec les grandeurs caractéristiques de la vibration en comparant les sons émis par le haut-parleur de référence et le haut-parleur à étudier. Il est proposé successivement six sons qui nécessitent à chaque fois une demande de validation de la part des élèves et dont le message retourné est un point coloré désignant l'état de la réponse. Au sixième coup, il est renvoyé soit un message qui demande de recommencer le test '*Le nombre de bonnes réponses est insuffisant. Il est conseillé de consulter l'aide puis de faire à nouveau le test.*' soit de poursuivre la séquence '*Vous avez eu au moins cinq bonnes réponses sur six : c'est très bien. Vous pouvez soit refaire cette activité soit continuer le TP*'. La Figure 54 suivante présente la page-écran de la tâche.

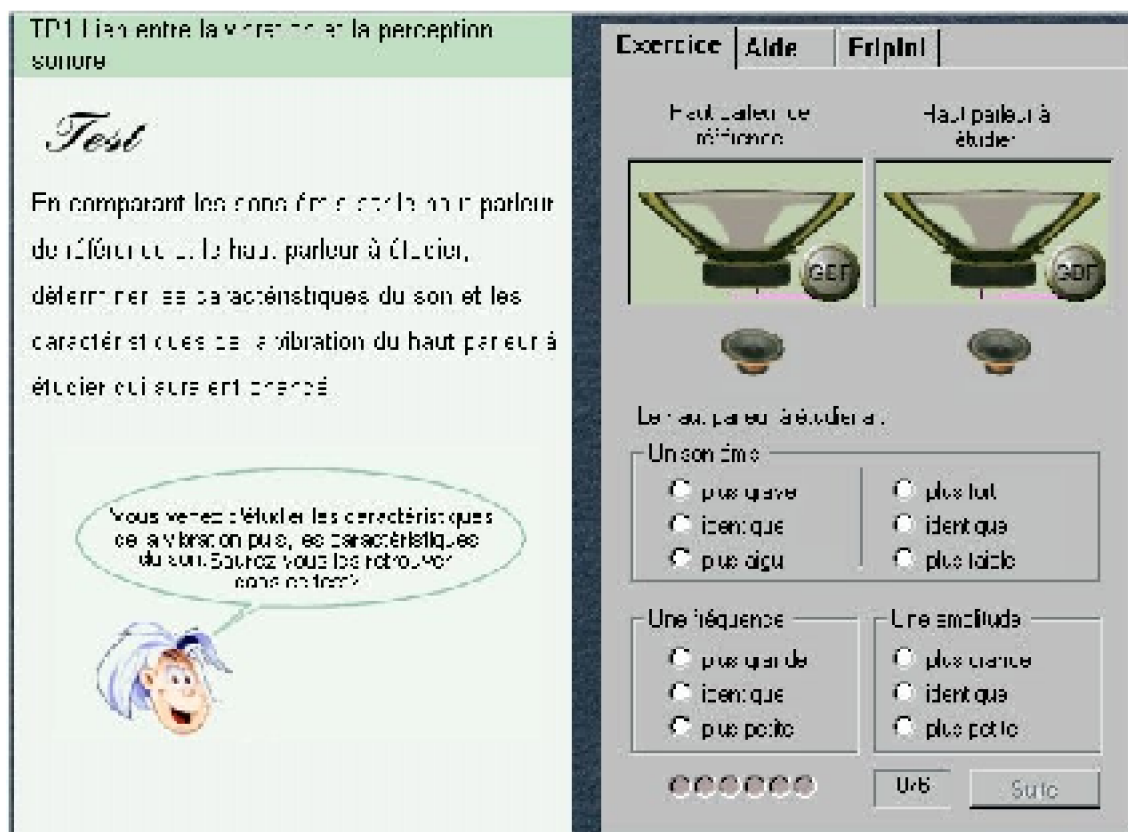


Figure 54 : Tâche 8 'Test' du TP1

Nous présentons successivement deux analyses : la première est quantitative, elle décrit les quatre dyades selon les données : durée, nombre de réponses inexactes, nombre d'appels à l'aide. La seconde présente une analyse qualitative et donne lieu à la description de l'activité d'une dyade en fonction des niveaux de savoir, de la navigation, de l'état de la réponse, de la lecture (consigne, information, etc.).

1.1.1011 Etude quantitative

Le tableau suivant (Tableau 108) présente les données associées aux quatre dyades.

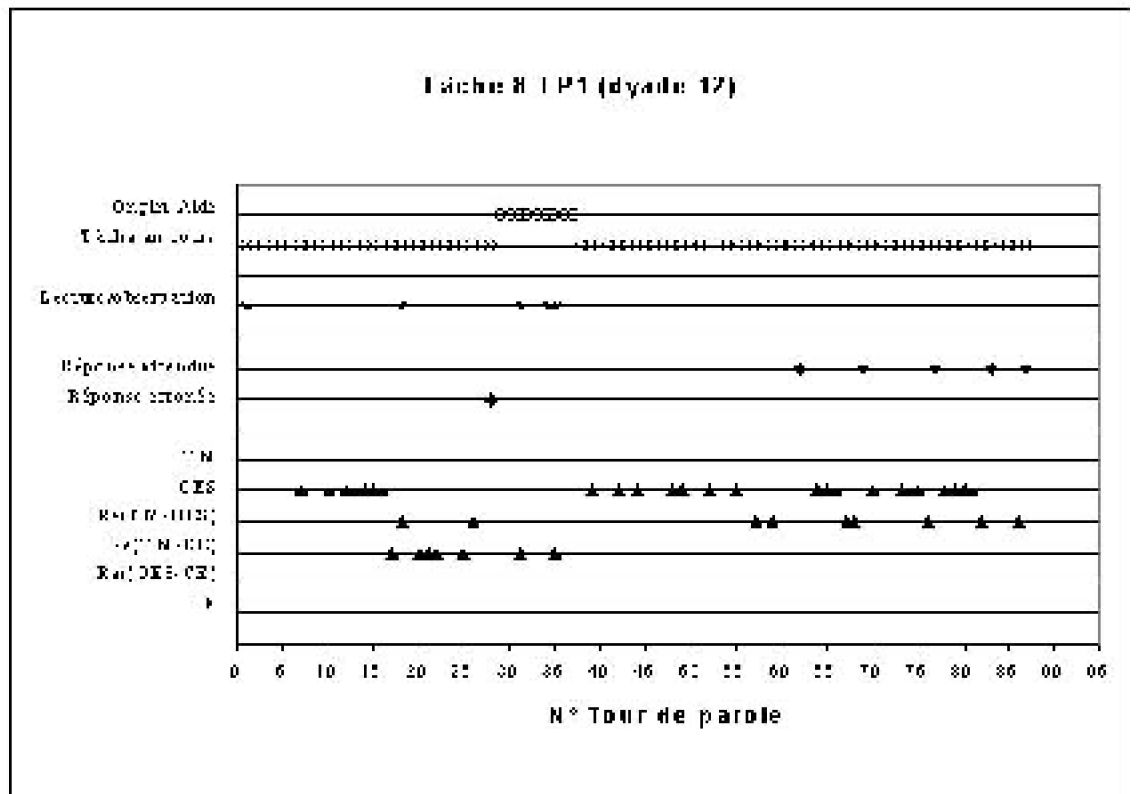
Tableau 108 : Description des quatre dyades

	Dyade 16			Dyade 12			Dyade 20			Dyade 8		
Durée Mm:s	NAA	NRI	Durée Mm:s	NAA	NRI	Durée Mm:s	NAA	NRI	Durée Mm:s	NAA	NRI	
Onglet Test	3:52			6:09			4:09			18:41		
Onglet Aide				0:58	1	1				3:46	3	28
Onglet Fripini							0:05			0:16		
Durée totale	3:52			7:07			4:14			22:43		

La dyade 8 est celle qui possède les valeurs les plus élevées pour les trois données, suivie de la dyade 12. Les deux autres dyades qui donnent des réponses exactes ont des durées comparables. L'analyse qualitative repose sur la dyade 12 qui a des traits communs avec les trois autres dyades.

I.1.2011 Etude qualitative

Le Graphique 9 permet à la fois de présenter l'activité de modélisation et la manière dont la dyade se réfère aux éléments de la situation.



Graphique 9 : Niveaux de savoir, réponses, lecture, navigation de la dyade 12 lors de la tâche 8 du TP1

Légende du graphique 9

Abréviation	Signification
TM	Théorie-modèle
OES	Objets événements simulés
Re(TM-OES)	Relation externe entre théorie-modèle et objets événements simulés
Re(TM-CE)	Relation externe entre théorie-modèle et champ expérimental
Re(OES-CE)	Relation externe entre les objets événements simulés et champ expérimental
CE	Champ expérimental

Ce graphique permet de découper la démarche de résolution du problème en trois étapes en fonction de la navigation et des connaissances mobilisées des élèves.

1.1.2.1011 Première phase : proposition de stratégies et demande de validation de la réponse

Suite à la lecture de la consigne (N° TdP 1), et à une période de prise en main des éléments composant la tâche (N°TdP 2-6), les élèves commencent à résoudre le problème. Ils écoutent les sons associés à chacun des haut-parleurs et répondent à la première question '*par rapport au son de référence, le son étudié est ...*'. Cela les mène à mettre en oeuvre des connaissances relatives aux objets événements simulés (N°TdP 7 à 16).

- T8 TP1 N° TdP 2 A 'Haut-parleur à étudier'
- 3 B 'Mets le en route'
- 4 A 'Hé comment'
- 5 B 'Appuie sur le truc là'
- 6 A 'Et celui là aussi'
- 7 B 'Non attends d'abord lui il est aigu un son émis'

Ainsi, il semble que les élèves se sont représenté assez aisément le but du problème, étant donné qu'ils ne retournent pas lire la consigne.

Ensuite, ils déterminent les grandeurs caractéristiques de la vibration (deuxième partie de la consigne) ce qui les amènent à construire des relations (N°TdP 17 à 26). La multiplicité des relations mises en oeuvre est révélatrice de la difficulté à modéliser ainsi que de la mise en place de stratégies. En effet, nous relevons deux stratégies associées à chacun des élèves :

La stratégie de l'élève B se rapporte à la tâche précédente laquelle présentait en langage naturel les relations entre les grandeurs caractéristiques de la vibration et la perception sonore associée.

- T8 TP1 N° TdP 17 B 'Fréquence bein quand la fréquence est grande on a dit le son est petit (..)'

La stratégie de l'élève A consiste à utiliser les représentations dynamiques des deux haut-parleurs pour comparer la fréquence et l'amplitude (ce qui est impossible : on observe un mouvement flou de la membrane). Cette observation est représentée par la seconde astérisque.

- T8 TP1 N° TdP 18 A 'Ouais mais là on ne la voit pas c'est quoi / qu'est ce que tu as dit là'

L'élève A abandonne ensuite sa stratégie au profit de celle de B. Ils tentent alors ensemble de reconstruire les relations proposées dans la tâche précédente en utilisant des termes peu liés aux caractéristiques du son (N° TdP 25).

- T8 TP1 N° TdP 19 B 'Attends quand la fréquence'
- 20 A 'Plus la fréquence est grande plus le son émis heu / plus grande'
- 21 B 'Plus petit'
- 22 A 'Est plus grande'
- 23 B 'Non c'est l'amplitude'
- 24 A 'L'amplitude'
- 25 B 'L'amplitude c'est quand bein là tu mets petite c'est quand l'amplitude est petite c'est faible et quand la fréquence c'est fort enfin c'est / plus grave'

La réponse donnée est inexacte (N°TdP 28) et ils décident de rechercher de l'information à partir de l'onglet Aide car ils semblent prendre conscience de l'écart entre leurs connaissances et celles attendues :

- T8 TP1 N° TdP 28 A 'C'est faux'
- 29 B 'Donc je ne sais pas alors c'est dur il y a une aide'

I.1.2.2011 Deuxième phase : appel de l'onglet Aide

Les informations sélectionnées se réfèrent au champ expérimental (la perception sonore) et à la relation entre ce niveau et celui de la théorie-modèle (définition de la perception sonore). La lecture et la reformulation des définitions, donnent lieu à deux relations (Graphique 9) (N°TdP 31 et N°TdP 35).

- N°TdP 31 B 'La fréquence est faible quand un son est grave le truc est faible' (*reformulation de la définition*)
- 34 A 'Attend un son est d'autant plus faible que l'amplitude de vibration' (*lecture*)
- 35 B 'Quand un son est faible l'amplitude est petite' (*reformulation de la définition*)

I.1.2.3011 Troisième phase : réinvestissement des connaissances lors d'un nouvel item

De retour dans l'exercice, ils répondent aux deux questions à partir d'un nouveau son et

cette fois la réponse est exacte et le restera jusqu'à la fin de la tâche.

I.1.3011 En résumé

Nous venons de montrer comment les élèves articulent les différents éléments de la situation durant la mise en oeuvre de leurs stratégies : la consigne, les propositions de réponse, les simulations proposées, l'onglet Aide, les items successifs. Nous avons remarqué que ce n'est pas la consigne qui leur posait problème mais l'écart entre leurs connaissances et celles attendues : l'onglet Aide permettant aux élèves d'élaborer les connaissances attendues. De ce fait, le milieu construit semble favoriser la résolution du problème en donnant l'occasion aux élèves :

- de se rendre compte de leur manque de connaissances pour résoudre le problème,

- d'évaluer personnellement et à plusieurs reprises leurs solutions,

- de recueillir de nouvelles informations nécessaires pour construire de nouvelles stratégies de résolution.

Nous tenons à préciser que pour la dyade 8, l'appel de l'onglet Aide ne lui permet pas de construire les relations attendues car elle ne parvient pas à se rendre compte de l'écart entre ses connaissances et celles attendues. Elle en arrive même à dire que les informations proposées dans l'onglet Aide ne lui sont pas utiles pour résoudre le problème.

- N° TdP 77 A 'Je trouve que l'aide là dans celui là elle aide pas trop hein'

- 78 B 'Oui'

- 79 A 'Si elle aide mais (...)'

Ce dernier point illustre d'une part la difficulté des élèves lorsqu'ils ne parviennent pas à prendre conscience de leur manque de connaissances. D'autre part, il montre que lors de la résolution de certains problèmes, le feed-back et les aides proposées nécessiteraient d'être plus 'centrés' sur les difficultés des élèves.

I.2011 Analyse de la résolution du problème de la tâche T13 du ITP3 par la dyade 16

L'objectif de cette tâche est d'amener les élèves à vérifier et à réfuter une à une chacune des propositions au sujet de la propagation du son en se rapportant à leur modèle personnel, au modèle particulière, à l'onglet Aide (Figure 55). Lors de la demande de validation, dans le cas où la réponse serait inexacte, le message suivant est retourné : *'Vous souvenez-vous de ce que vous avez répondu lors de l'interprétation microscopique ? Vous pouvez utiliser l'aide dans la page ci-contre, le cours ou le dictionnaire de la*

bibliothèque avant de répondre à nouveau. Ce conseil peut avoir un effet de contrat sur le fonctionnement des élèves : une démarche leur est indiquée pour déterminer la réponse au problème. Dans le cas où la réponse serait exacte, on donne un premier élément de réponse : *'C'est la bonne réponse. Le son est causé par une vibration qui se propage au travers du milieu de propagation de la source au récepteur sans déplacement de matière. C'est ce que l'on appelle l'onde sonore'*.

Comme précédemment nous présentons successivement une analyse quantitative et qualitative.

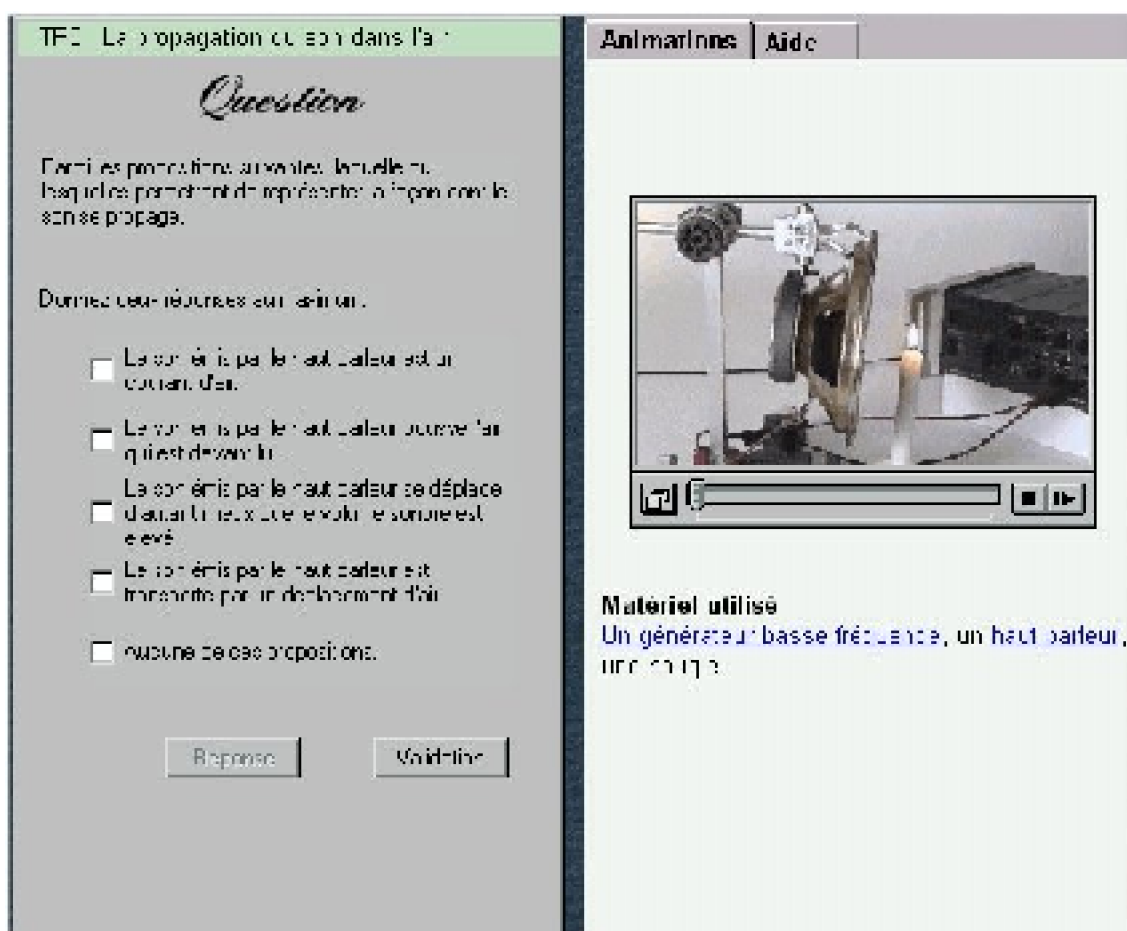


Figure 55 : Tâche 13 du TP3

1.2.1011 Analyse quantitative

Le Tableau 109 présente les quatre dyades selon les données : durée de réalisation de la tâche, nombre d'appels à l'Aide (NAA) et nombre de réponses inexactes (NRI).

Tableau 109 : description des quatre dyades selon la durée de réalisation de la tâche, le nombre de réponses inexactes et le nombre d'appels à l'onglet Aide

Dyade 16			Dyade 12			Dyade 20			Dyade 8		
Durée	NAA	NRI	Durée	NAA	NRI	Durée	NAA	NRI	Durée	NAA	NRI
5:31	1	2	5:42	1	2	2:53	0	0	6:02	1	3
Légende NAA : nombre d'appels à l'onglet Aide NRI : nombre de réponses inexactes 5:42 : cinq minutes quarante deux secondes											

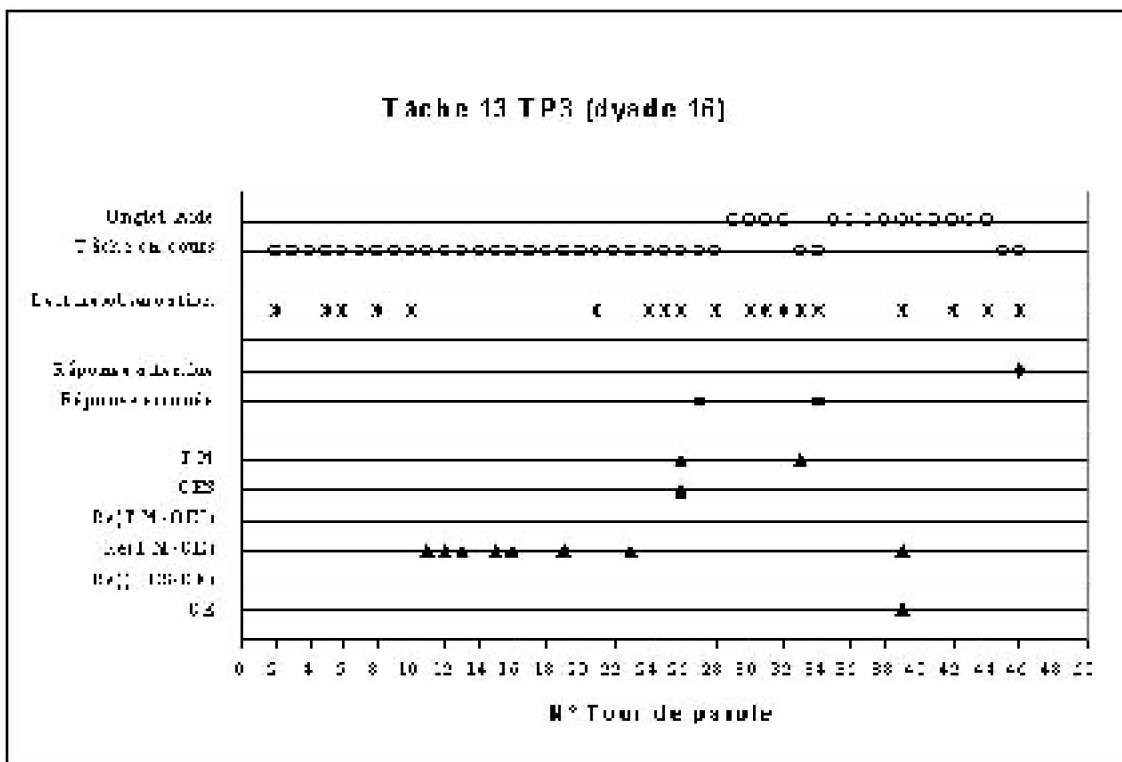
Nous remarquons que pour trois dyades sur les quatre (16, 12, 8), la durée de réalisation, le nombre d'appels à l'onglet Aide et de réponses inexactes sont similaires. De plus, ces trois dyades sélectionnent les informations conseillées (Tableau 110). Cela peut signifier qu'il existe un contrat implicite entre les élèves et les messages qui sont envoyés (II). L'étude qualitative reposera sur la dyade 16 car elle donne l'occasion d'apprécier, sur un plus large éventail, l'utilisation de différents éléments de la situation durant l'élaboration de la réponse.

Tableau 110 : Description des informations sélectionnées par les trois dyades

	Dyade 16	Dyade 12	Dyade 20	Dyade 8
Définition (Propagation)		1		
Animation (propagation)	1			1
Définition (Vibration)		1		
Animation (Vibration)	1			
Explication (Interprétation microscopique)	1	1		1
Animation (Interprétation microscopique)	1			

I.2.2011 Analyse qualitative

Le Graphique 10 permet à la fois de présenter l'activité de modélisation et la manière dont les élèves se réfèrent aux éléments de la situation.



Graphique 10 : Niveaux de savoir, réponses, lecture, navigation de la dyade 16 lors de la tâche 13 du TP3

Legende du graphique 10

Abréviation	Signification
TM	Théorie-modèle
OES	Objets événements simulés
Re(TM-OES)	Relation externe entre théorie-modèle et objets événements simulés
Re(TM-CE)	Relation externe entre théorie-modèle et champ expérimental
Re(OES-CE)	Relation externe entre les objets événements simulés et champ expérimental
CE	Champ expérimental

Il est à noter l'importance de la lecture/observation lors de la réalisation de cette tâche.

1.2.2.1011 Première phase : lecture et utilisation du matériel

Suite à la lecture de l'énoncé (N° TdP 1-5), les élèves lisent successivement les diverses propositions de réponses et les acceptent ou refusent sans explication (en terme de 'oui/non').

N° TdP 5 A 'Mais si c'est ça + parmi les propositions suivantes laquelle ou lesquelles permettent de représenter la façon dont le son se propage / le son émis par le HP est un courant d'air // non'

- 6 B 'Quoi / le son émis par le HP est un courant d'air / non / le son émis par le HP pousse l'air qui est devant lui'
- 7 A 'oui (clic) // non' (pour la suivante)

A la lecture de la troisième proposition (N° TdP 8-9), la dyade va justifier sa réponse. Or, elle semble se rendre compte qu'elle éprouve des difficultés pour élaborer les relations entre la perception sonore et les grandeurs caractéristiques de la vibration (lors du N° TdP 11 l'élève A mobilise une connaissance non attendue). Ainsi, à la fois pour vérifier leurs connaissances et la proposition, la dyade réalise une expérience à partir du matériel expérimental (N° TdP 14-23).

- N° TdP 8 B 'Se déplace d'autant mieux que le volume sonore est élevé / non'
- 9 A 'Ah attends attends / si / non / je ne sais pas'
- 10 B 'Le son émis par le HP se déplace d'autant mieux que le volume'
- 11 A 'Attends attends on avait vu la fois dernière que quand la fréquence elle était basse ou haute que le son il était plus fort / la fréquence elle est haute ? ou plus basse'
- 12 B 'Bein haute / parce que regarde'
- 13 A 'Donc ça bouge de plus en plus'
- 14 B 'C'est comme ça que l'on fait' (*utilise le matériel*)

A partir du Graphique 10, nous remarquons que cette phase de manipulation peut être identifiée par l'apparition de niveaux de savoir et l'arrêt de la lecture. La réalisation de l'expérience aide les élèves à en déduire que le son se déplace d'autant mieux que le volume sonore augmente car ils ont observé que la flamme de la bougie bouge quand on fait varier l'amplitude (N° TdP 19). L'acceptation de la proposition par les élèves relève plus de la prise de conscience d'une modification de la vibration de l'air que d'une explication de la propagation du son selon le volume sonore.

- N° TdP 19 A 'Oui mais la bougie elle ne bouge pas plus quand c'est // quand ça change d'amplitude // ah si'
- 20 B 'Ah si'
- 21 A 'Donc heu le son émis par le haut-parleur se déplace d'autant mieux que le volume sonore est élevé'
- 22 B 'Ah c'est dans ce sens là ou dans l'autre'
- 23 A 'Non c'est dans ce sens là parce que regarde quand on bouge l'amplitude le

volume il monte / la membrane elle se déplace de plus en plus / plus haut / du coup l'air il se déplace plus ouais enfin tu comprends'

Cette phase de discussion semble favoriser par la suite une explication des propositions en mobilisant des connaissances issues de tâches précédentes (N° TdP 26) :

- N° TdP 25 A 'Le son émis par le haut-parleur pousse l'air qui est devant lui / je ne suis pas sûre'
- 26 B 'Le son émis par le haut-parleur est transporté par un déplacement d'air / oui / non puisque on a dit que cela ne se déplace pas l'air / c'est les particules'

Enfin, les élèves demandent la validation de leur réponse qui se révèle inexacte (N°TdP 27). Avant de proposer une nouvelle réponse, les élèves semblent avoir besoin d'informations pour répondre.

- N° TdP 28 011 B 'Je ne suis pas sûre pour celui là / le son émis par le HP pousse l'air qui est devant lui /'
- 29 A 'Mets aide (Onglet Aide) propagation / vibration / interprétation microscopique'

I.2.2.2011 Deuxième phase: appel de l'onglet Aide et demande de validation

A la lecture du feed-back, les élèves vont recueillir des informations dans l'onglet Aide, comme cela est suggéré (N° TdP 30) :

N°TdP 30 B '*C'est ça qu'ils nous ont demandé d'aller voir / les premières particules à vibrer'*

Cette lecture des informations relatives au modèle particulaire conduit la dyade à réfuter deux propositions et à demander la validation de leur réponse (N° TdP 34), laquelle est à nouveau inexacte. Toutefois, il est important de remarquer que les élèves écartent les propositions en se plaçant au niveau du modèle proposé par l'onglet Aide.

- N° TdP 32 B 'Il n'y a pas déplacement de matière de l'émetteur au récepteur'
- 33 A 'Ok ça ne pousse pas l'air / ce n'est pas un courant d'air non plus puisque cela ne pousse pas l'air'
- 34 B 'Il n'y a pas un déplacement d'air / donc heu voilà / non'

I.2.2.3011 Troisième phase: appel de l'onglet Aide et demande de validation

Lors de cette dernière phase, les élèves vont lire, observer et discuter à propos des informations proposées dans l'onglet Aide (mobilisation de connaissances). Cependant, ne parvenant pas à réfuter la troisième proposition '*le son émis par le haut-parleur se déplace d'autant mieux que le volume sonore est élevé'*, elle la retire avec hésitation.

- N° TdP 44 B 'C'est bon on s'en rappelle de ça' (enfin regarde l'animation interprétation microscopique)
- 45 A 'C'est peut être ça qui est faux' (à propos de la proposition 3)

I.2.3011 En résumé

Au cours de cette analyse, nous avons observé que les éléments de la situation donnent lieu à des activités de différentes natures de la part des élèves :

· Une lecture explicite des propositions ;

· Un choix plus ou moins commun dans les propositions choisies ;

· Un suivi du conseil donné dans le message du Feed-back suite à la demande de validation de la réponse ;

· Un appel de l'onglet suite à une prise de conscience d'un manque d'information pour choisir une solution ;

· Une justification des choix des réponses combinée à la mobilisation de connaissances qui résultent du recueil d'informations dans l'onglet Aide ou de l'utilisation du matériel expérimental. Ces éléments de la situation favorisent ainsi la mise en oeuvre de nouvelles stratégies de résolution.

Cette analyse nous a permis d'observer que les interactions de la dyade avec le milieu évoluent en fonction des connaissances des élèves : tant que cette dernière peut de son point de vue répondre au problème, elle n'utilisera pas les informations fournies par le milieu : l'onglet Aide. Elle tentera d'y répondre en utilisant son savoir-faire (réalisation de l'expérience) et ses propres connaissances issues des tâches précédentes (elle se rendra même compte qu'elle met en oeuvre une connaissance non attendue). Le feed-back joue donc un rôle déterminant dans ce problème pour amener les élèves à mettre en oeuvre le modèle qu'ils ont vu auparavant.

I.3011 Analyse de la résolution du problème de la tâche T3 du TP1 pour la dyade 12

L'objet de cette tâche est de favoriser le réinvestissement de la grandeur fréquence lors d'une mesure qui va nécessiter la mobilisation, de la part des élèves, des connaissances relatives aux notions d'aller-retour et de fréquence (Figure 56). La demande de validation peut conduire à deux messages : dans le cas où cette dernière est exacte, le message renvoyé est simple et encourage l'élève : *'Très bien !!! Vous avez réussi'*. Inversement, lorsque la réponse est inexacte, le message retourné précise l'état de la réponse et incite

l'élève à utiliser l'une des ressources avant de proposer une nouvelle réponse 'Attention !!! La fréquence saisie est incorrecte. Il est conseillé de consulter l'aide proposée puis de faire à nouveau la mesure'. A aucun moment nous ne limitons le nombre de demandes de validation. Comme précédemment nous proposons ci-dessous une analyse quantitative et qualitative.

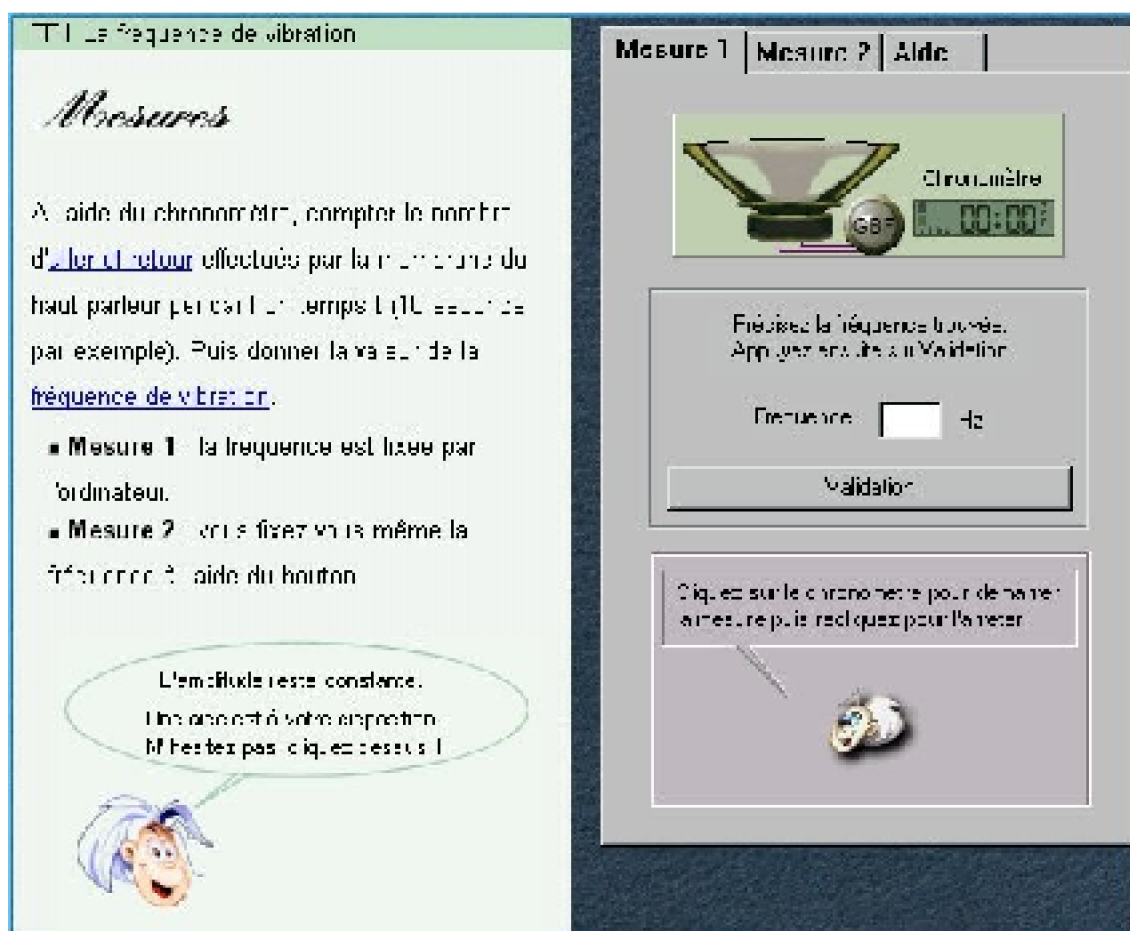


Figure 56 : Tâche 3 du TP1

1.3.1011 Etude quantitative

Nous allons étudier le tableau suivant et relever les points remarquables en fonction des données durée de réalisation, nombre d'appels à l'aide (NAA) et le nombre de réponses inexactes (NRI).

Tableau 111 : Description des quatre dyades lors de la tâche 3 'Mesure 1'

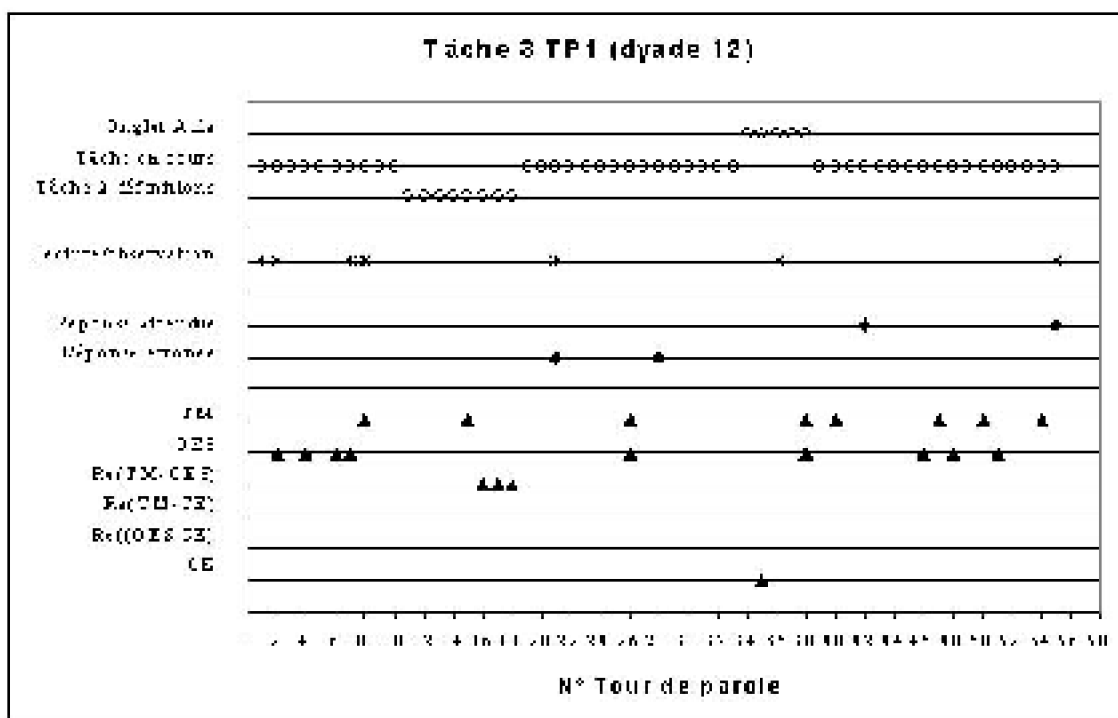
	Dyade 16			Dyade 12			Dyade 20			Dyade 8		
	NAA	NRI	Durée	NAA	NRI	Temps	NAA	NRI	Temps	NAA	NRI	
Mesure 1	2:01		0	4:31		2	9:18		8	3:17		0
Aide	0:55	0		0:23	1		3:50	6		0:24	1	
Durée totale	2:56			4:54			13:08			3:41		

Légende NAA : nombre d'appels à l'onglet Aide NRI : nombre de réponses inexactes 2:01 : deux minutes une seconde

Nous étudierons la dyade 12 car elle permet de présenter plus nettement la manière dont la dyade s'est reposée sur les éléments de la situation pour construire la réponse attendue.

1.3.2011 Etude qualitative

Le Graphique 11 permet à la fois de présenter l'activité de modélisation et la manière dont les élèves se réfèrent aux éléments de la situation.



Graphique 11 : Niveaux de savoir, réponses, lecture, navigation de la dyade 16 lors de la tâche 13 du TP3

Légende du graphique 11

Abréviation	Signification
TM	Théorie-modèle
OES	Objets événements simulés
Re(TM-OES)	Relation externe entre théorie-modèle et objets événements simulés
Re(TM-CE)	Relation externe entre théorie-modèle et champ expérimental
Re(OES-CE)	Relation externe entre les objets événements simulés et champ expérimental
CE	Champ expérimental

En suivant la navigation réalisée par la dyade 12, nous pointons trois phases principales dans la démarche de résolution du problème.

1.3.2.1011 Première phase : lecture de l'énoncé et mise en oeuvre de la mesure

La dyade débute par une lecture de la définition de la fréquence (n°1 à 2 des tours de parole), réalise ensuite une première mesure qui relève du niveau des objets événements simulés (OES) (N°TdP 4 à 10) : les élèves répondent à la première phase de la consigne 'Compter le nombre d'aller-retour ...'. Puis, ils lisent la seconde partie de l'énoncé (N°TdP 10), le niveau théorie-modèle (TM) en témoigne et décident alors de retourner dans la page-écran définition de la fréquence (N°TdP 13 à 20). Nous supposons qu'ils identifient le problème : déterminer la valeur de la fréquence.

- N°TdP 9 A 'Dix huit / précise'
- 10 B 'Préciser la fréquence trouvée / tu retournes ils disaient comment on faisait la fréquence'

1.3.2.2011 Deuxième phase : retour à la tâche 2 'Définition de la fréquence': la cueillette d'informations

Lors de cette première navigation, les élèves construisent le sens de la grandeur fréquence en effectuant le lien entre la mesure du nombre d'allers-retours de la membrane et la grandeur fréquence (N°TdP 15 à 18) indiqué par la mise en oeuvre des relations Re(TM-OES). Lors de cette construction, nous constatons qu'ils mettent en relation les deux représentations du savoir : la définition (langage naturel) et la simulation (représentation dynamique).

- N° TdP 15 A 'Mais attends tu le calcules comment le la fréquence'
- 16 B 'C'est lui en une seconde' (ils expliquent l'animation en prenant en compte la définition de la fréquence de vibration)
- 17 A 'On n'a qu'à compter en une seconde combien ça fait'

- 18 B 'Bein oui facile bein si en dix secondes il fait dix huit en une seconde il fait 1,8 non' (ils reviennent à la mesure)

Ainsi, la prise de conscience du manque d'information les amène à retourner dans la page-écran qui présente le modèle en jeu.

Cependant, de retour dans la page-écran de la mesure de la fréquence, la réponse proposée est inexacte (N°TdP 23). Malgré le conseil du feed-back de consulter une aide, ils recommencent une mesure (OES) (N°TdP 28) et proposent une nouvelle réponse inexacte (N°TdP 30). Ils décident alors de consulter l'onglet Aide (N° TdP 32). En effet, la connaissance aller-retour est mal mobilisée car ils comptent 1 pour l'aller et 1 pour le retour.

- N° TdP 28 B 'Deux trois quatre dix bein 1'
- 29 A 'Bein'
- 30 B 'A priori il était pas comme ça tout à l'heure' (*réponse inexacte*)
- 31 A 'Bon'
- 32 B 'Putain l'aide'
- 33 A 'Ça ne va rien (?)'
- 34 B 'Fout l'aide'

I.3.2.3011 Troisième phase : appel de l'onglet Aide et validation d'une nouvelle réponse

Lors de l'appel de l'onglet Aide les élèves font une seule sélection qui correspond à l'intitulé 'Définition de l'aller-retour' qui se réfère au champ expérimental (N°TdP 37). La lecture de cette définition les amène à prendre conscience de leur erreur. Cette unique sélection laisse supposer que les élèves sont convaincus d'une mobilisation appropriée d'une connaissance relative à la fréquence. La réponse qui s'ensuit est celle attendue.

- N°TdP 36 B 'Ah oui mais non'
- 37 A ' Eh tu t'es gouré c'est un aller-retour '

Ainsi, l'aide a conduit la dyade à mettre en oeuvre le champ expérimental pour reconstruire la relation entre les deux niveaux théorie-modèle et objets événements simulés (Re(TM-OES)). Elle est donc déterminante pour favoriser la mise en oeuvre de différents niveaux de savoir.

I.3.3011 En résumé

Cette dernière analyse permet de montrer à nouveau que lors de la résolution d'un problème il est important que les élèves puissent :

· avoir des ressources intégrées dans la page-écran (l'onglet Aide),

· revenir dans la page-écran présentant le modèle,

· tester à plusieurs reprises leurs stratégies afin de prendre conscience de la nécessité de comparer leurs connaissances au savoir en jeu. Pour cela, il faut que le concepteur du logiciel prévoit un feed-back qui incite à rechercher des informations.

· retourner régulièrement à la consigne présente dans la page-écran.

I.4011 En conclusion

Cette étude illustrée de trois exemples de résolution de tâches (celles qui posent le plus de problèmes aux élèves) permet de répondre à la question 'en quoi les éléments de la situation peuvent-ils favoriser la construction de la réponse attendue'. En effet, nous avons relevé, selon les trois types de tâches, que les élèves ont besoin :

· d'identifier le problème au travers de la lecture de la consigne par exemple,

· de mettre en oeuvre des stratégies nouvelles en utilisant des informations issues des divers éléments de la situation : matériel, onglet Aide, connaissances personnelles,

· de tester par eux-mêmes leurs différentes stratégies ce qui leur permet de se rendre compte du manque d'informations ou de la 'bonne marche de leurs stratégies',

· d'être motivés pour rechercher des informations,

· d'avoir des informations au moment où ils le souhaitent.

De plus, nous avons noté que c'est au cours de l'appel à une ressource que les élèves construisent du sens relatif au savoir en jeu.

II011. Existe-t-il un contrat implicite ou explicite entre les élèves et certains éléments du milieu ?

Pour terminer cette analyse, nous allons tenter de montrer qu'il existe un 'contrat' entre les élèves et le milieu créé qui donne lieu alors à des comportements particuliers des élèves.

II.1011 Des fonctionnements remarquables et non isolés

II.1.1011 Des durées particulièrement élevées

Au cours de l'analyse globale (Chapitre 8), l'analyse des durées de réalisation des tâches a permis de noter que certaines dyades pouvaient passer jusqu'à vingt minutes dans une même tâche. Ce premier point nous amène à supposer que les tâches construites permettent aux dyades de poursuivre la résolution du problème. En d'autres termes, les éléments de la situation entretiennent l'engagement des élèves dans la résolution du problème afin que ces derniers en cas d'échec n'abandonnent pas en cas d'échec.

II.1.2011 Des appels à l'aide réguliers

Nous avons noté que, pour la plupart des tâches, les élèves se réfèrent à l'onglet Aide, quand il est présent, au moins une fois avant ou suite à une demande de validation (Chapitre 8). En l'absence d'onglet Aide, il est rare que les élèves naviguent pour recueillir des informations mis à part s'ils ne peuvent pas, par eux-mêmes, répondre à la question (T9 TP3).

Ainsi, en considérant ces fonctionnements d'élèves et en tenant compte des résultats de la question précédente (I . En quoi les éléments de la situation peuvent-ils favoriser la construction de la réponse attendue ?), il semble que la mise à la disposition de l'onglet Aide, dont les informations proposées sont sélectionnées selon les connaissances que les élèves sont censés mobiliser, favorise la résolution des problèmes d'une manière autonome et amène les élèves à poursuivre leur engagement dans la résolution du problème. Pour preuve, certaines des tâches pour lesquelles les durées de résolution sont les plus longues coïncident avec celles dont le nombre d'appels à l'onglet Aide est le plus élevé. Cet engagement est aussi dû au feed-back dont le message rappelle aux élèves que s'ils le souhaitent, il leur est proposé une aide.

II.1.3011 Des réponses inexactes pouvant prendre des valeurs élevées

Les tâches ont été construites en donnant la possibilité aux élèves de tester régulièrement leurs solutions (Hypothèse 4). La vue du nombre élevé de réponses inexactes, ce système non limité de demande de validation semble aider les élèves à prendre conscience que leurs connaissances peuvent ne pas être celles attendues ce qui les conduit par exemple à se questionner par rapport au but du problème ou à se référer à la diversité des éléments de la situation : les ressources disponibles, le matériel, la simulation, la consigne, ...

Ainsi, il apparaît que le bouton 'réponse' permet à la fois aux élèves de vérifier leurs actions en termes d'échec ou de réussite et de prendre conscience à un moment donné de l'écart entre leurs connaissances et celles attendues.

II.1.4011 L'utilisation du matériel expérimental

Au cours de ce chapitre, nous avons pointé que les élèves utilisent le matériel

expérimental d'une manière délibérée au cours de la résolution d'un problème pour vérifier :

.
ce qu'ils visualisent sur la vidéo,

.
des propositions de réponses,

.
leurs connaissances,

.
etc.

Cette utilisation répétée, et sans demande explicite, montre que les élèves parviennent à s'impliquer dans les résolutions des tâches en devenant responsables du problème à résoudre et des décisions à prendre. La liberté d'utilisation du matériel que nous offrons donne l'occasion aux élèves (même si cela est rare) de donner libre cours à leurs stratégies de résolution.

II.1.5011 Une réalisation des tâches non aléatoire

D'une manière générale, les élèves passent à une nouvelle tâche à condition que cette dernière soit terminée. De plus, pour eux, elle est terminée à condition qu'ils donnent la réponse attendue.

II.2011 En conclusion

Ces différents points permettent de supposer que l'hypermédia proposé favorise une résolution autonome des élèves car :

.
il entretient l'engagement des élèves dans la résolution du problème via la proposition de ressource, l'envoi de message suite à la demande de validation,

.
il favorise la prise de conscience de l'écart entre les connaissances des élèves et celles qui sont attendues

.
il favorise l'implication des élèves dans la résolution des problèmes et dans les décisions à prendre tout en lui donnant la liberté de vérifier ses connaissances à partir de simulations ou du matériel expérimental,

III011. Conclusion sur le rôle du milieu

A la question générale 'En quoi le milieu créé favorise-t-il la résolution d'un problème par

les élèves ?', l'étude ci-dessus permet d'affirmer dans une certaine mesure que les éléments de la situation mis à la disposition des élèves contribuent à la construction des connaissances des élèves. La première étude a permis de constater que l'hypermédia répondait aux besoins des élèves au niveau de la construction de la consigne, de la diversité des ressources, de la motivation (modeste) apportée, des possibilités de tests répétés, etc.

La seconde, plus globale, a mis en lumière l'apport de l'hypermédia du point de vue de la résolution autonome des élèves en les responsabilisant. Cette autonomie devient effective au fur et à mesure que les élèves donnent sens au savoir en jeu. En effet, comment peuvent-ils réaliser une expérience d'eux-mêmes s'ils n'ont pas les moyens d'une part de la réaliser et d'autre part de prédire ce qu'ils vont trouver ?

Conclusions et perspectives

Le questionnement à l'origine de ce travail porte sur la conception d'un hypermédia, 'Labdoc Son et Vibrations', dédié à l'enseignement et à l'apprentissage de la physique des phénomènes sonores et sur l'influence de l'organisation des contenus proposés sur l'activité des élèves. Cette conception s'est appuyée sur diverses séquences de travaux pratiques (TP) produites par un groupe d'enseignants et de chercheurs 'le groupe SOC'. *Le but de cette recherche est d'élaborer une méthode pour adapter ces séquences de TP sur un support informatique dans l'objectif d'aider les élèves à les réaliser d'une manière autonome en dépassant leurs difficultés et en élaborant de nouvelles connaissances.*

Ce travail a donné lieu à la mise en place d'un cadre théorique dont l'originalité est de fournir à la fois des 'outils théoriques' pour concevoir les différentes tâches proposées aux élèves et pour analyser leur fonctionnement. Ce cadre repose essentiellement sur les trois axes suivants : l'activité de modélisation, l'activité sémiotique et la théorie des situations. Ainsi, nous nous sommes penchés sur trois questions de recherche dont l'objectif commun est d'apprécier les connaissances mobilisées par les élèves en fonction :

- de la structuration des contenus des tâches selon les niveaux de savoir en jeu dans la modélisation,

- des diverses représentations sémiotiques du savoir,

des éléments constitutifs des situations d'enseignement.

Le cadre théorique mis en place ne conduit pas à étudier, pour eux-mêmes, le fonctionnement des utilisateurs relatifs aux aspects ergonomiques et à la navigation ; en revanche les résultats des travaux de recherche sur ces aspects ont été pris en compte lors de la conception.

La méthodologie d'analyse permet de répondre, dans une certaine mesure, à notre problématique à partir d'une analyse globale centrée sur une trace informatique des actions des élèves lors de l'utilisation de l'hypermédia et une analyse locale fondée sur les transcriptions des interactions entre élèves.

Les conclusions présentées ci-après relèvent de ces deux types d'analyse. Nous détaillons ensuite les limites et les perspectives de ce travail.

L'apport du cadre théorique dans la conception de l'hypermédia

Nous avons élaboré et organisé le contenu de l'hypermédia à partir des hypothèses d'apprentissage relatives aux trois axes théoriques. Les deux premiers, l'activité de modélisation et les systèmes sémiotiques, apportent des méthodes pour organiser les contenus des tâches et élaborer des scénarios adaptés aux contraintes ergonomiques, matérielles et logicielles. Quant au dernier axe, la prise en compte de la théorie des situations rend possible l'aménagement d'un milieu favorable à la résolution de problème et à la construction de connaissances par les élèves. Nous rappelons succinctement les hypothèses d'apprentissage relatives à ces trois axes théoriques tout en décrivant leur intérêt respectif lors de la conception de l'hypermédia.

L'activité de modélisation consiste à réaliser des allers-retours entre des informations relevant des mondes de la théorie-modèle et des objets et des événements. L'hypothèse d'apprentissage associée à cette activité réside dans le fait que le sens d'un concept se fait en partie dans la réalisation de ces relations. L'hypothèse sur laquelle repose l'organisation des contenus pose que la présence de niveaux de savoir dans le contenu de présentation de la tâche ainsi que dans le but de la question favorise leurs mises en oeuvre et leurs mises en relation (l'activité de modélisation). Lors de la construction de tâches, cette hypothèse conduit le concepteur à remplir deux conditions : (1) distinguer les éléments d'ordre théorique et les éléments relatifs aux objets et aux événements ; (2) vérifier la cohérence entre les niveaux de savoir du contenu proposé dans la présentation de la tâche en fonction de ses objectifs et des niveaux attendus, c'est-à-dire ceux que les élèves devraient mettre oeuvre et/ou en relation.

Ces deux conditions ont permis de déterminer les informations que les élèves sont censés sélectionner et de construire des tâches qui donnent lieu à leur réinvestissement : la sélection par les élèves des informations attendues étant l'un des enjeux pour qu'ils parviennent à réaliser l'activité de modélisation attendue.

Pour favoriser la sélection des informations attendues et leur objectivation (prise de conscience du concept ou des objets et des événements en jeu), nous avons élaboré différentes représentations sémiotiques d'un même concept ou plus généralement d'une même information. L'utilisation de l'outil informatique a conduit à considérer un nouveau système sémiotique, la *représentation dynamique*, relatif à la création de simulations. L'élaboration des représentations sémiotiques repose principalement sur une hypothèse d'apprentissage de laquelle découle une hypothèse de conception. Cette hypothèse d'apprentissage pose que les relations entre les diverses représentations de chacune des informations favorisent la 'compréhension' des concepts en jeu. Nous avons élargi ce point de vue en considérant que l'activité sémiotique peut étayer l'activité de modélisation des élèves. Nous avons alors fait l'hypothèse que la conception de diverses représentations pour un même concept peut aider les élèves à acquérir du sens. Nous avons donc élaboré différentes représentations sémiotiques d'un même concept que nous avons placé, dans la mesure du possible, dans des fenêtres différentes d'une même page-écran. Cette disposition a pour but d'amener les élèves à réaliser un traitement sur chacune des représentations et/ou de les mettre en relation.

Le dernier axe théorique, la théorie des situations, fournit les éléments théoriques, la dévolution, l'institutionnalisation, le milieu, à partir desquels nous avons organisé un 'milieu informatique' afin que les rapports des élèves avec ce milieu les conduisent à des comportements favorisant l'appropriation du savoir. Nous avons adapté les éléments constitutifs de la situation d'enseignement en classe, tels que l'enseignant, la fiche de TP, le dispositif expérimental, dans l'objectif d'élaborer un milieu pouvant aider les élèves à résoudre le problème posé sans éviter les situations d'échec temporaires, l'erreur étant constitutive du processus d'apprentissage. Nous avons été amenés à créer :

- différentes ressources à la fois internes au contexte de la tâche (onglets Aide, mini-dictionnaire, escamots) ou externes au lieu de réalisation de la tâche (la bibliothèque, la salle de cours, etc.),

- un système évaluateur permettant aux élèves de vérifier régulièrement les stratégies mises en oeuvre,

- des feed-back (rétroactions) entretenant la résolution de problème,

- des réponses intitulées 'réponse du professeur' institutionnalisant la réponse de l'élève,

- des animations ou vidéos rendant possible l'observation de certains phénomènes.

L'organisation des contenus a également pris en compte les recommandations relatives à l'espace, à la densité informative à l'écran, au multifenêtrage, à l'utilisation des libellés, etc. Ces recommandations ont conduit à segmenter le texte initial, à construire des onglets pour permettre la réalisation de tâches successives sans changer de page-écran

ou pour proposer des informations afin de soutenir l'activité des élèves, etc.

Suite à cette conception, nous avons éprouvé l'hypermédia en situation de classe avec des élèves de seconde (au total 20 dyades). Deux situations ont été mises en place. Dans la première, l'hypermédia est l'unique support à l'apprentissage du son. Dans la seconde situation, l'hypermédia est associé à du matériel expérimental. Les données ont été recueillies à partir d'une trace informatique élaborée à partir de l'analyse *a priori* des différentes tâches proposées et d'enregistrements audio et vidéo. Nous rappelons ci-dessous la méthodologie d'analyse en lien avec nos questions de recherche et enfin, nos principaux résultats.

La méthodologie d'analyse

Notre objectif est d'apprécier l'influence de l'organisation des contenus sur le fonctionnement des élèves des points de vue de l'activité de modélisation, de l'activité sémiotique et lors de la résolution d'un problème.

L'analyse de l'activité des élèves s'est déroulée en deux étapes. Une analyse globale qui repose sur une analyse quantitative des données issues de la trace. Elle donne une vue globale de l'activité des 20 dyades lors de la réalisation des différentes tâches des cinq séquences de TP et a permis de caractériser l'activité des élèves selon l'organisation des contenus et les actions à mener pour réaliser les tâches proposées. Cette analyse a donné lieu à la sélection de quatre dyades à partir desquelles nous avons effectué l'analyse locale permettant de répondre plus précisément à nos questions de recherche.

En effet, l'analyse globale réduite à quelques observables ne permet pas de décrire et d'interpréter le fonctionnement des élèves suffisamment finement pour expliquer l'origine des difficultés des élèves, l'utilisation des ressources et, les durées de résolution parfois particulièrement longue. Elle rend possible à notre avis la mise en évidence les points communs et les différences entre les dyades selon la tâche à réaliser. L'analyse locale complète ainsi cette première étude.

L'analyse locale menée à partir d'une étude des verbalisations des élèves et s'appuie sur les hypothèses d'apprentissage relatives aux trois axes théoriques précédemment introduits lors de la conception de l'hypermédia. La méthode d'analyse mise en oeuvre s'est attachée à décrire l'écart entre les connaissances mobilisées par les élèves et celles attendues (analyse *a priori*) en prenant en compte l'organisation conceptuelle des tâches, les représentations sémiotiques présentes dans une page-écran et/ ou dans les onglets Aide et les éléments de la situation qui peuvent aider les élèves à résoudre le problème posé.

Synthèse des résultats

La synthèse des résultats est présentée selon deux aspects. Le premier montre l'apport de l'organisation des contenus sur la mobilisation des connaissances attendues des élèves. Le second aspect rend compte des difficultés des élèves relatives à cette organisation.

Avant d'énumérer successivement l'apport de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves, nous soulignons que la structuration selon les niveaux de savoir des différentes tâches a conduit les élèves à mettre en oeuvre d'une part les niveaux de savoir présents dans les contenus (pour au moins 80% des tâches) et d'autre part les relations attendues (pour 70% des tâches). Cela montre que cette structuration selon les niveaux de savoir est dans une certaine mesure décisive pour amener les élèves à sélectionner les informations nécessaires pour réaliser les tâches proposées.

Nous avons observé que la répétition de tâches relatives à un même savoir enseigné (chaîne sonore, la fréquence et l'amplitude, ...) dans une même séquence de TP ou lors de différentes séquences de TP permet aux élèves de prendre conscience de l'écart entre leurs connaissances et celles qui sont attendues. Cette répétition de tâches semble donc aider les élèves à s'approprier le savoir en jeu. A ce propos, l'analyse globale a permis d'observer que les durées diminuent durant la réalisation de ces tâches répétées ce qui laissent supposer que les élèves donnent sens au savoir en jeu. Or, à partir de l'analyse locale, nous avons pu relativiser cette hypothèse en soulignant qu'au cours de ces tâches répétitives, les élèves mobilisent des connaissances non attendues (non appropriées par rapport au savoir en jeu). Ainsi, de telles conditions d'apprentissage peuvent amener les élèves à mettre en doute leurs connaissances qui peuvent fonctionner dans certaines situations et à leur permettre de se repositionner par rapport au modèle en jeu. De plus, la réussite d'une tâche dans une durée assez courte ne constitue pas une observable suffisamment fiable pour affirmer que les élèves ont construit le savoir en jeu.

Pour aider les élèves à donner sens au savoir en jeu, nous nous sommes aperçus de l'apport de la mise en scène⁶⁴. Par exemple, il peut être demandé aux élèves de répondre aux mêmes questions à partir d'expériences différentes ou bien de répondre à des questions différentes à partir d'une même expérience. Nous avons constaté, que suivant la place d'une tâche dans une mise en scène appropriée la mise en oeuvre de niveaux de savoir attendus et non présents dans une page-écran peut être favorisée. Ainsi, la mobilisation de connaissances attendues ne dépend pas seulement des niveaux de savoir présents dans le contenu de la tâche et/ou du but de la tâche mais aussi des tâches que les élèves sont en train de réaliser.

Ensuite, nous avons mis en lumière que l'intégration, dans la mesure du possible, de différentes représentations d'un même savoir dans une page-écran ou dans les onglets Aides, étaye l'activité de modélisation des élèves même si cela leur est difficile de les mettre en relation ou de les convertir dans un autre système sémiotique. Nous avons observé que la simulation, donnant la possibilité aux élèves d'agir au niveau de l'interface, les incite à reformuler les définitions contrairement à une animation ou une vidéo. De plus, nous avons remarqué que le fait de proposer aux élèves de réinvestir un même savoir à

⁶⁴ La mise en scène consiste en un scénario constitué de diverses tâches dont l'objectif est d'amener progressivement les élèves à donner sens au savoir en jeu.

partir de différentes représentations sémiotiques leur permet de vérifier la validité de leur connaissance dans un autre contexte, de les contraindre à se représenter une nouvelle situation à partir de laquelle ce 'même savoir' est censé fonctionner, de prendre conscience de l'écart entre leurs connaissances et celles attendues.

Nous avons également observé que différents éléments de la situation (simulation, onglet Aide, consigne, outil de navigation, etc.) soutiennent les élèves dans la réalisation de la tâche et dans la mobilisation des connaissances attendues. Donner la possibilité aux élèves de pouvoir tester sans limitation leurs solutions contribue à ce qu'ils prennent conscience que les connaissances mobilisées peuvent ne pas être celles attendues. Cela nous a permis d'observer lorsque les informations sélectionnées par les élèves ne sont pas appropriées à la résolution du problème posé qu'ils peuvent alors décider d'aller chercher des informations dans les différentes ressources mises à leur disposition : la non réussite de la tâche ne les conduit pas à abandonner mais à rechercher de nouvelles stratégies. Il n'est donc pas étonnant de relever que certaines durées de réalisation de tâches peuvent être de l'ordre de 20 minutes.

Enfin, nous avons remarqué que lors de la résolution d'un problème, il est important de fournir aux élèves diverses voies d'accès à des informations. En effet, nous avons remarqué qu'ils ont besoin de retourner dans une tâche déjà réalisée, qu'ils se réfèrent régulièrement et préférentiellement aux onglets Aide qui se situent dans la tâche à réaliser et qui proposent des informations contextualisées à la tâche à réaliser. A ce propos, lors de l'analyse globale, nous avons relevé que les informations majoritairement sélectionnées sont liées au savoir en jeu dans la tâche en question. En revanche, les informations que les élèves ont le moins sélectionnées se rapportent principalement aux tâches réalisées précédemment ce qui signifierait que les élèves se seraient appropriés le savoir en question.

Regardons maintenant les difficultés des élèves relatives à l'organisation des contenus. Les analyses globale et locale ont permis d'identifier quatre types de tâches durant lesquelles nous avons noté que les élèves ont eu des difficultés qui ont été dépassées dans certains cas.

Nous avons constaté que les tâches dont l'objet est de réinvestir le modèle présenté dans la page-écran précédente, mettent les élèves en situation de difficulté. A partir de l'analyse globale, nous avons relevé que le nombre de réponses inexactes ainsi que le nombre d'appels à l'onglet Aide sont les plus élevés dans ces cas là. A partir de l'analyse locale, nous avons observé que le nombre de relations ne correspondant pas à une connaissance attendue est particulièrement élevé. Ainsi, dans ce cadre là, il semble difficile aux élèves d'adapter leurs connaissances au savoir en jeu.

Ensuite, nous avons remarqué que les élèves mobilisent des connaissances non attendues dans le cadre de tâches qui demandent de réinvestir, *dans un nouveau contexte*, un modèle déjà introduit dans une séquence précédente. Le contexte peut résulter :

d'une nouvelle expérience présentée à partir d'une vidéo, une animation,

de l'objectif de la tâche en demandant à la fois aux élèves de réinvestir un modèle 'connu' et à élaborer le modèle en jeu durant la séquence.

Le changement de contexte permet donc aux élèves d'adapter progressivement leurs connaissances à celles attendues.

Nous avons enfin observé que les tâches dont le savoir en jeu doit être mis en oeuvre à partir de diverses représentations sémiotiques et différents dispositifs expérimentaux posent des difficultés aux élèves pour réinvestir ce savoir. En effet, dans cette situation d'enseignement, les élèves sont amenés à se représenter le dispositif expérimental, à utiliser un nouveau système sémiotique associé au concept en jeu et enfin à mobiliser des connaissances relatives au savoir en jeu ce qui peut leur permettre d'adapter leurs connaissances.

Ces diverses tâches ont pour caractéristiques communes, comme nous venons de le voir, de demander aux élèves d'adapter leurs connaissances (ou accommoder leur structure cognitive) au savoir proposé. Or, comme l'ont souligné Weil-Barais et Lemeignan (1993), cette adaptation est longue et progressive. Ainsi, nous considérons qu'il n'est pas étonnant de noter dans le cadre de ces tâches un nombre élevé de connaissances non attendues.

En revanche, lorsqu'il n'est pas spécifié dans la consigne de la tâche le modèle à utiliser, nous avons constaté que les élèves mobilisent leurs connaissances sans prendre en compte les informations présentées auparavant. Ce dernier type de tâche ne favorise donc pas l'adaptation des connaissances des élèves.

Pour terminer, nous souhaitons signaler un point que nous pensons important lors de la conception de séquences d'enseignement sur un support informatique : les actions à réaliser à partir de la tâche proposée semblent déterminantes pour que les élèves mettent en oeuvre les niveaux de savoir présents dans la présentation de la tâche. Nous avons remarqué que dans le cas où la tâche ne contient pas une consigne explicite avec une demande de validation de la réponse et ne nécessite pas de taper du texte, ou de cocher une case, etc., les élèves mettent rarement en oeuvre les niveaux de savoir présents dans le contenu de la tâche. Nous avons relevé deux cas.

Lorsque la tâche contient une *consigne implicite* et les *actions sont limitées à lire un texte et à observer une vidéo ou une animation*, il est rarement possible de catégoriser les verbalisations des élèves selon les niveaux de savoir. Les élèves s'en tiennent par exemple à lire le contenu sans le reformuler. Cela peut sembler étonnant puisque les contenus de ces tâches fournissent des définitions, des résumés d'expériences précédemment réalisées, etc.

Nous avons également relevé que les tâches qui reposent principalement sur *l'utilisation de la simulation associée à une consigne explicite* (sans demande de validation de la réponse) favorisent peu les mises en relation entre les niveaux de savoir. Les verbalisations des élèves se réfèrent principalement aux objets composant la simulation et aux actions réalisées. A ce propos, l'analyse globale a également montré que les durées de réalisation de ces deux types de tâches sont particulièrement faibles

par rapport à celles où les élèves doivent cocher une case ou taper du texte.

Par conséquent, il semble important de 'problématiser' les tâches de lecture ou celles proposant aux élèves d'actionner une simulation sans validation de la réponse dans l'objectif d'amener les élèves à donner du sens au contenu proposé.

Ainsi, ces résultats complémentaires offrent des pistes pour concevoir des séquences d'enseignement favorisant un certain apprentissage des élèves. Les premiers résultats proposent des outils méthodologiques pour concevoir des tâches pouvant aider les élèves à dépasser certaines difficultés. La question qui reste en suspend est celle qui permettrait de 'problématiser' les tâches de lecture.

Limites et perspectives

Nous avons présenté la complémentarité des deux méthodes d'analyses globale et locale pour étudier l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves. Elles rendent possible une analyse des informations que les élèves sélectionnent durant la résolution d'un problème posé permettant d'expliquer certaines des difficultés des élèves à mobiliser les connaissances attendues. Cette analyse aurait pu être approfondie en comparant plus systématiquement les informations sélectionnées par les élèves à celle proposée dans le contenu de la tâche et en identifiant les informations non sélectionnées ce qui pourrait donner de nouveaux indices pour expliquer les difficultés des élèves au cours de la réalisation des tâches des différentes séquences. Une telle analyse pourrait également mettre en lumière les informations non 'appropriables' par les élèves à un certain moment de la séquence.

Il aurait été également intéressant de faire réaliser les différentes séquences de TP par des élèves seuls. Ce dispositif aurait pu permettre d'évaluer plus précisément l'apport des différentes ressources proposées. En effet, dans une telle situation, nous supposons que l'élève va se référer plus régulièrement à différentes informations que lorsqu'ils sont deux : le seul soutien de l'élève étant l'hypermédia. Dans le cas d'une dyade, les élèves peuvent s'entre-aider lors de la résolution des problèmes posés ce qui peut les amener alors à utiliser moins fréquemment les ressources proposées. De plus, l'analyse du fonctionnement des dyades est plus riche puisqu'elle donne lieu à l'enregistrement des verbalisations des élèves et permet de déceler les difficultés des élèves, d'expliquer, dans une certaine mesure, l'utilisation des ressources. Pour un élève seul, il faudra envisager l'élaboration d'une trace plus précise, enrichir les aides proposées comme par exemple un logiciel qui diagnostique les difficultés des élèves, un précepteur qui stimule l'élève à poursuivre sa résolution de problème, des feed-back plus proche des difficultés des élèves ...

Au vu des résultats obtenus, il semble qu'un tel cadre théorique convienne pour organiser des contenus d'enseignement de la physique, mais nous pourrions améliorer l'organisation actuelle en tenant compte des difficultés des élèves présentés précédemment. Nous avons remarqué par exemple l'importance de spécifier à l'élève le

modèle qu'il doit utiliser pour réaliser la tâche. Ce résultat pourrait donner lieu à la modification de certaines tâches des séquences de TP (TP3) et à de nouvelles expérimentations.

Enfin, il serait intéressant de rechercher une 'méthode' pour 'problématiser' les tâches dont les actions des élèves sont limitées à la lecture d'une définition et à l'observation d'une animation afin d'amener les élèves à se poser des questions sur le contenu. Cela serait l'occasion d'insérer dans ce genre de logiciel des outils favorisant l'argumentation des élèves, des précepteurs qui suivraient la démarche des élèves et qui les amèneraient à s'interroger sur un tel contenu...

En conclusion de ce travail de recherche, dans le cadre des Hypermédias et de l'apprentissage, nous aimerions mettre en lumière deux points que nous considérons essentiels lors de la conception d'un hypermédia.

Le premier point consiste à souligner l'importance d'élaborer des tâches qui suscitent un questionnement de l'apprenant par rapport au contenu. Nous avons vu qu'il est important d'organiser les contenus, de proposer de diverses représentations du savoir à enseigner. Cependant, parvenir à rendre 'problématique' un contenu est fondamental pour amener l'utilisateur à se questionner par rapport au contenu proposé et/ou à mettre en doute son système explicatif ce que certains de nos résultats ont mis en évidence.

Pour le second point, il s'agit de souligner l'apport du point de vue de l'apprentissage de la séquentialisation du contenu d'enseignement. Cette séquentialisation a l'avantage de proposer une organisation progressive des savoirs relative aux difficultés des élèves, à leurs besoins en les amenant à construire du sens dans un certain ordre à partir de mises en scènes élaborées à cet effet, de tâches successives et répétitives.

Cette organisation implique également une navigation linéaire ce qui se détache du concept de l'hypertexte où l'information est morcelée et placée à différents endroits : l'utilisateur allant la rechercher d'une manière non-linéaire. De notre point de vue, il est donc nécessaire pour concevoir un hypermédia éducatif d'élaborer des séquences d'enseignement ce qui nécessite une analyse fine du savoir en jeu des points de vue des niveaux de modélisation, des systèmes sémiotiques. Cette analyse est indispensable pour prendre en compte le fonctionnement cognitif de l'élève et l'aider ainsi à construire du sens.

Bibliographie

- Artigue M. (1988). Ingénierie didactique. *Recherche en Didactique des Mathématiques*, n° 3, vol. 9. 5-62.
- Artigue M. (1995). Une approche didactique de l'intégration des EIAO à l'enseignement. In D. Guin, J.-F. Nicaud & D. Py (Eds), *Environnements interactifs d'apprentissage avec ordinateur*, Paris : Eyrolles. p. 17-28.
- Astolfi J.-P. (1997). *L'erreur un outil pour enseigner* (3^{ème} édition). Paris : ESF Editeurs.
- Bachelard S. (1979). Quelques aspects historiques des notions de modèle et de justification des modèles. In P. Delattre & M. Thellier (Eds), *Actes du colloque Elaboration et justification des modèles*, Paris : Maloine. p. 3-19.
- Baker M. & Tiberghien A. (1999). Etude de la mise en oeuvre et de l'élaboration des notions fondatrices dans les situations d'enseignement : le cas de l'enseignement des sciences et des mathématiques. *Réponse à l'appel d'offre 'Hétérogénéité des élèves et des étudiants. Unité et diversité de l'école à l'université' du Comité National de Coordination de la Recherche en Education*.
- Baker M. (1996). Argumentation et co-construction des connaissances. *Interaction et cognitions*, n° 1, vols. 2-3. 157-191.
- Balacheff N. (1994a). Didactique et intelligence artificielle. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, n° 14, vols. 1-2. 9-42.
- Balacheff N. (1994b). La transposition informatique. Note sur un nouveau problème pour la didactique. In M. Artigue et al. (Eds), *20 Ans de Didactique des mathématiques en France*, Grenoble : La Pensée Sauvage. p. 364-370.
- Balacheff N. (2000). *Lectures sur les EIAH*, <http://www-didactique.imag.fr/CoursEIAH/>
- Barde J. (1998). *Activité de modélisation en situation de Travaux Pratiques sur le son en classe de seconde*. Mémoire de DEA de didactique des disciplines scientifiques, Universités J. Fourier Grenoble 1 et Lumière Lyon 2.
- Bateson G. & Ruesch J. (1988). *Communication et société*. Paris : Seuil.
- Beaufils D., Durey A. & Journeaux R. (1987). La simulation sur ordinateur dans l'enseignement des sciences physiques quelques aspects didactiques. In A. Giordan & J.-L. Martinand (Eds), *Neuvième journées internationales sur l'éducation scientifique, Modèles et Simulation*, Paris, Université Paris 7. p. 507-514.
- Bécu-Robinault K. (1997). *Rôle de l'expérience en classe de physique dans l'acquisition des connaissances sur les phénomènes énergétiques*. Thèse de doctorat, Université Claude Bernard Lyon 1.
- Blanchet A. (1987). La construction des modèles spontanés chez l'enfant et le rôle de la simulation, In A. Giordan & J.-L. Martinand (Eds), *Neuvième journées internationales sur l'éducation scientifique, Modèles et Simulation*, Paris, Université Paris 7. p. 63-70.
- Brousseau G. (1986). Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. *Recherche en Didactique des Mathématiques*, n° 2, vol. 7. 33-116.
- Brousseau G. (1995). Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques, In *Didactiques des mathématiques*, sous la direction de J. Brun, Paris : Delachaux et Niestlé. p. 45-110.

-
- Brousseau G. (1998). *Théorie des situations didactiques*. Textes rassemblés et préparés par N. Balacheff, M. Cooper, R. Sutherland & V. Warfield. Grenoble, La Pensée Sauvage.
- Bruillard E. & de La Passardière B. (1994). Hypermédias et éducation : des repères. *Sciences et Techniques Educatives*, n° 1, vol. 1. 17-37.
- Bruillard E. & de La Passardière B. (1998). Fonctionnalités hypertextuelles dans les environnements d'apprentissage. In A. Tricot & J.-F. Rouet (Eds), *Hypertexte et hypermédias*, Paris : Hermès. p. 95-122.
- Bruillard E. (1997). *Les machines à enseigner*. Paris : Hermès.
- Bulletin Officiel de l'Education Nationale (1992). Nouveaux programmes des classes de seconde, première et terminale des lycées ; Tome 1 : programmes de la classe de seconde générale et technologique. Hors-série du 24 septembre 1992.
- Buty C., (2000). *Etude d'un apprentissage dans une séquence d'enseignement en optique géométrique*. Thèse de doctorat, Université Lumière Lyon 2.
- Caro S. & Betrancourt M. (1998). Ergonomie des documents techniques informatisés : expériences et recommandations sur l'utilisation des organisateurs para-linguistiques. In A. Tricot & J.-F. Rouet (Eds), *Hypertexte et hypermédias*, Paris : Hermès. p. 123-138.
- Choplin H., Galisson A. & Lemarchand S. (1998). Hypermédia et Pédagogie : Comment promouvoir l'activité de l'élève ?. In J.-F. Rouet & B. de La Passardière (Eds), *Hypermédias et Apprentissages 4*, Paris : INRP-EPI. p. 87-98.
- Coe M. (1996). Sensation perception and user documentation. *Intercom*, fév 1996. 13-15.
- Conklin J. (1987). Hypertext : an introduction and survey. *Computer*, n° 20, vol. 9. 17-41
- Coquin-Viennot D. (1985). Complexité mathématique et ordre d'acquisition : une hiérarchie de conceptions à propos des relatifs. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, n° 3, vol. 2. 133-192.
- Crozier M. & Friedberg E. (1974). *L'acteur et le système*. Paris : Seuil.
- Darley B. (1994). *L'enseignement de la démarche scientifique dans les travaux pratiques de biologie à l'université*. Thèse de doctorat, Université Joseph Fourier, Grenoble.
- De Lièvre B. & Depover C. (à paraître). Apports d'une modalité de tutorat proactive ou réactive sur l'utilisation des aides dans un hypermédia de formation à distance. In E. de Vries, J.-P. Pernin & J.-P. Peyrin (Eds.), *Préactes de Hypermédias et Apprentissages 5*, Grenoble, avril 2001. p. 269-276.
- Dede C. J. (1988). The role of hypertext in transforming information into knowledge. In *Proceedings of the National Education Computing Conference*, Dallas (Texas), juin 1998. p. 99-100.
- Depover C., Giardana M. & Marton P. (1998). *Les environnements d'apprentissage multimédia : analyse et conception*. Paris : L'Harmattan.
- Develay M. (1989). Sur la méthode expérimentale. ASTER n° 8, INRP, Paris.
- Dimitracopoulou A. (1995). *Le tutorat dans les systèmes informatisés d'apprentissage* :

- Etude de la conception et réalisation d'un tutoriel d'aide à la représentation physique des situations étudiées par la mécanique.* Thèse de doctorat, Université Paris 7 Denis Diderot.
- Duchastel P., Fleury M. & Provost G. (1988). Rôles cognitifs de l'image dans l'apprentissage scolaire. *Bulletin de Psychologie*, n° 386, vol. 46.
- Dumas-Carré A. (1987). *La résolution de problèmes en physique au lycée.* Thèse d'Etat, Université Paris 7 Denis Diderot.
- Duval R. (1995). *Sémiosis et pensée humaine, registres sémiotiques et apprentissages intellectuels.* Berne : Peter Lang.
- Duval R. (1996). Quel cognitif retenir en didactique des mathématiques. *Recherche en Didactique des Mathématiques*, n° 3, vol. 16. 349-382.
- Foss C. L. (1988). Effective browsing in hypertext systems. In *Proceedings of the RAIO Conference, User-oriented content based text and image handling*, Cambridge (MA), MIT, 21-24 mars 1988.
- Gardner H. (1993). *Histoire de la révolution cognitive, la nouvelle science de l'esprit.* Paris : Editions Payot.
- Gremy J.-P. (1985). Simulation. *Encyclopaedia Universalis*. Corpus 16.
- Hachette Education (1997). *Physique chimie Seconde.* Collection Durandea-Durupthy.
- Hermia J.M., Tabachneck S. (1996). Human computer interaction institute school of computer science. CAMERA : computational model of multirepresentation.
- Hoc J.-M. (1996). *Psychologie cognitive planification.* Grenoble : Presses universitaires de Grenoble.
- Jacquinet G. (1977). *Image et pédagogie. Analyse sémiologique du film à intention didactique.* Paris : Presse Universitaires de France.
- Joshua S. & Dupin J.-J. (1993). *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques.* Paris : Presses Universitaires de France.
- Joshua M.-A. & Joshua S. (1987). Les fonctions didactiques de l'expérimental dans l'enseignement scientifique (première partie). *Recherche en Didactique des Mathématiques*, n° 3, vol. 8.
- Laborde C. & Vergnaud G. (1994). L'apprentissage et l'enseignement des mathématiques. In *Apprentissages et didactiques : où en est-on ?*, coordonné par G. Vergnaud, Paris : Hachette Education.
- Larcher C. (1996). La physique et la chimie, sciences de modèles. In J. Toussaint (Ed), *Didactique appliquée de la physique-chimie.* Paris : Nathan.
- Le Marechal J.-F. & Sere M.-G. (1999). Quelques résultats des enquêtes réalisées en Europe à propos des Travaux Pratiques. Rapport du projet européen PL 85-2005 'Labwork in Science Education'. Paris : DidaScO-LSE, Université Paris 11.
- Legendre R. (1993). *Dictionnaire Actuel de l'Education.* Montreal : Guerin Editeur Itée.
- Lemeignan G. & Weil-Barais A (1993). *Construire des concepts en physique.* Paris : Hachette.
- Leplat J. & Hoc J.-M. (1983). Tâche et activité dans l'analyse psychologique des situations. *Cahier de psychologie cognitive*, n° 3, vol. 1.

-
- Lliboutry L (1987). Petit glossaire méthodologique, In A. Giordan & J.-L. Martinand (Eds), *Neuvième journées internationales sur l'éducation scientifique, Modèles et Simulation*, Paris, Université Paris 7. p. 97-102.
- Linder C. & Erickson G. (1989). A study of tertiary physics student's conceptualizations of factors affecting the speed of sound propagation. In *International Journal of Science education*, n°5, vol 2, Special issue, p. 494-501.
- Mandryka (1990). *Le concombre masqué. La dimension Posnave*. Dupuis.
- Margolinas C. (1993). *De l'importance du vrai et du faux*. Grenoble : La Pensée Sauvage.
- Millar R., Le Marechal J.-F. & Tiberghien A (1998). A map of the variety of labwork. Working paper 1. Projet européen : Labwork in Science Education (Contrat n° ERB-SOE2-CT-95-2001).
- Nanard J. & Nanard M. (1998). La conception d'hypermédia, In A. Tricot & J.-F. Rouet (Eds), *Hypertexte et hypermédiats*, Paris : Hermès, 1998. p. 15-34.
- Nanard J. (1994). L'apport des travaux de recherche dans les hypertextes aux techniques éducatives. In E. Bruillard, B. de La Passardière & G.-L. Baron (Eds), *Hypermédiats, éducation et formation : contribution à la structuration d'un champ émergent*, MASI, Université Denis Diderot Paris 7. p. 7-33.
- Peraya D. (1998). Structure et fonctionnement des icônes de logiciels et d'environnements informatiques standardisés (ILEIS). *Recherche en communication*, n° 10. 101-140.
- Picard D. (1995). Théories et modèles de la communication. In *Introduction aux sciences de l'information et de la communication*, coordonné par D. Benoit, Paris : les éditions d'organisation. Chap. 1.
- Proulx L. (1999). *La résolution de problèmes en enseignement*. Paris : De Boeck Université.
- Quintana-Robles M. (1997). *Etude didactique de films comme aide pour l'enseignement de la physique. Cas de l'expansion des gaz*. Thèse de doctorat, Université Claude Bernard Lyon 1.
- Robles A. (1997). *La vidéo comme support didactique en physique*. Thèse de doctorat, Université Claude Bernard Lyon 1.
- Rouet J.-F. (1997). Le lecteur face à l'hypertexte. In *Apprendre avec le multimédia : où en est-on ?*, Paris : Eds. Retz. p.165-180.
- Scapin D. (1986). *Guide ergonomique de conception des interfaces Homme-Machine*. Rapport Technique de l'INRIA-Rocquencourt n° 77.
- Scherly D., Roux L., & Dillenbourg P. (1998). Comparaison de l'efficacité et du mode d'utilisation d'un hypertexte autonome ou intégré dans une activité pédagogique exploratoire. In J.-F. Rouet & B. de La Passardière (Eds.), *Hypermédiats et Apprentissages 4*, Paris : INRP-EPI. p. 41-58.
- Sweeller J., Chandler P., Tierney P. & Cooper M., (1990). Cognitive load as a factor in the structuring of technical material. *Journal of Experimental Psychology*, n° 2, vol. 119. 176-192.
- Tiberghien A. (1999). Learner's modelling activities in elementary physics learning.

- Communication présentée au colloque *Roles of Communication Interaction in Learning to model in Mathematics and Science*, Ajaccio, avril 1999.
- Tiberghien A. & Megalakaki O. (1995). Characterization of a modelling activity for a first qualitative approach to the concept of energy. *European Journal of Psychology of Education*, n° 4, vol. 10. 369-383.
- Tiberghien A. (1994a). Modeling as a basis for analyzing teaching-learning situations. *Learning and Instruction*, vol. 4. 71-87.
- Tiberghien A. (1994b). Analysis of physics knowledge for learning environments. In S. Vosniadou, E. De Corte & H. Mandl (Eds), *Technology-Based Learning Environments*, vol. 137. p. 141-149.
- Tiberghien A. (1997). Learning and teaching : differentiation and relation. *Research in Science Education*, n° 3, vol. 27. 359-382.
- Tiberghien A., Veillard L., Buty C. & Le Maréchal J.-F. (1998). Analysis of Labwork sheets used at the upper secondary school and the first years of university. Working paper n° 3, 'Labwork Science Education' Project.
- Tricot A. (1993). Stratégie de navigation et stratégies d'apprentissage : pour l'approche expérimentale d'un problème cognitif. In G.-L. Baron, J. Baudé, B. de La Passardière (Eds), *Hypermédiats et apprentissage 2*, Paris : INRP-EPI. p. 21-38.
- Tricot A., Pierre-Demarcy C. & El Boussarghini R. (1998). Définitions d'aides en fonction des types d'apprentissages dans des environnements hypermédiats. In J.-F. Rouet & B. de La Passardière (Eds.), *Hypermédiats et Apprentissages 4*, Paris : INRP-EPI. p. 41-58.
- van Joolingen W. (1993). *Understanding and facilitating discovery learning in computer-based simulation environments*. Thèse, Université d'Eindhoven.
- van Nes F. L (1986). Space colour, and typography on visual display terminals. *Behaviour and Information Technology*, n° 2, vol. 5. 99-118.
- Veillard L. (2000). *Rôle des situations professionnelles dans la formation par alternance. Cas des élèves-ingénieurs de production de l'ISTP de Saint-Etienne*. Thèse de doctorat, Université Lumière Lyon 2.
- Viennot L. (1993). Temps et causalité dans les raisonnements des étudiants en physique. *Didaskalia*, n° 1. 13-27.
- Vince J. (2000). *Approches phénoménologiques et linguistique des connaissances des élèves de 2^{nde} sur le son. Contribution à l'élaboration analyse d'un enseignement et au développement d'un logiciel de simulation*. Thèse de doctorat, Université Lumière Lyon 2.

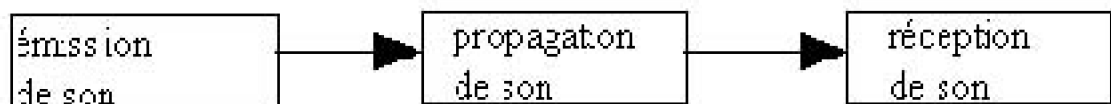
ANNEXE A : Les TPSOC

Dans cette section nous présentons les trois séquences de TP élaborées par le groupe SOC à partir desquels nous avons conçu l'hypermédia 'Labdoc Son et Vibrations'.

TP 1 Les différents éléments de la chaîne sonore

I.011 Enoncé du TP1

Rappel : On considère que **le son se propage d'une source à un récepteur**



Chaque fois qu'on entend un son, on peut préciser la chaîne sonore. On va étudier successivement deux éléments de la chaîne : les sources du son et la propagation du son.

Certaines activités de ce TP vont nécessiter que vous écoutiez attentivement le son que vous avez produit. Nous n'étudierons la réception que plus tard mais profitez de cette séance pour continuer à éduquer votre oreille.

I.1. Les sources du son et leur effet sur la perception auditive

I.1.1. Une condition nécessaire à l'émission d'un son

Objectif: Faire prendre conscience, à partir d'expériences simples, utilisant des objets de la vie courante, que les sons que nous entendons sont produits par un solide qui a un mouvement de va et vient de part et d'autre d'une position moyenne (qui vibre) . Attention à l'emploi du mot vibration, qui, les travaux de recherche le montrent, est un mot " cache-misère " .

Vous allez réaliser les expériences suivantes et essayer de trouver une condition nécessaire à l'émission d'un son.

Question pour chaque expérience :

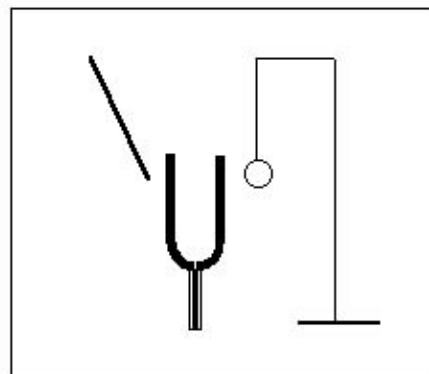
Nommez la source du son et expliquez en quelques lignes et éventuellement avec un schéma le comportement de la source

Diapason: On frappe le diapason avec la baguette, on l'approche de la boule du pendule jusqu'au contact. Observer le comportement du pendule. Remarque: On peut mettre le pendule au contact du diapason après avoir frappé celui-ci.

On peut toucher les branches du diapason quand on frappe légèrement puis quand on frappe fort.

Quelles sont les différences entre ces deux expériences :

- au niveau de ce que vous entendez?
- au niveau du comportement des branches?



Haut-parleur: il est alimenté par un générateur (6V - 50Hz) Touchez très délicatement la membrane. Qu'observez-vous ? Objectif: Faire prendre conscience que c'est la membrane qui vibre. Mettre des morceaux de polystyrène sur la membrane



Sifflet à papier à cigarette (herbe, ...) ou clarinette ou autre instrument à anche

Instrument à corde

Tambourin

Question après avoir fait toutes les expériences : Y a-t-il un comportement commun entre toutes ces sources de son ?

Après réflexion personnelle de chaque élève un débat peut s'engager, afin de dégager les conclusions suivantes :

Oui, il y a bien un comportement commun entre toutes ces sources, le phénomène physique qui est à l'origine du son s'appelle vibration.

Chaque source sonore, tout en restant au même endroit à chaque instant, possède une de ses parties qui vibre. Une vibration est un mouvement de va-et-vient d'un objet (ou mouvement d'aller-retour). On pourra préciser éventuellement que les vibrations sont de type mécanique.

Le professeur reprend alors la main. Il travaille à nouveau, au bureau, avec GBF (très basses fréquences)+HP.

I.1.2. Caractéristiques physiques de la vibration en lien avec la perception auditive

Objectif : Les premières analyses de conceptions d'élèves mettent en évidence une proportion non négligeable d'élèves ne faisant pas la différence aigu-grave ou fort-faible (ne serait-ce parce que ce vocabulaire n'est pas toujours assimilé). Pour que l'élève comprenne pourquoi on s'intéresse tant aux caractéristiques de la vibration, il est nécessaire à ce stade d'introduire un premier lien entre champ expérimental (la perception auditive d'une vibration) et modélisation (les caractéristiques de la vibration). Dans un premier temps on se borne à faire les liens (simplifiés, ceux au programme) fréquence/hauteur et amplitude de vibration/volume du son.

Le professeur est donc amené à faire une monstration : en se plaçant, sans le dire, dans le domaine des fréquences audibles, il augmente la fréquence de vibration (et le dit) et fait écouter.

De même il dira qu'il augmente, pour une fréquence de vibration donnée, l'amplitude de vibration et fait écouter.

Pour s'affranchir des défauts de l'oreille dus à sa physiologie, on choisira une fréquence 'médium', par exemple autour de 1kHz.

La fréquence de vibration est le nombre d'aller-retour (1 aller et 1 retour comptent pour un) effectués en une seconde.

Comme pour une tension périodique, elle s'exprime en Hertz (Hz).

Cette fréquence indique la rapidité avec laquelle la membrane vibre.

Mesure d'une fréquence de vibration de la membrane du Haut-parleur (à l'œil nu) : comptage+chronomètre

Exercice auditif : En quoi le son est-il différent lorsqu'on augmente la fréquence de vibration?

Le même nombre d'aller-retour en une seconde peut se faire avec un déplacement plus ou moins grand de la membrane : c'est ce qui est caractérisé par l'amplitude de vibration (comme en électricité, où l'amplitude d'une tension sinusoïdale est la tension maximale) (cf. schéma 1).

Vue simplifiée, " en coupe " du haut-parleur :

Schéma possible à laisser sur le texte de TP ou à reproduire par l'élève d'après schéma au tableau:



Compléter le schéma 2 dans le cas où l'amplitude est supérieure à celle du schéma 1.

Exercice auditif : En quoi le son est-il différent lorsqu'on augmente l'amplitude de vibration de la membrane du haut-parleur ?

Cette phase se déroule forcément sur le mode du travail en groupe et de la discussion afin que les perceptions aigu/grave et fort/faible en relation avec les caractéristiques de vibration soient communes à tous.

I.2. La propagation

Deux aspects de la propagation vont être étudiés successivement :

le milieu où le son se propage

la façon dont il se propage.

Dans cette première séance, seul le premier aspect sera étudié.

I.2.1. Condition nécessaire à la propagation du son.

Objectifs: - Mettre en évidence la nécessité d' un milieu matériel..

Prendre en compte les connaissances des élèves. L'élève fait des prévisions en s'appuyant sur ses connaissances.

Rompres avec des pratiques " habituelles " de l'enseignement qui proposent ou imposent des modèles aux élèves sans que le statut du modèle comme construction hypothétique en réponse à un questionnement soit pris en compte.

L'indication fournie par un sonomètre est en décibel (dB). Elle est d'autant plus importante que le niveau sonore du lieu où est placé est grand. Donc, l'indication en dB est

d'autant plus grande que l'amplitude de vibration de la source est grande. Exemple : Le sonomètre est à côté du réveil qui sonne, notez son indication : (100dB).

Faire de même quand il y a " silence " dans la classe : (50dB).

Remarque: On peut prévoir les indications du sonomètre en référence aux deux expériences faites en 1.1 avec le diapason et refaire la manipulation.

Le sonomètre et ce qu'il mesure, le niveau acoustique ne sont ici que des outils et ne donneront l'occasion à aucun développement théorique (pour ceci, cours proposé plus loin dans la progression). On souhaite juste avoir ici (et on le présente comme tel) une grandeur chiffrée rendant compte d'un son plus ou moins fort.

Expériences avec la cloche à vide

Le professeur vous explique le principe des expériences.

1.
Avant leur réalisation, vous allez prévoir ce qui va se passer en remplissant la deuxième colonne du tableau. Vous justifierez vos prévisions sous le tableau.

2.
Pendant leur réalisation, vous observez de façon très attentive.

3.
Vous aurez ensuite à confronter vos prévisions avec vos observations.

Situation 1



Mettre le sonomètre si possible.

Remarque: Il serait intéressant de remplacer le réveil par une boîte à musique avec personnages mobiles.

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

Questions Dans cette situation,	a) Prédictions	b) Observations pour chaque expérience réalisée par le professeur.	c) Accord entre observations et prédictions.
L'élève entend-il la sonnerie ?	<u>oui mais beaucoup moins fort que sans la cloche</u>		
A quoi sert le sonomètre dans cette expérience ?	<u>A évaluer le niveau de bruit dans la cloche</u>		
Son indication est-elle inférieure, supérieure ou égale à celle notée tout à l'heure quand le réveil était dans la pièce ?	<u>égale soit environ 100dB</u>		

Justifiez vos prévisions: La cloche de verre isole l'élève du bruit du réveil mais dans l'espace sous la cloche, le niveau de bruit est le même que précédemment dans la pièce.

Situation 2

On fait le vide dans la cloche : on raréfie l'air

On fait le vide dans la cloche on raréfie l'air



Questions Dans cette situation,	a) Prédictions	b) Observations pour chaque expérience réalisée par le professeur.	c) Accord entre observations et prédictions.
L'élève entend-il la sonnerie ?	<u>non</u>		
L'indication du sonomètre change-t-elle par rapport à celle de la situation précédente ?	<u>oui; il donne l'indication correspondant au "silence" soit 50dB.</u>		

Justifiez vos prévisions relatives à ces deux questions.

Il n'y a pas de bruit sous la cloche. L'absence d' air empêche la propagation du son; le son ne se propage pas dans le vide.

Conclusion:

La propagation dépend des caractéristiques du milieu de propagation. En l'absence de milieu, il n'y a pas de propagation donc pas de son. Pour qu'il y ait son, il faut une source et un milieu de propagation.

Remarque: Dans les situations 1 et 2, la sonnette est posée sur un support qui l'isole du socle de la cloche.

Situation 3 (si possible, en fonction du matériel disponible)

Dans les situations précédentes, la sonnette était posée sur un support en mousse ; maintenant le professeur refait l'expérience en enlevant la mousse ; la sonnette est alors directement en contact avec le socle de la cloche à vide.

Question : A votre avis, que doit-on observer ?

Le professeur réalise les expériences. Observer.

Conclure et expliquer.

Le sonomètre indique toujours le " silence " : il n'y a pas de bruit sous la cloche, mais les vibrations du réveil en contact avec la sole métallique de la cloche se transmettent à celle-ci jusqu'à l'extérieur de la cloche et l'élève entend la sonnerie: le son se propage dans les métaux.

I.2.2. Différents milieux de propagation

Les expériences ci-dessous peuvent être reprises en cours si l'enseignant juge que ce TP est trop long.

Expérience 1: Pots de yaourts (fil de coton tendu)

Vous faites l'expérience avec le fil tendu.

Question : Nommez le ou les milieux de propagation du son entre la personne qui parle et celle qui entend.

Air, fil, air

Il s'agit uniquement au cours de cette expérience de présenter un autre milieu de propagation que l'air. Mais attention, la vibration sonore est ici à la fois longitudinale et transversale. Il convient donc, à ce stade, de ne pas interpréter la propagation du son dans ce cas.

Expérience 2: Avec le diapason

Après avoir frappé le diapason ,

1. approchez ses branches de votre oreille

2.

mettez sa base en contact avec un support rigide (la table par exemple)

On pourra éventuellement faire poser, avec précaution, le diapason sur le sommet du crâne.

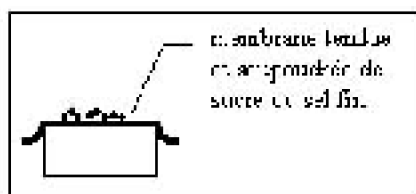
Question:

Dans chaque cas, précisez le ou les milieux de propagation du son entre le diapason et votre oreille

I.2.3. Exemple de chaîne sonore

Cette partie peut n'être faite que lors du cours suivant si on manque de temps. Elle est essentielle pour la suite de la progression.

Expérience 3: Tambour à sucre (ou sel)



On provoque un son au dessus du tambour et on observe simultanément les grains de sel saupoudrés sur la membrane.

Questions :
Qu'observe-t-on ?

Questions :

Qu'observe-t-on ?

Quel rôle joue la membrane tendue ?

Détaillez tous les éléments de la chaîne sonore mis en évidence dans cette expérience.

On peut facilement réaliser le tambour à sucre en tendant une film plastique (type 'micro-onde') sur un cristalliseur.

Le son produit au dessus du tambour se propage dans l'air jusqu'à la membrane qui se met à vibrer (c'est un récepteur sonore). Ceci provoque le sautillerment des grains: une perturbation de l'air s'est propagée, et lorsque cette perturbation parvient à la membrane, celle-ci est aussi perturbée. Cette expérience permet d'introduire la notion de récepteur.

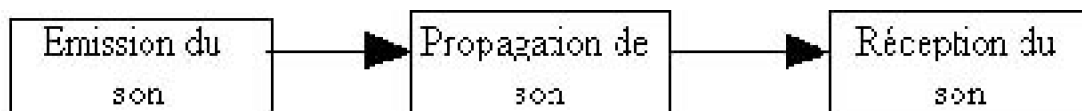
Information : le tympan de notre oreille, grâce auquel on entend, est lui aussi une petite membrane tendue : on entend parce que le tympan de notre oreille vibre.

Cette conclusion est très importante pour l'interprétation microscopique de la propagation. C'est en effet cette information qui pourra permettre de corréler la perception et la vibration du milieu.

II.011 Cahier de l'élève du TP1

On considère que le son se propage d'une source à un récepteur et on utilise la chaîne

sonore pour représenter ce phénomène:



Quand il y a un son, alors nécessairement l'objet (ou la partie d'objet) qui produit le son vibre. On appelle source sonore l'objet qui produit le son.

La vibration émise par la source sonore ne se propage que s'il y a de la matière. La matière est alors appelée milieu de propagation.

Dans le vide cette vibration ne peut pas se propager.

Chaque source sonore possède une de ses parties qui vibre.

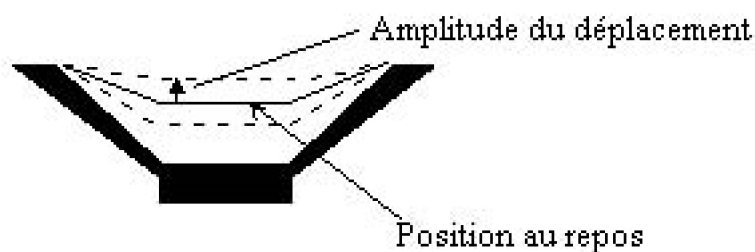
Une vibration est un mouvement de va-et-vient d'un objet (ou mouvement d'aller-retour).

La vibration de la source est caractérisée par une fréquence et une amplitude. Fréquence et amplitude sont des grandeurs physiques.

Définitions

La *fréquence de vibration* est le nombre d'aller-retour (1 aller et 1 retour comptent pour un) effectués en une seconde. Elle s'exprime en *Hertz* (Hz).

Le même nombre d'aller-retour en une seconde peut se faire avec un déplacement plus ou moins grand de la partie de la source qui vibre : c'est ce qui est caractérisé par l'*amplitude de vibration* (cf. schéma dans le cas du haut-parleur).



III.011 Environnements conceptuels du TP 1

Ce TP répond à des questions que l'on peut considérer comme élémentaires dès qu'on s'intéresse au son : quel phénomène est à l'origine du son ? Quelle(s) condition(s) faut-il pour qu'un son existe ?

Les analyses de certaines des réponses au questionnaire proposé et passé l'an dernier (questions 2, 6 et 10 par exemple à ce sujet) nous ont fournis des renseignements utiles, pour construire les activités de ce TP. Elles ont été complétées par les résultats

obtenues dans d'autres recherches. Ceci nous permet de définir ce que nous appelons un environnement conceptuel, incluant objectifs généraux (tant du point de vue du contenu que de la méthode), argumentation quand aux choix faits et explicitation des objectifs propres à certaines activités. Toutefois il n'est pas question de tenir compte des résultats de ses propres élèves au questionnaire pour construire son TP.

Voici les principaux résultats :

L'idée de vibration n'est pas toujours utilisée (parfois à peine connue) pour décrire la production d'un son, et de façon générale n'est associée qu'à certains phénomènes sonores (par exemple quand le son est fort, quand la source est un instrument de musique à corde, etc.)

Lorsque le terme vibration est utilisé, il recouvre des usages très divers. Cette multiplicité de sens semble refléter une fonction générique de ce mot permettant ainsi à l'élève de décrire ou interpréter un grand nombre de phénomènes pour lesquels il semble manquer de mots. Le mot 'vibration' semble jouer le rôle de 'cache-misère'.

Ainsi, pour la majorité des élèves de seconde, le son n'est pas **systématiquement** associé à une vibration, ni décrit comme un phénomène qui nécessite une source, un milieu de propagation et un récepteur. Nous considérons que ces connaissances sont indispensables pour que les élèves puissent comprendre la physique du son en terme d'onde.

Objectifs généraux :

Si la séance est centrée sur la notion de vibration, on peut néanmoins repérer trois grands thèmes abordés ici, tous liés à la modélisation :

Notion de chaîne. La chaîne sonore notion, explicitement au programme, nous semble préliminaire à toute étude des phénomènes sonores. Pour la majorité des élèves, elle est un premier moyen de modélisation des situations mettant en jeu des phénomènes sonores en permettant de repérer les " lieux " où va " vivre " le son. On remarquera, sans forcément le mentionner à l'élève, la différence de statut entre d'une part l'émetteur et le récepteur et d'autre part le milieu. Si on peut assez facilement désigner et localiser (en particulier si on les voit) l'émetteur et le récepteur, qui sont souvent associés à un objet, le milieu peut être, quant à lui, illimité dans l'espace, complexe et composé de plusieurs objets ; il est plus difficile à identifier. Pourtant les élèves ont déjà à ce stade conscience que l'espace joue un rôle (faculté et habitude à localiser la source ou à se déplacer pour mieux entendre...). Il est important d'aider l'élève à utiliser ces connaissances préalables qui sont ici favorables à l'apprentissage. Les élèves sont sensés avoir déjà travaillé sur cet outil de modélisation lors de l'activité préliminaire.

Passage du champ sonore au champ de la mécanique Un des objectifs majeurs est d'amener l'élève à faire le lien entre le phénomène qu'il perçoit, et qu'il désigne comme

étant un son, et le phénomène physique (visible ou tactile dans certaines conditions particulières) qui lui est lié. C'est ce processus qui permet d'introduire la vibration comme phénomène commun aux différents sons perçus.

Modélisation de la vibration On tente ici d'aller plus en avant dans l'exploration du champ mécanique en modélisant la vibration en terme de fréquence et d'amplitude. Ceci est nécessaire pour comprendre que les vibrations mécaniques peuvent différer fortement, selon l'objet qui vibre, mais aussi selon des caractéristiques propres à la vibration, mesurables et quantifiables. C'est déjà à ce stade qu'on pourra suggérer qu'à la diversité des vibrations peut correspondre une partie de la diversité des sons. Une partie seulement puisque, comme l'élève aura pu commencer à le voir lors du TP, le milieu joue aussi un rôle au sujet de la diversité des sons perçus. Les objectifs propres à chaque phase du TP, sont le moyen d'atteindre ces objectifs généraux.

Quelques réflexions issues de l'observation d'élèves lors de ce TP.

Il est important de laisser les élèves exprimer leur besoin de toucher pour sentir les vibrations lorsque c'est possible. Ainsi il est essentiel que les élèves puissent tous toucher et retoucher la membrane du haut-parleur pour la sentir vibrer. Cette activité fondamentale **demande du temps** pour être convaincante pour l'élève.

L'activité de calcul de fréquence à l'aide du comptage des aller-retours est nouvelle et quelque peu surprenante pour l'élève. Il faut prendre du temps pour que chaque élève puisse compter en voyant la membrane vibrer lentement. C'est cette phase qui permet de construire un sens physique à la notion de fréquence.

Les élèves ont beaucoup de difficultés à élaborer une prédiction, à la confronter à ce qu'ils observent, et à accepter, dans ce cas, que la prédiction soit 'fausse'. Il faut donc bien insister sur le fait que la prédiction, même fausse, est aussi importante que ce qu'il se passe réellement pour accéder une compréhension physique des phénomènes. C'est un fonctionnement important dans l'activité scientifique. L'activité doit être centrée sur la comparaison entre prédiction et observation et la trace sur le TP doit rendre compte de cette activité. Les élèves ont beaucoup de difficultés à accepter de laisser quelque chose qu'ils estiment 'faux' sur leur compte-rendu. Pour les aider à accepter leur prédiction, et leur faire prendre conscience qu'ils ne sont pas de mauvais élèves si leur prédiction n'est pas correcte, on peut leur demander par exemple de remplir les tableaux de prédiction au stylo à encre non-effaçable.

L'utilisation d'un vocabulaire autre que 'vibrer' une fois que le mot a été introduit semble difficile pour bon nombre d'élève. Rien d'étonnant à cela puisque c'est le concept fort de ce TP. Il faut cependant veiller à ce que le mot ne soit pas trop dénaturé par des emplois flous ou inappropriés.

Globalement il semble que les élèves aient besoin de temps pour prédire, rapporter des observations, comparer les deux, ainsi que pour les phases de modélisation.

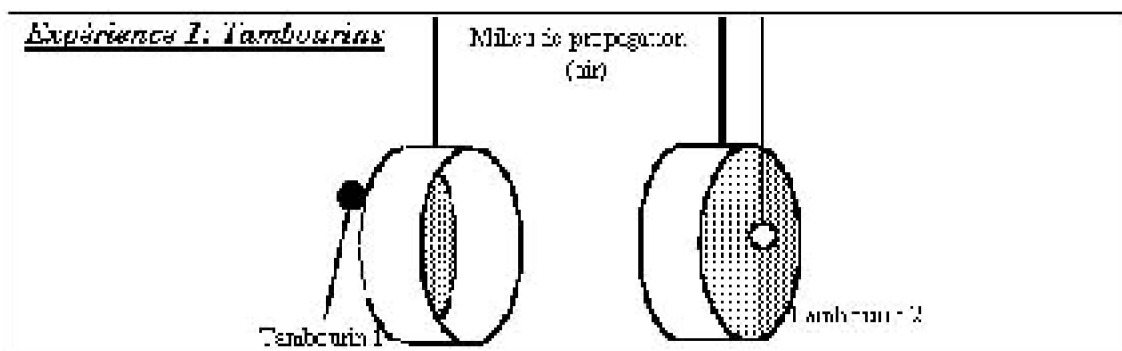
TP 2 La propagation du son dans l'air, la période temporelle de la source de son.

I.011 Enoncé du TP2

I.1. La propagation du son:

Rappel: Deux aspects de la propagation peuvent être étudiés : le milieu où le son se propage (c'était l'objectif de la séance précédente) et la façon **dont il se propage**.

I.1.1. Expérience 1 : Tambourins



Remarque: Le tambourin 1 peut être tenu à la main. Dans ce cas, ne pas oublier de faire la contre-expérience: un petit déplacement du tambourin 1, sans frapper, n'entraîne pas le déplacement du pendule .

Question:

Expliquez ce qui passe dans l'air pour que la petite boule en contact avec le tambourin 2 se mette à sauter quand on frappe le tambourin 1.

L'air entre les deux tambourins vibre et entraîne la vibration du tambourin 2. On n'attend pas ici une explication détaillée. L'idée à faire émerger est celle d'une propagation de l'information vibratoire grâce à l'air.

I.1.2 Expérience 2 : Bougie(s) devant un haut-parleur

Un haut-parleur est alimenté par un GBF: on fait varier la fréquence du GBF de 0 à 2000 Hz tout en maintenant l'amplitude constante.

Quelle que soit la fréquence, la membrane du haut-parleur vibre

Remarque: L'oreille est sensible de 20Hz à 20000Hz, le maximum de sensibilité se

situe autour de 1000Hz.

Question:

A partir de quelle fréquence du GBF entendez-vous un son ?011 environ 25Hz;

Information : *Pour des fréquences inférieures à cette fréquence limite, on parle d'infrasons, ils sont inaudibles, car l'oreille humaine n'est pas sensible aux 'basses' fréquences.*

Il n'est pas vraiment utile d'insister à ce stade sur le terme d'infrasons. Le concept sera revu plus en détail lors de l'étude de l'oreille. Une discussion peut s'engager éventuellement sur la distinction faite entre sons, infrasons, et ultrasons. Bien qu'on essaie ici de réserver le terme de son à ce qui est audible, on est conscient que dans le langage courant on pourra parfois parler de sons inaudibles, lorsque l'on veut insister sur la nature physique unique de toutes les ondes acoustiques. Le physicien considère bien sûr, en ce sens, les infrasons et les ultrasons comme des cas particuliers de sons (c'est aussi le cas dans la définition d'un son par l'Encyclopédie Universalis), le modèle commun à tous ces " objets " étant l'onde sonore. Ces choix de vocabulaire nous paraissent ici relativement mineurs, même si, insistant sur l'aspect perceptif comme point de départ de l'apprentissage du son, nous considérerons, en tous les cas par écrit, de réserver le terme de son aux ondes sonores perceptibles par l'oreille.

Par contre il paraît important de préciser que si l'on n'entend rien à 'basse' fréquence (guillemets pour préciser la relativité de cette dénomination...), c'est bien du fait de l'oreille et non du fait de la nature de la vibration ou du comportement de la membrane du haut-parleur.

Placez la (ou les) bougie(s) allumée(s) devant la membrane d'un haut-parleur reliée à un GBF. Faire varier la fréquence du générateur de 0 à une fréquence correspondant à un son.

Questions :

Nommer le milieu de propagation du son en jeu dans cette expérience 011 l'air

Qu'observez-vous et qu'entendez-vous à très basse fréquence et à fréquence plus élevée ? La flamme de la bougie est animée d'un mouvement de va et vient similaire à celui de la membrane du HP; quand le mouvement est visible, le son est inaudible; quand le son devient audible, le mouvement est trop rapide pour être visible.

Pour une fréquence donnée (entre 3Hz et 4Hz par exemple), vérifier, en comptant les aller-retours de la flamme puis de la membrane du haut-parleur, que la flamme vibre à la même fréquence que la membrane. Même si on ne prend pas le temps de faire les mesures, il est essentiel de remarquer que, lorsqu'on peut voir la flamme vibrer, cette vibration se fait bien à la même fréquence que la vibration de la membrane. Ceci pourra être réinvesti lorsque l'élève sera amené à commenter le film sur l'interprétation microscopique (voir plus loin). Cette expérience avec la bougie est un des rares moyens de faire le lien entre la vibration de l'émetteur et la vibration du milieu de propagation.

elle doit être exploitée au maximum.

Pouvez-vous en déduire la façon dont se comporte le milieu de propagation quand un son est émis par le haut-parleur ? Le milieu de propagation vibre, il y a mouvement de va et vient de l'air

I.1.3 Interprétation microscopique de la propagation du son dans l'air (ou dans un gaz)

Le film présenté donne des éléments pour interpréter plus précisément la propagation du son dans l'air ou dans un gaz.

Prévoir deux visionnements du film:

Après le premier, les élèves répondent aux questions par groupe de 2 et éventuellement sur transparent pour permettre l'échange et la discussion entre groupes.

2ème visionnement: le professeur propose ses réponses.

Travail à la maison: utilisez ce modèle microscopique pour interpréter l'expérience des deux tambourins.

Questions:

Faire un schéma représentant la propagation du son dans un gaz.

Décrire le mouvement d'une molécule du gaz lors de la propagation du son.

Lors de la propagation du son dans un gaz y a-t-il transport de matière de l'émetteur au récepteur ?

Expliquez votre réponse

On pourra faire prendre conscience à l'élève que le phénomène est identique que le son soit audible ou non; la seule différence est liée à la vitesse du mouvement de va et vient c'est à dire à la fréquence d'alimentation du HP.

Toutes les molécules sont " bousculées " les unes après les autres par leurs voisines mais elles reprennent leur place et aucune ne fait le déplacement complet depuis la source de bruit (l'émetteur) jusqu'à l'oreille (le récepteur): il n'y a pas transport de matière. C'est la vibration qui est transmise d'un endroit à un autre: on dit que la vibration se propage.

I.2. Le mouvement de la membrane du haut-parleur : relation entre la fréquence de vibration de la membrane et la fréquence de la tension du GBF.

L'objectif de ce paragraphe est d'établir la relation d'égalité entre la fréquence de vibration de la membrane et la fréquence de la tension du GBF. Le stroboscope est l'outil pour atteindre cet objectif: le professeur décidera s'il y a lieu d'aller plus loin (en insistant sur l'efficacité de cet outil pour observer tout phénomène périodique 'rapide').

Se méfier de l'évidence apparente qui pourrait résulter d'une confusion: jusqu'à ce stade de l'enseignement, les élèves ont essentiellement abordé la notion de périodicité pour les phénomènes électriques (tensions variables); le mouvement de la membrane comme mouvement périodique a été vu (rapidement) au cours du TP précédent mais la seule mesure a été faite à l'oeil nu (mouvement très lent) et aucun lien n'a été fait avec la fréquence du GBF.

Au delà de la vérification expérimentale de $f_{HP} = f_{GBF}$ (qu'un grand nombre d'élèves considère à ce stade comme évidente), cette séquence est surtout l'occasion de renforcer l'idée de la fréquence de vibration liée à la perception auditive.

I.2.1 Quelques observations à l'oeil nu -

Expérience 1: Observation à l'oeil nu de la membrane du haut-parleur.

On fait varier la fréquence de la tension d'alimentation du GBF: Observons la membrane pour différentes valeurs de cette fréquence.

Questions:

La membrane du haut-parleur se comporte-t-elle différemment quand on entend le son et quand on ne l'entend pas? On cherche ici à vérifier si l'information donnée lors de l'expérience de la bougie est bien assimilée

Pourquoi la membrane apparaît-elle floue au delà d'une certaine fréquence?

Information : *L'observation à l'oeil nu ne permet pas de suivre un mouvement rapide. Ce fait est dû au phénomène de persistance des sensations visuelles. L'oeil ne peut distinguer 2 images que si elles sont séparées dans le temps par une durée d'au moins 1 / 10 s. Dans le cas contraire, on a l'impression d'un phénomène continu.*

Expérience 2. Observation à l'oeil nu d'un disque avec secteur coloré, animé d'un mouvement de rotation uniforme:

Décrire et interpréter vos observations

I.2.2 Dispositif permettant d'analyser un mouvement rapide

L'idée n'est pas de faire ici une étude complète des phénomènes mettant en jeu un ou des effets stroboscopiques. La stroboscopie n'est vue ici que comme un moyen de mesurer la fréquence de la membrane lorsqu'on ne peut pas la suivre à l'oeil nu. Quelques développements sur la stroboscopie pourront être vus dans le cours qui suit le TP.

Expérience : Observation du disque éclairé avec un stroboscope.

En faisant varier la fréquence des éclairs, observer les différents cas possibles: immobilité du secteur, plusieurs secteurs immobiles, mouvements ralentis.

On peut donner une définition du stroboscope.

Questions:

Pour quelles fréquences obtient-on un secteur immobile?

Si on laisse d'abord réfléchir l'élève, on discute ensuite du principe de l'analyse stroboscopique et on explique pourquoi on peut voir un disque immobile. Selon le niveau de la classe et l'intérêt manifesté par les élèves, le professeur décidera s'il y a lieu d'approfondir à ce stade les notions de stroboscopie. Les mouvements ralentis apparents pourront être interprétés plus tard.

Information : La fréquence de rotation du disque est égale à la fréquence maximale des éclairs permettant d'observer l'immobilité.

Quelle est la valeur de la fréquence de rotation du disque? Quelle est sa période?

I.2.3 Détermination de la fréquence de vibration de la membrane du H.P.

Expérience

En éclairant la membrane avec le stroboscope, vérifier que la période des éclairs est égale à la période de la tension électrique lorsque la membrane apparaît immobile.

Le stroboscope est relié au GBF; le générateur alimentant le H.P. (G.B.F. ou 6V/12V-50Hz) est relié à l'oscilloscope, voie B.

Questions récapitulatives : (à la maison éventuellement)

Expliquer la phrase : le haut-parleur est un transducteur électroacoustique

Comparer ce qu'il se passe au contact tambourin1-air et ce qu'il se passe au contact air-tambourin2. Retrouver dans les expériences du TP1 une situation comparable à l'un ou l'autres des cas.

Le retour sur l'expérience 1 en cette fin de TP se justifie si le travail est à faire à la maison: l'élève doit maintenant disposer du recul nécessaire pour être en mesure de fournir une interprétation à la fois macroscopique et microscopique cohérente; si le temps disponible est suffisant, cette interprétation peut être demandée dès la fin du $\beta 2$, après la deuxième projection du film ; ceci reste donc à l'entière décision du professeur.

On peut considérer ces deux questions comme se rapportant chacune à l'un des deux objectifs du TP:

Le modèle microscopique de la propagation

La fonction de transducteur du haut-parleur avec passage de la notion de fréquence du domaine de l'électricité (étudié depuis le début de l'année) à celui de l'acoustique (la fréquence de la vibration acoustique est une notion fondamentale pour la suite du cours).

Enfin on peut penser que la deuxième question renforce la conception éronnée 'l'air se déplace'. C'est en fait ici l'occasion de rendre explicite cette conception pour les élèves chez qui elle existe. Le professeur ne la détectera que mieux et cette situation sera l'occasion d'en discuter

II.011 Cahier de l'élève du TP2

La façon dont le son se propage

La vibration de la source modifie le milieu de propagation. Pour étudier cette modification, on utilise un **modèle particulaire**.

Cette modification consiste en une vibration des particules du milieu. Les premières particules à vibrer sont celles en contact avec la source vibrante puis la vibration de ces particules cause la vibration des particules voisines et ainsi de suite : il y a **propagation de proche en proche** de la vibration. Un ensemble de particules qui vibrent reste globalement au même endroit : il n'y a pas de déplacement de matière de l'émetteur au récepteur.

Cette modification se produit donc dans le milieu à partir de la source puis de plus en plus loin de la source : c'est ce qu'on appelle **une onde**. Le déplacement du son correspond à la propagation de l'onde sonore.

La fréquence de l'onde sonore

En chaque endroit du milieu les particules ont un mouvement de va-et-vient qui se caractérise par une fréquence et une amplitude : ce sont la fréquence et l'amplitude de l'onde sonore en cet endroit.

La fréquence de l'onde sonore est la même que celle de la vibration de la source sonore. Elle n'est pas modifiée par le milieu matériel. Elle est donc la même partout.

Les propriétés de l'onde sonore sont valables pour une gamme de fréquences plus large que les fréquences des sons que l'oreille peut entendre. Pour les fréquences inférieures aux fréquences des sons audibles, on parle d'infrasons et pour les fréquences supérieures on parle d'ultrasons.

La fréquence de vibration de la membrane du haut-parleur

Grâce au stroboscope, on constate que la fréquence de vibration de la membrane du haut-parleur (la source) est la même que celle de la tension alimentant ce haut-parleur.

III.011 Environnements conceptuels du TP2

Cette séance de TP permet d'établir le lien entre les phénomènes invisibles ou inobservables car trop rapides et les phénomènes macroscopiques faisant intervenir des objets matériels, utilisés ou non dans la vie courante.

Objectifs généraux :

Montrer que la vibration de l'émetteur entraîne celle du milieu de propagation. Cette vibration du milieu permettra d'introduire la notion d'onde sonore et de définir sa fréquence et son amplitude (voir TP n°3).

Se représenter la propagation du son dont les manifestations sont visibles en fin de chaîne en utilisant le modèle microscopique.

Recueillir des informations sur des phénomènes trop rapides pour être vus à l'oeil nu au moyen de la stroboscopie

T.P.3 Deux des grandeurs caractéristiques du son

I.011 Enoncé du TP3

En tant que sensation auditive, le son est caractérisé, principalement, par :

sa hauteur (son caractère plus ou moins aigu ou grave)

son volume (son caractère plus ou moins fort ou faible)

En physique, le phénomène du son est associé à une vibration périodique qui est caractérisée par :

sa fréquence

son amplitude

I.1. Expérience de sensibilisation (Rappel)

On dispose d'un G.B.F. alimentant un haut-parleur.

I.1.1 La fréquence de la tension reste constante (ex : 500 Hz), on entend un son.

Augmenter, puis diminuer l'amplitude de la tension électrique.

Coller une pastille au centre de la membrane permet de voir son déplacement même à 500Hz.

Questions : Quelle conséquence cela a-t-il sur le mouvement de la membrane ?

Prévoir éventuellement l'expérience au bureau (avec un gros haut-parleur) pour confirmer la réponse . Le but est que chaque élève relie bien amplitude de la tension et amplitude de vibration.

Que pouvez-vous dire à partir de ce que vous voyez, de ce que vous entendez?

Que pouvez-vous dire à partir de ce que vous savez?

I.1.2 L'amplitude de la tension est constante.

Augmenter, puis diminuer la fréquence de la tension électrique.

Questions:

Quelle conséquence cela a-t-il sur le mouvement de la membrane ?

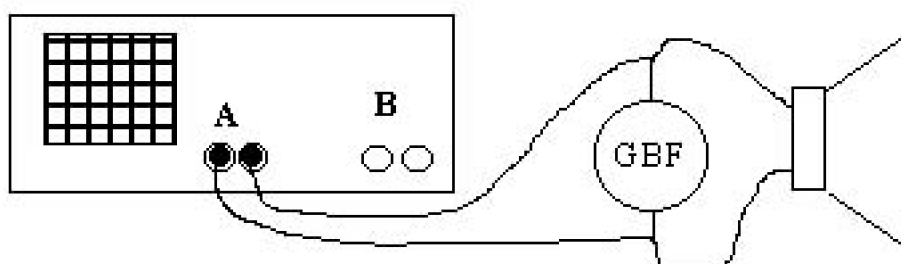
Que pouvez-vous dire à partir de ce que vous voyez, de ce que vous entendez?

Que pouvez-vous dire à partir de ce que vous savez?

Remarque: L'expérience montre que les élèves ont encore besoin de beaucoup de temps pour répondre à ces questions.

I.2. Etude des grandeurs caractéristiques du son à l'oscilloscope

On réalise le montage suivant :

**I.2.1.Question:**

Que représente alors la courbe visualisée sur l'écran ?:

On attend que l'élève affirme que ce qui est visualisé est la tension alimentant le HP. Dans l'hypothèse (probable) où certains affirment que la courbe représente le son ou (un peu mieux) une 'image' du son, il est souhaitable d'engager alors une discussion pour que l'ensemble de la classe parvienne à une réponse rigoureuse. Si plus tard, il sera probablement difficile, y compris pour le prof, d'éviter les abus de langage du style 'on voit le son' ou 'on visualise le son' ou 'on a une image du son', on souhaite, au moins dans ce TP dont c'est un des objectifs, être rigoureux quant au rôle de l'oscilloscope puis du microphone, y compris dans les formulations orales.

Soient les oscillogrammes ci-dessous:

(adapter l'amplitude, donc la sensibilité verticale utilisée, en fonction du matériel disponible pour que la perception du moins fort et du plus aigu soit sans ambiguïté)

FIGAN011	FIGAN012	FIGAN013
= 1V/div	s = 1V/div	s = 1V/div
b = 0,1ms/div	b = 0,1ms/div	b = 0,1ms/div

I.2.2 Prédiction:

Dans quel cas (1, 2 ou 3) le son émis par le haut-parleur sera-t-il le moins fort? Justifier.

Dans quel cas (1, 2 ou 3) le son émis par le haut-parleur sera-t-il le plus aigu? Justifier.

I.2.3 Vérification

Réaliser le montage électrique. Régler le balayage et la sensibilité verticale de l'oscilloscope comme indiqué. Puis régler le GBF afin d'obtenir successivement les trois oscillogrammes.

Remarque: Il est plus confortable (en particulier du point de vue sonore) de s'assurer que les élèves maîtrisent la manipulation oscillo / GBF jusqu'à l'obtention des oscillogrammes proposés avant de leur permettre de brancher le haut-parleur, et de passer alors de l'un à l'autre. Si les haut-parleurs restent branchés alors que les élèves sont en train d'essayer d'obtenir les tensions demandées, le niveau sonore dans la classe devient vite pénible. On s'assure donc que les élèves sont capables de passer rapidement d'une tension à une autre, puis on les autorise à brancher le haut-parleur.

Ecouter et comparer les sons deux à deux afin de vérifier votre prédiction.

Comment évolue le son lorsque la fréquence de la tension augmente ?

Comment évolue le son quand l'amplitude de la tension augmente ?

Remarque: Attention, il est possible que, dans certains cas, ce que les oscillogrammes montrent et ce que vous savez ne soit pas conforme à ce que vous entendez.

Pour certains élèves, un tableau peut constituer une aide (une colonne par expérience, avec chaque fois, période, fréquence et amplitude). En renforçant la démarche expérimentale, l'objectif est ici, après avoir testé les capacités auditives de l'élève, de faire le lien entre hauteur du son et fréquence de vibration du HP, ainsi qu'entre volume du son et amplitude de vibration.

Il est important de faire prendre conscience aux élèves que l'oreille n'a pas la même sensibilité pour toutes les fréquences..

I.2.4 Conclusion :

La hauteur d'un son (caractère aigu/grave) est essentiellement liée à la fréquence de vibration de l'émetteur.

Le volume (ou niveau sonore) d'un **son** (caractère fort/faible) est essentiellement liée à l'amplitude de **vibration** de l'émetteur.

L'objectif de cette conclusion est d'amener le maximum d'élèves à relier les

définitions données en préambule, concernant le son d'une part, la vibration physique d'autre part.

I.3. Comparaison des caractéristiques du son: hauteur et volume au niveau de l'émetteur et du récepteur.

On suppose qu'un haut-parleur émet un son de fréquence 400Hz.

I.3.1 Prédiction :

Comment, d'après vous, évoluent les caractéristiques du son entendu quand on s'éloigne du haut-parleur ?

Pour étudier les caractéristiques du son entendu quand on s'éloigne du haut-parleur, on utilise un microphone.

I.3.2 Utilisation du microphone.

Informations: Le microphone est utilisé comme récepteur pour 'traduire' nos perceptions auditives.

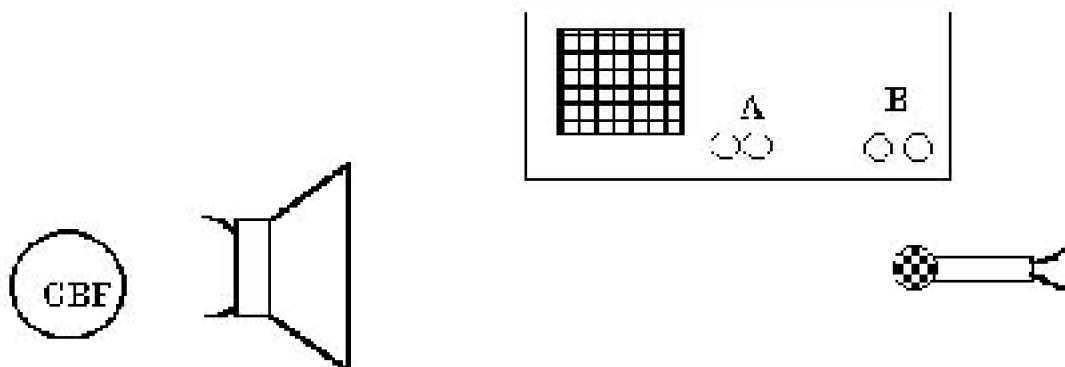
Un **micro** comporte, comme l'oreille, une membrane qui peut se déplacer. Ce déplacement est causé par l'air en contact avec la membrane (comme dans l'expérience avec les deux tambourins)

Par ailleurs, le micro comporte un dispositif qui génère une tension électrique (c'est pour cette raison qu'il a deux bornes) en fonction du déplacement de la membrane du micro (cette tension est représentative du déplacement).

Vous pouvez vérifier que le micro fonctionne en le branchant à l'oscilloscope : une tension complexe doit apparaître à l'écran lorsque vous parlez face au micro (utiliser une grande sensibilité verticale). Vous constatez donc qu'un son quelconque n'est pas forcément associé à une tension sinusoïdale.

I.3.3 Expérience :

On fait émettre un son de fréquence environ 400Hz à un haut-parleur. Le micro reçoit le son émis. On souhaite visualiser simultanément en utilisant les deux voies de l'oscillo la tension aux bornes du haut-parleur et la tension aux bornes du micro. Complétez le schéma ci-dessous. Réalisez le montage, faites-le vérifier par le professeur et réalisez-le.



I.3.4 Vérification

Comparer l'amplitude et la fréquence des tensions aux bornes du haut-parleur et du microphone.

Comment évoluent les caractéristiques du son reçu par le microphone quand on l'éloigne de l'émetteur ?

I.4 Application : reproduction du son du diapason.

La quatrième partie peut n'être envisagée que pour les groupes les plus rapides.

On veut obtenir le même son avec le haut-parleur et le diapason et le vérifier avec une mesure physique (à l'oscilloscope par exemple).

Réfléchissez par groupe de 2 pour savoir comment vous allez vous y prendre. Lorsque vous êtes d'accord sur ce que vous voulez faire, réalisez la manipulation et expliquer ci-dessous votre démarche. Vous indiquerez en particulier ce sur quoi vous vous basez pour considérer que vous avez obtenu le même son.

Indiquez également les chaînes sonores correspondant aux manipulations que vous êtes amenés à faire.

Réponses:

Cette activité de recherche doit pouvoir être faite assez librement. Il est possible que certains élèves, pour faire un même son, se servent de leur oreille. Il est également possible (et plus courant, vue la mise en contexte) que certains veuillent utiliser le micro. Dans ce cas, les élèves devront se rendre compte :

- d'une part que l'on ne peut pas utiliser un micro pour chacun des deux sons : un micro ne sélectionne pas un son particulier. On a deux un mélange si on joue les deux sons en même temps.

- d'autre part qu'il convient de comparer deux sons au même endroit, avec donc, un micro fixe. Il ne s'agit pas de comparer ici la tension aux bornes du micro enregistrant le diapason et la tension d'alimentation du HP (celle du GBF). On mesurera donc approximativement la fréquence avec le diapason comme émetteur puis on essaiera de régler le GBF pour avoir la même fréquence (et une amplitude du même ordre) lorsque le haut-parleur est émetteur.

Enfin, quelque soit la stratégie choisie par les élèves, l'objectif est de remarquer que la tâche est rendu très difficile par le fait que l'amplitude du son du diapason n'est pas constante. Il ne faudrait pas laisser croire avec cette tâche que même son = même fréquence. A ce stade, même son = même fréquence ET même amplitude. La tâche ne pourra donc être réalisée que partiellement réalisée.

II.011 Cahier de l'élève du TP3

Le lien entre les sensations auditives et les caractéristiques physiques de la vibration sonore

En tant que sensation auditive, le son est caractérisé, principalement par :

sa hauteur c'est à dire le caractère plus ou moins aigu ou grave

son volume c'est à dire le caractère plus ou moins fort ou faible

La hauteur d'un **son** est essentiellement liée à la **fréquence** de **vibration**.

Le volume (ou niveau sonore) d'un **son** est essentiellement liée à l'**amplitude** de **vibration**.

L'évolution des caractéristiques du son au cours de sa propagation

Le phénomène du son est associé à une vibration caractérisée par sa période (ou sa fréquence) et son amplitude.

La fréquence est déterminée par l'émetteur qui impose la hauteur du son.

Au cours de la propagation, l'amplitude de la vibration sonore peut diminuer mais la fréquence ne varie pas. En se propageant, le son peut s'affaiblir mais conserve la même hauteur.

Contrairement à la fréquence, l'amplitude de vibration n'est pas la même dans tout le milieu, elle dépend de la distance à la source: elle est d'autant plus faible que les particules qui vibrent sont loin de la source sonore. La nature du milieu matériel rend cette diminution plus ou moins importante.

III.011 Environnements conceptuels du TP3

Le TP3 approfondit **la mise en relation** du champ sonore (domaine de la perception) et du champ mécanique de la vibration (domaine du modèle physique); pour ce faire, la vibration est étudiée par l'intermédiaire de la tension électrique qui la génère via le haut-parleur.

Le TP2 a dû préparer les élèves à cette démarche de mise en relation. Il a dû donner aux élèves les *moyens* de comprendre ou de se représenter des phénomènes invisibles : *modèle microscopique de la propagation*, ou inobservables parce que trop rapides : *stroboscopie*.

Dans ce TP3, l'observation de la tension délivrée par le GBF au HP est un moyen d'accéder aux caractéristiques physiques -amplitude, fréquence- de la vibration de l'émetteur, celles-ci n'étant pas observables directement; on donne ici aux élèves l'occasion de réinvestir utilement leurs connaissances du cours d'électricité pour la découverte d'un nouveau domaine (la mécanique), tout en reliant ce domaine à celui de la perception sonore. Il est essentiel que les élèves puissent établir les liens entre la fréquence et de l'amplitude, et la perception sonore. Il est également essentiel qu'ils établissent des liens entre les diverses représentations de la fréquence et de l'amplitude (indications sur le GBF, graphes sur l'oscilloscope), et la perception sonore.

On voit là la complexité des connaissances à apprendre pour les élèves. L'explicitation de ces liens est nécessaire pour l'apprentissage, en particulier quand on connaît les risques de confusion voire de fusion entre l'action sur un appareil électrique et la perception sonore associée (fusion véhiculée par exemple par des expressions du type 'augmenter le son'), ou la facilité à traiter les grandeurs physiques comme fréquence et amplitude pour elles-mêmes sans lien avec la perception ou le comportement du milieu

matériel.

La première activité de sensibilisation présentée comme un rappel va plus loin qu'au TP1 dans la mesure où on insiste, au moment de l'expérience, sur l'action au niveau du GBF et que l'on questionne à propos du HP et de la perception sonore; on veut donc aider l'élève à construire une relation entre des trois domaines (électrique, mécanique, son) alors qu'au TP1, on se contentait de 'montrer' la membrane sans insister sur les actions consistant à faire varier l'amplitude et la fréquence de la tension.

L'activité avec l'oscillo renforce cette approche: la mise en relation électricité - phénomène sonore est favorisée mais la tension électrique n'est cependant toujours qu'un outil car la conclusion de l'activité met en relation le phénomène sonore et la vibration de l'émetteur:

hauteur d'un **son** (caractère aigu/grave) \longleftrightarrow *fréquence* de **vibration**

volume d'un **son** (caractère fort/faible) \longleftrightarrow *amplitude* de **vibration**

Le microphone est introduit comme élément récepteur d'une chaîne sonore et comme outil pour 'traduire' le son en un point de l'espace; son principe de fonctionnement, inverse de celui du HP sera d'autant mieux accepté que les mises en relation précédentes auront été satisfaisantes pour les élèves.

Les dernières activités mettent en oeuvre les moyens précédents pour accéder à l'objectif de connaissance :

le phénomène du son est associé à une vibration caractérisée par sa période (ou sa fréquence) et son amplitude. La propagation peut modifier l'amplitude mais non la fréquence.

Annexe B : Les séquences de TP proposées dans l'hypermédia

Nous présentons dans cette section les différentes pages-écrans des cinq séquences de TP proposées dans l'hypermédia 'Labdoc Son et Vibrations'.

I. TP0 : Introduction de la chaîne sonore



Figure 1 : Tâche 1



Figure 2 : Tâche 1



Figure 3 : Tâche 1



Figure 4 : Tâche 1



Figure 5 : Tâche 1



Figure 6 : Tâche 1

II. TP1 : Les différents éléments de la chaîne sonore



Figure 7 : Tâche 1



Figure 8 : Tâche 1a Observation

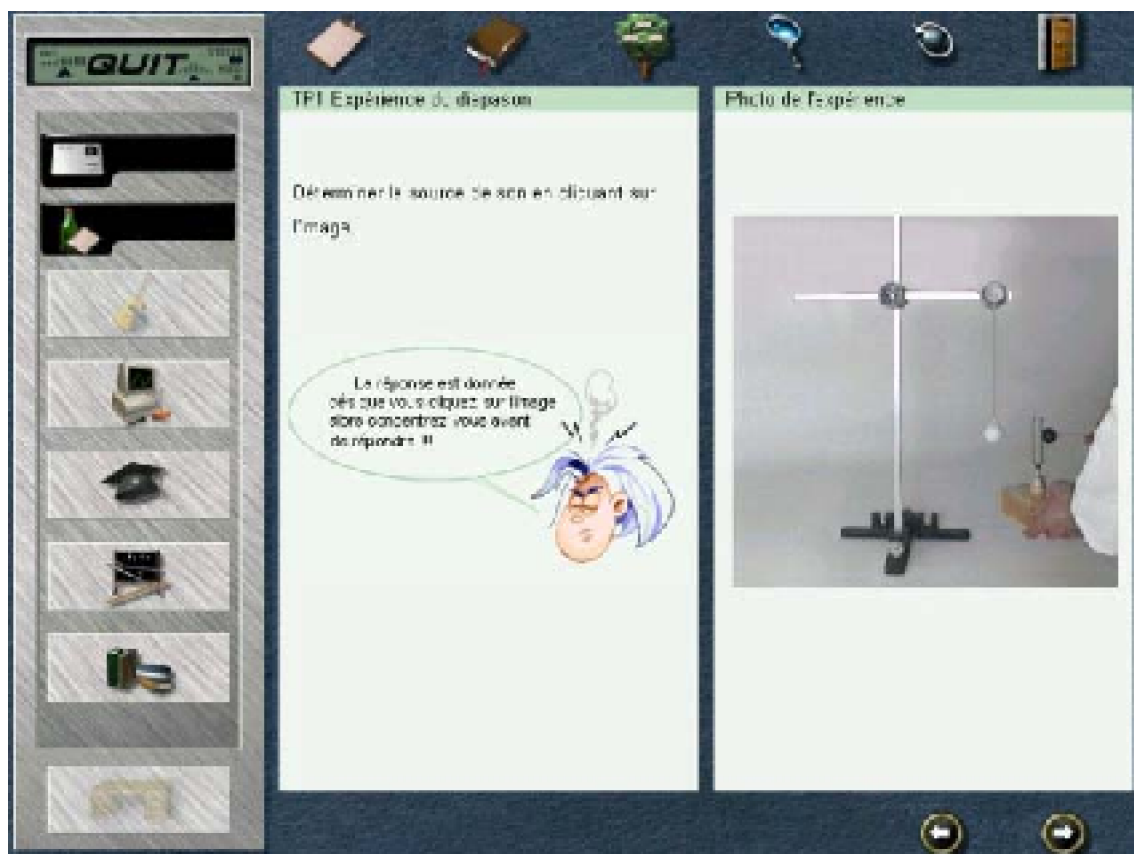


Figure 9 : Tâche 1b Détermination de la source



Figure 10 : Tâche 1c Description



Figure 11 : Tâche 1a Observation



Figure 12 : Tâche 1c Description



Figure 13 : Tâche 1a Observation

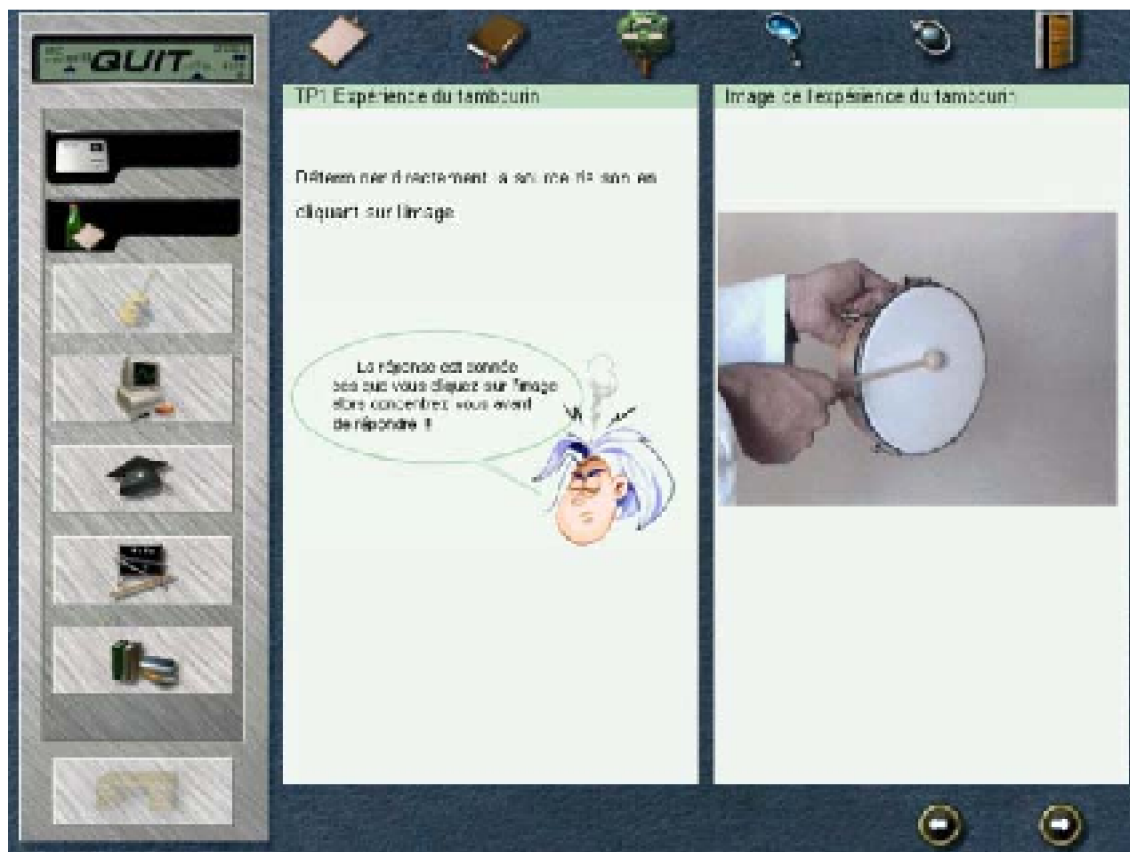


Figure 14 : Tâche 1b Détermination de la source



Figure 15 : Tâche 1c Description

TP1 Expérience du haut parleur

Observation

Fa faire varier la fréquence de la tonalité délivrée par le générateur. Observez le comportement des billes de polystyrène, lorsqu'elles sont placées sur la membrane du haut parleur en fonctionnement.

Vidéo de l'expérience du haut parleur

Matériel utilisé
Un haut parleur, un générateur basse fréquence, du polystyrène.

Figure 16 : Tâche 1a Observation



Figure 17 : Tâche 1b Détermination de la source



Figure 18 : Tâche 1d Description



Figure 19 : Tâche 1a Observation



Figure 20 : Tâche 1c Description



Figure 21 : Tâche 1 Observation

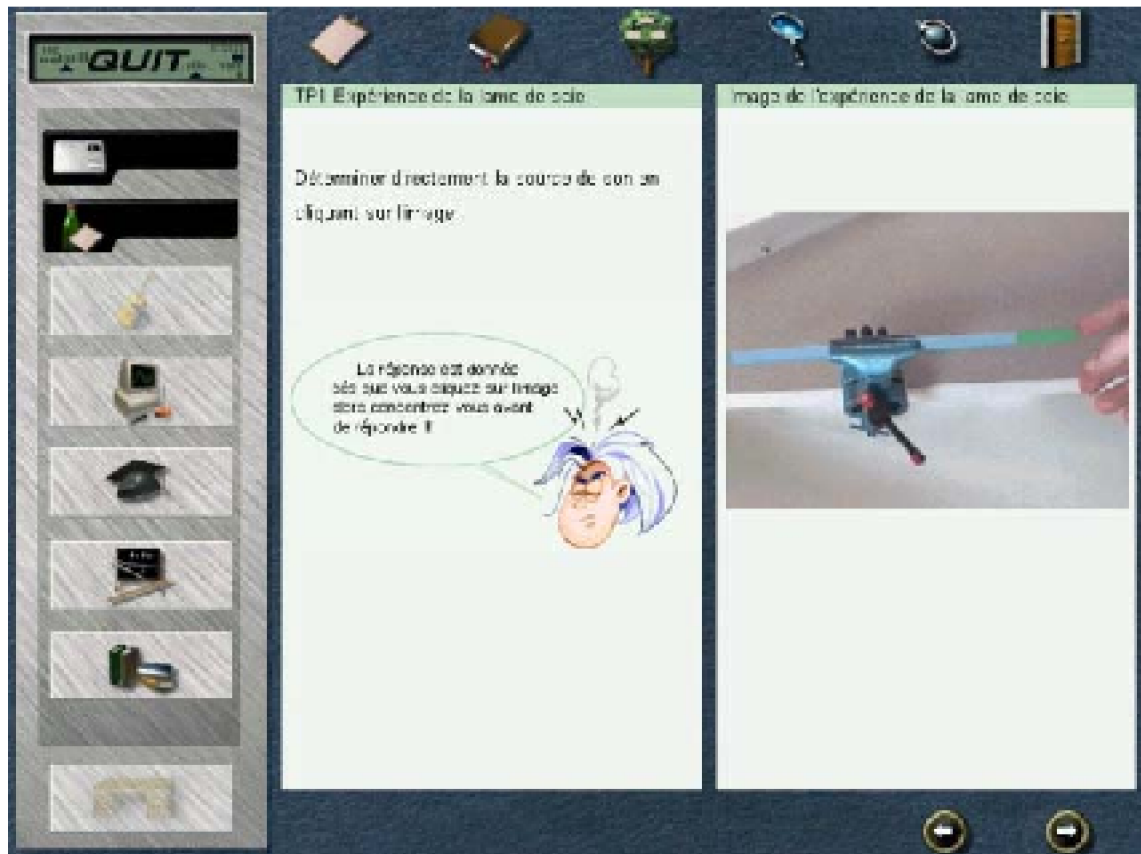


Figure 22 : Tâche 1 Détermination de la source



Figure 23 : Tâche 1c Description



Figure 24 : Tâche 1a Observation



Figure 25 : Tâche 1c Description

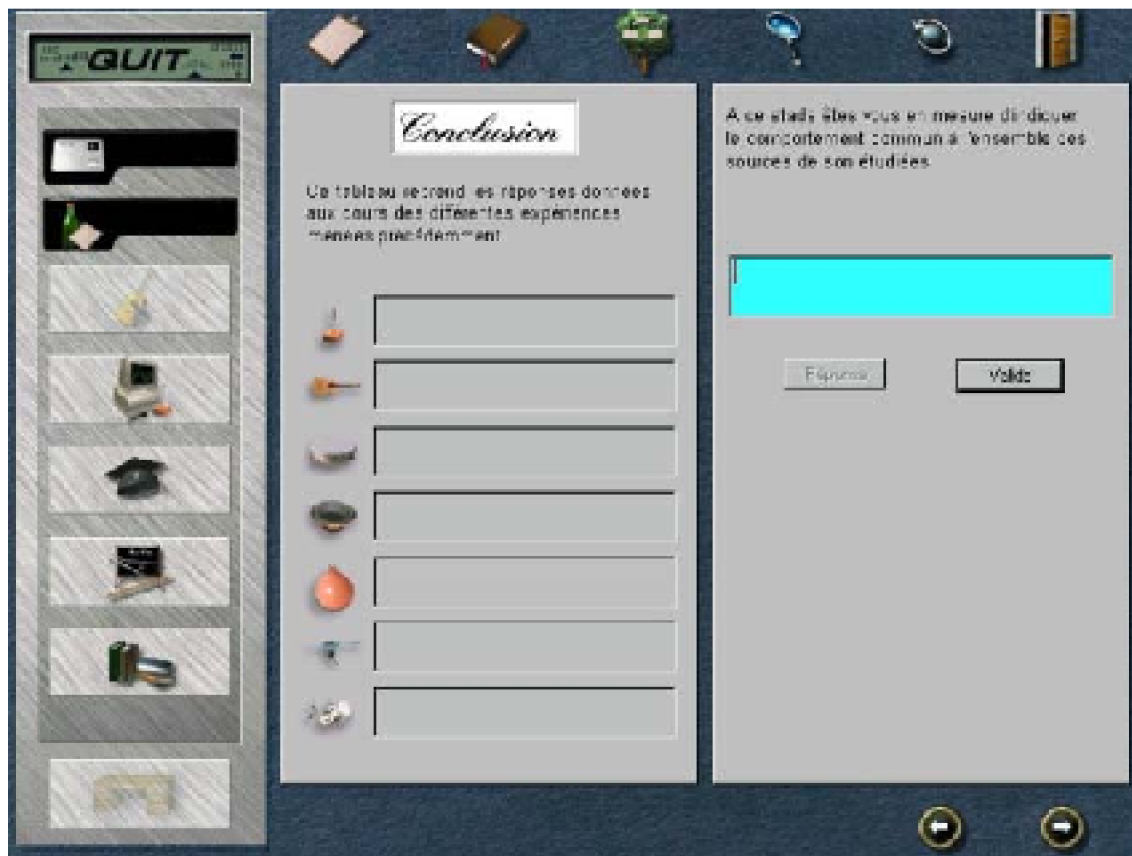


Figure 26 : Tâche 1 Conclusion



Figure 27 : Tâche 2 Définition



Figure 28 : Tâche 3 Mesure de la fréquence



Figure 29 : Tâche 4 Mesure de l'amplitude

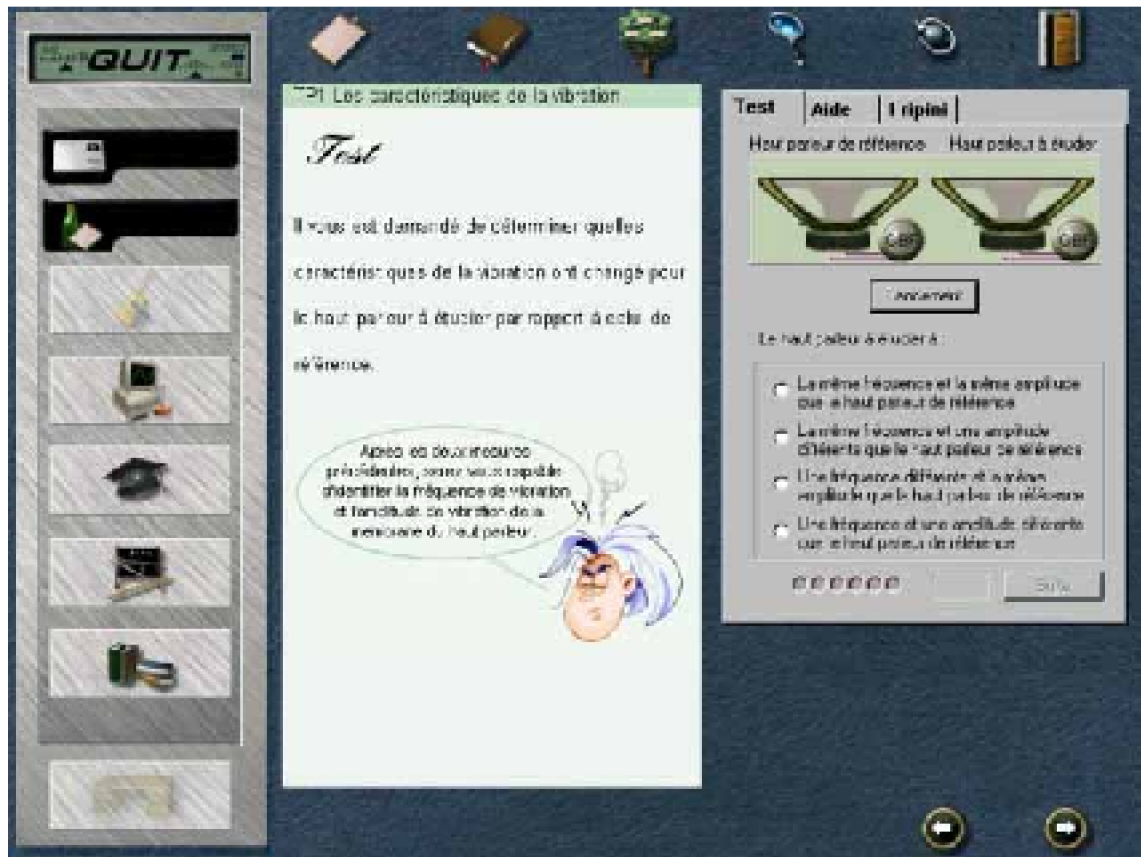


Figure 30 : Tâche 5 Test



Figure 31 : Tâche 6 Expérience



Figure 32 : Tâche 7 Définitions Perception sonore

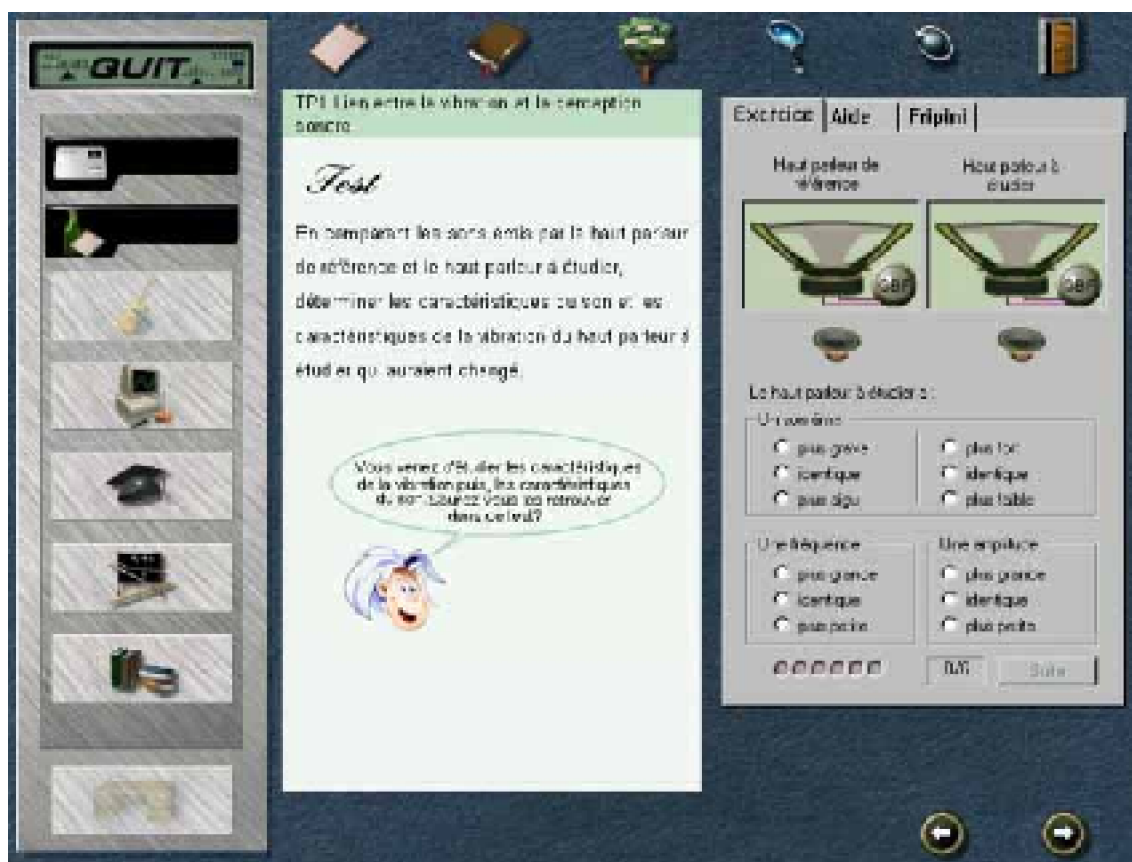


Figure 33 : Tâche 8 Test 2 Relation perception sonore et caractéristiques de la vibration

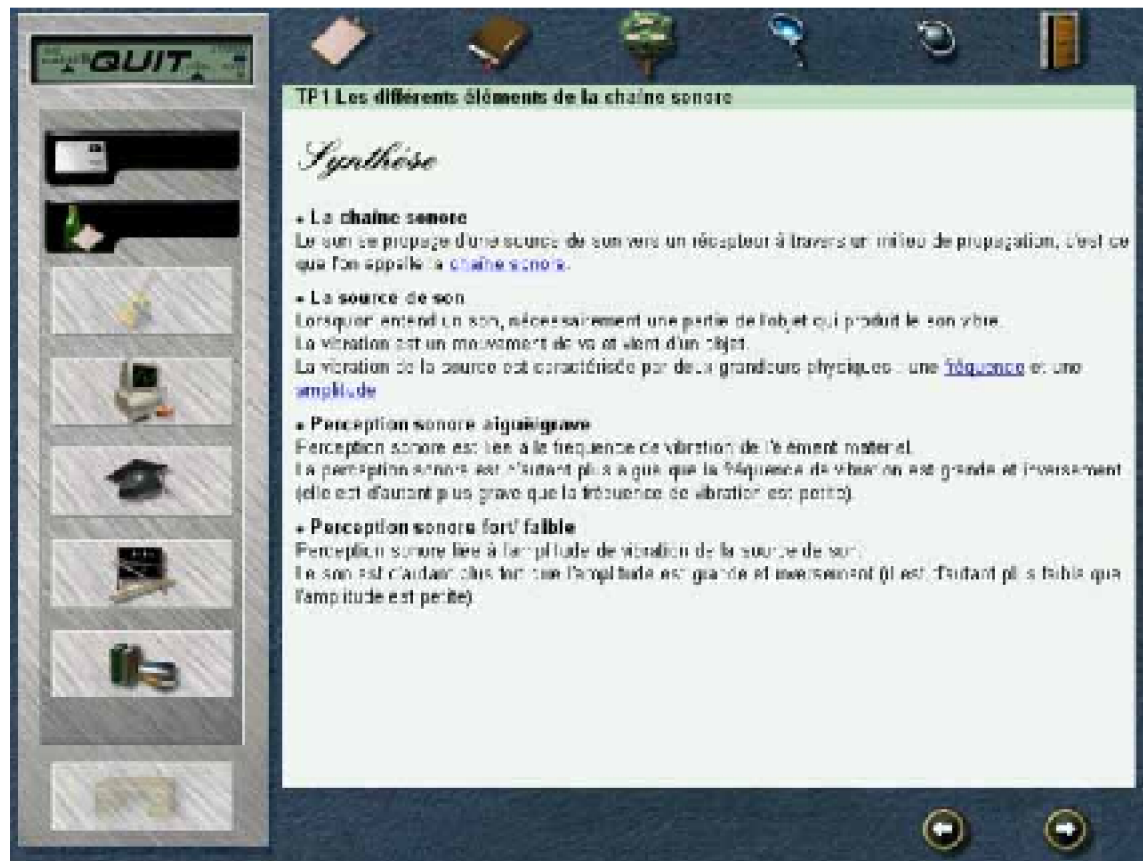


Figure 34 : Synthèse

III. TP2 : Le milieu de propagation du son



Figure 35 : Tâche 1 Introduction

The screenshot shows an interactive learning interface. On the left is a vertical toolbar with a 'QUIT' button at the top and several icons representing different objects. The main content area is divided into two columns. The left column contains text and diagrams:

- TP2 Une condition nécessaire à la propagation du son:**
- Rappel*
- Situation 1** L'indien est en train d'écouter le train arriver.
- La chaîne sonore**
Emetteur → Milieu → Récepteur
- Il s'agit de situation la chaîne sonore est constituée par
Train → Rail d'acier → Indien
- Conclusion**
La chaîne sonore est complète. L'indien entend le train. Le son émis par le train se propage dans les rails d'acier qu'entend l'indien.

The right column features a 3D illustration of a train track winding through a mountainous landscape. A train is visible on the tracks, and an indigenous person is sitting on the ground nearby, listening. The interface also includes navigation arrows at the bottom right.

Figure 36 : Tâche 2 Rappel



Figure 37 : Tâche 3 Rail coupé

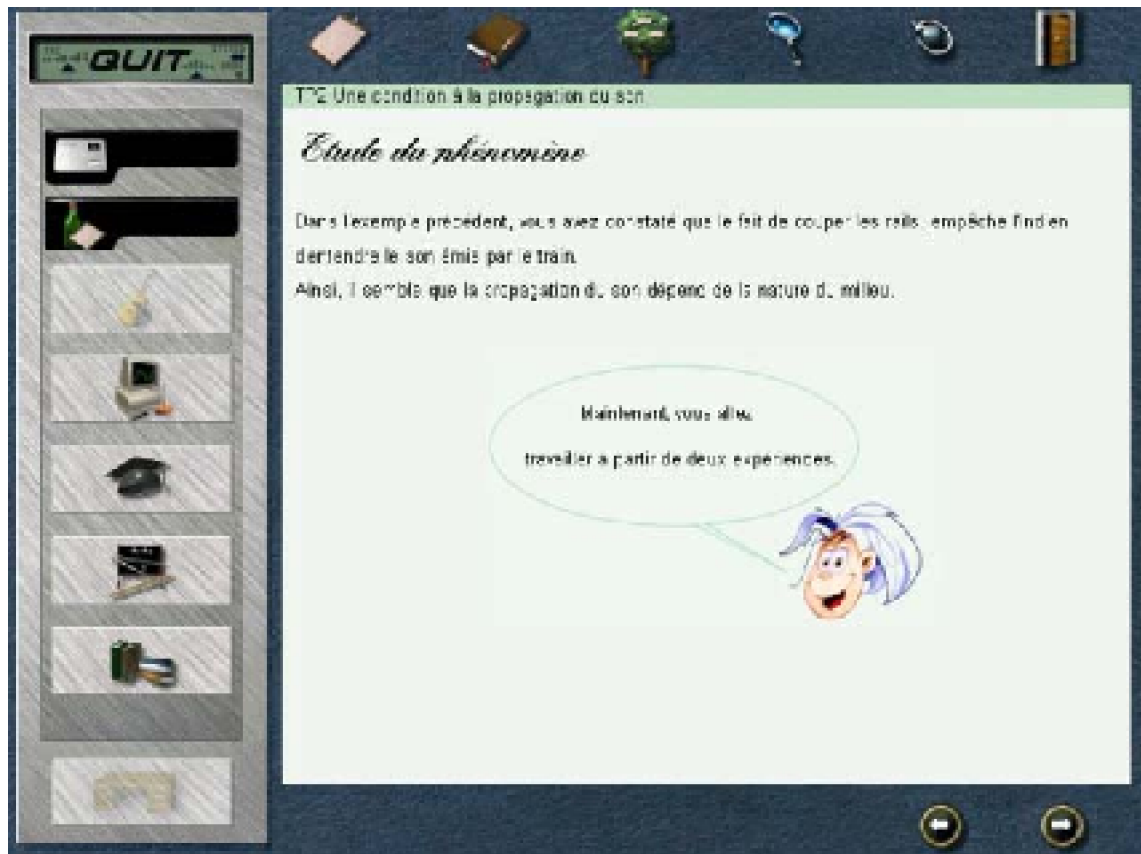


Figure 38 : Tâche 4 Etude du phénomène



Figure 39 : Tâche 5 Prévoir



Figure 40 : Tâche 6 Réalisation de l'expérience



Figure 41 : Tâche 7 Interprétation de l'expérience

TP: Expérience de la cloche à vide

En résumé

Au début, quand le réveil sonne sous la cloche, on entend bien le sonnerie.
Ensuite, lorsqu'on fait le vide, on n'entend plus rien.
Enfin, si on laisse rentrer l'air, nous entendons à nouveau la sonnerie du réveil.
Il semble donc, que la présence de l'air soit nécessaire à l'existence du son.

Avant de généraliser cette première information, modifions le niveau de propagation et suivons le même déroulé.

Matériel utilisé
Une cloche à vide, une pompe à faire à vide, un réveil, un cousin de moussa.

The interface includes a sidebar on the left with a 'QUIT' button and several icons. At the top, there are icons for a folder, a book, a globe, a magnifying glass, a camera, and a door. At the bottom, there are navigation arrows.

Figure 42 : Tâche 8 En résumé



Figure 43 : Tâche 5 Prévoir



Figure 44 : Tâche 6 Réalisation de l'expérience



Figure 45 : Tâche 7 Interprétation de l'expérience



Figure 46 : Tâche 8 En résumé



Figure 47 : Tâche 13 Conclusion



Figure 48 : Tâche 14 Applications



Figure 49 : Tâche 14a1 Prévoir



Figure 50 : Tâche 14a2 Réalisation de l'expérience



Figure 51 : Tâche 14a3 Interprétation de l'expérience

The screenshot displays a hypermedia interface for a physics experiment. On the left is a vertical sidebar with a 'QUIT' button at the top and several icons representing different stages or components of the experiment. The main content area is divided into two panels. The left panel, titled 'TP2 En résumé la mesure de la vitesse de la lumière', contains a section 'En résumé' with the following text: 'On constate que l'on entend le sonnerie du réveil mais plus facilement lorsque l'on fait le vide dans la cloche.' Below this, it states: 'En effet, les vibrations du réveil se propagent au travers du socle en acier. Le milieu de propagation est ici tout d'abord le socle en acier puis l'air entre le socle et nos oreilles.' The right panel, titled 'Expérience de la cloche à vide', features a video player showing an illustration of a vacuum bell experiment. Below the video, the text reads: 'Matériel utilisé : Une cloche à vide, une pompe à faire à la vide, un réveil.'

Figure 52 : Tâche 14a4 En résumé



Figure 53 : Tâche 14b1



Figure 54 : Tâche 14b2



Figure 55 : Tâche 14c



Figure 56 : Tâche 14d



Figure 57 : Tâche 14^e



Figure 58 : Synthèse

IV. TP3 : La propagation du son dans l'air



Figure 59 : tâche 1 Introduction



Figure 60 : Tâche 2 Observation de l'expérience



Figure 61 : Tâche 3 exploitation de l'expérience

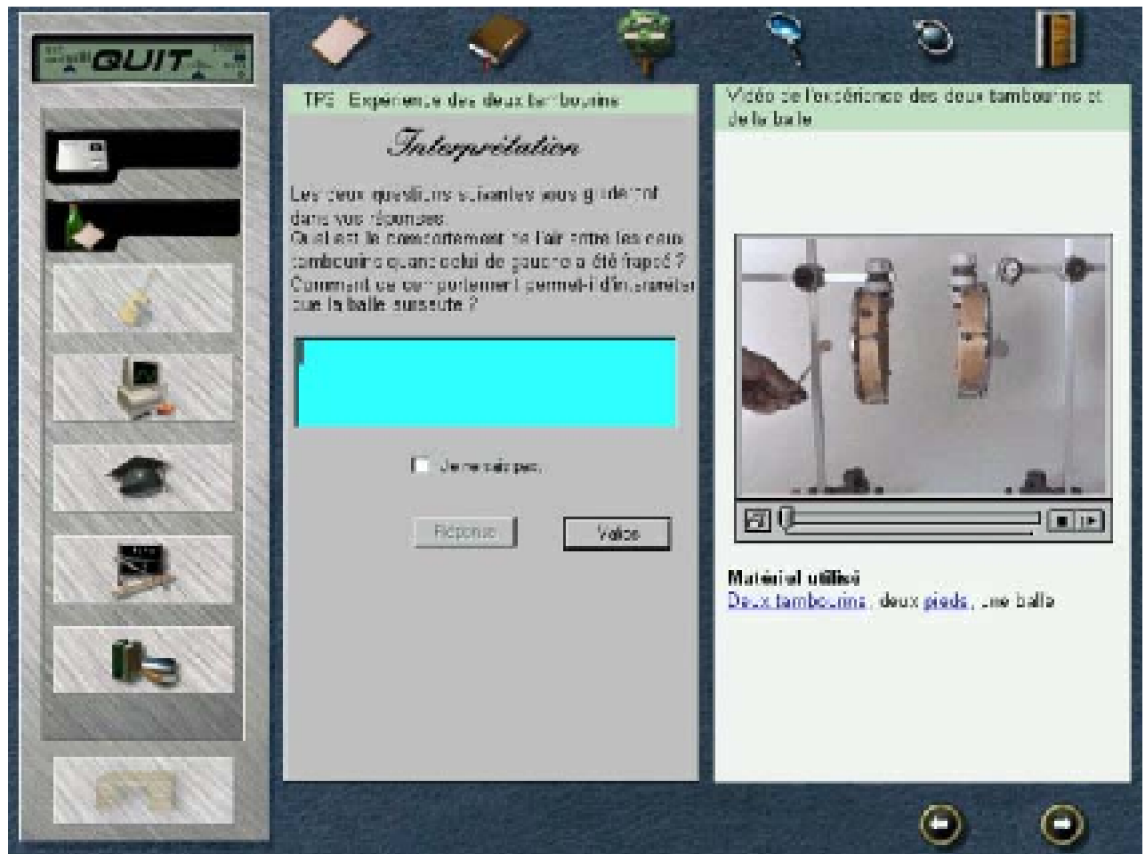


Figure 62 : Tâche 4 Interprétation



Figure 63 : Tâche 5 En résumé

The screenshot shows a digital learning interface with a dark blue background. On the left is a vertical sidebar with a 'QUIT' button at the top and several icons representing different objects. The main area is divided into three sections:

- TP3 - La propagation du son dans l'air**: A title bar above the main text.
- Interprétation microscopique**: A section header in italics.
- Texte principal**: A paragraph asking the user to choose the best explanation for sound propagation in air from four options, each accompanied by a small image of a speaker and a receiver.
- Animations**: A section on the right with a simplified animation of particles (green dots) moving between two speakers. Below it are four numbered animation options (Animation 1 to 4) showing different particle movement patterns.
- Remarque**: A section at the bottom right with a yellow background.

The central text area contains the following text:

TP3 - La propagation du son dans l'air

Interprétation microscopique

A partir des animations ci-dessous et de leurs explications respectives, choisissez celle qui rend le mieux compte de la propagation du son dans l'air. (Les trois autres n'étant pas correctes)

Animation 1 :

- Le son est créé par une vibration. Il est alors transporté par les particules en mouvement de l'émetteur au récepteur.

Animation 2 :

- Le son est créé par une vibration. Il met les particules en mouvement de l'émetteur au récepteur.

Animation 3 :

- Le son est créé par une vibration. Il est transporté par les particules, chacune d'elles devenant alors source.

Animation 4 :

- Le son est créé par une vibration. Toutes les particules sont boucées. Met les unes après les autres par leurs voisines et retournent leur place. Aucune ne fait le déplacement de la source au récepteur.

Buttons: Répondre, Validation

Animations | Aide

Représentation simplifiée à une dimension du mouvement de particules (petites boules bleues) intervenant à l'émission et à la propagation (1/2e)

Animation 1 Animation 2

Animation 3 Animation 4

Remarque

Figure 64 : Tâche 6 Interprétation microscopique (question)



Figure 65 : Tâche 7 Interprétation microscopique



Figure 66 : Tâche 8 Petite pause



Figure 67 : Tâche 9 Expérience

TP3 : Expérience : le haut parleur et la bougie

Prévoir le résultat de l'expérience

Que se passe-t-il lorsque l'on augmente la fréquence de la tension délivrée par le générateur basse fréquence ?

La flamme de la bougie :

- Va bouger uniquement si l'on entend un son.
- Va bouger uniquement lors de la hausse des intensités.
- Est continuellement en mouvement, si on varie lentement plus on lève la palette d'une certaine fréquence.
- Va s'éteindre car les mouvements de la membrane du haut parleur est de plus en plus rapide et va créer une onde de courant d'air.
- Va bouger car un courant d'air est créé par le mouvement de haut parleur lorsque l'on augmente la fréquence.
- Reste immobile quelque soit la fréquence.

Présentation de l'expérience

Matériel utilisé
[Un générateur basse fréquence](#), un [haut parleur](#), une bougie.

Figure 68 : Tâche 10 Prévoir le résultat de l'expérience



Figure 69 : Tâche 11 Observation

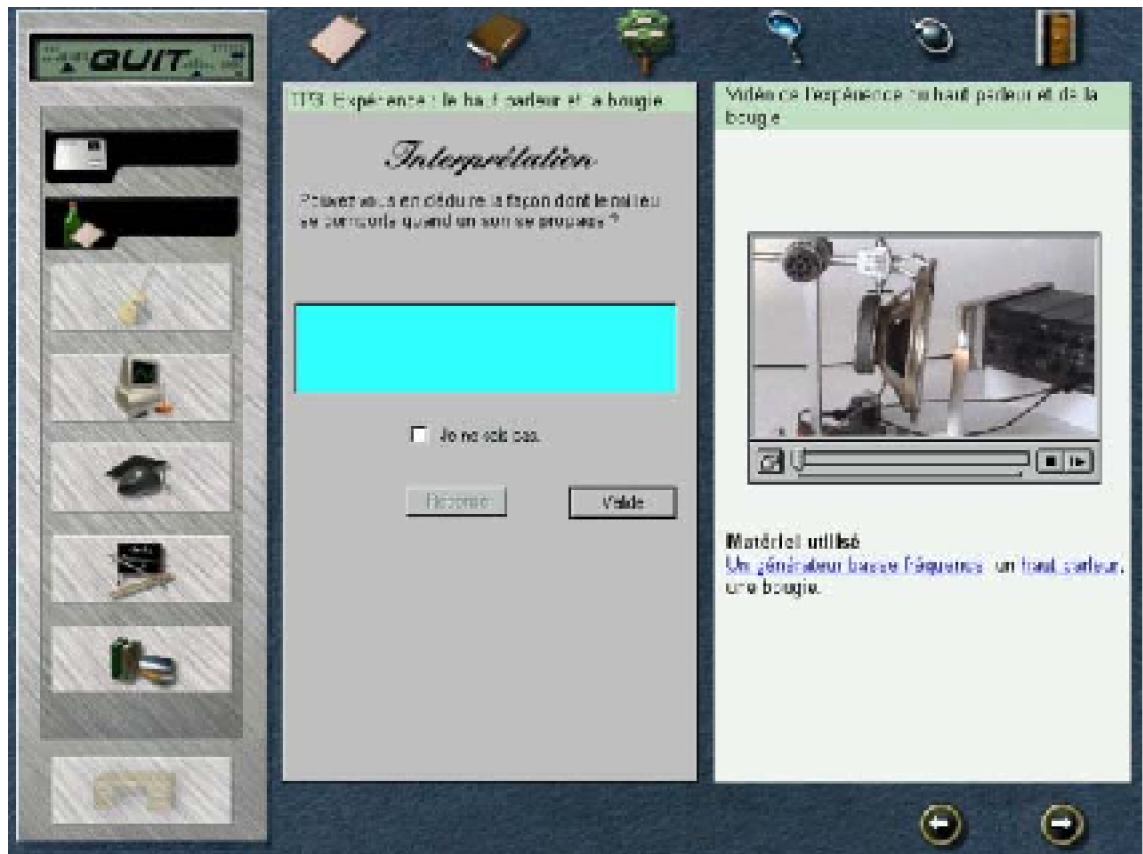


Figure 70 : Tâche 12 Interprétation

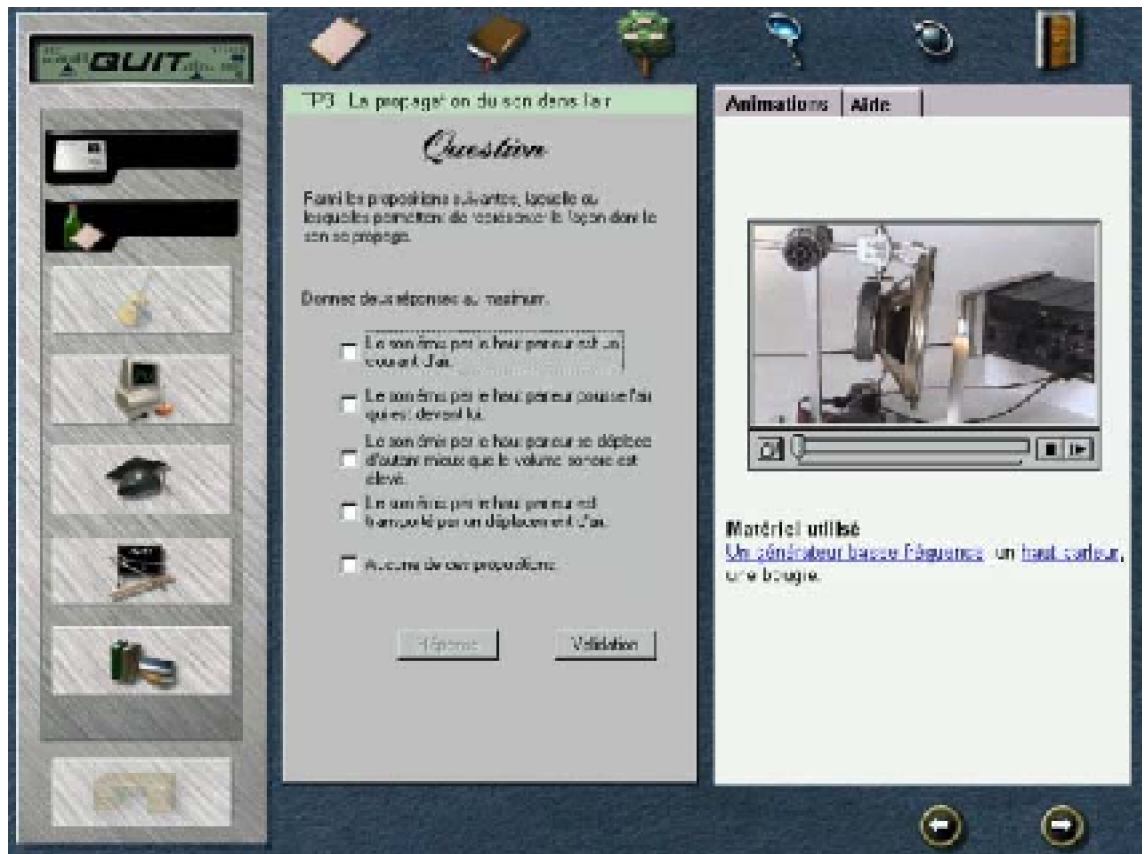


Figure 71 : Tâche 13 Question



Figure 72 : Tâche 14 En résumé

V. TP4 : Deux des grandeurs caractéristiques du son



Figure 73 : Tâche 1 Introduction



Figure 74 : Tâche 1 Introduction



Figure 75 : Tâche 2 Expérience 1



Figure 76 : Tâche 3 Etude 1



Figure 77 : Tâche 4 Etude 2



Figure 78 : Tâche 5 Interprétation



Figure 79 : Tâche 6 Expérience 2



Figure 80 : Tâche 7 Etude 1



Figure 81 : Tâche 8 Etude 2



Figure 82 : Tâche 9 Interprétation



Figure 83 : Tâche 10 En résumé

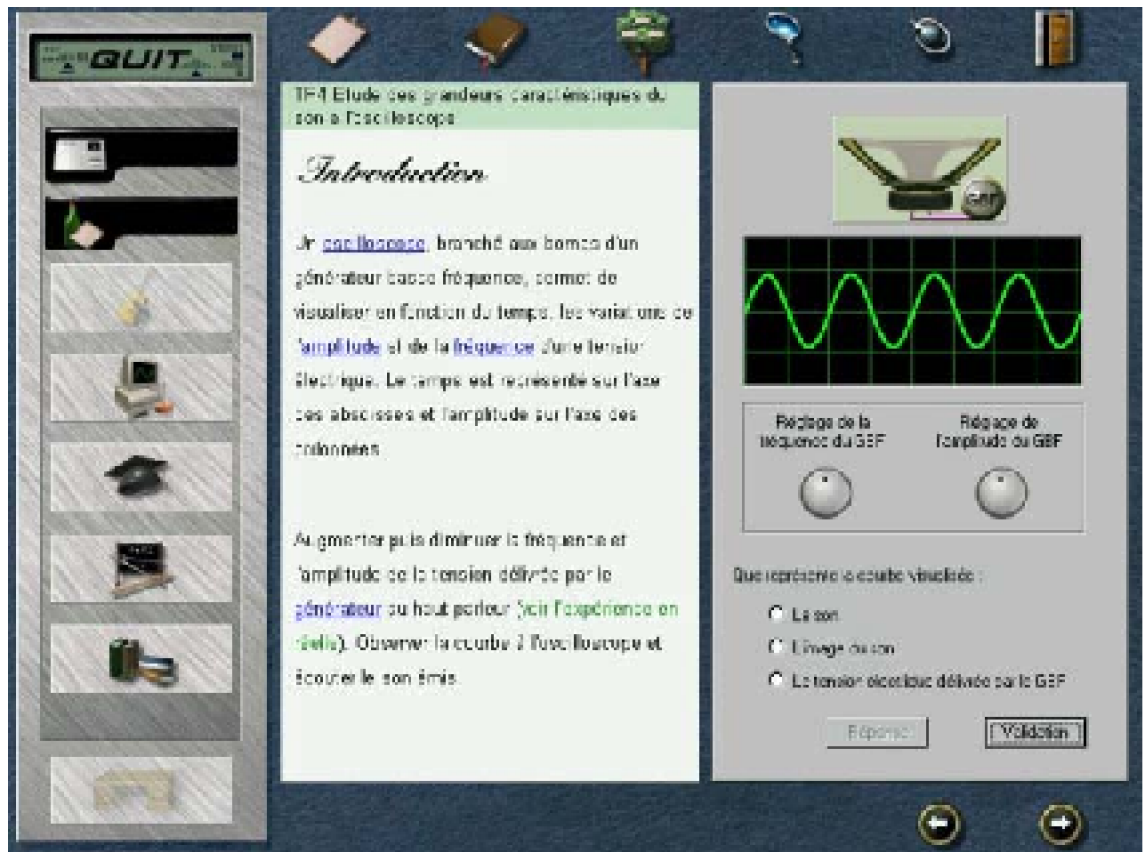


Figure 84 : Tâche 11 Définition d'un oscilloscope



Figure 85 : Tâche 12 Etude des grandeurs caractéristiques du son



Figure 86 : Tâche 12 Etude des grandeurs caractéristiques de la vibration



Figure 87 : Tâche 14 En résumé



Figure 88 : Tâche 15 Application création d'un oscillogramme



Figure 89 : Tâche 16 Question



Figure 90 : Tâche 17 Expérience 1



Figure 91 : Tâche 18 Expérience 2



Figure 92 : Tâche 19 Introduction



Figure 93 : Tâche 20 Expérience 1

TP4 Comparaison des grandeurs caractéristiques du son

Expérience 2

Antoine (dans l'habit) et à deux kilomètres l'un de l'autre. Dans le village, situé à un kilomètre de chez Cardi, la cloche de l'église sonne.

Déterminer comment les caractéristiques physiques de l'onde sonore (la **fréquence** et l'**amplitude**) vont évoluer suivant que l'on se trouve chez Cardi et chez Polo.

Vous venez d'observer que lorsque la cloche sonne, on entend l'onde sonore plus forte au village qu'à l'église. Comment les caractéristiques de l'onde sonore évoluent-elles ?

Expériences

Les caractéristiques physiques du son sont :

Chez Cardi

Amplitude :

- Plus grande
- Plus petite
- Identique

Fréquence :

- Plus grande
- Plus petite
- Identique

Chez Polo

Amplitude :

- Encore plus grande
- Encore plus petite
- Identique

Fréquence :

- Encore plus grande
- Encore plus petite
- Identique

Revenir Valider

Figure 94 : Tâche 21 Expérience 2

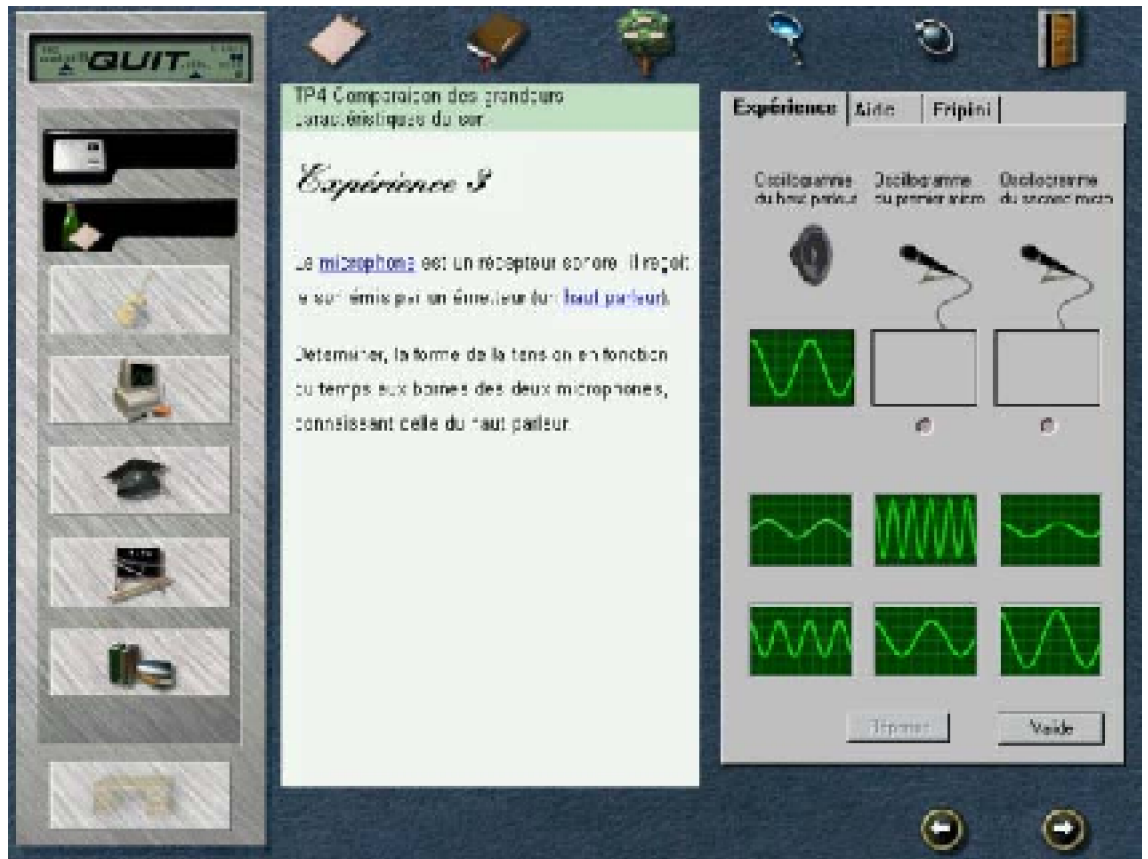


Figure 95 : Tâche 22 Expérience 3

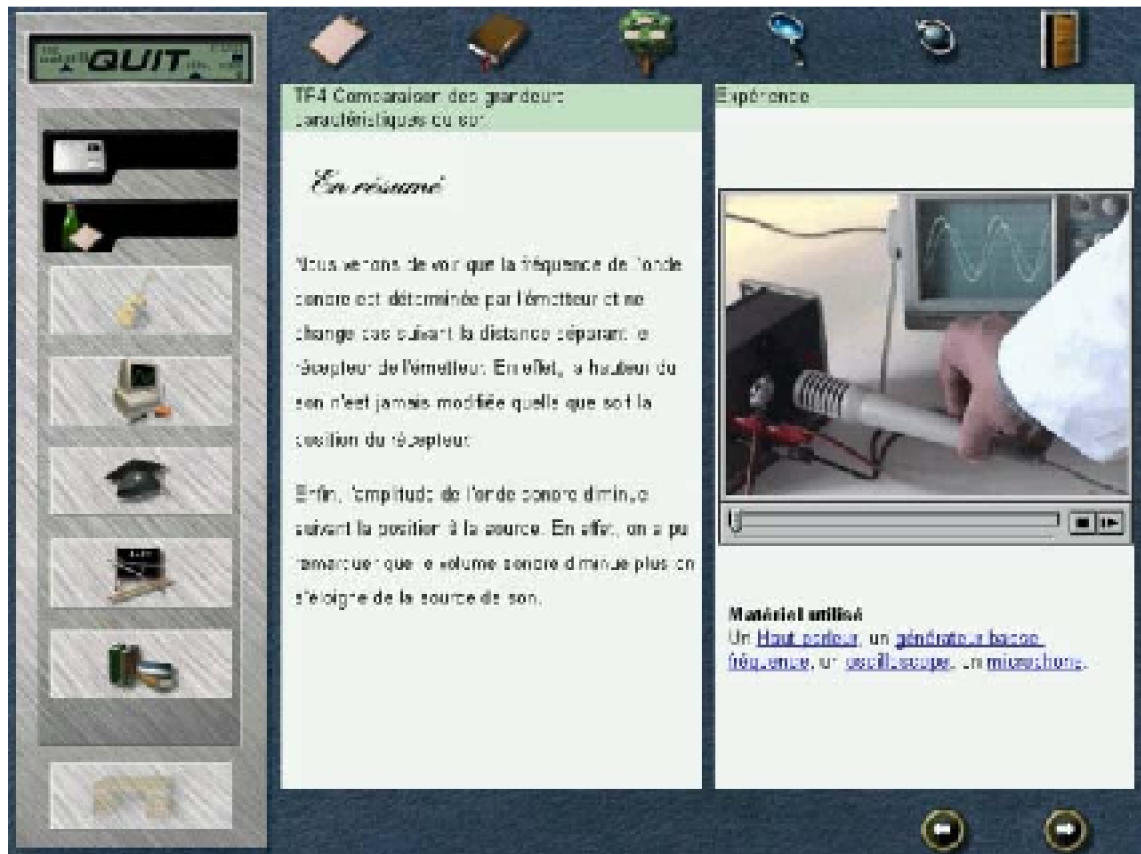


Figure 96 : Tâche 23 En résumé



Figure 97 : Tâche 24 Expérience

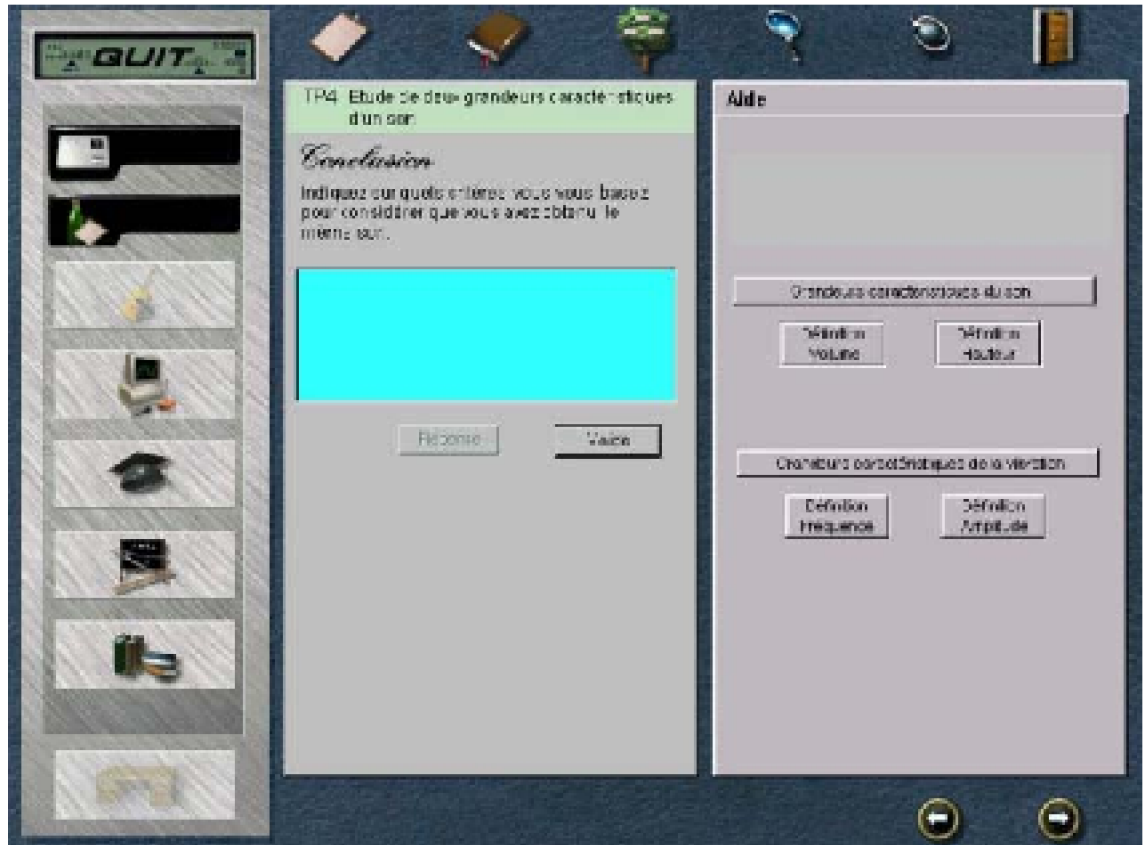


Figure 98 : Tâche 25 Conclusion



Figure 99 : Synthèse

Annexe C : Analyse *a priori* du TP 2 au TP4

Dans cette section nous présentons les analyses *a priori* du TP2, du TP3 et du TP4 en complément de celle présentée dans le chapitre 7 du mémoire.

Analyse *a priori* du TP2

L'objectif de cette séquence consiste dans un premier temps à amener les élèves à prendre conscience que la présence d'un milieu de propagation est l'une des conditions nécessaires pour qu'un son existe puis, à réinvestir cette connaissance dans diverses situations expérimentales ou issues de la vie quotidienne. Le Tableau 1 présente la succession des tâches, d'après les TP SOC (voir annexe A), ainsi que leurs objectifs.

Tableau 1 : Séquence du TP2

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

	Séquences	Objectifs
Introduction du phénomène	Tâche 1 'Introduction'	Introduction de la séquence
	Tâche 2 'Rappel'	Introduire à partir d'une situation connue le modèle jeu durant la séquence : il semble que la propagation du son dépend de la nature du milieu de propagation
	Tâche 3 'Une partie du rail est enlevée'	
	Tâche 4 'Etude du phénomène'	
Etude de la relation entre la perception sonore et la présence d'un milieu de propagation	Expérience 1 La cloche à vide	Dans le vide la vibration émise par la source sonore ne peut pas se propager.
	Tâche 5 'Prédire le résultat l'expérience'	
	Tâche 6 'Réalisation de l'expérience'	
	Tâche 7 'Exploitation de l'expérience'	
	Tâche 8 'En résumé'	
	Expérience 2 : Propagation du son dans le dihydrogène	Le dihydrogène est un milieu de propagation. Il est nécessaire à la propagation du son.
	Tâche 9 'Prédire le résultat l'expérience'	
	Tâche 10 'Réalisation de l'expérience'	
	Tâche 11 'Exploitation de l'expérience'	
	Tâche 12 'En résumé'	
	Tâche 13 'Conclusion'	La matière est un milieu de propagation
	Tâche 14 'Applications' Etude de l'influence du milieu de propagation sur la perception sonore à partir de six tâches	Différents supports matériels (l'eau, l'air, un fil de nylon, ...) permettent la propagation du son.
	Compétences exigibles ou en cours d'apprentissages (Bulletin Officiel, 1992)	Le son nécessite un milieu matériel pour se propager Le son ne se propage pas dans le vide

I.011 Introduction du phénomène

L'objectif principal de ce début de TP est de favoriser chez les élèves, à partir d'une situation connue, un premier questionnement relatif au rôle du milieu de propagation dans la perception d'un son. Cette introduction va être présentée à partir de quatre tâches, chacune correspondant à une page-écran :

La première, intitulée 'Introduction', présente succinctement le problème auquel les élèves vont devoir répondre.

Les deux tâches suivantes sont censées introduire un questionnement chez les élèves : elles donnent lieu à un rappel de la situation connue de l'indien⁶⁵ modélisée à partir de la chaîne sonore puis à une nouvelle situation issue de la précédente à partir de laquelle nous tentons de donner une première 'idée' du rôle important joué par le milieu. Elles sont intitulées 'Rappel' et 'Une partie du rail est enlevée'.

La dernière, intitulé 'Etude du phénomène', reprend l'événement observé et soulève une première relation entre le milieu de propagation et la perception sonore.

I.1 Tâche 1 : 'Introduction'

I.1.1 Enoncé

'Dans le TP précédent, vous avez étudié le comportement de diverses sources de son (diapason, haut-parleur, tambourin...).

Maintenant, vous allez déterminer la condition nécessaire pour que les vibrations de l'émetteur se transmettent au récepteur.'

Cette première page-écran constitue un lien entre la séquence précédente dont l'objectif est d'étudier et de modéliser à l'aide des grandeurs fréquence et amplitude le comportement des sources de son et celle-ci qui se propose de déterminer '*la condition nécessaire pour que les vibrations de l'émetteur se transmettent au récepteur*'. Ainsi, cette première tâche énonce globalement la problématique de cette nouvelle séquence.

I.1.2 Activités des élèves

Nous supposons que l'activité des élèves est réduite à : lire et écouter le texte oral énoncé par Fripini.

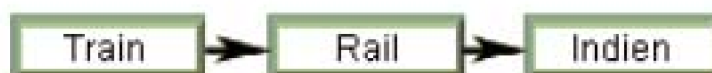
I.2 Tâche 2 : 'Rappel : l'indien écoute le train arriver'

I.2.1 Enoncé

'La chaîne sonore



D'après la situation la chaîne sonore est constituée par :



Conclusion

La chaîne sonore est complète. L'indien entend le train. Le son émis par le train se propage dans les rails d'acier qu'entend l'indien'.

⁶⁵ Voir présentation de la séquence intitulée 'Introduction de la chaîne sonore'.

L'objectif de cette page-écran, qui propose une situation connue et décrite à partir d'un modèle déjà utilisé par les élèves, est d'aménager un terrain favorable à l'appropriation de nouvelles connaissances à partir d'une situation proche de celle-ci.

I.2.2 Les éléments de la situation

I.2.2.1 L'organisation de la page écran

Le Tableau 2 donne les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques contenus dans la page-écran.

Tableau 2 : L'organisation de la page-écran 'Rappel'

Demi-page-écran de gauche		Demi-page-écran de droite	
Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques	Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
Théorie modèle	Représentation symbolique	Champ expérimental	Image
Relation théorie-modèle champ expérimental	Langage naturel		

I.2.3 Activités des élèves

Nous supposons que l'activité des élèves se limite à la lecture du rappel de la situation modélisée et à l'observation du dessin de la situation.

I.3 Tâche 3 : 'Situation 2 une partie du rail est enlevée'

I.3.1 Enoncé

'Les éléments de la chaîne sonore qui n'existent plus sont remplacés par 'aucun'.

La chaîne sonore



D'après la situation la chaîne sonore est constituée par



Réponse

La chaîne sonore est incomplète. Il n'y a pas de son qui se propage du train à l'indien. Il y a donc un émetteur, aucun milieu de propagation et aucun récepteur. '

L'objectif de cette tâche est d'aider les élèves à prendre conscience que 'l'absence du milieu de propagation' conduit à ne plus percevoir le son émis par le train. Cette illustration peut sembler singulière⁶⁶ du point de vue de la physique, mais elle est censée

⁶⁶ En effet même si les rails sont coupés, le son se propage au travers du sol, des planches, de tout milieu matériel en contact avec la source de son.

permettre aux élèves de voir dès l'ouverture de la page-écran la différence entre les deux situations et de pouvoir 'assez aisément' mettre en relation la situation avec la chaîne sonore ainsi construite.

De plus, la présentation, dans deux demi-pages-écrans distinctes, de la modélisation de la situation et de son illustration a pour but que les élèves :

réalisent un possible traitement sur le représentant en langage naturel (la conclusion), ce qui peut correspondre à paraphraser ou reformuler par exemple ;

effectuent une conversion d'un système sémiotique à un autre par exemple de l'image à la représentation symbolique associée à la chaîne sonore ce qui conduit à les mettre en relation.

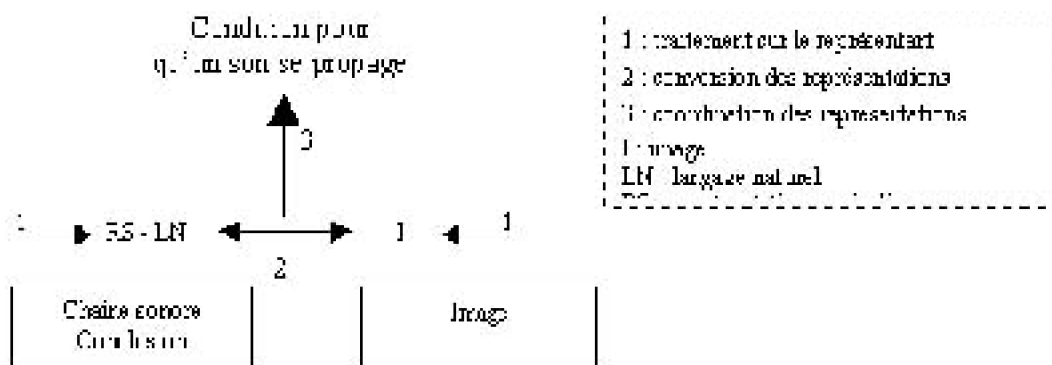


Figure 100 : L'activité sémiotique possible à partir de la tâche 'Situation 2'

I.3.2 Les éléments de la situation

I.3.2.1 L'organisation de la page écran

Cette page-écran divisée en deux répond aux contraintes d'organisation des contenus. Le Tableau 3 donne les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques contenus dans la page-écran.

Tableau 3 : L'organisation de la page-écran 'Situation 2'

Demi-page-écran de gauche		Demi-page-écran de droite	
Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques	Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
Théorie modèle	Représentation symbolique	Champ expérimental	Image
Relation théorie-modèle champ expérimental	Langage naturel		

I.3.3 Activités des élèves

L'activité des élèves semble se limiter à lire un texte et à observer le dessin.

I.4 Tâche 4 : 'Etude du phénomène'

I.4.1 Enoncé

'Dans l'exemple précédent, vous avez constaté que le fait de couper les rails empêche l'indien d'entendre le son émis par le train. Ainsi, il semble que la propagation du son dépend de la nature du milieu.'

Cette page écran résume la situation précédente et introduit l'hypothèse selon laquelle le milieu de propagation joue un rôle dans la propagation du son. Le contenu de cette page-écran se réfère à la fois au niveau du champ expérimental et au niveau de la théorie-modèle.

I.4.2 Les éléments de la situation

I.4.2.1 L'organisation de la page écran

L'analyse de la page-écran selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques est donnée dans le Tableau 4.

Tableau 4 : L'organisation de la page-écran 'Etude du phénomène'

Page-écran	
Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
Théorie modèle	Langage naturel
Champ expérimental	Langage naturel

I.4.2.1 Divers

Fripini énonce ce que l'élève va rencontrer par la suite : 'Maintenant vous allez travailler à partir de deux expériences'.

I.4.3 Activités des élèves

L'activité des élèves se réduit à lire le contenu de la page-écran.

II.011 Etude de la relation entre la perception sonore et la présence d'un milieu de propagation

II.1 Expérience 1 'Expérience de la cloche à vide'

Deux expériences sont introduites successivement et sont censées aider les élèves à donner sens au savoir en jeu : le son nécessite un milieu matériel pour se propager. La réalisation de chacune des expériences conduit l'élève à suivre une démarche scientifique⁶⁷ qui se décompose en quatre étapes : prévoir le résultat de l'expérience, puis la réaliser, ensuite l'interpréter, enfin la résumer. Cette succession d'étapes qui scande l'activité de l'élève semble faire référence à la fois la '*méthode rationnelle*' (Darley, 1994) fondée sur le raisonnement (voir les tâches Prévoir et Interpréter) et à la '*méthode expérimentale*'⁶⁸ (Develay, 1989) qui donne lieu à un itinéraire rationnel bien défini, à un

⁶⁷ Nous ne développons pas cette partie, nous nous renvoyons à la lecture des auteurs tels que Darley (1994), Develay (1989).

programme détaillé réglant d'avance une suite d'opérations à accomplir et signalant certains errements à éviter. L'étape de prédiction est censée permettre aux élèves de mettre en oeuvre leur modèle explicatif afin d'expliquer la manière dont ils perçoivent le résultat de l'expérience. La réalisation de l'expérience restreinte à son observation à partir d'une animation permet à l'élève de vérifier sa réponse et confirmer ou infirmer ses hypothèses. Enfin, lors de l'interprétation de l'expérience à partir du modèle de la chaîne sonore nous souhaitons qu'il 'mette à l'épreuve' la validité de son modèle explicatif. Enfin le résumé, prend en charge la description de l'expérience réalisée et suggère de nouvelles hypothèses que l'élève tentera de vérifier lors de la nouvelle expérience. Chacune de ces étapes coïncide avec une page-écran.

II.1.1 Tâche 5 : 'Prévoir le résultat de l'expérience'

II.1.1.1 Enoncé

'Un réveil est placé sous une cloche à vide et sonne. Nous faisons le vide à l'aide de la pompe. Que va t-il se passer ? La sonnerie du réveil sera :

plus forte,

plus faible,

identique,

inaudible.'

L'objectif de cette tâche est de laisser les élèves mettre en oeuvre leurs connaissances premières pour prédire le résultat de l'expérience.

II.1.1.2 Les éléments de la situation

II.1.1.2.1 L'organisation de la page écran

L'analyse selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques du contenu de la tâche est proposé dans le Tableau 5.

Tableau 5 : L'organisation de la page-écran 'Prévoir'

Demi-page-écran de gauche		Demi-page-écran de droite	
Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques	Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
Champ expérimental	Langage naturel	Champ expérimental	Image

II.1.1.2.2 Les ressources

Les ressources internes

En plus du mini-dictionnaire un onglet Aide est fourni. Le Tableau 6 détaille les informations proposées selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques.

Tableau 6 : Analyse des informations de l'onglet Aide selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques

⁶⁸ Develay (1989) considère que la démarche expérimentale rend compte d'une conduite de la pensée plus vagabonde et donc moins contrainte par les actions de l'enseignant.

Intitulé de l'information présente dans l'onglet Aide	Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
Milieu		
Définition	Relation théorie-modèle et champ expérimental	Langage naturel
Chaîne sonore		
Définition	Théorie modèle	Langage naturel
Dessin	Théorie modèle	Représentation symbolique

II.1.1.2.3 Le système d'évaluation

Suite à la sélection de l'une des propositions et à la demande de validation de la réponse, nous retournons le message : 'Vous allez vérifier votre réponse dans la page suivante en réalisant l'expérience'. De ce fait, nous laissons les élèves dans le doute et nous supposons que cela peut les aider à soutenir leur attention lors de l'observation de l'expérience.

II.1.1.2.4 Divers

Fripini explique le fonctionnement de cette tâche : 'Vous allez prévoir le phénomène. Dans la page suivante vous allez vérifier votre réponse en l'observant. Alors, cliquer sur l'une des quatre propositions et valider votre réponse. Bonne chance.'

II.1.1.3 Réalisation de la tâche et activités des élèves

II.1.1.3.1 Réponses possibles

Pour répondre à cette question, nous nous attendons à ce que les élèves mettent en oeuvre le champ expérimental, niveau de la question. Cependant, il est possible que dès cette première tâche les élèves articulent le niveau de la théorie-modèle (le modèle de la chaîne sonore) et celui du champ expérimental (la perception sonore) ce qui peut correspondre à expliquer la non perception du son puisqu'il n'y a plus de milieu de propagation. Cela consiste aussi à articuler deux systèmes sémiotiques : le langage naturel associé aux propositions de réponses et la représentation symbolique pour la chaîne sonore.

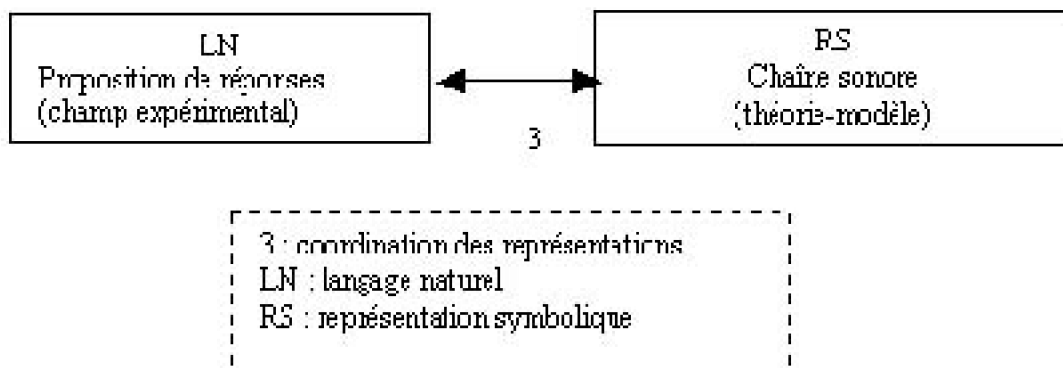


Figure 101 : L'activité sémiotique possible à partir de la tâche 'Situation 2'

Nous faisons l'hypothèse à la suite de Develay (1989) que les prédictions des élèves

peuvent aussi se référer à la pensée divergente qui '*permet de produire des formes nouvelles, des relations imprévues, de lier des éléments considérés généralement comme indépendant*' et à la pensée déductive '*il ne peut pas y avoir d'hypothèse indépendamment d'une théorie de référence préalable*' qui est, dans le cas de ce TP, le modèle de la chaîne sonore. A partir d'une étude de travaux d'élèves de seconde du Lycée Aragon à Lyon (janvier 1997) en séance de TP 'classique', nous recueillons trois types de réponses possibles :

·
Pas de perception de la sonnerie du réveil puisqu'il n'y a plus d'air (niveau champ expérimental) :

· '*Non car plus d'air (ou moins)*' ; '*Non il n'y a pas de son car il n'y a pas d'air (le vide)*' ; '*Non car il y a plus d'air. Et le son ne se propage pas s'il n'y a pas d'air (exemple = espace)*' ; '*Non car comme il n'y a pas d'air les vibrations ne passeront pas*'

·
Pas de perception de la sonnerie du réveil à cause du matériel qui fait obstacle à la propagation du son (champ expérimental) :

· '*Non car l'effet de l'épaisseur du verre n'a pas changé*' ; '*Non l'élève n'entend plus la sonnerie du réveil car la cloche est fermée hermétiquement*' ; '*Non car le milieu de propagation, l'air, est en grande quantité et que la cloche ne laisse pas passer le son*'

·
On perçoit la sonnerie du réveil à cause de la disparition de l'air (ça se propage mieux)

· '*Oui car il n'y a plus d'air et ça va résonner donc on va l'entendre*' ; '*Oui il entend la sonnerie car dans la cloche il y a du vide*'

II.1.1.3.2 Activités des élèves

L'activité de l'élève se résume à lire les différentes propositions, observer le dessin, et sélectionner l'une des propositions. La figure suivante présente schématiquement les niveaux de savoir de l'énoncé, les niveaux à utiliser pour résoudre la tâche et enfin les relations attendues.

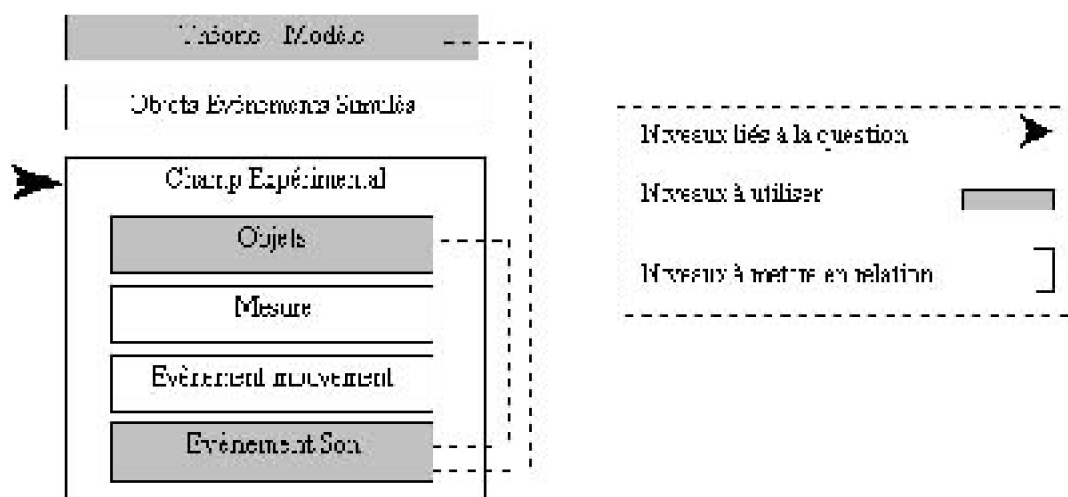


Figure 102 : Niveaux de savoir de l'énoncé, niveaux à utiliser et à mettre en relation

II.1.1.4 Connaissances à mobiliser

Nous attendons que les élèves suggèrent que l'air est un milieu de propagation.

II.1.2 Tâche 6 : 'Réalisation de l'expérience'

II.1.2.1 Énoncé

Sous une cloche en verre, un réveil, placé sur un coussin de mousse, sonne. Actionnons la pompe à vide (on raréfie l'air sous la cloche).

Observer ce qui va se passer à partir de l'animation.

L'animation, placée dans la demi-page-écran de droite, permet à l'élève de vérifier sa prévision réalisée précédemment. Dans le cas où la prévision serait en accord avec le résultat de l'expérience, cette observation peut conforter le modèle explicatif de l'élève ; inversement, l'observation de l'expérience peut déstabiliser l'élève et l'amener à critiquer et/ou modifier son modèle interprétatif de la situation.

II.1.2.2 Les éléments de la situation

II.1.2.2.1 L'organisation de la page écran

Le Tableau 7 présente l'organisation de la page-écran selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques.

Tableau 7 : L'organisation de la page-écran 'Réalisation de l'expérience'

Demi-page-écran de gauche		Demi-page-écran de droite	
Niveau de savoir	Système sémiotique	Niveau de savoir	Système sémiotique
Champ expérimental	Langage naturel	Champ expérimental	Représentation dynamique

II.1.2.3 Activités des élèves

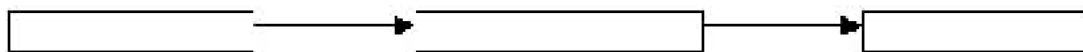
L'activité de l'élève est réduite à lire un texte et à observer l'animation.

II.1.3. Tâche 7 : 'Interprétation de l'expérience'

II.1.3.1 Enoncé

'Lorsque le vide est réalisé, construire la chaîne sonore en déplaçant les éléments de la liste ci dessous.

Chaîne sonore



Dans cette situation la chaîne sonore est constituée par :



L'objectif de cette tâche est d'amener les élèves à modéliser la situation en se référant d'une part à leur prédiction réalisée précédemment et d'autre part à la situation de l'indien aussi modélisée à partir de la chaîne sonore.

II.1.3.2 Les éléments de la situation

II.1.3.2.1 L'organisation de la page écran

Le Tableau 8 donne les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques contenus dans la page-écran.

Tableau 8 : L'organisation de la page-écran 'Interprétation'

Demi-page-écran de gauche		Demi-page-écran de droite	
Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques	Niveau de savoir	Système sémiotique
Théorie-modèle	Représentation symbolique et langage naturel	Champ expérimental	Représentation dynamique
Champ expérimental	Représentation symbolique et langage naturel		

II.1.3.2.1 Le système d'évaluation

Le bouton de demande de validation de la réponse : l'évaluation de la réponse L'évaluation de la réponse conduit à deux feed-back simultanés :

–

Un message écrit donne une appréciation de la réponse. Dans le cas où celle-ci serait correcte, le message 'Vous avez bien construit la chaîne sonore. Cependant, il vous est conseillé de consulter la réponse du professeur pour en savoir plus' incite les élèves à consulter la réponse du professeur. Sinon, le message retourné précise que 'La chaîne sonore est incomplète ou incorrecte'.

–

Un point lumineux indique au niveau de chacun des éléments à fournir, l'état de la réponse : un point vert si la réponse est exacte et un point rouge dans le cas contraire.

L'élève a la possibilité de demander la validation de sa réponse autant de fois qu'il le souhaite.

Le bouton réponse (du professeur) Ce bouton correspond à la réponse de l'enseignant. Elle est de couleur rouge et fournit la réponse attendue : ' *La chaîne sonore est incomplète. Il semble que la présence de l'air soit nécessaire à l'existence du son.*'

II.1.3.3 Réalisation de la tâche et activités des élèves

II.1.3.3.1 Réponses possibles

Lors de la réalisation de cette tâche, les élèves sont censés mettre en oeuvre le niveau de la théorie-modèle associé à la chaîne sonore, le champ expérimental correspondant à l'animation, et enfin articuler ces deux niveaux. Du point de vue de l'activité sémiotique nous supposons que la construction de la réponse nécessite que les élèves mettent en relation le langage naturel (les mots), la représentation symbolique (la chaîne sonore) et la représentation dynamique (l'animation). Cependant, en cas de difficulté, il est possible que la dyade retourne à la page-écran présentant la modélisation de la situation de l'indien et le rail enlevé, ou réalise une analogie avec la situation proposée.

II.1.3.3.2 Activités observables et didactiques

Cette question met en jeu les niveaux de la théorie-modèle et celui des objets événements simulés. La Figure 103 présente selon les niveaux de savoir de l'énoncé ceux que l'élève sont censés utiliser et mettre en relation.

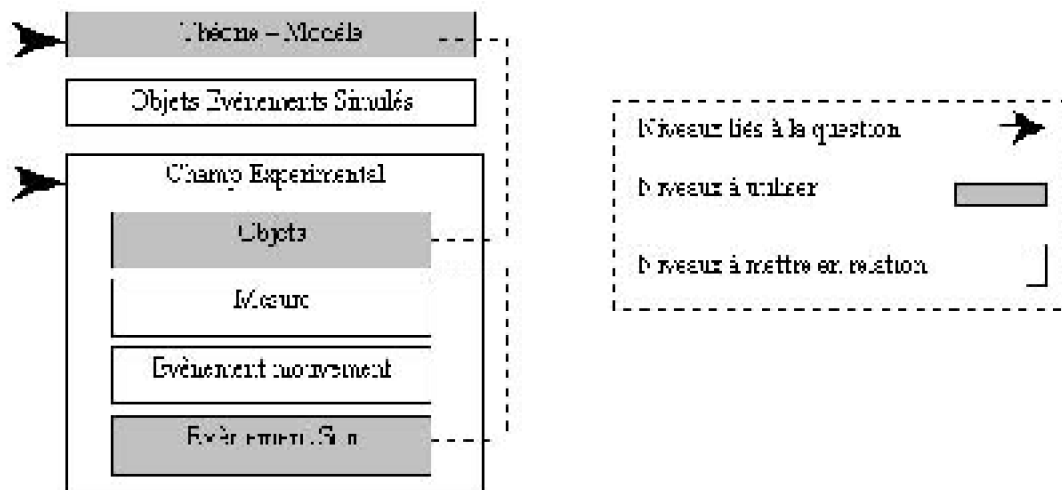


Figure 103 : Niveaux de savoir de l'énoncé, niveaux à utiliser et à mettre en relation

II.1.3.4 Connaissances à mobiliser

Nous nous attendons à ce que les élèves mobilisent des connaissances relatives au modèle de la chaîne sonore.

II.1.4. Tâche 8 : 'En résumé'

II.1.4.1 Enoncé

'Au début, quand le réveil sonne sous la cloche, on entend bien la sonnerie.

Ensuite, lorsqu'on fait le vide, on n'entend plus rien.

Enfin, si on laisse rentrer l'air, nous entendons à nouveau la sonnerie du réveil.

Il semble donc, que la présence de l'air soit nécessaire à l'existence du son.'

Associé à l'animation de l'expérience située dans la demi-page-écran de droite, un texte reprend les différentes phases de l'expérience, et en donne une première interprétation *'il semble donc, que la présence de l'air soit nécessaire à l'existence d'un son'* que l'élève va tenter de généraliser durant la seconde expérience.

II.1.4.2 Les éléments de la situation

II.1.4.2.1 L'organisation de la page écran

Le Tableau 9 présente l'analyse du contenu de la page-écran selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques.

Tableau 9 : L'organisation de la page-écran 'En résumé'

Demi-page-écran de gauche		Demi-page-écran de droite	
Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques	Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
Champ expérimental	Langage naturel	Champ expérimental	Représentation dynamique

II.1.4.2.2 Divers

Fripini introduit la seconde expérience : *'Avant de généraliser cette première interprétation, modifions le milieu de propagation et suivons la même démarche'*.

II.1.4.3 Activités des élèves

L'activité des élèves est réduite à lire et à observer l'animation.

II.2 Expérience 2 : Insérons du dihydrogène dans la cloche

Comme nous l'avons précisé précédemment, la structure de cette tâche est semblable à la précédente, seule la l'expérience fournit change. Pour éviter d'alourdir cette analyse, nous détaillerons seulement certains points : la présentation de la tâche, les réponses possibles, les connaissances en jeu et les ressources. L'objectif de cette nouvelle expérience est de donner la possibilité aux élèves de réinvestir le modèle explicatif en jeu pour interpréter la perception d'un son : l'existence d'un milieu de propagation.

II.2.1 Tâche 9 : 'Prévoir le résultat de l'expérience'

II.2.1.1 Enoncé

'Faisons pénétrer du dihydrogène dans la cloche dans laquelle on a fait le vide. Que se passe t'il ?

Nous n'entendons pas le réveil sonner

Nous entendons le réveil sonner de la même manière qu'avec l'air

Nous entendons le réveil sonner plus faiblement à cause du dihydrogène

Nous entendons le réveil sonner plus fort à cause du dihydrogène'

Le dessin placé dans la demi-page-écran de droite présente la situation expérimentale à partir de laquelle on distingue le matériel utilisé : une cloche à vide, une pompe à faire le vide, un réveil, un coussin de mousse, une bouteille contenant du dihydrogène. Celle de gauche contient l'énoncé et les différentes propositions de réponses que l'élève peut sélectionner. L'ensemble du contenu de la page-écran se réfère au champ expérimental dont les systèmes sémiotiques associés sont le langage naturel et l'image.

II.2.1.2 Réalisation de la tâche et activités des élèves

II.2.1.2.1 Réponses possibles

Nous souhaitons que les élèves mettent en relation le niveau de la théorie-modèle et celui du champ expérimental. En d'autres termes, qu'ils identifient le dihydrogène comme le milieu de propagation du son.

II.2.1.2.2 Activités des élèves

L'activité observable des élèves est réduite à lire, à cocher une des propositions, à observer l'illustration de la situation. La figure suivante présente schématiquement les niveaux de savoir de l'énoncé, les niveaux à utiliser pour résoudre la tâche et enfin les relations attendues.

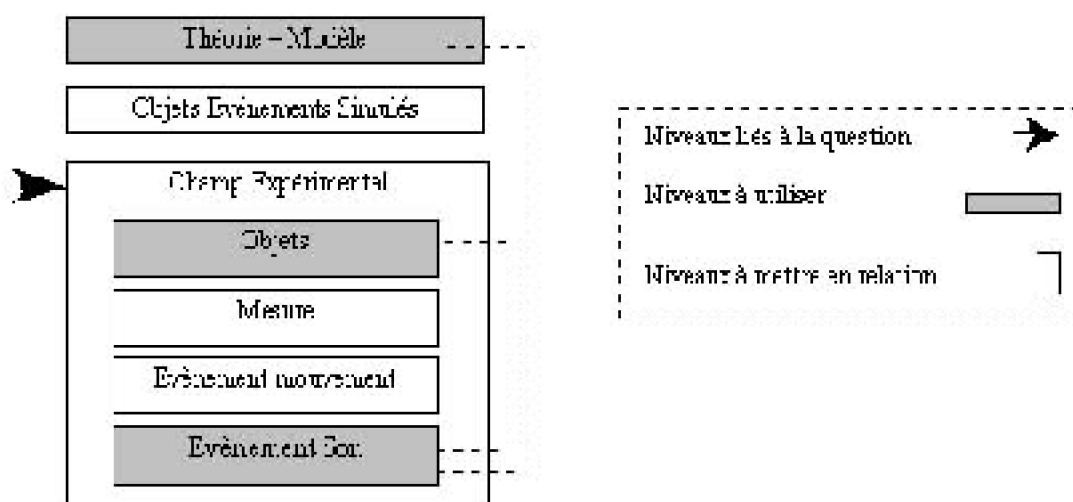


Figure 104 : Niveaux de savoir de l'énoncé, niveaux à utiliser et à mettre en relation

II.2.1.3 Connaissances à mobiliser

Nous nous attendons à ce que les élèves mettent en oeuvre des connaissances relatives : au modèle de la chaîne sonore, à l'interprétation de l'expérience précédente, à

la définition du milieu de propagation.

II.2.2 Tâche 10 : 'Réalisation de l'expérience'

II.2.2.1 Enoncé

'Faisons pénétrer du dihydrogène dans la cloche dans laquelle on avait fait préalablement le vide. Observer ce qui va se passer.'

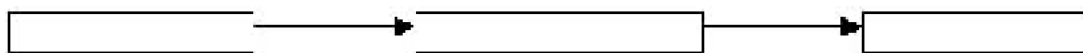
Comme dans l'expérience précédente, cette activité permet à l'élève de vérifier sa prédiction à partir de l'animation présentée dans la tâche suivante.

II.2.3 Tâche 11 : 'Interprétation de l'expérience'

II.2.3.1 Enoncé

'Lorsque le dihydrogène est introduit, construire la chaîne sonore en déplaçant les éléments de la liste ci dessous.'

Chaîne sonore



Dans cette situation la chaîne sonore est constituée par :



A nouveau, l'interprétation de l'expérience se fait au travers de la construction de la chaîne sonore. Nous souhaitons qu'au cours de cette dernière interprétation les élèves prennent conscience du rôle du milieu de propagation dans la perception du son.

II.2.3.2 Réalisation de la tâche et activités des élèves

II.2.3.2.1 Réponses possibles

Pour répondre à cette question les élèves doivent apparier les objets de la situation aux éléments de la chaîne sonore : ils effectuent une relation entre le niveau de la théorie-modèle et celui du champ expérimental. A ce stade de la séquence, nous espérons que le modèle construit par les élèves leur permettra d'interpréter la situation. Nous supposons que certains élèves proposeront la même chaîne sonore que lors de la première expérience ce qui mettrait en évidence le contrat entre l'élève et l'hypermédia.

II.2.3.2.2 Les activités des élèves

L'activité observable se limite à lire, à glisser et lâcher les mots, observer l'animation. La Figure 105 présente les niveaux de savoir de l'énoncé que les élèves sont censés utiliser et mettre en relation.

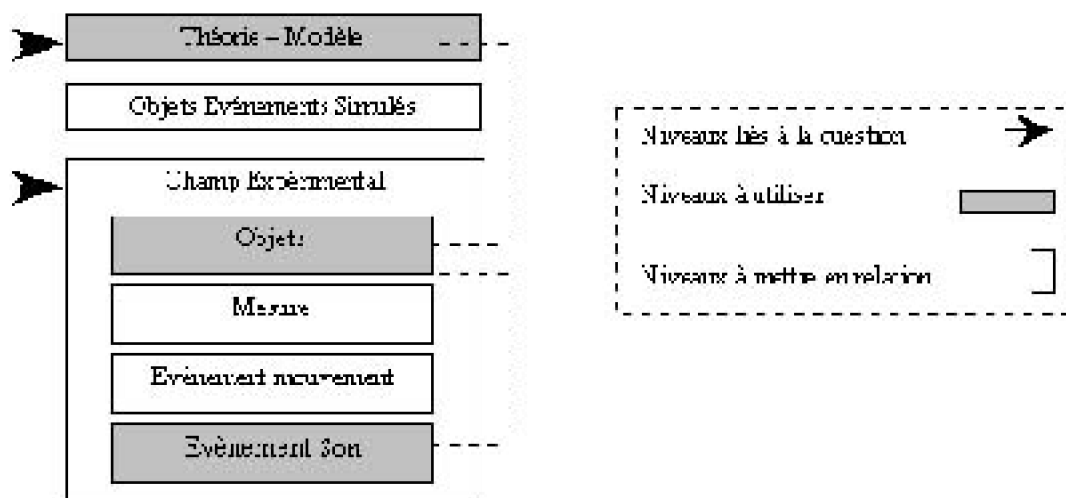


Figure 105 : Niveaux de savoir de l'énoncé, niveaux à utiliser et à mettre en relation

II.2.3.3 Connaissances à mobiliser

Les connaissances à mettre en oeuvre sont relatives au modèle de la chaîne sonore, à la définition du milieu, à l'interprétation de la première expérience.

II.2.4 Tâche 12 : 'En résumé'

II.2.4.1 Enoncé

Lorsque l'on insère du dihydrogène dans la cloche, on constate que l'on entend la sonnerie du réveil, pratiquement pareil que dans le cas de l'air.

En effet, un milieu de propagation est nécessaire à la perception du son. Ici c'est le dihydrogène.

Ce résumé accompagné d'une animation détaille tout d'abord l'événement observé au niveau du champ expérimental, puis, donne une interprétation de l'expérience en articulant les niveaux de la théorie et du champ expérimental ' *En effet, un milieu de propagation est nécessaire à la perception du son. Ici c'est le dihydrogène* '.

II.2.5 Tâche 13 : 'Conclusion'

II.2.5.1 Enoncé

'En comparant les deux chaînes sonores ci-dessous (avant et après avoir réalisé le vide), le milieu de propagation est différent, ainsi que la perception sonore associée. Si la matière composant le milieu de propagation est l'air (ou le dihydrogène), on entend la sonnerie du réveil : le son se propage dans l'air.



Si c'est le vide, on n'entend pas la sonnerie du réveil : il n'y a pas propagation du son. L'oreille ne peut rien recevoir.

Réveil

Aucun

Aucun

Donc, dans notre environnement, l'air est nécessaire pour que l'on puisse entendre les sons. Les vibrations de la source se transmettent grâce à l'air. Plus généralement, il faut de la matière appelée milieu matériel pour qu'il y ait propagation du son.'

Suite à la réalisation des deux expériences, cette page-écran, intitulée conclusion, reprend les résultats obtenus lors de la première expérience 1, puis généralise ces résultats : *'Donc, dans notre environnement, l'air est nécessaire pour que l'on puisse entendre les sons (...) Plus généralement il faut de la matière appelée milieu matériel pour qu'il y ait propagation du son.'*

II.2.5.2 Les ressources

Les ressources internes

Les ressources internes sont de deux types : le mini-dictionnaire et un escamot sur le terme milieu matériel.

II.2.5.3 Activités des élèves

L'activité observable de l'élève se limite à lire.

Nous présentons ci dessous la démarche que nous avons tentée de mettre en place durant ces huit tâches.

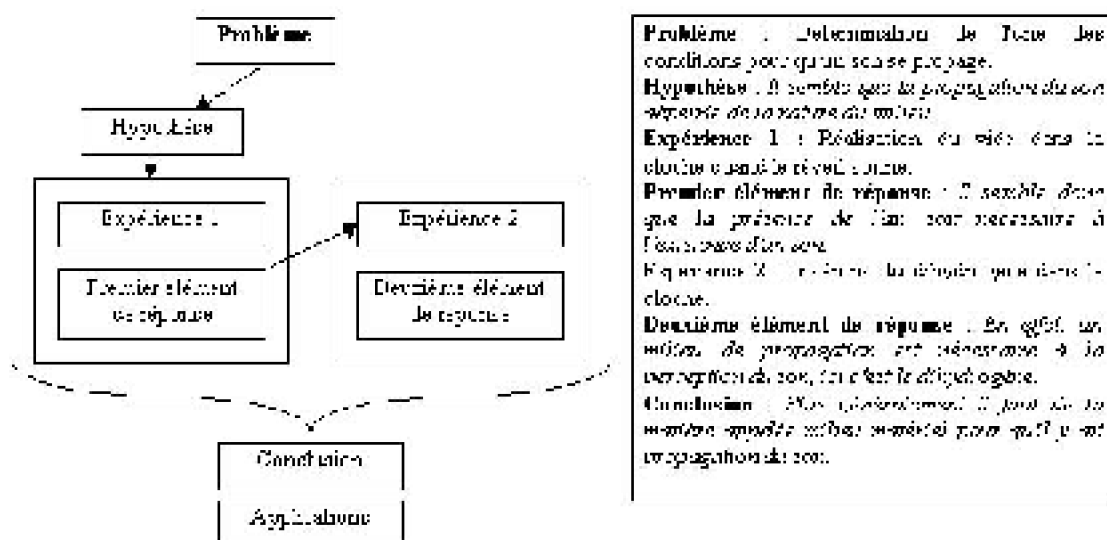


figure 106 La démarche implémentée durant la séance

III.011 Réinvestissement de la condition nécessaire pour qu'un son existe : Applications

Pour terminer cette séquence, nous proposons aux élèves cinq situations au choix issues principalement de la vie quotidienne (sauf une) à partir desquelles nous souhaitons qu'ils réinvestissent le savoir en jeu : le son nécessite un milieu de propagation pour se

propager et il ne peut pas se propager dans le vide. L'objectif de cette partie est d'amener les élèves à prendre conscience que le milieu de propagation ne se limite pas à l'air mais ou plus généralement un gaz cela peut être aussi l'eau, l'acier, un fil de nylon, etc. Les différentes situations (trois sur les cinq) sont généralement accompagnées de la même question : prévoir si l'individu (l'extra-terrestre, le plongeur, le cosmonaute, l'élève) va percevoir un son selon qu'il se trouve dans l'eau, dans l'espace, etc. Cette question se réfère uniquement au champ expérimental et nous souhaitons que les élèves interprètent chacune des situations en articulant le niveau de la théorie-modèle et celui du champ expérimental. Enfin, pour quatre tâches sur cinq, nous proposons des ressources internes : l'onglet Aide.

Nous présentons succinctement chacune de ces applications.

III.1 Expérience de la cloche à vide sans coussin d'air

Cette expérience est construite comme les deux expériences précédentes en quatre parties : prévoir, réaliser l'expérience, interpréter l'expérience et résumer de l'expérience. L'objectif est que les élèves identifient la plaque d'acier, support de la cloche et sur laquelle est posé le réveil, comme milieu de propagation.

III.2 Expérience des pots de yaourt

Cette tâche se décompose en deux parties : la première demande à l'élève de modéliser la situation à partir de la chaîne sonore afin d'identifier le fil en tant que milieu de propagation du son, la seconde demande aux élèves d'imaginer l'influence du milieu de propagation sur les caractéristiques du son (hauteur et intensité).

III.2.1 Présentation de la première partie : la chaîne sonore

'Polo parle à cardi à l'aide du système des pots de yaourt. Construire la chaîne sonore en déplaçant les éléments de la liste ci-dessous.'

L'objectif est d'amener les élèves à se rendre compte que le fil est le milieu de propagation du son. Pour cela les élèves appariant les éléments de la situation avec ceux de la chaîne sonore : ils mettent alors en relation le niveau de la théorie modèle avec celui du champ expérimental. Il se peut que certains élèves sélectionnent l'air en tant que milieu de propagation, ce qui mettrait en évidence l'influence des situations réalisées précédemment (Introduction de la chaîne sonore et tâche du TP2) où le milieu de propagation était principalement l'air ou un gaz. Nous supposons que durant la résolution de cette tâche les élèves mobilisent les connaissances relatives : au modèle de la chaîne sonore et à la définition du milieu de propagation.

Comme les autres tâches demandant de modéliser la situation à partir de la chaîne sonore, il est joint un bouton évaluation de la réponse et un bouton réponse du professeur.

III.2.1 Présentation de la seconde partie : Prévoir la perception du son

'Imaginons que Polo parle à Cardi sans les pots de yaourt, mais de la même manière que précédemment (avec le même volume sonore et la même hauteur). Comment pensez-vous que Cardi perçoit la voix de Polo sans utiliser les pots de yaourt ?

Choisissez la ou les bonnes réponses

Plus forte	Plus aiguë
<i>plus faible</i>	<i>Plus grave</i>
<i>ni plus forte ni plus faible</i>	<i>Ni plus aiguë plus grave'</i>

A partir de cette question nous désirons que les élèves prennent conscience que l'air, milieu de propagation, amortit l'intensité sonore mais ne modifie pas sa hauteur. En effet, l'une des difficultés des élèves est de considérer que la hauteur et l'intensité varient en fonction de la position du récepteur. Cette question simple de premier abord, fait référence au modèle de l'onde sonore que les élèves à ce stade de la séquence ne connaissent pas. Ainsi, l'interprétation de cette question ne peut se faire qu'en mettant en jeu le champ expérimental et en prenant exemple sur une situation de la vie quotidienne.

III.2.1.1 Les ressources

Les ressources internes

Nous proposons, en plus du mini-dictionnaire, un onglet Aide à partir duquel les élèves peuvent trouver les informations suivantes :

Tableau 10 : Analyse des informations de l'onglet Aide selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques

Intitulé de l'information présente dans l'onglet Aide	Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
Milieu		
Définition	Relation théorie-modèle et champ expérimental	Langage naturel
Chaîne sonore		
Définition	Théorie modèle	Langage naturel
Dessin	Théorie modèle	Représentation symbolique

III.2.1.2 Le système institutionnel

Le bouton demande de validation Suite à la sélection de la réponse, la demande de validation peut conduire à deux messages ; dans le cas où cette dernière est exacte, le message retourné encourage les élèves '*C'est exact !!! Cependant, il vous est conseillé de consulter la réponse du professeur pour en savoir plus*'. Dans le cas contraire, il précise uniquement qu'elle est incorrecte '*La réponse est incorrecte !*'.

Le bouton réponse Ce bouton fournit la réponse du professeur attendue : '*Sans les pots de yaourts, le son perçu paraît plus faible. L'air, milieu de propagation, amortit le son : c'est un milieu absorbant (pour plus d'information, allez dans le cours à 'Acoustique géométrique)'*'

Les trois tâches une collision intersidérale, une collision sous l'eau, la navette, sont

construites de la même manière. Nous présentons uniquement la tâche 'collision intersidérale'.

III.3 Une collision intersidérale

III.3.1 Enoncé

'Un choc de météorite a eu lieu à 500 mètres de la soucoupe de l'extra-terrestre :

Vu le choc, notre ami :

Prendra t'il la fuite en l'entendant

Restera t'il impassible compte tenu de son éloignement

N'entendra absolument rien quel que soit le choc et la distance'

L'objectif de cette tâche est d'amener les élèves à interpréter la situation en mettant en oeuvre la connaissance construite durant la séquence : dans le vide le son ne se propage pas. Nous attendons ici que les élèves articulent les niveaux de la théorie-modèle et champ expérimental. Il est possible que l'une des difficultés des élèves relève d'une méconnaissance que dans l'espace il n'y pas de matière.

III.3.2 Eléments de la situation

III.3.2.1 Les ressources

Les ressources internes

Deux types de ressources internes sont proposés : le mini-dictionnaire et un onglet Aide que nous détaillons dans le Tableau 11.

Tableau 11 : Analyse des informations de l'onglet Aide selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques

Intitulé de l'information présente dans l'onglet Aide	Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
Milieu		
Définition	Relation théorie-modèle et champ expérimental	Langage naturel
Espace intersidérale		
Définition	Relation théorie-modèle et champ expérimental	Langage naturel
Chaîne sonore		
Définition	Théorie modèle	Langage naturel
Dessin	Théorie modèle	Représentation symbolique
Rappel		
Animation	Champ expérimental	Représentation dynamique
Condition de propagation du son	Théorie-modèle	Langage naturel

III.3.2.2Le système d'évaluation

Comme dans le cas de la tâche 'pots de yaourt' (partie 2), nous retrouvons les deux

boutons demande de validation et réponse du professeur.

III.3.3 Activités des élèves

L'activité observable des élèves se limite à lire et à regarder le dessin. La Figure 107 présente selon les niveaux de savoir de l'énoncé ceux que les élèves sont censés utiliser et mettre en relation.

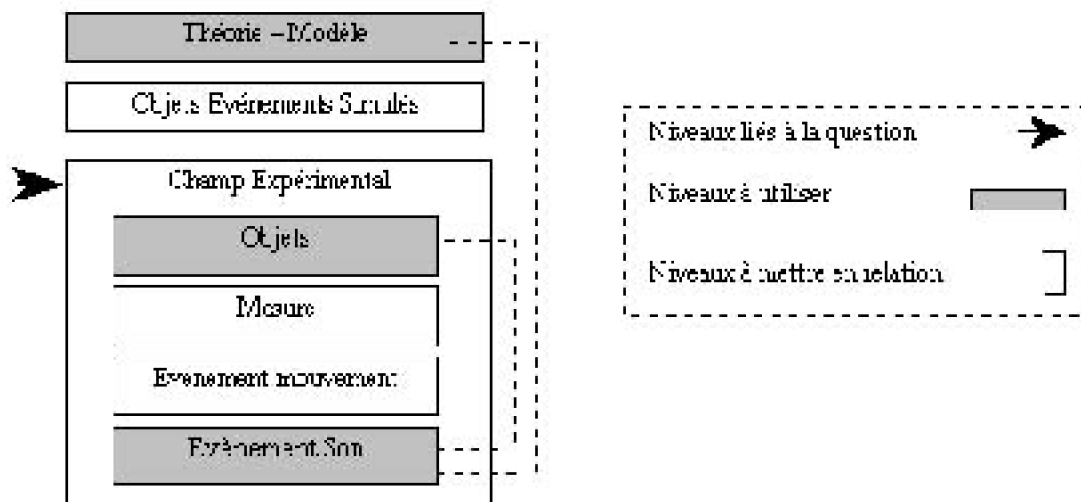


Figure 107 : Niveaux de savoir de l'énoncé, niveaux à utiliser et à mettre en relation

Analyse a priori du TP3

L'objectif de cette séquence est d'amener les élèves à construire un modèle interprétatif de la propagation du son au niveau microscopique afin d'interpréter les phénomènes macroscopiques identifiables à partir d'objets matériels (tambourin, bougie) utilisés ou non dans la vie quotidienne. Le Tableau 12 présente, d'après les TP SOC (voir annexe A), la succession des tâches ainsi que leurs objectifs.

Tableau 12 : Les différentes tâches du TP3, connaissances en jeu et compétences exigibles lors du TP3

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

	Découpage du TP3	Objectifs des tâches
	Tâche 1 'Introduction'	Sensibiliser les élèves au fait qu'il se passe 'quelque chose' dans l'air lorsqu'un son se propage
Expérience des deux tambourins et de la balle	Tâche 2 'Réalisation de l'expérience '	Prendre conscience que le son se propage de la source au récepteur via un milieu de propagation
	Tâche 3 'Exploitation de l'expérience'	
	Tâche 4 'Interprétation de l'expérience'	
	Tâche 5 'En résumé'	
Interprétation microscopique de la propagation du son	Tâche 6 'Question'	Se représenter le mouvement d'ensemble des particules à partir d'une animation lors de la propagation d'un son.
	Tâche 7 'Interprétation'	
	Tâche 8 'Une petite pause'	
Introduction des infrasons	Tâche 9 'Etude du son émis par un haut-parleur'	La perception sonore est principalement dépendante des caractéristiques physiologiques de l'oreille et non des caractéristiques de la vibration.
Expérience du haut-parleur et de la bougie	Tâche 10 'Prévoir le résultat de l'expérience'	Prendre conscience que le mouvement du milieu représenté par le mouvement de la flamme d'une bougie de propagation est lié à celui de la source. Utiliser le modèle particulaire pour interpréter le mouvement du milieu de propagation quand un son est émis.
	Tâche 11 'Observation de l'expérience'	
	Tâche 12 'Interprétation de l'expérience'	
Interprétation de la propagation dans l'air : l'onde sonore	Tâche 13 'La propagation du son dans l'air'	Réinvestir le modèle particulaire afin d'invalider diverses propositions issues de conceptions d'élèves.
	Tâche 14 'L'onde sonore'	Introduire de le modèle

	Découpage du TP3	Objectifs des tâches
		de l'onde sonore
Tâche 15 'Relation entre la fréquence de vibration et la fréquence de la tension électrique'	Introduire le phénomène de persistance des sensations visuelles. Etablir la relation d'égalité entre la fréquence de vibration de la membrane et la fréquence de la tension du GBF. (<i>partie non analysée</i>)	
Compétences exigibles ou en cours d'apprentissages (B.O)	Décrire l'effet de persistance rétinienne, ses conséquences. Expliquer qu'un repère sur un disque tournant paraît immobile si, entre deux éclairs il effectue exactement un ou plusieurs tours et en déduire la relation entre les fréquences. Expliquer comment le haut-parleur émet des sons de fréquence égale à celle de la tension appliquée. Savoir que la fréquence est une caractéristique de la source.	

I.011Tâche 1 : Introduction

I.1 Enoncé

'Dans le TP précédent, vous avez étudié le milieu de propagation en tant que condition nécessaire à la propagation d'un son. Ce TP s'intéresse à la façon dont le son se propage.

On va répondre à la question : Que se passe-t-il dans le milieu de propagation lors de l'émission d'un son par une source quelconque (voir vidéo ci contre) ?'

Cette séquence débute par un rappel du savoir en jeu dans le TP2, '*le son nécessite un milieu de propagation pour se propager*', et introduit l'objectif principal de cette nouvelle séquence qui est d'étudier '*la façon dont le son se propage*'. Pour éclairer cette nouvelle problématique, une vidéo située dans la demi-page-écran de droite présente un premier événement susceptible d'être connu par les élèves : suite à l'émission d'un son par un tambourin placé sous une table, il est possible d'observer le mouvement de morceaux de polystyrène placés sur la peau d'un autre tambourin posé sur cette table. De ce fait, le '*connu*' (le mouvement du polystyrène, les tambourins) est lié à l'*'inconnu*' qui est le problème posé '*Que se passe-t-il dans le milieu de propagation lors de l'émission d'un son par une source quelconque (voir vidéo ci-contre) ?'*. De plus, afin que la désignation de l'événement soit commune à l'ensemble des élèves, il est donné dans la

tâche suivante une nouvelle expérience simple et parlante utilisant le même dispositif expérimental.

Nous faisons l'hypothèse que d'une part cette façon d'introduire le problème peut favoriser sa prise en charge que les élèves vont tenter d'interpréter durant la séquence et d'autre part, elle peut conduire lors de l'observation du fait à un premier questionnement des élèves (implicite ou explicite).

II.011 Expérience du tambourin

Cette tâche se décompose en quatre pages-écrans, dont l'objectif est d'amener l'élève à se construire une première idée de la propagation du son dans l'air en terme de vibration et de mouvement vibratoire. Pour favoriser cette construction, il est demandé à l'élève d'interpréter les deux événements observés via une vidéo, d'abord à partir du modèle de la chaîne sonore, puis en décrivant à l'écrit le comportement du milieu de propagation. La démarche proposée au cours de quatre tâches est comparable à celle donnée lors de l'activité expérimentale' (TP1). Nous présentons maintenant ces différentes tâches.

II.1 Tâche 2 : 'Réalisation de l'expérience'

II.1.1 Enoncé

'Pour répondre à la question posée dans l'introduction, considérons l'expérience suivante.

Frappons sur le tambourin de gauche et observons le comportement de la balle placée contre la peau du tambourin de droite.'

La vidéo fournit l'expérience à partir de laquelle les élèves observent deux événements : le son émis par le tambourin de gauche et le mouvement de la balle placée contre le tambourin de droite. L'énoncé vise à guider les élèves vers l'événement en jeu, le mouvement de la balle. De ce fait, les deux demi-pages-écrans se réfèrent au champ expérimental dont les systèmes sémiotiques sont le langage naturel et la représentation dynamique.

L'expérience utilise les mêmes objets que l'expérience précédente (tambourins). Le fait observé est sensiblement le même que dans l'expérience précédente et mis en évidence au travers du mouvement visible de la balle. Nous faisons l'hypothèse que les élèves seront à même de prédire le résultat de l'expérience (le mouvement de la balle) avant même son observation ce qui pourrait laisser supposer que les élèves prennent en charge le problème introduit dès la page-écran 'Introduction'. Ainsi, l'objectif de cette expérience est d'amener les élèves à élaborer une première explication causale vraisemblablement linéaire qu'ils seront conduits à modifier via les deux tâches suivantes.

II.1.2 Les éléments de la situation

II.2.2.1 L'organisation de la page-écran

L'analyse de cette page-écran selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques est présentée dans le Tableau 13.

Tableau 13 : L'organisation de la page-écran 'Réalisation de l'expérience'

Demi-page-écran de gauche		Demi-page-écran de droite	
Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques	Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
Champ expérimental	Langage naturel	Champ expérimental	Représentation dynamique

Suite à l'observation de l'expérience, nous proposons aux élèves deux façons de l'interpréter : en construisant la chaîne sonore relative à la situation et en rédigeant une réponse à deux questions à propos du comportement du milieu de propagation lors de l'émission d'un son.

II.1.3 Activités des élèves

Nous supposons que l'activité observable des élèves se limite à lire un texte et à regarder la vidéo. De plus, nous souhaitons que les élèves aient comme réaction 'instinctive' celle de décrire l'événement visualisé. Nous pouvons nous attendre alors à la mise en oeuvre de relations internes au niveau du champ expérimental entre les trois sous-niveaux : objets, événement son et événement mouvement.

II.2 Tâche 3 : 'Exploitation de l'expérience'

II.2.1 Enoncé

'Construire la chaîne sonore et déterminer ses constituants en déplaçant les éléments de la liste ci- dessous.'

Cette tâche dont l'objectif est de modéliser la situation expérimentale à partir de la chaîne sonore, est censée aider les élèves à expliciter le rôle des différents éléments la composant. Elle peut permettre aux élèves d'éviter par exemple de considérer la balle en tant que récepteur sonore à la place du tambourin ou de l'oreille : la balle permettant uniquement de mettre en évidence la vibration de la peau du tambourin de droite. Ainsi, si la détermination de l'émetteur peut paraître aisée⁶⁹, celle du récepteur reste assez complexe et peut conduire les élèves à rechercher des informations.

II.2.2 Les éléments de la situation

II.2.2.1 L'organisation de la page-écran

Les deux demi-pages-écrans sont décrites selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques dans le Tableau 2.

⁶⁹ Il peut arriver cependant que nous rencontrions l'une des difficultés des élèves à différencier la source de son et l'objet permettant de produire le son tel que le marteau du diapason.

Demi-page-écran de droite		Demi-page-écran de gauche	
Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques	Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
Champ expérimental	Représentation dynamique	Théorie-modèle	Représentation symbolique et langage naturel
		Champ expérimental	Représentation symbolique et langage naturel

II.2.2.2 Le système d'évaluation

Le bouton de demande de validation de la réponse L'évaluation de la réponse conduit à deux feed-back simultanés :

– un message écrit qui donne une appréciation de la réponse. Dans le cas où celle-ci est correcte, le message 'Vous avez bien construit la chaîne sonore. Cependant, il vous est conseillé de consulter la réponse du professeur pour en savoir plus' incite les élèves à consulter la réponse du professeur. Sinon, le message retourné précise que 'La chaîne sonore est incomplète ou incorrecte'.

– un point lumineux qui indique au niveau de chacun des éléments à fournir, l'état de la réponse : un point vert si la réponse est exacte et un point rouge dans le cas contraire.

L'élève a la possibilité de demander la validation de sa réponse autant de fois qu'il le souhaite.

Le bouton réponse (du professeur) Ce bouton correspond à la réponse de l'enseignant. Elle est de couleur rouge et fournit la réponse attendue : *'Le son émis par le tambourin de gauche se propage dans l'air jusqu'à nos oreilles. Le tambourin de droite transforme le son émis en un signal observable : le sursautement de la balle. Nous pouvons dire que le tambourin de droite est un récepteur'*. Nous pouvons remarquer que nous explicitons dans la réponse les deux possibilités au niveau du récepteur.

II.2.3 Réalisation de la tâche et activités observables et didactiques

II.2.3.1 Réponses possibles

A partir de la liste de mots proposée, les élèves construisent les deux chaînes sonores. Les élèves sont censés mettre en relation les niveaux théorie-modèle et du champ expérimental. Il est possible d'élaborer deux chaînes : Tambour - Air - Tambour ou Tambour - Air - Oreille. Le choix entre les deux récepteurs peut s'expliquer selon le niveau de conceptualisation relatif au récepteur sonore :

Il peut être vu en tant que dispositif permettant de percevoir un son.

Il peut être interprété comme un dispositif qui transforme un bruit ou un son en un signal observable (signal électrique dans le cas d'un microphone, une sensation sonore dans le cas de l'oreille, une vibration).

Les appariements des élèves peuvent conduire à la proposition de trois chaînes ce qui laisse entrevoir différentes représentations de la façon dont le son se propage. Voici les cas que nous pouvons distinguer :

Baguette - Air - Balle : Dans ce premier cas, l'appariement semble mettre en évidence l'explication causale linéaire de l'expérience sans prendre en compte le sens des différents éléments de la chaîne sonore : la baguette (la cause) frappe le tambour, le son se propage dans l'air (l'agent causal), la balle placée contre l'autre tambourin bouge (l'effet). De plus, ici, on relèvera l'une des conceptions des élèves qui consiste à considérer la baguette (l'actant) en tant que source de son.

Tambour - Air - Balle : Dans ce cas là, l'élève identifie la source de son, le milieu de propagation, mais identifie le récepteur à l'effet observé (le mouvement de la balle) résultant de la vibration du tambourin, le récepteur. L'élève considère que le récepteur est la balle puisqu'elle bouge. Mais il ne remonte pas à la cause de son mouvement.

Tambour - support (du tambour) - oreille : Cette proposition met en évidence une difficulté des élèves déjà présentée lors de l'analyse *a priori* de l'introduction de la chaîne sonore qui consiste à identifier le milieu de propagation car il est illimité dans l'espace et composé de plusieurs objets.

II.2.3.2 Activités des élèves

Nous supposons que l'activité observable des élèves se réduit à lire, à glisser et à lâcher des mots pour compléter les chaînes et à observer la vidéo. De plus, la Figure 108 présente selon les niveaux de savoir de l'énoncé ceux que les élèves sont censés utiliser et mettre en relation.

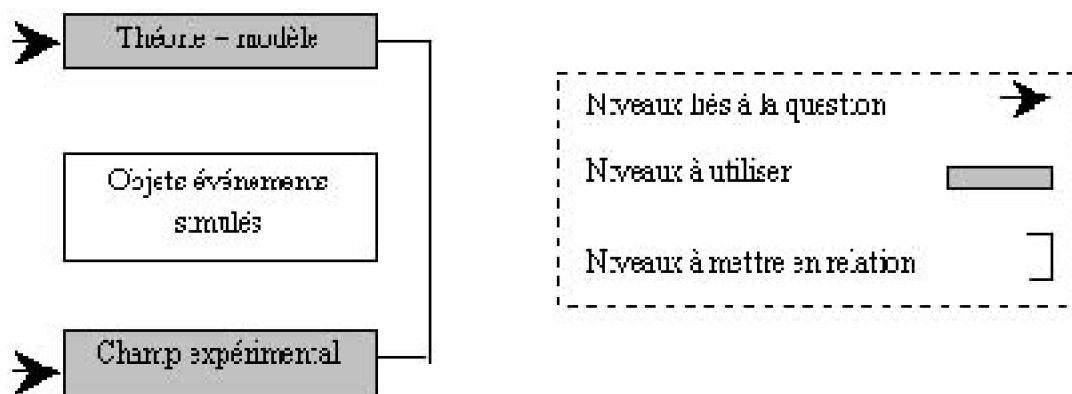


Figure 108 : Niveaux de savoir de l'énoncé, niveaux à utiliser et à mettre en relation

II.2.4 Connaissances à mobiliser

Nous nous attendons à ce que les élèves mettent en oeuvre des connaissances relatives : au modèle de la chaîne sonore et aux définitions d'émetteur, de milieu et de récepteur.

II.3 Tâche 4 : 'Interprétation de l'expérience'

II.3.1 Enoncé

'Les deux questions suivantes vous guideront dans vos réponses : quel est le comportement de l'air entre les deux tambourins quand celui de gauche a été frappé ? Comment ce comportement permet-il d'interpréter que la balle sursaute ?'

L'objectif de cette tâche est d'obtenir des élèves une première interprétation de la propagation du son dans l'air en termes de vibration du milieu de propagation. La limitation de cette première interprétation de l'étude du comportement du milieu conduit par la suite à l'introduction du modèle particulière fournissant une interprétation privilégiée du phénomène observé.

II.3.2 Les éléments de la situation

II.3.2.1 L'organisation de la page-écran

Le Tableau 15 présente les deux demi-pages-écrans selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques.

Tableau 15 : L'organisation de la page-écran 'Interprétation'

Demi-page-écran de gauche		Demi-page-écran de droite	
Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques	Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
Champ expérimental	langage naturel	Champ expérimental	Représentation dynamique

II.3.2.2 Le système d'évaluation

Le bouton de demande de validation de la réponse La demande de validation conduit à

un message et n'analyse pas la réponse des élèves : *'Vous pouvez consulter la réponse du professeur pour de plus amples renseignements'*. Dans le cas où les élèves sélectionneraient la proposition *'je ne sais pas'* et demande une validation de la réponse, il est proposé une reformulation de la question *'Essayez d'imaginer ce qu'il peut se passer dans l'air lorsque l'on frappe le tambourin'*. Enfin, si les élèves ne rédigent pas leur réponse et demande de la valider, le message suivant leur est retourné : *' Vous n'avez rien saisi !!!!'*

Le bouton réponse (du professeur) Ce bouton fournit la réponse attendue : *'Le milieu entre les deux tambourins, constitué par l'air, vibre et entraîne la vibration de la peau du tambourin de droite. La vibration de la peau fait sursauter la balle.'*

II.3.3 Réalisation de la tâche et activités observables et didactiques

II.3.3.1 Réponses possibles

Nous attendons que les élèves mettent en relation les événements perceptibles de la situation : la perception sonore et la vibration de la membrane du tambourin montrée par l'intermédiaire du mouvement de la balle. Une première étude des réponses des élèves réalisant la séquence en classe de TP⁷⁰ 'classique' fournit trois types d'explication que l'on retrouve déjà décrite dans les études sur les conceptions des élèves :

Mouvement d'ensemble du milieu : l'air va de gauche à droite lorsqu'on frappe le tambourin 1. *'Le choc a été propagé grâce à l'air jusqu'au deuxième tambourin où il a continué à se produire. La petite boule se met à sauter car l'air produit en tapant le tambourin 1 se déplace jusqu'au tambourin 2 : c'est ce qui la fait sauter'* *'La petite boule se met à sauter car elle est en contact avec la membrane du tambourin 2 et l'air produit en tapant le tambourin 1 se déplace jusqu'au tambourin 2'*

Propagation d'une onde. *'Pour que la petite boule avec le tambourin 2 se mette à sauter quand on frappe le tambourin il y a une onde de son qui se propage du tambourin 1 au tambourin 2.'*

Propagation du son qui conduit à la vibration du second tambourin : *'son = entité en mouvement sous forme de perturbation mal définie (Vince, 2000, p.88). 'Le son se propage, les vibrations se répercutent sur la peau du tambourin 2 ce qui explique que le pendule se balance'* *'On observe que le son se propage dans l'air ce qui provoque le contact de la boule sur le tambourin. Les vibrations se propagent de T1 à T2' Lorsqu'on frappe le tambourin 1, la petite boule bouge. Le tambourin 1 vibre l'air vibre et le tambourin 2 vibre aussi. Le son se propage dans l'air.'*

II.3.3.2 Activités des élèves

⁷⁰ Classe de seconde de St Genis Laval à Lyon.

L'activité observable se limite à lire un texte, observer la vidéo et taper du texte. La Figure 109 présente schématiquement les niveaux de savoir de l'énoncé, les niveaux à utiliser pour résoudre la tâche et enfin les relations attendues.

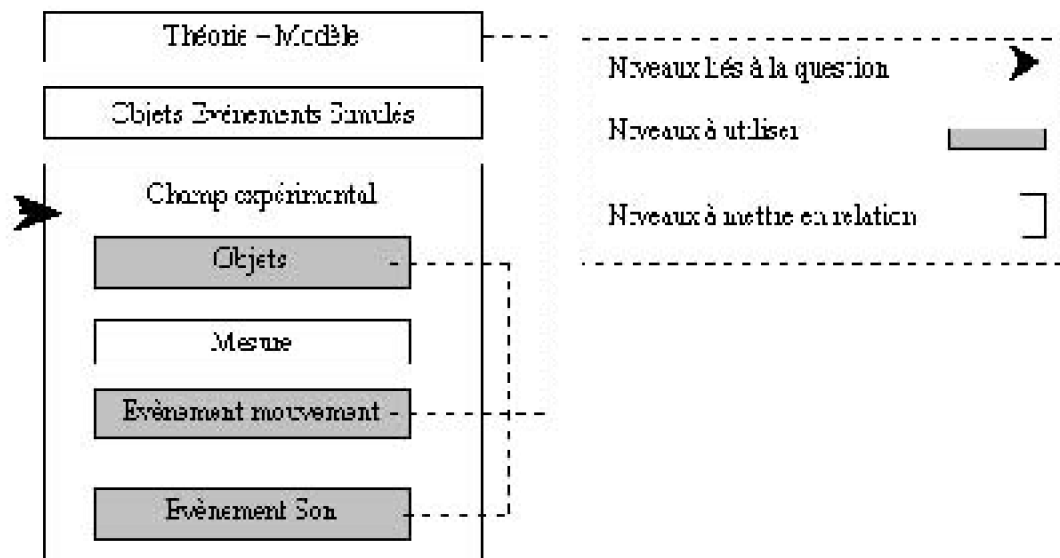


Figure 109 : Niveaux de savoir de l'énoncé, niveaux à utiliser et à mettre en relation

II.3.4 Connaissances à mobiliser

Nous souhaitons que les élèves mobilisent les connaissances relatives : aux définitions de la vibration et de la source de son et au modèle de la chaîne sonore.

II.4 Tâche 5 : 'En résumé'

II.4.1 Enoncé

'Lorsque nous frappons sur le tambourin de gauche, la vibration de la peau du tambourin met en vibration l'air en son contact qui lui-même met en vibration la peau du second tambourin. En effet, le mouvement de la balle met en évidence la vibration de la peau du tambourin de droite.'

Cette page-écran résume l'expérience et en donne une description via le modèle de la chaîne sonore. De plus, elle précise l'utilité de la balle : elle met en évidence la vibration de la peau du tambourin. Le contenu de cette page-écran se réfère au champ expérimental.

II.4.2 Les éléments de la situation

II.4.2.1 L'organisation de la page-écran

L'organisation de cette page-écran selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques est présentée dans le Tableau 16.

Tableau 16 : L'organisation de la page-écran 'En résumé'

Page-écran	
Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
Champ expérimental	Langage naturel

II.4.2.2 Divers

Fripini introduit l'analyse à partir du modèle particulière : *'Maintenant, essayons de comprendre ce qui se passe dans l'air lorsqu'un son est émis'*.

II.4.3 Activités des élèves

L'activité observable se limite à lire un texte.

III.011 La propagation du son dans l'air

Cette tâche se compose de trois pages-écrans. Les deux premières sont liées au même objet d'enseignement, le modèle microscopique de la propagation du son et la dernière annonce la suite de la séquence. Nous présentons successivement ces trois pages-écrans.

III.1 Tâche 6 : 'Interprétation microscopique (Question)'

III.1.1 Enoncé

A partir des animations ci contre et de leurs explications respectives, choisissez celle qui rend le mieux compte de la propagation du son dans l'air. (les trois autres n'étant pas correctes).

Animation 1 : Le son est causé par une vibration : il alors transporté de particule en particule de l'émetteur au récepteur.

Animation 2 : le son est causé par une vibration : il met les particules en mouvement de l'émetteur au récepteur.

Animation 3 : le son est causé par une vibration : il est transporté par les particules, chacune d'elles devenant alors sonore.

Animation 4 : le son est causé par une vibration : toutes les particules sont bousculées les unes après les autres par leurs voisines et reprennent leur place. Aucune ne fait le déplacement de la source au récepteur.

L'objectif de la tâche est d'amener les élèves à interpréter la propagation du son dans l'air à partir de l'un des modèles 'particulaires' afin de les aider d'une part à se construire une représentation de la vibration de l'air et d'autre part à prendre conscience qu'il n'y a pas globalement de déplacement du milieu matériel lors de la propagation du son.

III.1.2 Les éléments de la situation

III.1.2.1 L'organisation de la page-écran

L'organisation des demi-pages-écrans selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques est présentée dans le Tableau 17.

Tableau 17 : L'organisation de la page-écran 'Interprétation microscopique (explication)'

Demi-page-écran de gauche		Demi-page-écran de droite	
Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques	Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
Théorie-modèle	Langage naturel	Objets événement simulés	Représentation dynamique
Re(TM-OES)	Langage naturel	Re(TM-OES)	Langage naturel
		Re(TM-CE)	Langage naturel

III.1.2.2 Les ressources

Les ressources internes

Les ressources internes sont complétées de l'onglet Aide dont les informations fournies sont détaillées selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques (Tableau 18).

Tableau 18 : Analyse des informations de l'onglet Aide selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques

Intitulé de l'information de l'onglet Aide	Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
Propagation du son		
Définition	Théorie modèle	Langage naturel
Animation	Champ expérimental	Représentation dynamique
Vibration		
Définition	Théorie modèle	Langage naturel
Animation	Champ expérimental	Représentation dynamique
Emetteur sonore		
Définition	Théorie modèle	Langage naturel
Animation	Objets événements simulés	Représentation dynamique

III.1.2.3 Le système d'évaluation

Le bouton de demande de validation de la réponse La demande de validation de la réponse est associée pour chacune des propositions à un message propre dans les cas où la réponse n'est pas celle qui est attendue :

–

Animation 1 : ' Non, le son n'est pas une chose transportée par les particules.'

–

Animation 2 : 'Non, le son n'est pas la projection de particules vers le récepteur.'

–
Animation 3 : 'Non, une particule n'a pas la propriété d'être sonore.'

–
Animation 4 : ' Non, une particule n'a pas la propriété d'être sonore.'

L'objectif des messages retournés est d'amener les élèves à remettre en cause le modèle explicatif de la propagation du son en fournissant une reformulation de la réponse sélectionnée.

Le bouton réponse (du professeur) Ce bouton fournit la réponse que l'enseignant pourrait donner aux élèves à la fin de la résolution de la tâche : '*La partie vibrante de l'émetteur (la peau du tambourin) pousse les particules à son contact. La perturbation du mouvement de ses particules se propage de proche en proche. Il n'y a pas de déplacement global des particules, donc de la matière.*'

III.1.3 Réalisation de la tâche et activités observables et didactiques

III.1.3.1 Réponses possibles

Les réponses possibles correspondent aux quatre propositions en langage naturel du modèle de la propagation du son dans l'air. Les trois premières sont élaborées à partir des conceptions des élèves sur la nature des mécanismes microscopiques de propagation de la propagation du son dans l'air. La dernière (animation 4) est la réponse attendue. Par conséquent, selon la réponse des élèves, il nous sera possible d'estimer le modèle explicatif des élèves à ce stade de la séquence et d'apprécier l'évolution possible de ce modèle au cours de la séquence. Nous présentons ci-dessous les conceptions des élèves associées aux trois premières animations :

Animation 1: le son est une entité portée par les particules.

Animation 2 : 'le son met les particules en mouvement'. Le point de vue microscopique coexiste avec le point de vue macroscopique.

Animation 3 : 'le son est une entité qui est affectée aux particules : les particules deviennent alors sonores par conduction ou effet de domino'.

Nous faisons l'hypothèse que les élèves mettront en oeuvre au moins trois sortes de stratégie avant de proposer leur réponse :

Stratégie menée principalement à partir de l'observation des animations. Dans ce cas, nous supposons que les élèves décrivent selon leur point de vue chacune des animations sans s'appuyer sur les propositions fournies. Dans ce cas, nous pouvons

nous attendre à ce que les élèves mettent en oeuvre principalement le niveau des objets événements simulés.

Stratégie menée principalement à partir de la lecture des différentes propositions. Ici, nous pouvons supposer que les élèves reformulent ou paraphrasent chacune des propositions en s'appuyant sur leurs connaissances personnelles ce qui consisterait à réaliser un traitement sur le système sémiotique, le langage naturel. Nous supposons que les élèves mettront en oeuvre principalement le niveau du modèle.

Stratégie menée en mettant en relation deux des systèmes sémiotiques, le langage naturel et la représentation dynamique. Cette dernière nécessite que les élèves articulent le sens de chacune des propositions avec leurs animations respectives ce qui nécessite de réaliser une conversion et une coordination des représentations. De ce fait, les élèves mettront en relation le niveau de la théorie-modèle avec celui des objets événements simulés.

Dans la figure ci-dessous, nous décrivons la manière dont les différents systèmes sémiotiques peuvent être mis en oeuvre par les élèves : elle retrace les trois stratégies présentées ci-dessus.



Figure 110 : L'activité sémiotique possible à partir de la tâche 3 'Interprétation microscopique (Question)'

III.1.3.2 Activités des élèves

L'activité observable des élèves est réduite à lire, observer et cocher une case. De plus, suite à la description précédente, l'activité attendue peut se présenter schématiquement de la façon suivante.

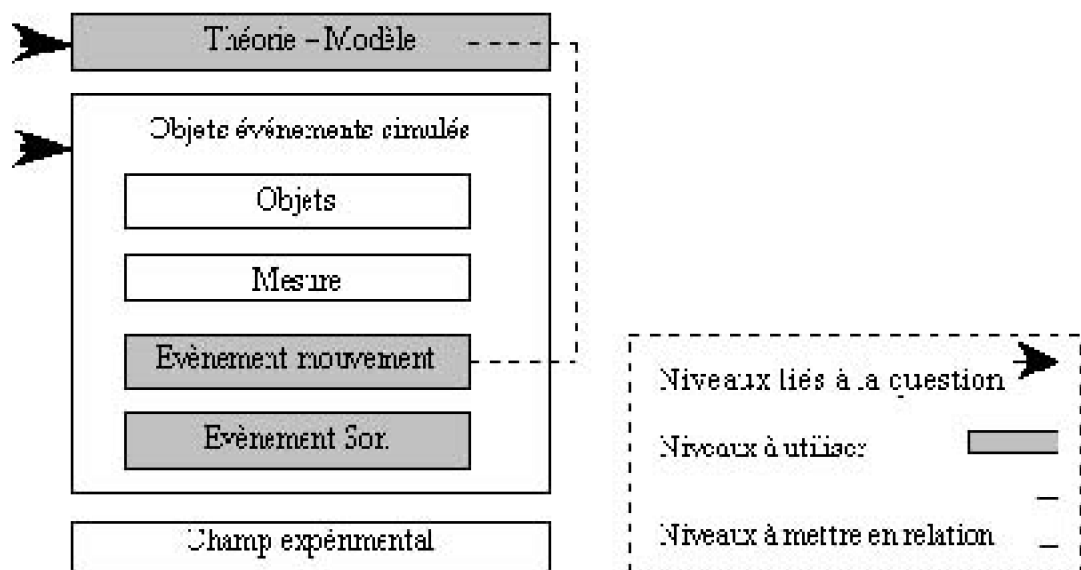


Figure 111 : Niveaux de savoir de l'énoncé, niveaux à utiliser et à mettre en relation, connaissances à mobiliser

III.1.4 Connaissances mobilisées

Nous souhaitons que les élèves mettent en oeuvre les connaissances relatives : aux définitions de la vibration⁷¹ et de la propagation⁷² (proposées dans l'onglet Aide).

III.1.5 Discussion à propos des représentations dynamiques

Le modèle particulière proposé montre six particules qui sont alignées et immobiles. De plus, il associe à la fois une description macroscopique (le tambour, la balle) et une description microscopique (les particules composant le milieu de propagation). Nous faisons l'hypothèse que de donner la possibilité aux élèves d'observer 'dynamiquement' à la fois la vibration de la source de son (mouvement de la peau du tambourin), celle des particules et celle du récepteur peut aider à la construction du sens de la vibration, de la propagation de la perturbation de la source à un récepteur via un milieu de propagation sans transport de matière. Ce modèle est fonction des conceptions que nous tentons de faire acquérir aux élèves durant ce TP : la vibration de l'émetteur entraîne celle du milieu de propagation et des éléments situés à différents endroits de l'espace.

III.2 Tâche 7 : 'Interprétation microscopique (Explication)'

III.2.1 Énoncé

Les premières particules à vibrer sont celles en contact avec la source vibrante : la partie vibrante de l'émetteur (la peau du tambourin) pousse les particules les plus proches d'elle.

La perturbation du mouvement de ces particules se propage par choc avec les particules voisines.

⁷¹ La vibration est un mouvement de va et vient d'un objet déplacé de sa position de repos.

⁷² La propagation est définie comme la transmission de proche en proche d'une information sans déplacement de matière.

L'ensemble des particules qui vibrent reste globalement au même endroit : il n'y a pas de déplacement de matière de l'émetteur au récepteur. Ainsi, aucune ne fait le déplacement complet depuis la source de bruit (le tambourin) jusqu'à l'oreille (le récepteur)

L'animation placée dans la demi-page-écran de droite illustre l'explication de la propagation du son à l'aide d'un modèle microscopique dans celle de gauche. La présentation, dans deux demi-pages-écrans distinctes, de la description du modèle de la propagation du son et de son animation a pour but que les élèves :

réalisent un possible traitement sur le représentant en langage naturel, ce qui peut correspondre, par exemple, à paraphraser la description donnée ;

effectuent une conversion d'un système sémiotique à l'autre ce qui conduit à les articuler.



Figure 112 : L'activité sémiotique possible à partir de la tâche 2

III.2.2 Les éléments de la situation

III.2.2.1 L'organisation de la page-écran

Le Tableau 19 présente l'organisation de la page-écran selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques.

Tableau 19 : L'organisation de la page-écran 'Interprétation microscopique (explication)'

Demi-page-écran de gauche		Demi-page-écran de droite	
Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques	Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
Théorie-modèle	Langage naturel	Objets événement simulés	Représentation dynamique

III.2.3 Activités des élèves

A partir de cette page-écran, l'activité observable des élèves se limite à lire et à observer l'animation.

III.3 Tâche 8 : 'Une petite pause'

III.3.1 Enoncé

Vous venez d'étudier une représentation possible de la vibration de l'air lors de l'émission d'un son. L'expérience qui va suivre vous amènera à utiliser cette représentation.

III.3.2 Activités des élèves

L'activité observable est réduite à lire le texte.

IV.011Tâche 9 : Etude du son émis par un haut-parleur

IV.1 Enoncé

A partir de quelle valeur de la fréquence entendez-vous un son ?

Entrez la valeur de la fréquence ... Hz

Comment appelle-t-on les sons dont la fréquence est inférieure à la valeur précisée ?

L'objectif de cette tâche est d'amener les élèves à prendre conscience que leur perception d'un son est dépendante des caractéristiques physiologiques de leur oreille⁷³. Il leur est proposé d'identifier les vibrations qui ne sont pas audibles par l'oreille humaine. À ce stade de la progression, les élèves ne sont pas censés connaître le terme infrason et cette question n'est pas centrale en elle-même (comme l'indique les TP SOC). Une telle question 'ouverte' nous permet d'observer si elle conduit les élèves à naviguer dans les différents lieux du logiciel afin de déterminer le terme infrason en l'absence d'un onglet Aide. Finalement, les élèves doivent réaliser une mesure quantitative (valeur de la fréquence), puis une recherche d'information.

IV.2 Les éléments de la situation

IV.2.1 L'organisation de la page-écran

Le Tableau 20 présente l'organisation des deux demi-pages-écrans selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques.

Tableau 20 : L'organisation de la page-écran 'Interprétation microscopique (explication)'

Demi-page-écran de gauche		Demi-page-écran de droite	
Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques	Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
Théorie-modèle	Langage naturel	Objets événement simulés	Représentation dynamique
Objets événements simulés	Langage naturel	Relation théorie-modèle avec les objets événements simulés	Langage naturel

IV.2.2 Le système d'évaluation

⁷³ En effet, le domaine de fréquence audible correspond à la gamme de fréquence dans laquelle un individu est susceptible de percevoir un son. Cette gamme de fréquence correspond à la bande passante de l'oreille.

Le bouton de demande de validation de la réponse La demande de validation de la réponse à la première question, le système retourne deux messages : dans le cas où la réponse est celle attendue : *'Donnez un nom aux sons dont la fréquence est inférieure à celle précisée'*, sinon le message retourné est *'La fréquence précisée est incorrecte, mais avez-vous pensé à augmenter l'amplitude ?'* qui souligne l'une des difficultés des élèves au sujet de la relation entre la perception sonore fort/faible et l'amplitude. Lors de la demande de validation à la seconde question, dans le cas où la réponse serait celle attendue, le message renvoyé encourage le élèves *'C'est exact !!! Cependant, il vous est conseillé de consulter la réponse du professeur pour en savoir plus.'*. Inversement, lorsque la réponse est inexacte, le message incite les élèves à utiliser les ressources *'faible' n'est pas un terme correct. Reportez-vous au dictionnaire ou au mini-dictionnaire.'*

Le bouton réponse (du professeur) Ce bouton donne une explication succincte à la première question relative au domaine des fréquences audibles : *'Dans les meilleures conditions d'écoute, l'oreille peut entendre à partir de 15 Hertz.'*

IV.2.3 Divers

Fripini indique la façon d'utiliser la simulation *'Avec la souris, positionnez-vous sur l'un des boutons de réglage : une main apparaît. Faites un clic de la gauche de la souris la main change et vous pouvez alors tourner le bouton.'*

IV.3 Réalisation de la tâche et activités observables et didactiques

IV.3.1 Réponses possibles

Pour répondre à la première question, les élèves sont censés manipuler la simulation afin de déterminer la valeur de la fréquence. Cette première mesure les conduit à mettre en relation les niveaux de la théorie-modèle et des objets événements simulés (événement son). Il sera intéressant de voir si les élèves ont des difficultés relatives aux relations à construire entre la perception sonore et les caractéristiques physiques de la vibration : confondre la fréquence et l'amplitude permet de percevoir un son alors que le bouton de l'amplitude est au minimum.

La seconde question, comme nous l'avons dit précédemment, n'est pas indispensable, mais nous permet d'observer alors la volonté des élèves à rechercher une information en se référant à leur propre connaissance, à une recherche intuitive à partir du préfixe 'in' par exemple, etc.

IV.3.2 Activités des élèves

L'activité observable dans cette tâche se limite à lire, à actionner une simulation et à écrire.

IV.4 Connaissances à mobiliser

Les connaissances à mettre en oeuvre sont relatives : aux définitions de la fréquence et de l'amplitude.

V.011 Expérience du haut-parleur et de la bougie

Cette nouvelle expérience donne l'occasion aux élèves de pouvoir répondre à la question posée en début de séquence : '*Comment les vibrations peuvent-elles être transmises de l'émetteur au récepteur ?*' en observant ce qu'il se passe juste devant la membrane d'un haut-parleur en fonctionnement à partir d'une bougie placée devant le haut-parleur.

Cette tâche se découpe en trois étapes correspondant à trois pages-écrans déjà utilisées lors des séquences précédentes :

la première, intitulée 'Prédiction', demande de choisir parmi six propositions celle qui permettrait d'expliquer le mouvement de la flamme de la bougie ;

la suivante, 'Observation', permet d'observer l'expérience et de noter le mouvement ;

la dernière, 'Interprétation', se rapporte à l'objectif de la tâche qui est d'interpréter le comportement du milieu de propagation.

V.1 Tâche 10 : 'Prévoir le résultat de l'expérience'

V.1.1 Enoncé

'Que se passe-t-il lorsqu'on augmente la fréquence de la tension délivrée par le générateur basse fréquence ?

La flamme de la bougie :

Va bouger uniquement si l'on entend un son..

Va bouger uniquement dans le domaine des infrasons.

Est continuellement en mouvement, mais ce n'est plus visible à partir d'une certaine fréquence.

Va s'éteindre car le mouvement de la membrane du haut-parleur est de plus en plus rapide et va créer une sorte de courant d'air.

Va bouger car un courant d'air est créé par la membrane du haut-parleur lorsqu'on augmente la fréquence.

Reste immobile quelle que soit la fréquence.'

L'intérêt de cette tâche est d'observer si, à ce stade de la séquence, les élèves ont commencé à modifier leur modèle explicatif de la propagation du son.

V.1.2 Les éléments de la situation

V.1.2.1 L'organisation de la page-écran

Le Tableau 21 présente l'organisation des deux demi-pages-écrans selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques.

Tableau 21 : L'organisation de la page-écran 'Prévoir le résultat de l'expérience'

Demi page-écran de droite		Demi page-écran de gauche	
Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques	Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
Champ expérimental	Image	Champ expérimental	Langage naturel
		Théorie-modèle	Langage naturel

V.1.2.2 Le système d'évaluation

Le bouton demande de validation

La demande de validation de la réponse retourne le message suivant : 'Vous allez vérifier votre réponse dans la page suivante en réalisant l'expérience'.

V.1.3 Réalisation de la tâche et activités des élèves

V.1.3.1 Réponses possibles

Pour résoudre cette tâche, les élèves sélectionnent la proposition de leur choix, puis demandent la validation de la réponse. Nous décrivons chacune des propositions en explicitant ce qui pourrait orienter le choix de l'élève :

Les deux premières propositions se rapportent à une même difficulté des élèves : ne pas considérer qu'une source de son vibre, que le son soit audible ou non par l'oreille humaine.

La troisième proposition correspond à la réponse attendue. Elle tend à mettre en relation le mouvement de la source avec celui du milieu. Nous supposons que les élèves choisiront cette proposition à condition d'une part qu'ils mobilisent la connaissance liée à la définition d'une source de son (un son est causé par un élément matériel qui vibre) et d'autre part qu'ils se réfèrent à la simulation observée précédemment qui permet d'observer qu'à partir d'une certaine fréquence, il est impossible de percevoir le mouvement de la membrane à cause du phénomène de persistance des sensations visuelles.

La quatrième proposition suggère que le mouvement de plus en plus rapide de la membrane du haut-parleur du à l'augmentation de la fréquence provoque une sorte de courant d'air pouvant éteindre la flamme de la bougie.

La cinquième proposition est associée à la conception qui suppose que le son serait une sorte de vent ou quelque chose d'abstrait qui pousserait l'air (Vince 2000, p. 88).

La sixième proposition considère que lorsque le son est émis, le milieu de propagation n'est pas modifié ce qui laisse supposer la conception : il n'y a pas de relation entre la source de son et le milieu.

Les propositions 5 et 6 sont difficiles à différencier.

V.1.3.2 Activités des élèves

L'activité observable des élèves est réduite à lire, à observer l'image et à sélectionner une réponse.

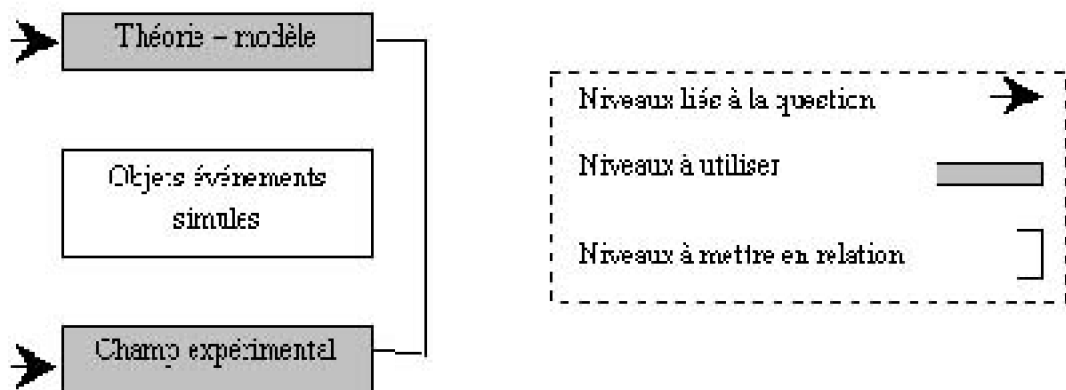


Figure 113 : Niveaux de savoir de l'énoncé, niveaux à utiliser et à mettre en relation

V.1.4 Connaissances à mobiliser

Nous supposons que la sélection de l'une des propositions sera orientée des connaissances relatives : à l'expérience du TP1 et à l'interprétation microscopique de la propagation du son qui précise qu'il n'y a pas de déplacement de matière de l'émetteur au récepteur.

V.2 Tâche 11 : 'Observation'

V.2.1 Énoncé

A très basse fréquence (0 à 10 Hz)

La flamme bouge

La flamme ne bouge pas

La membrane bouge

La membrane ne bouge pas

Le son est audible

Le son est inaudible

L'objectif de cette tâche est de mettre en relation le mouvement de la flamme de la bougie, représentant le milieu de propagation à un endroit donné, avec celui de la membrane. D'après le groupe SOC, la création de ce lien est centrale pour amener les élèves à modifier leur modèle explicatif de la propagation du son dans l'air, modèle que nous avons présenté dans la tâche précédente. Ainsi, le questionnaire insiste, pour un intervalle de fréquence, sur les trois événements à relever et à mettre en relation.

V.2.2 Les éléments de la situation

V.2.2.1 L'organisation de la page-écran

L'organisation des deux pages-écrans selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques est présentée dans le Tableau 22.

Tableau 22 : L'organisation de la page-écran 'Observation'

Demi-page-écran de gauche		Demi-page-écran de droite	
Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques	Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
Champ expérimental	Langage naturel	Champ expérimental	Représentation dynamique
Théorie-modèle	Représentation symbolique Langage naturel		

V.2.2.2 Le système d'évaluation

Le bouton demande de validation La demande de validation conduit à deux types de message. Dans le cas où une réponse est exacte, il est demandé d'observer à nouveau l'expérience '*La réponse est incomplète ou incorrecte : observez attentivement l'expérience*'. Dans le cas contraire, le message encourage l'élève '*La réponse est correcte !!! Vous pouvez consulter la réponse du professeur pour de plus amples explications*'.

Le bouton réponse (du professeur) La réponse précise la relation entre le mouvement de la flamme et celui de la membrane du haut-parleur : '*La flamme de la bougie est animée du même mouvement de va-et-vient que la membrane du haut-parleur. Quand le mouvement est visible, le son est inaudible*'.

V.2.3 Réalisation de la tâche et activités des élèves

V.2.3.1 Réponses possibles

Nous nous attendons à ce que les élèves identifient, lors de l'observation de la vidéo, les différents événements : la flamme bouge, la membrane bouge, et le son est inaudible. De ce fait, ils seront amenés à construire des relations internes au niveau du champ expérimental entre les objets et les événements observés (événements liés à la perception sonore et au mouvement des objets) et à articuler ces relations avec le niveau de la théorie-modèle puisque ces observations sont réalisées pour un intervalle de fréquences donné.

Toutefois, les tâches réalisées dans les séquences précédentes et dans celle-ci sont censées leur permettre de distinguer les événements associés à la perception sonore et au mouvement de la membrane. Dans le cas contraire, nous pourrions supposer les trois possibilités suivantes :

l'hypermédia ne permet pas aux élèves de réinvestir des connaissances vues précédemment : elles restent contextualisées à une tâche donnée ;

les élèves ont des difficultés à réinvestir le modèle physique de la vibration introduit à partir de simulations successives dans le cadre d'expérience filmée ;

De plus, cette tâche favorise aussi la mise en relation entre les systèmes sémiotiques : le langage naturel et la représentation dynamique. En effet, c'est via le langage naturel que les élèves décrivent l'expérience. La Figure 114 présente l'activité sémiotique attendue des élèves à partir des deux systèmes sémiotiques : le langage naturel et la représentation dynamique.

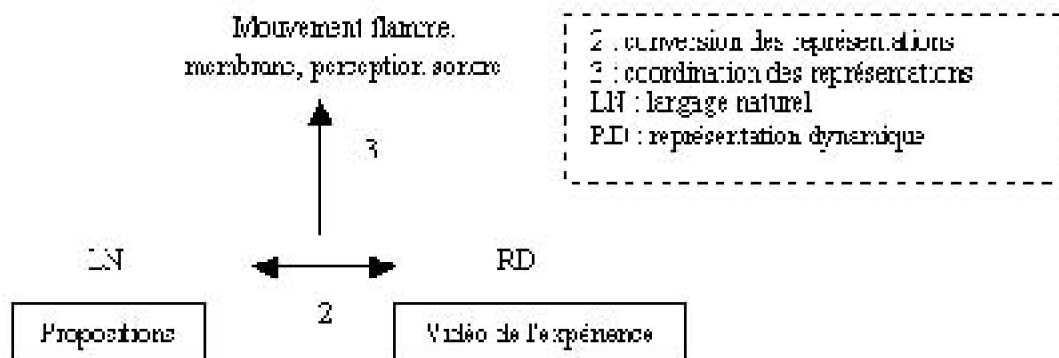


Figure 114 : Activité sémiotique possible durant la tâche 'observation'

Nous pouvons voir ici le rôle important de la représentation dynamique dans la construction d'une nouvelle connaissance. Nous souhaitons que les élèves convertissent les deux représentations la représentation dynamique et le langage naturel afin d'une part de répondre au questionnaire et d'autre part d'affiner leur regard sur la perception de l'événement mécanique (mouvement de la flamme - mouvement de la membrane du haut-parleur).

V.2.3.2 Activités des élèves

L'activité observable se limite à lire, à observer la vidéo et à taper du texte. De plus,

suite à la description précédente, l'activité attendue peut se présenter de la façon suivante :

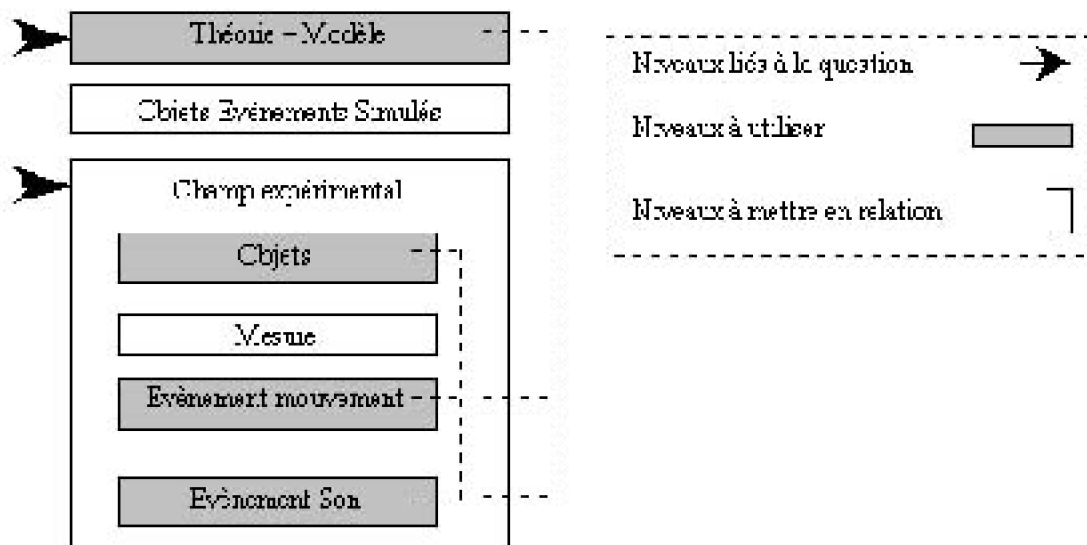


Figure 115 : Niveaux de savoir de l'énoncé, niveaux à utiliser et à mettre en relation

V.2.4 Connaissances à mobiliser

Nous espérons que les élèves mettront en oeuvre les connaissances relatives : au modèle de la chaîne sonore, à la définition de la vibration, à la définition d'une source de son, et celles construites lors de la tâche 4 du TP3 'Etude du son émis par un haut-parleur' et de la tâche 1 du TP1 'Expérience du haut-parleur'.

V.3 Tâche 12 : 'Interprétation'

V.3.1 Enoncé

'Pouvez-vous en déduire la façon dont le milieu se comporte quand un son se propage ?'

Après avoir prédit le résultat de l'expérience puis, observé les événements censés être mis en relation (mouvement de la flamme de la bougie et du haut-parleur), il est demandé aux élèves de décrire le comportement du milieu quand un son se propage à partir de la vidéo de l'expérience.

L'objectif de cette tâche est de favoriser la mise en oeuvre du modèle microscopique pour interpréter, d'un point de vue macroscopique, la propagation du son dans l'air qui est mise en évidence par le mouvement de la flamme de la bougie.

V.3.2 Les éléments de la situation

V.3.2.1 L'organisation de la page-écran

Le Tableau 23 donne l'organisation de la page-écran selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques.

Tableau 23 : L'organisation de la page-écran 'Interprétation'

Demi-page-écran de gauche		Demi-page-écran de droite	
Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques	Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
Théorie-modèle	Langage naturel	Champ expérimental	Représentation dynamique

V.3.2.2 Le système d'évaluation

Le bouton demande de validation La demande de validation de la réponse retourne le message suivant : *'Vous pouvez consulter la réponse du professeur pour de plus amples renseignements'*. Dans le cas où les élèves sélectionnent la proposition 'je ne sais pas' ce message est renvoyé : *'Nous vous proposons d'utiliser le cours pour vous aider à répondre. Essayez de vous souvenir de l'interprétation microscopique précédente'*. Il peut être rattaché à la notion de contrat didactique puisqu'il suggère une stratégie pour valider ou invalider les propositions.

Le bouton réponse (du professeur) En sélectionnant ce bouton, la réponse fournie est la suivante : *'Lors de l'émission du son, la vibration se propage de la source à l'émetteur. Le milieu de propagation vibre'*. Elle ne met pas en jeu le modèle particulière et reste vague par rapport à la réponse attendue des élèves. Nous aurions pu proposer une réponse du type : la vibration de la membrane du haut-parleur conduit à la vibration des particules de l'air. La flamme n'est rien d'autre que de l'oxygène (de l'air) en train de brûler. Le mouvement de la flamme est donc celui des particules d'air à cet endroit. La vibration des particules d'air s'est propagée depuis la membrane jusqu'à la bougie par chocs successifs sans déplacement global de la source au récepteur.

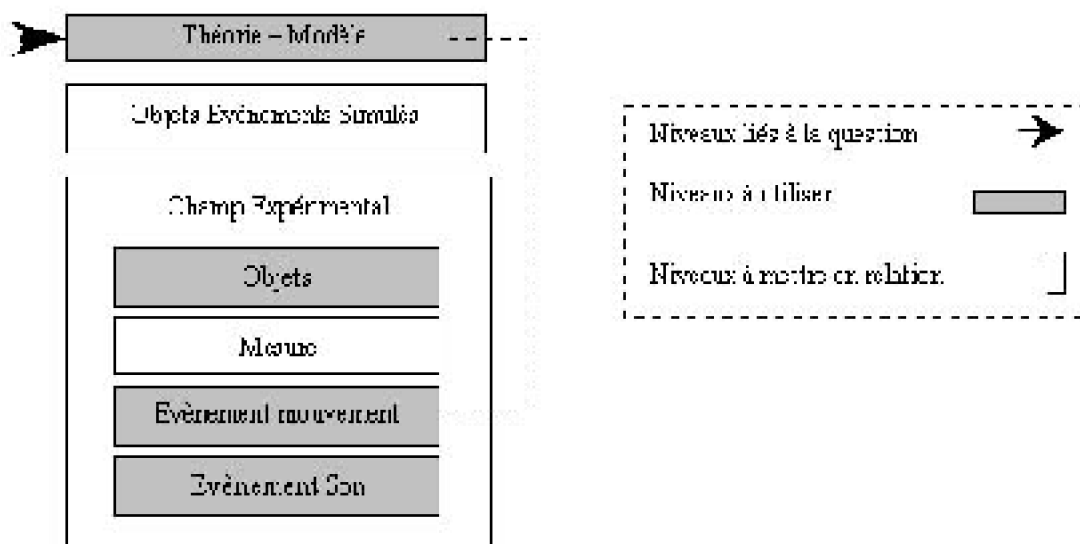
V.3.3 Réalisation de la tâche et activités des élèves

Nous nous attendons à ce que les élèves mettent en oeuvre le modèle particulière pour expliciter la vibration du milieu de propagation et articulent les niveaux de la théorie-modèle (la vibration du milieu) et du champ expérimental : l'air. Par exemple, nous pourrions trouver comme réponse : *'la vibration de la source pousse les particules les plus proches d'elle et qui vont alors heurter leur voisine puis revenir à leur place. La vibration se transmet de proche en proche et la flamme de la bougie se situe dans un endroit de l'espace où l'air vibre'*.

Ensuite, la réponse produite peut se référer au modèle vibratoire (mouvement de va-et-vient plus ou moins rapide) déduit du mouvement de la flamme : *'la flamme de la bougie vibre, le milieu vibre'*. Toutefois, il est possible que les élèves en formulant leur réponse dans les termes 'le milieu vibre' reflètent l'une des conceptions d'étudiants à propos de la nature du son et des mécanismes de la propagation du son mis en évidence par Linder et Erickson (1989) que Vince (2000, p. 88) rappelle : *'le son est une substance qui serait une sorte de perturbation qui se propage. Pour désigner cette perturbation, les étudiants utilisent les termes scientifiques qui ont été rencontrés dans l'enseignement : vibration du milieu, (...)'*.

V.3.3.1 Activités des élèves

Nous supposons que l'activité des élèves se limite à lire, à regarder la vidéo et à taper une réponse. De plus, suite à la description des réponses possibles, la Figure 116 présente selon les niveaux de savoir liés à la question, les niveaux à utiliser lors de la résolution de la tâche et ceux à mettre en relation.



V.3.4 Connaissances à mobiliser

Nous faisons l'hypothèse que les connaissances que les élèves sont censés utiliser sont associées : à la définition de la vibration, au modèle particulière, au modèle de la chaîne sonore et à la réponse fournie dans la tâche précédente '*La flamme de la bougie est animée du même mouvement de va et vient que la membrane du haut parleur. Quand le mouvement est visible, le son est inaudible*'.

VI.011 La propagation du son dans l'air

Cette dernière tâche composée de deux pages-écrans clôture la séquence de TP que nous analyserons. La première donne un questionnaire censé amener les élèves à réinvestir leur modèle explicatif de la propagation du son dans l'air. La seconde introduit le modèle de l'onde sonore pour interpréter la propagation du son.

VI.1 Tâche 13 : 'Question'

VI.1.1 Enoncé

Parmi les propositions suivantes laquelle ou lesquelles permettent de se représenter la façon dont le son se propage. Donnez deux réponses au maximum :

Le son émis par le haut-parleur est un courant d'air.

Le son émis par le haut-parleur pousse l'air qui est devant lui.

Le son émis par le haut-parleur se déplace d'autant mieux que le volume sonore est élevé

Le son émis par le haut-parleur est transporté par un déplacement d'air.

Aucune de ces propositions.

L'objectif de cette tâche est d'amener les élèves à vérifier et à réfuter une à une chacune des propositions en se rapportant à leur modèle personnel, au modèle particulière et à l'onglet Aide. Nous souhaitons à ce stade de la séance observer si les conceptions des élèves au sujet de la propagation du son ont 'évolué' et discerner sur quelles représentations ils vont s'appuyer pour réfuter les différentes propositions.

VI.1.2 Les éléments de la situation

VI.1.2.1 L'organisation de la page-écran

L'organisation des deux demi-pages-écrans selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques est donnée dans le Tableau 24.

Tableau 24 : L'organisation de la page-écran 'Question'

Demi-page-écran de gauche		Demi-page-écran de droite	
Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques	Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
Théorie-modèle	Langage naturel	Champ expérimental	Représentation dynamique

VI.1.2.2 Les ressources

Les ressources internes

Les ressources internes sont complétées de l'onglet Aide dont les informations fournies sont détaillées selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques (Tableau 25).

Intitulé de l'information dans l'onglet Aide	Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
Définition (Propagation du son)	Théorie-modèle	Langage naturel
Animation (Propagation du son)	Champ expérimental	Représentation dynamique
Définition (Vibration)	Théorie-modèle	Langage naturel
Animation (Vibration)	Champ expérimental	Représentation dynamique
Explication (modèle particulière)	Théorie-modèle	Langage naturel
Animation (modèle particulière)	Objets événements simulés	Représentation dynamique

Le système d'évaluation

Bouton demande de validation de la réponse Lors de la demande de validation, dans le cas où la réponse est inexacte, il est retourné le message suivant : *'Vous souvenez-vous de ce que vous avez répondu lors de l'interprétation microscopique ? Vous pouvez utiliser l'aide dans la page ci contre, le cours ou le dictionnaire de la bibliothèque avant de répondre à nouveau'*. Ce conseil peut avoir un effet de contrat sur le fonctionnement des élèves : il leur est indiqué une démarche pour déterminer la réponse au problème. Dans le cas où la réponse est exacte, on donne un premier élément de réponse : *'C'est la bonne réponse. Le son est causé par une vibration qui se propage au travers du milieu de propagation de la source au récepteur sans déplacement de matière. C'est ce que l'on appelle l'onde sonore'*.

Bouton réponse (du professeur) Ce bouton explicite le premier élément de réponse : *'La vibration de la membrane du haut-parleur modifie le milieu de propagation. Cette modification se produit dans le milieu à partir de la source puis de plus en plus loin de la source sans déplacement de matière : c'est ce que l'on appelle 'l'onde sonore'. La propagation de l'onde sonore permet d'interpréter le déplacement du son'*.

VI.1.3 Réalisation de la tâche et activités des élèves

VI.1.3.1 Réponses possibles

Les élèves devront mettre en oeuvre le niveau de la théorie-modèle. En effet, pour identifier que la seule réponse possible est 'aucune de ces propositions', nous faisons l'hypothèse que les élèves seront censés écarter chacune des propositions et mettre en avant un élément du modèle vu au cours de la séquence. Nous donnons pour les quatre premières propositions l'un des éléments du modèle de la propagation permettant de la réfuter :

Proposition 1 et 2 (*'le son émis par le haut-parleur est un courant d'air'* et *'Le son émis par le haut-parleur pousse l'air qui est devant lui'*). Ces deux premières propositions reprennent l'idée que 'le son serait une sorte de vent ou bien quelque chose d'abstrait et assez mal identifié qui pousserait l'air' (Vince, 2000, p. 88). Pour réfuter ces deux premières propositions l'élève peut s'aider d'une part du modèle 'particulaire' pour souligner qu'il n'y a pas déplacement global du milieu (l'air) et d'autre part peut indiquer à partir de l'interprétation précédente qu'étant donné que le milieu vibre quand le son se propage, le son ne pousse pas l'air et n'est pas un courant d'air.

Proposition 3 *'Le son émis par le haut-parleur se déplace d'autant mieux que le volume sonore est élevé'*. Pour écarter cette proposition qui met en relation l'amplitude de vibration de la source et la vitesse du son, les élèves peuvent justifier leur réponse en utilisant d'abord la relation entre la perception sonore et la grandeur Amplitude de vibration : le volume sonore dépendant principalement de l'amplitude de vibration de la source de son et n'a donc pas d'effet sur le déplacement du son. Puis en utilisant le

modèle microscopique précédent afin de se donner une représentation du mouvement des particules lorsque l'amplitude augmente.

Proposition 4 '*Le son émis par le haut-parleur est transporté par un déplacement d'air*'. Cette dernière proposition croise une conception macroscopique avec une conception microscopique de la propagation que l'on peut donner sous la forme : le son est transporté par les particules d'air. Pour la réfuter, les élèves peuvent s'appuyer sur le fait qu'il n'y a pas de déplacement global du milieu et d'autre part que la vibration des particules composant l'air se propage de proche en proche sans que globalement ce dernières 'changent de place' au sens d'aller de la source au récepteur.

Il est possible qu'une des tentations des élèves soit de proposer une réponse dont le coût cognitif soit minimum et de sélectionner, de préférence, ce qui est en accord avec leur propre représentation de la propagation du son.

VI.1.3.2 Activités des élèves

Nous supposons que l'activité observable des élèves est limitée à lire, à observer la vidéo et à sélectionner l'une des propositions. L'activité 'didactique' des élèves selon les niveaux de savoir de la question, les niveaux à utiliser et ceux à mettre en relation est présentée dans la Figure 117.

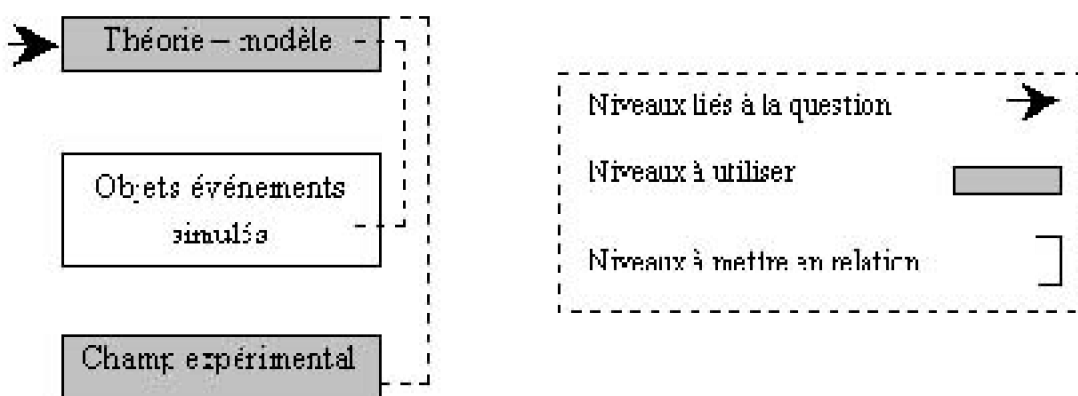


Figure 117 : Niveaux de savoir de l'énoncé, niveaux à utiliser et à mettre en relation

VI.1.4 Connaissances à mobiliser

Nous faisons l'hypothèse que les connaissances que les élèves mobiliseront sont relatives : au modèle 'particulaire', à la relation entre la perception sonore et les caractéristiques physiques de la vibration, à l'interprétation de l'expérience du haut-parleur et de la bougie et à la définition de la propagation.

VI.2 Tâche 14 : 'En résumé'

VI.2.1 Énoncé

La vibration de la source modifie le milieu. Cette modification se produit donc dans le milieu à partir de la source puis de plus en plus loin de la source, sans déplacement de matière : c'est ce qu'on appelle une onde .

L'onde sonore se propage à partir de l'émetteur, et cette propagation de l'onde sonore permet d'interpréter le déplacement du son.

Cette dernière page-écran reprend la réponse donnée dans la tâche précédente. Le contenu de cette page se réfère au niveau de la théorie-modèle.

VI.2.2 Les éléments de la situation

VI.2.2.1 L'organisation de la page-écran

L'organisation de la page-écran est présentée dans le Tableau 26.

Tableau 26 : L'organisation de la page-écran 'En résumé'

Page-écran	
Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
Théorie-modèle	Langage naturel

VI.2.3 Activités des élèves

A partir de cette page-écran, l'activité observable des élèves se limite à lire un texte.

Analyse *a priori* du TP4

L'objet de ce quatrième TP est d'étudier deux des propriétés du son : la hauteur et le volume (ou intensité) en relation avec les grandeurs caractéristiques de l'onde sonore la fréquence et l'amplitude. Cette relation va être approfondie par la construction de la relation entre les grandeurs caractéristiques de la vibration de la membrane d'un haut-parleur et celle de la tension électrique qui la génère. Le Tableau 27 présente, selon les TP SOC (Annexe A) la succession des tâches ainsi que leurs objectifs.

Tableau 27 : Le découpage du TP4, les objectifs de ces différentes tâches et les compétences exigibles

	Découpage de la Séquence	Objectif des tâches
	Tâche 1 'Introduction'	Introduction des deux facettes du son : le phénomène sonore et le phénomène physique
Deux expériences de sensibilisation aux grandeurs caractéristiques de la perception sonore	Tâche 2 'Expérience 1'	Etude de la relation entre l'amplitude de la tension électrique, l'amplitude de vibration et la perception sonore associée.
	Tâche 3 'Etude 1'	
	Tâche 4 'Etude 2'	
	Tâche 5 'Interprétation'	
	Tâche 6 'Expérience 2'	Etude des relations entre la fréquence de la tension électrique, la fréquence de vibration et la perception sonore associée.
	Tâche 7 'Etude 1'	
	Tâche 8 'Etude 2'	
	Tâche 9 'Interprétation'	
Tâche 10 'En résumé'		
'Etude des grandeurs caractéristique du son à l'oscilloscope'	Tâche 11 'Définition d'un oscilloscope'	Etude des relations entre les grandeurs caractéristiques de la vibration <i>via</i> une nouvelle représentation fournie par l'oscilloscope.
	Tâche 12 'Etude des grandeurs caractéristiques du son'	
	Tâche 13 'Etude des grandeurs caractéristiques de la vibration'	
	Tâche 14 'En résumé'	
	Tâche 15 'Application création d'un oscillogramme'	
Reproduire le même son	Tâche 16 'Question'	Rappeler les caractéristiques du son Reproduire un son en modifiant uniquement les grandeurs caractéristiques de la perception sonore Reproduire un son en modifiant les grandeurs caractéristiques de la tension électrique observable à l'aide de l'oscilloscope.
	Tâche 17 'Expérience 1'	
	Tâche 18 'Expérience 2'	

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

	Découpage de la Séquence	Objectif des tâches
'Influence de la position du récepteur par rapport à l'émetteur au niveau des grandeurs caractéristiques du son'	Tâche 19 'Introduction'	Etudier l'évolution des caractéristiques du son au cours de sa propagation à partir de situation de la vie quotidienne et d'expériences.
	Tâche 20 'Expérience 1'	
	Tâche 21 'Expérience 2'	
	Tâche 22 'Expérience 3'	
	Tâche 23 'En résumé'	
Expérience : 'Reproduction du son du diapason avec un haut-parleur'	Tâche 24 'Expérience' Tâche 25 'Conclusion'	Faire prendre conscience de la nécessité d'une même évolution des grandeurs caractéristiques du son au cours du temps pour reproduire un même son.
Compétences exigibles ou en cours d'apprentissages (Bulletin officiel, 1992)	Utilisation de l'oscilloscope pour mettre en évidence un son. La fréquence est une caractéristique de la source. Association de la notion de hauteur d'un son à la fréquence de celui-ci.	

I.011Tâche 1 : Introduction

I.1. Enoncé

Le son, en tant que sensation sonore, est caractérisé par :

.
Sa hauteur (un son plus ou moins aigu ou grave).

.
Son volume (un son plus ou moins fort ou faible).

.
Le son en tant que phénomène physique est associé à une vibration. Cette vibration est caractérisée par :

.
Sa fréquence.

.
Son amplitude.

Cette première page-écran rappelle les deux facettes du son introduites durant le premier TP : le phénomène sonore (domaine de la perception) modélisé à partir de la hauteur et

du volume sonore (ou intensité) et le phénomène physique associé à la vibration (domaine de la mécanique) modélisé à partir des grandeurs fréquence et amplitude. Associé à ce rappel, il est proposé deux exercices d'application dans la demi-page-écran de droite :

Test1 : Une vibration est caractérisée par (choisissez l'une des bonnes réponses).

Test 2 : Le son, en tant que sensation sonore, est caractérisé par (choisissez l'une des bonnes réponses).

Ces deux exercices sont du même type que ceux que l'on rencontre dans les ouvrages scolaires intitulés 'Vrai ou Faux' (Bordas, 1993), dont l'objectif est de vérifier les connaissances des élèves à la suite de lecture du cours. Dans notre cas, l'objectif de cette première page-écran est d'amener les élèves à distinguer les deux caractéristiques du son.

I.2 Les éléments de la situation

I.2.1 L'organisation de la page-écran

Le Tableau 13 présente l'organisation de la page-écran selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques.

Tableau 28 : L'organisation de la page-écran 'Introduction'

Demi-page-écran de gauche		Demi-page-écran de droite (test1 et 2)	
Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques	Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
Théorie-modèle	Langage naturel	Théorie-modèle	Langage naturel

I.2.2 Les ressources

Les ressources internes

Les ressources internes sont de trois types : les escamots sur les termes hauteur, volume, fréquence, et amplitude, le mini-dictionnaire et l'onglet Aide. Dans le Tableau 18, nous détaillons selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques chacune des informations proposées dans l'onglet Aide.

Tableau 29 : Analyse des informations de l'onglet Aide selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques

Intitulé de l'information de l'onglet Aide	Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
Hauteur		
Définition	Relation Théorie-modèle et champ expérimental	Langage naturel
Perception sonore : Aigu	Champ expérimental	
Perception sonore : Grave	Champ expérimental	
Volume		
Définition	Relation Théorie-modèle et champ expérimental	Langage naturel
Perception sonore :	Champ expérimental	
Perception sonore :	Champ expérimental	
Fréquence		
Définition	Relation théorie modèle et champ expérimental	Langage naturel
Animation	Objets événements simulés	Représentation dynamique
Formule	Théorie modèle	
Amplitude		
Définition	Relation théorie modèle et champ expérimental	Langage naturel
Animation	Objets événements simulés	Représentation dynamique
Dessin	Relation théorie modèle et champ expérimental	Dessin légendé

I.2.3 Le système institutionnel

Le bouton de demande de validation de la réponse Lors de la demande de la validation de la réponse, dans le cas où la réponse est celle qui est attendue, le message retourné est *'C'est exact !!! Cependant, il vous est conseillé de consulter la réponse du professeur pour en savoir plus'*, sinon, il précise l'état de la réponse *'La réponse est incorrecte !!!'*.

Le bouton réponse (du professeur) La réponse fournie reprend une partie du modèle introduit dans la demi-page-écran de gauche. Par exemple dans le cas du Test 1 la réponse est : *'Le son en tant que phénomène physique associé à une vibration qui est caractérisée par sa fréquence et son amplitude'*.

I.3 Réalisation de la tâche et activités des élèves

I.3.1 Réponses possibles

Pour répondre à cet exercice, nous souhaitons que les élèves se réfèrent aux informations fournies dans la demi-page-écran de gauche. Nous supposons que la démarche des élèves qui peut consister soit à lire les informations, puis réaliser le test, soit à réaliser le test tout en lisant les informations, soit à réaliser uniquement le test sans

passer par la lecture des définitions. De ce fait, les réponses fournies constitueront un indicateur de la démarche suivie : nous supposons que dans le cas où leur réponse est inexacte, les élèves n'ont pas pris le temps de lire les informations proposées dans la page-écran de gauche. Enfin, les différents choix de propositions pour chacun des tests ne se rapportent pas à des conceptions des élèves mais peuvent leur donner l'occasion de prendre leur temps pour sélectionner leur réponse et la vérifier avant la demande de validation à l'aide de la demi-page-écran de gauche.

I.3.2 Activités des élèves

Nous supposons que l'activité observable des élèves est réduite à lire, à cocher l'une des réponses. La Figure 118 présente les niveaux de savoir de l'énoncé que les élèves sont censés utiliser et mettre en relation.

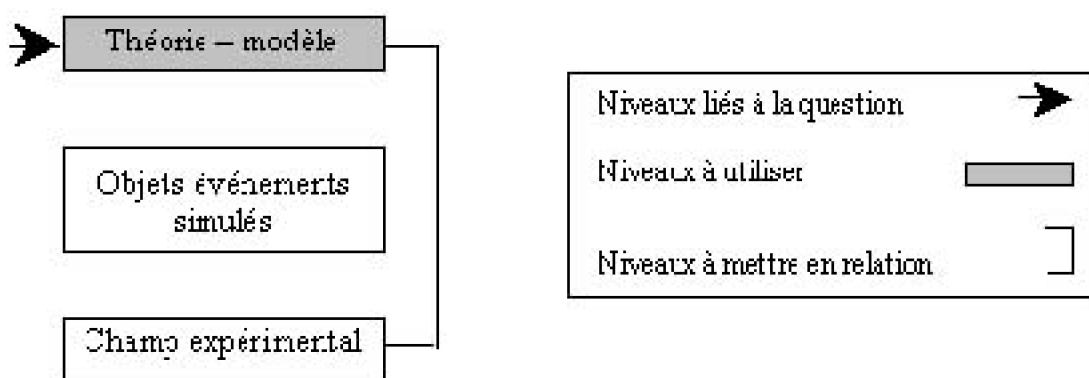


Figure 118 : Niveaux de savoir de l'énoncé, niveaux à utiliser et à mettre en relation

I.4 Connaissances à mobiliser

Pour réaliser cette tâche, nous souhaitons que les élèves mobilisent les grandeurs caractéristiques du son et de la vibration.

II.011 'Première expérience de sensibilisation'

Les deux expériences de sensibilisation qui vont se succéder ont pour visées d'approfondir l'articulation entre le phénomène sonore et le phénomène physique. La vibration, générée par un haut-parleur et modélisée à partir des grandeurs fréquence et amplitude, est étudiée à partir de la tension électrique délivrée par un générateur alimentant le haut-parleur. Le groupe SOC suppose que l'introduction du 'domaine électrique' constitue un 'outil' qui permet d'explicitier les caractéristiques physiques qui sont inobservables, et par la même de mettre en relation ce domaine avec celui de la mécanique et de la perception sonore. Comme le précise ce groupe, la construction de ce lien peut éviter les fusions du genre 'augmenter le son' que l'on retrouve fréquemment dans le langage familier. Ainsi, les tâches suivantes sont censées amener les élèves à construire la relation entre ces trois domaines. De ce fait, nous avons pris le parti de proposer quatre tâches (les trois premières issues d'une même page-écran que l'on sélectionne à partir de trois onglets) à partir desquelles nous supposons que les élèves construiront ce lien :

Expérience : Réalisation d'une expérience à partir d'une simulation permettant d'observer le phénomène mécanique et le phénomène sonore en jeu selon la grandeur caractéristique de la tension qui est modifiée.

Etude 1 : Etude du mouvement de la membrane d'un haut-parleur selon que l'on augmente l'une des grandeurs.

Etude 2 : Mise en relation entre l'une des grandeurs caractéristiques de la vibration et la perception sonore.

Interprétation : Mise en relation entre les trois domaines.

II.1 Tâche 2 : L'onglet 'Expérience'

II.1.1 Enoncé

Expérience

Augmenter puis diminuer l'amplitude de la tension à l'aide du bouton amplitude du générateur basse fréquence.

Attention ! La fréquence de la tension reste constante (soit à 1 Hz soit à 500 Hz)

L'objectif de cette première tâche est de rappeler les phénomènes mécaniques et sonores observés durant les trois premiers TP selon la valeur de la fréquence :

A 1 Hz, l'augmentation de l'amplitude de la tension électrique conduit à percevoir un déplacement de plus en plus important de la membrane du haut-parleur.

A 500 Hz, on perçoit un son et un mouvement flou de la membrane du haut-parleur du au phénomène de persistance rétinienne. L'augmentation de l'amplitude de la tension électrique conduit à percevoir un son de plus en plus fort.

Ainsi, nous souhaitons que les élèves selon la fréquence sélectionnée, mettent en relation les caractéristiques de la vibration avec la perception sonore et le mouvement de la membrane. Cependant, nous faisons l'hypothèse que les niveaux de savoir mis en oeuvre par les élèves correspondront principalement au niveau des objets événements simulés car la consigne privilégie l'action avec la simulation et non la production d'une réponse demandant d'explicitier ce qu'ils observent. Il est possible que nous rencontrions dans les dialogues des élèves les interventions suivantes (élèves de seconde Lycée St Génis) :

A propos du mouvement de la membrane du haut-parleur : *'elle fait des mouvements plus grands si on augmente l'amplitude' ; 'elle fait des mouvements plus ou moins grands' ; 'la membrane fait des mouvements plus grands'*

A propos de la perception sonore : *'Le son est plus fort si l'amplitude augmente' ; 'lorsque l'amplitude augmente le volume est plus fort'*

II.1.2 Les éléments de la situation

II.1.2.1 L'organisation de la page-écran

L'organisation de la page-écran selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques sont regroupés dans le Tableau 30.

Tableau 30 : L'organisation de la page-écran 'Expérience'

Demi-page-écran de gauche		Demi-page-écran de droite	
Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques	Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
Objets événements simulés	Langage naturel	Objets événements simulés	Langage naturel
Théorie-modèle	Langage naturel	Relation objets événements simulés et théorie-modèle	Langage naturel
Théorie-modèle	Représentation symbolique	Théorie-modèle	Représentation symbolique

II.1.2.2 Les ressources

Les ressources internes

Dans cette tâche, les ressources internes sont réduites au mini-dictionnaire et à deux escamots sur les termes fréquence et amplitude.

II.1.3 Activités des élèves

Nous faisons l'hypothèse que l'activité des élèves se réduit à lire et à actionner la simulation. De plus, la Figure 119 présente les niveaux de savoir de l'énoncé ceux que les élèves sont censés utiliser et mettre en relation.

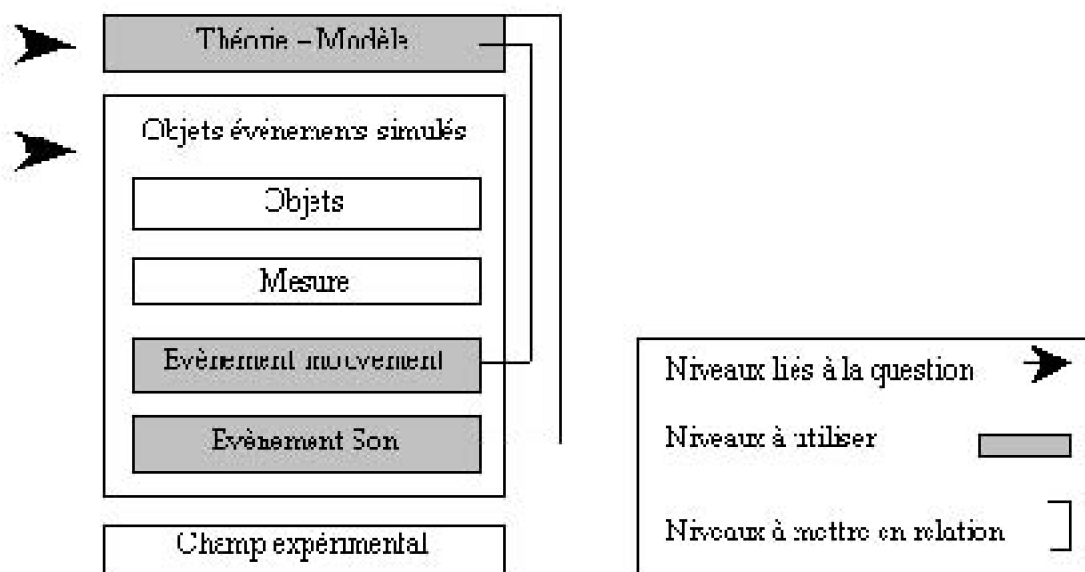


Figure 119 : Niveaux de savoir de l'énoncé, niveaux à utiliser et à mettre en relation

II.1.4 Connaissances à mobiliser

Lors de tâche, nous souhaitons que les élèves mobilisent les connaissances relatives : à la relation entre la perception sonore et les caractéristiques de la vibration, au phénomène de la persistance rétinienne et à la définition de l'amplitude.

II.2 Tâche 3 : 'Etude 1'

II.2.1 Enoncé

'Etude 1 : Etude du mouvement de la membrane lorsqu'on augmente l'amplitude de vibration : Perception visuelle.

Au cours de cinq expériences un manipulateur bouge un bouton de réglage de l'amplitude et parfois de la fréquence. Pour laquelle de ces cinq expériences, le manipulateur ne fait qu'augmenter le bouton amplitude ? (Pour lancer l'animation cliquez dessus)'

L'étude 1, située dans le second onglet de la demi-page-écran de droite, contient l'énoncé et cinq animations illustrant des modifications différentes des grandeurs amplitude et fréquence : soit l'amplitude et la fréquence augmentent, soit la fréquence augmente et l'amplitude reste constante, soit l'amplitude augmente et la fréquence diminue, etc. L'objectif est d'amener les élèves à différencier ces deux grandeurs.

II.2.2 Les éléments de la situation

II.2.2.1 L'organisation de la page-écran

L'organisation de l'onglet selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques est présentée dans le Tableau 31.

Tableau 31 : L'organisation de la page-écran 'Etude 1'

Demi-page-écran de droite	
Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
Objets événements simulés	Représentation dynamique
Relation entre les objets événements simulés et la théorie-modèle	Langage naturel

II.2.2.2 Les ressources

Les ressources internes

Dans cette tâche, les ressources internes sont réduites au mini-dictionnaire et à deux escamots sur les termes fréquence et amplitude.

II.2.2.3 Le système institutionnel

Le bouton demande de validation de la réponse La demande de validation conduit à deux types de message : dans le cas où la réponse n'est pas celle attendue, nous incitons l'élève à refaire l'expérience '*Revenez à l'expérience et observez à nouveau le mouvement de la membrane du haut parleur*'. Inversement, le message est '*C'est exact !!! Cependant, il vous est conseillé de consulter la réponse du professeur pour en savoir plus*'.

Le bouton réponse (du professeur) La réponse fournie est une interprétation de cette première étude et souligne l'une des difficultés des élèves : '*Le déplacement de la membrane du haut-parleur sera d'autant plus grand que l'amplitude de la tension est grande pour une même fréquence. A aucun moment, la fréquence change si l'on augmente l'amplitude : c'est à dire, si le déplacement est plus petit ou plus grand*'.

II.2.3 Réalisation de la tâche et activités des élèves

II.2.3.1 Réponse possible

Pour sélectionner l'animation correspondante à l'action 'augmenter l'amplitude', nous faisons l'hypothèse que les élèves vont observer successivement les animations et distinguer les grandeurs caractéristiques de la vibration et la manière dont elles varient. De ce fait, ils sont censés mettre en relation les niveaux de la théorie-modèle et celui des objets événements simulés. Dans le cas où l'élève serait en difficulté, nous supposons que par le jeu des onglets, il retournera à l'expérience afin de reproduire et observer ce qu'il se passe quand on augmente l'amplitude.

II.2.3.2 Activités des élèves

Lors de cette tâche l'activité observable peut se limiter à lire, cocher une case correspondante à l'animation. La figure suivante présente schématiquement les niveaux de savoir de l'énoncé, les niveaux à utiliser pour résoudre la tâche et enfin les relations attendues.

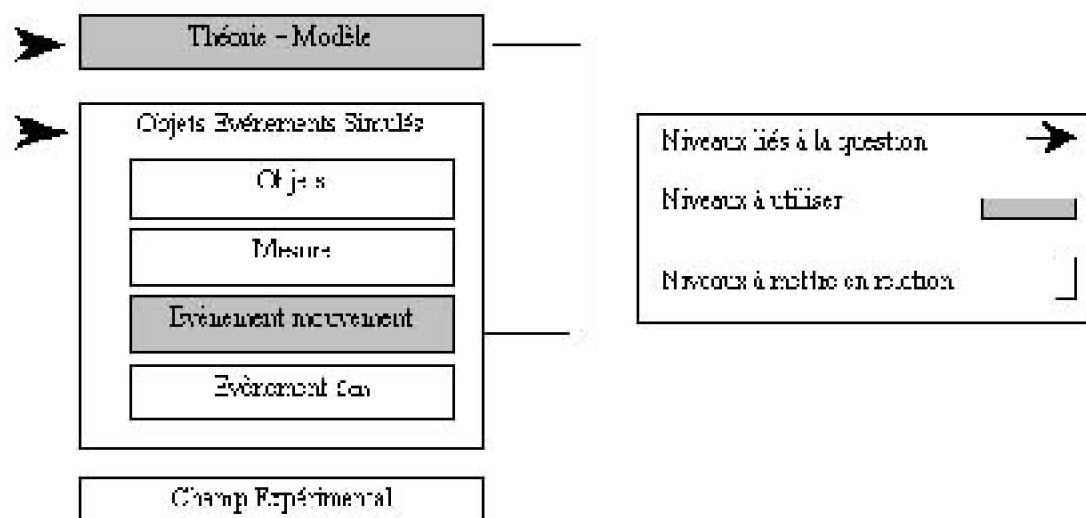


Figure 120 : Niveaux de savoir de l'énoncé, niveaux à utiliser et à mettre en relation

II.2.4 Connaissances à mobiliser

Nous supposons que les élèves mettront en oeuvre les définitions de la fréquence et de l'amplitude,

II.3 Tâche 4 : 'Etude 2'

II.3.1 Enoncé

Etude 2 : Etude de la sensation sonore associée à la variation de l'amplitude.

En quoi le son est différent lorsque vous augmentez l'amplitude :

De plus en plus fort

De plus en plus aigu

De plus en plus faible

De plus en plus grave

Aussi fort (ou faible) et aussi grave (ou aigu)

La tâche présentée dans le troisième et dernier onglet consiste à sélectionner l'une des cinq propositions de réponses permettant de qualifier la perception sonore résultante de l'augmentation de l'amplitude de la tension électrique. L'objectif de cette tâche est d'amener les élèves à articuler le domaine de la perception sonore avec celui de la mécanique.

II.3.2 Les éléments de la situation

II.3.2.1 L'organisation de la page-écran

L'organisation de la page-écran selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques est présentée dans le Tableau 32.

Tableau 32 : L'organisation de la page-écran 'Etude 2'

Demi-page-écran de droite	
Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
Théorie-modèle	Langage naturel
Champ expérimental	Langage naturel

II.3.2.2 Les ressources

Les ressources internes

Dans cette tâche, les ressources internes sont réduites au mini-dictionnaire et à deux escamots sur les termes fréquence et amplitude.

II.3.2.3 Le système institutionnel

Le bouton de demande de validation de la réponse

L'évaluation de la réponse conduit à deux types de message écrit qui donnent une appréciation de la réponse. Dans le cas où celle-ci est correcte, le message '*C'est exact. le volume sonore augmente plus l'amplitude de la vibration augmente*' fournit une réponse en utilisant les termes vus lors de l'Introduction'. Sinon, le message retourné conseille de retourner réaliser l'expérience '*Il vous est conseillé de revenir à l'expérience et de bien écouter le son émis*'.

II.3.3 Réalisation de la tâche et activités des élèves

II.3.3.1 Réponses possibles

Nous attendons que les élèves mettent en relation les niveaux théorie-modèle et champ expérimental. Nous pourrions être amenés à rencontrer des réponses pointant une confusion entre les grandeurs fréquence et amplitude ce qui pourrait signifier que les élèves n'ont pas construit cette connaissance lors des pages-écrans 'Introduction' et 'Expérience'. Enfin, étant donné que cette tâche est un rappel de celle du TP, tâche 8 'relation entre la perception sonore et les grandeurs caractéristiques de la vibration', il sera intéressant d'apprécier l'évolution des connaissances des élèves.

Nous donnons à titre d'exemple des réponses données par des élèves de seconde en TP 'classique' au Lycée de St Génis en janvier 1999 à la question 'que pouvez dire à partir de ce que vous savez ?'

'si on augmente l'amplitude de la tension du GBF, on augmente le volume'

'si on augmente l'amplitude le son est plus fort'

II.3.3.2 Activités des élèves

Nous supposons que les activités observables dans cette demi-page-écran se limitent à lire et à cocher une case. La Figure 121 suivante présente schématiquement les niveaux de savoir de l'énoncé, les niveaux à utiliser pour résoudre la tâche et enfin les relations attendues.

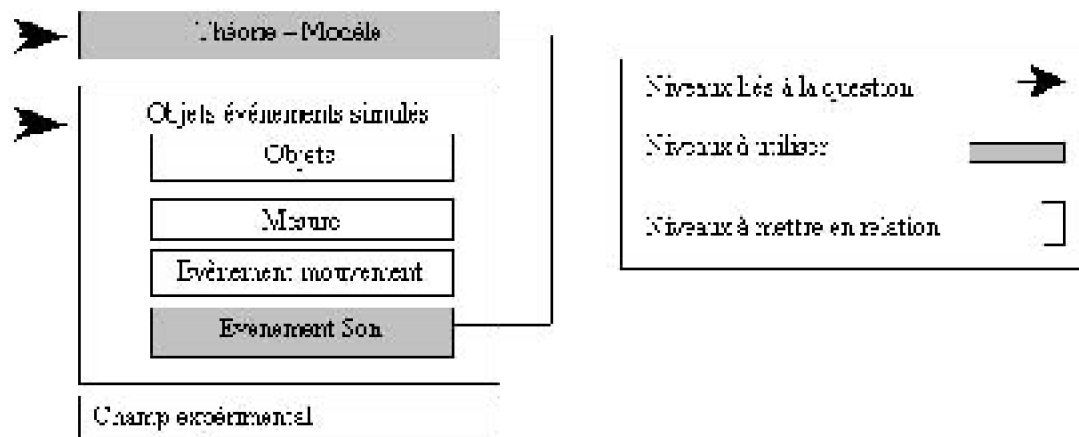


Figure 121 : Niveaux de savoir de l'énoncé, niveaux à utiliser et à mettre en relation

II.3.4 Connaissances à mobiliser

Nous faisons l'hypothèse que les élèves mettront en oeuvre des connaissances relatives à la relation entre la perception sonore et les caractéristiques physique de la vibration.

II.4 Tâche 5 : 'Interprétation'

II.4.1 Enoncé

'Maintenant il vous est demandé de faire le lien entre la vibration et la perception sonore. Qu'entend-on quand on fait varier l'amplitude de la tension électrique dans l'expérience ci-contre ? Justifier.'

Cette dernière tâche est proposée dans une nouvelle page-écran. L'objectif de cette tâche est d'amener les élèves à prendre consciences du lien entre la variation de l'amplitude de la tension électrique et celle de vibration *via* la perception sonore.

L'apport de cette tâche par rapport à l'étude 2 c'est qu'elle peut donner lieu à une nouvelle interprétation *via* la vidéo de l'expérience.

II.4.2 Les éléments de la situation

II.4.2.1 L'organisation de la page-écran

Le Tableau 33 présente l'organisation de la page-écran selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques.

Tableau 33 : L'organisation de la page-écran 'Interprétation'

Demi page-écran de gauche		Demi page-écran de droite	
Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques	Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
Théorie modèle	Langage naturel	Champ expérimental	Représentation dynamique
Champ expérimental	Langage naturel		

II.4.2.2 Le système institutionnel

Le bouton de demande de validation de la réponse La demande de validation de la réponse conduit à un message qui indique à l'élève de regarder la réponse du professeur '*Vous pouvez consulter la réponse du professeur pour de plus amples renseignements*'. Nous rappelons que ce genre de tâche n'amène pas à une analyse de la réponse.

Le bouton réponse (du professeur) La réponse fournie est celle qui est attendue : 'La variation de l'amplitude de la tension modifie l'amplitude de la vibration de la source de son. La perception sonore associée est un son plus ou moins fort ou faible (variation du volume sonore). Comparer votre réponse à cette dernière et revenez alors à l'expérience pour vérifier'.

II.4.3 Réalisation de la tâche et activités des élèves

II.4.3.1 Réponses possibles

Pour répondre à cette question, nous souhaitons que les élèves mettent en relation l'amplitude de la tension, celle de la vibration et la perception sonore associée. Il est possible que les élèves dans leur réponse n'explicitent pas la première relation et articulent principalement celle entre l'amplitude de vibration et la perception sonore.

II.4.3.2 Activités des élèves

Nous supposons que les activités observables des élèves sont réduites à lire un texte, à observer la vidéo et à taper du texte. Nous présentons schématiquement à la suite de la présentation les niveaux de savoir liés à l'énoncé, ceux à utiliser lors de la résolution de la tâche et ceux à mettre en relation.

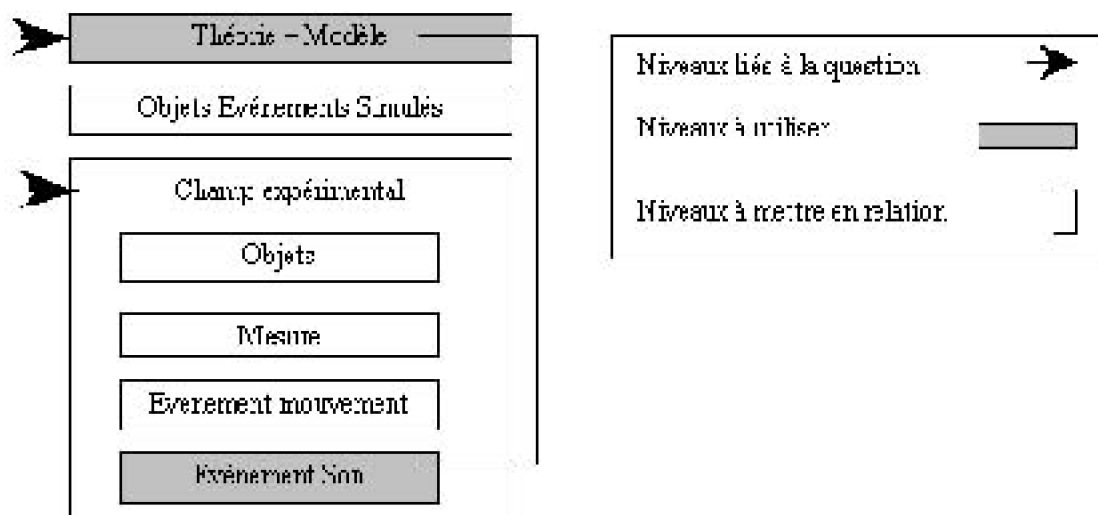


Figure 122 : Niveaux de savoir de l'énoncé, niveaux à utiliser et à mettre en relation

II.4.4 Connaissances à mobiliser

Pour répondre à cette question, nous supposons que les élèves mobiliseront les

connaissances relatives à la définition de l'amplitude, à la relation entre le volume sonore et l'amplitude.

III.011 Deuxième expérience de sensibilisation

Cette nouvelle expérience dédiée à l'étude de la fréquence de vibration propose la même démarche que l'expérience précédente. Par conséquent, nous donnons une présentation succincte des objectifs des quatre tâches qui vont suivre et des réponses possibles des élèves.

III.1 Tâche 6 : 'Expérience'

III.1.1 Enoncé

'Augmenter puis diminuer la fréquence de la tension à partir du bouton fréquence.

'Dans cette nouvelle expérience, l'amplitude de la tension reste constante'

L'objectif de cette tâche est de rappeler les phénomènes mécaniques et sonores liés à la variation de la fréquence de la tension électrique. Il est possible que les élèves construisent ces relations tout en actionnant le bouton de 'réglage de la fréquence' :

A 'très basse fréquence' : observation du mouvement de la membrane et aucune perception sonore.

A ' basse fréquence' : impossibilité d'observer le mouvement de la membrane du haut-parleur et aucune perception sonore.

A fréquence audible : impossibilité de percevoir le mouvement de la membrane du haut-parleur et perception sonore d'un son de plus en plus aigu.

Nous pouvons nous attendre à ce que les élèves décrivent les phénomènes dans les termes suivants⁷⁴ :

'La membrane effectue des mouvements quand on baisse la fréquence' ; 'plus rapide' ; 'elle fait des mouvements plus ou moins rapides' ; 'elle fait des mouvements plus rapides quand on augmente'

De ce fait, cette simulation est censée amener les élèves à faire référence aux connaissances relatives : au phénomène de persistance rétinienne, à la relation entre la perception sonore et la fréquence, la définition de la fréquence

III.2 Tâche 7 : 'Etude 1'

III.2.1 Enoncé

'Au cours de cinq expériences un manipulateur bouge un bouton de réglage de la

⁷⁴ Elèves de classe de seconde du Lycée de Givors répondant aux questions : 'Quelle conséquence cela a-t-il sur le mouvement de la membrane (l'augmentation de la fréquence) ?'. Que pouvez-vous dire de ce que vous entendez et de ce que vous voyez ?

fréquence et parfois de l'amplitude. Pour laquelle de ces cinq expériences, le manipulateur ne fait qu'augmenter le bouton fréquence ?

L'objet de l'étude 1 est d'amener les élèves à différencier la fréquence de l'amplitude et à favoriser construire une représentation du phénomène mécanique associé à une augmentation de la fréquence de la tension électrique. Pour déterminer l'animation correspondante à l'augmentation de la fréquence, nous supposons que les élèves mettront en relation le niveau des objets événements simulés avec celui de la théorie-modèle. En cas de difficulté, comme précédemment, ils pourront se référer à la simulation. Enfin, nous attendons que les élèves mettent en oeuvre les connaissances relatives aux définitions de l'amplitude et de la fréquence.

III.3 Tâche 8 : 'Etude 2'

III.3.1 Enoncé

En quoi le son est différent lorsque vous augmentez la fréquence :

De plus en plus fort

De plus en plus aigu

De plus en plus faible

De plus en plus grave

Aussi fort (ou faible) et aussi grave (ou aigu)

L'Etude 2, situé dans le dernier onglet, a pour objectif de favoriser l'articulation entre les phénomènes sonores et physiques. Au vu de données recueillies lors de séances de TP classique (Lycée de St Genis Laval), nous avons relevé principalement deux sortes de réponses, *'le son est plus aigu, la hauteur varie'*, *'le son est plus aigu' sans identifier des confusions entre la fréquence et l'amplitude.*

III.4 Tâche 9 : 'Interprétation'

III.4.1 Enoncé

Maintenant il vous est demandé de faire le lien entre la vibration et la perception sonore. Relier la variation de la fréquence de la tension avec la sensation auditive à partir de l'expérience ci-contre. Justifier.

Cette dernière tâche est censée aider les élèves à prendre conscience de la relation entre la fréquence de la tension électrique et la fréquence de vibration de l'objet matériel via la perception sonore. En effet, la vidéo située dans la demi-page-écran de droite montre une main qui modifie lentement la fréquence de la tension électrique. Lors de la rédaction de leur réponse dans l'encadré situé en dessous de l'énoncé nous nous attendons à ce que les élèves mettent en oeuvre des connaissances relatives à la relation

entre la perception sonore et les caractéristiques de la vibration, et à la relation entre la fréquence de la source de son et celle de la tension électrique.

III.5 Tâche 10 : Une petite pause

III.5.1 Enoncé

'Vous venez d'étudier les caractéristiques du son à partir d'un GBF et d'un haut-parleur. Maintenant vous allez utiliser un oscilloscope.'

III.5.2 Activités des élèves

Nous nous attendons à ce que l'activité des élèves soit réduite à lire et à observer les vidéos.

IV.011'Etude des grandeurs caractéristiques du son à l'oscilloscope'

Les deux tâches précédentes ont permis de rappeler les relations entre les phénomènes sonores et les caractéristiques de la vibration explicitées *via* les caractéristiques de la tension électrique (amplitude et fréquence). L'objectif des quatre tâches suivantes, correspondant à une page-écran, est de fournir à l'aide de l'oscilloscope⁷⁵ une nouvelle représentation des caractéristiques de la vibration souvent non observables directement :

la première, intitulée 'Introduction', fournit une définition et une simulation 'réduite' d'un oscilloscope,

les deux pages-écrans suivantes donnent lieu à deux tâches mettant en jeu la représentation graphique de la tension électrique visualisée sur l'écran de l'oscilloscope pour déterminer les caractéristiques du son et les caractéristiques de la vibration.

cette tâche se termine par un résumé illustré de deux vidéos d'expériences.

Le groupe Soc (Annexe A) considère que donner la possibilité aux élèves d'utiliser une nouvelle représentation des caractéristiques de la tension électrique peut permettre :

de renforcer la mise en relation entre la perception sonore et les caractéristiques de la vibration,

d'éviter une étude cloisonnée des grandeurs physiques (fréquence et amplitude) sans lien avec la perception sonore ou le comportement du milieu matériel,

d'écarter certaines confusions que l'on rencontre dans les expressions du type

⁷⁵ Nous rappelons que les élèves ont déjà eu l'occasion de se servir de l'oscilloscope afin d'étudier les caractéristiques d'une tension périodique pendant le cours d'électricité. (Ref BO)

'augmenter le son' lorsque l'on augmente l'amplitude de la tension électrique.

IV.1 Tâche 11 : 'Introduction'

IV.1.1 Enoncé

'Un oscilloscope, branché aux bornes d'un générateur basse fréquence, permet de visualiser en fonction du temps, les variations de l'amplitude et de la fréquence d'une tension électrique. Le temps est représenté sur l'axe des abscisses et l'amplitude sur l'axe des ordonnées.

Augmenter puis diminuer la fréquence et l'amplitude de la tension délivrée par le générateur au haut-parleur (voir l'expérience en réelle). Observer la courbe à l'oscilloscope et écouter le son émis.'

Dans la demi-page-écran de droite est proposée une simulation 'réduite' d'un oscilloscope. Il est possible d'observer en fonction du temps, les variations de l'amplitude et de la fréquence d'une tension électrique que l'on modifie à partir de deux boutons 'réglage de la fréquence' et 'réglage de l'amplitude'. De plus, situé en dessous de la simulation, un 'QCM' questionne l'élève sur le sens qu'il confère à la courbe visualisée sur l'oscilloscope : 'Que représente la courbe visualisée'. La demi-page écran de gauche contient la définition de l'oscilloscope et une consigne.

En outre, la construction par demi-page-écran selon le système de représentation (langage naturel et représentation dynamique) a pour objectif que les élèves :

Reformulent la définition de l'oscilloscope ;

réalisent une conversion et une coordination des deux représentations.

Les réponses données à la question 'Que représente la courbe visualisée' nous permettront d'estimer la coordination entre les représentations.



Figure 123 : L'activité sémiotique possible à partir de la tâche 4

IV.1.2 Les éléments de la situation

IV.1.2.1 L'organisation de la page-écran

Le Tableau 34 décrit l'organisation de la page-écran selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques.

Tableau 34 : L'organisation de la page-écran 'Introduction'

Demi-page-écran de gauche		Demi-page-écran de droite	
Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques	Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
Théorie-modèle	Langage naturel	Objets événements simulés	Représentation dynamique
Objets événements simulés	Langage naturel	Relation objets événements simulés et théorie modèle	Langage naturel
		Théorie-modèle	Langage naturel

IV.1.2.2 Les ressources

Les ressources internes

Deux types de ressources internes : des escamots sur les termes oscilloscope, amplitude, fréquence et générateur basse fréquence et le mini-dictionnaire.

IV.1.2.3 Le système institutionnel

Le bouton de demande de validation de la réponse Suite à la sélection de l'une des propositions à la question 'Que représente la courbe visualisée', dans le cas où la réponse ne correspond pas à celle qui est attendue, nous retournons le message '*Avez vous bien lu la définition d'un oscilloscope dans la page de gauche ?*', dans le cas contraire, le message est '*C'est exact !!! Cependant, il vous est conseillé de consulter la réponse du professeur pour en savoir plus*'.

Le bouton réponse (du professeur) En sélectionnant le bouton réponse, le message retourné correspond à la réponse 'du professeur' qui est le suivant '*La courbe visualisée est la représentation graphique de la tension électrique délivrée par le générateur au haut-parleur en fonction du temps*'.

IV.1.3 Réalisation de la tâche et activités des élèves

IV.1.3.1 Réponses possibles

A la question, 'Que représente la courbe visualisée', nous attendons que les élèves répondent 'la tension électrique délivrée par le générateur basse fréquence', les éléments de la réponse étant dans la page-écran (la définition de l'oscilloscope, la simulation de l'oscilloscope associée à la consigne). La réponse nécessite de mettre en oeuvre le niveau de la théorie-modèle. Toutefois, il est tout à fait possible que les élèves répondent 'le son' ou 'l'image du son' si l'on tient compte des '*risques de confusion voire de fusion entre l'action sur un appareil et la perception sonore associée*' (Voir annexe A Environnement conceptuel du TP3) que peuvent réaliser les élèves.

IV.1.3.2 Activités des élèves

Nous supposons que l'activité des élèves se limite à lire, à actionner la simulation et à

cocher une réponse. La figure suivante présente schématiquement les niveaux de savoir de l'énoncé, les niveaux à utiliser pour résoudre la tâche et enfin les relations attendues.

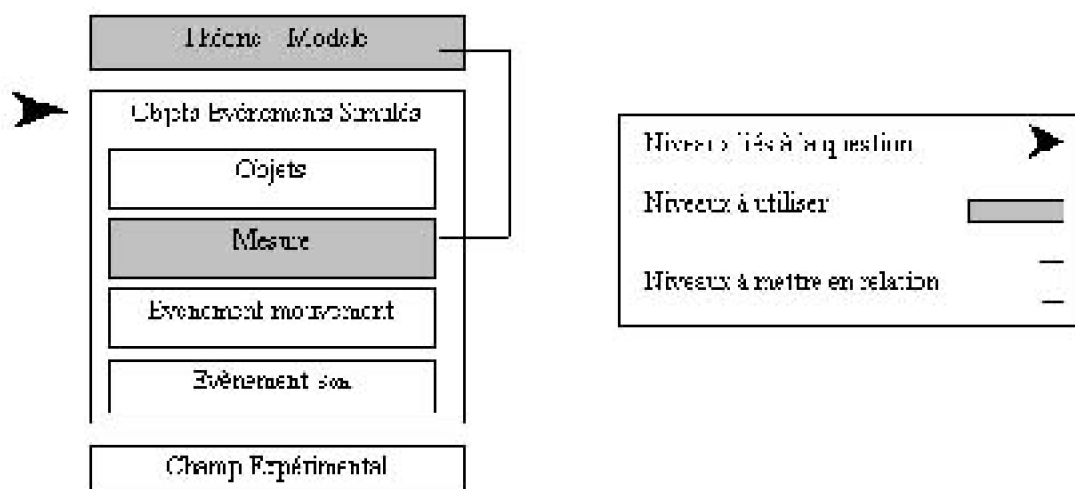


Figure 124 : Niveaux de savoir de l'énoncé, niveaux à utiliser et à mettre en relation

IV.1.4 Connaissances à mobiliser

Nous faisons l'hypothèse que lors de cette tâche les élèves mobiliseront les connaissances relatives à la définition de l'oscilloscope et se référeront à leurs connaissances personnelles liées au cours d'électricité.

IV.2 Tâche 12 : 'Expérience : Etude des grandeurs caractéristiques du son'

IV.2.1 Enoncé

'Etude des grandeurs caractéristiques du son (volume sonore et hauteur) à l'oscilloscope.'

Par rapport au son émis par le haut-parleur de référence déterminer les caractéristiques du son associées à l'oscillogramme du haut-parleur à étudier. Valider et vérifier votre réponse en comparant les deux sons.

Remarque

La sensibilité et la vitesse de balayage ont toujours la même valeur durant l'expérience.'

L'objectif de la tâche est donc d'amener les élèves à comparer les grandeurs caractéristiques des tensions électriques alimentant les deux haut-parleurs *via* les deux oscillogrammes puis à élaborer le lien avec la perception sonore.

IV.2.2 Les éléments de la situation

IV.2.2.1 L'organisation de la page-écran

L'analyse de la page-écran selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques est présentée dans le tableau suivant :

Tableau 35 : L'organisation de la page-écran 'Réalisation de l'expérience'

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

Demi-page-écran de droite		Demi-page-écran de gauche	
Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques	Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
Objets événements simulés	Représentation dynamique et langage naturel	Théorie-modèle	Langage naturel
		Objets événements simulés	Langage naturel

IV.2.2.2 Les ressources

Les ressources internes

Les ressources internes sont de trois types : le mini-dictionnaire, escamots sur les termes volume sonore, hauteur et oscilloscope et un onglet Aide que nous détaillons dans le tableau ci-dessous.

Tableau 36 : Analyse des informations de l'onglet Aide selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques

Intitulé de l'information de l'onglet Aide	Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
Perception sonore Aiguë/Grave		
Définition	Relation théorie-modèle et champ expérimental	Langage naturel
Perception sonore : Aigu	Champ expérimental	
Perception sonore : Grave	Champ expérimental	
Perception sonore Fort / Faible		
Définition	Relation théorie-modèle et champ expérimental	Langage naturel
Perception sonore : Fort	Champ expérimental	
Perception sonore : Faible	Champ expérimental	
Oscilloscope		
Définition	Théorie modèle	Langage naturel
Dessin	Relation théorie-modèle et objets événements simulés	Dessin légendé
Dessin	Relation théorie-modèle et objets événements simulés	Dessin légendé
Rappel		
Définition	Théorie modèle	Langage naturel

IV.2.2.3 Le système institutionnel

Bouton de demande de validation

Il est proposé successivement six oscillogrammes qui nécessitent à chaque fois une demande de validation de la réponse dont le message retourné est un point coloré désignant l'état de la réponse. Au sixième coup, le système comptabilisant le nombre de

bonnes et mauvaises réponses retourne soit le message ' *Le nombre de bonnes réponses est insuffisant. Il est conseillé de consulter l'aide puis de faire à nouveau le test* soit ' *Vous avez eu au moins cinq bonnes réponses sur six : c'est très bien. Vous pouvez soit refaire cette activité soit continuer le TP*'.

IV.2.2.4 Divers

L'onglet Fripini donne des conseils pour résoudre la tâche : '*comparer les deux oscillogrammes, puis répondez à la question posée. Valider votre réponse puis cliquez sur les deux haut-parleurs pour écouter les deux sons. Faire suite pour continuer*'.

IV.2.3 Réalisation de la tâche et activités des élèves

IV.2.3.1 Réponse possible

Nous attendons que les élèves réalisent cette tâche en deux étapes. La première consiste à comparer les grandeurs caractéristiques de la tension électrique (fréquence et amplitude) à partir des oscillogrammes. Deux stratégies peuvent être mises en oeuvre :

La première peut être issue d'une connaissance procédurale construite durant les cours d'électricité. L'élève compare les périodes⁷⁶ et les amplitudes⁷⁷ des deux tensions périodiques en comptant :

- le nombre de carreaux correspondant à la largeur du motif de base pour la période. Il est possible que certains élèves tentent de calculer la fréquence en effectuant le rapport $F = 1/T$ (T la période),
- le nombre de carreaux entre le maximum et un minimum (de la tension) pour rechercher la valeur de l'amplitude.

La seconde stratégie consiste à s'appuyer sur la forme des oscillogrammes :

- lorsque la fréquence est élevée (ou faible) : le nombre de fois que le motif de base se répète en un temps donné est plus ou moins grand ('ça devient plus serré')
- lorsque l'amplitude est élevée (ou faible) : la hauteur du motif est plus ou moins haute.

Lors de cette première étape, nous supposons que les élèves mettent principalement en oeuvre les niveaux de la théorie-modèle (fréquence et amplitude) et les objets événements simulés (l'oscillogramme) et élaborent la relation entre les deux.

La seconde étape consiste à mettre en relation les grandeurs caractéristiques de la tension électrique et la perception sonore. Cela laisse supposer que les élèves ont construit une relation entre les caractéristiques de la vibration et celle de la tension

⁷⁶ La période étant la plus courte durée au bout de laquelle un phénomène se reproduit identique à lui-même.

⁷⁷ L'amplitude d'une tension sinusoïdale est sa valeur maximale.

seront censés mettre en relation les niveaux de la théorie-modèle et des objets événements simulés (son). Il est tout à fait possible qu'au bout du second item, les élèves déterminent les caractéristiques du son sans faire une analyse explicite des oscillogrammes. Ils mettront alors en oeuvre principalement le niveau du modèle.

Du point de vue de l'activité sémiotique, nous supposons que la détermination des grandeurs caractéristiques de la tension électrique nécessite d'articuler lors de la stratégie 1, successivement trois systèmes sémiotiques : la représentation graphique, la représentation symbolique et le langage naturel. Dans le cas où les élèves réalisent la stratégie 2, nous supposons que l'activité sémiotique consiste à réaliser un traitement sur la représentation graphique fournie en comparant cette dernière à celle que les élèves se sont construites puis de l'articuler avec le langage naturel (relation perception sonore et caractéristiques de la vibration).

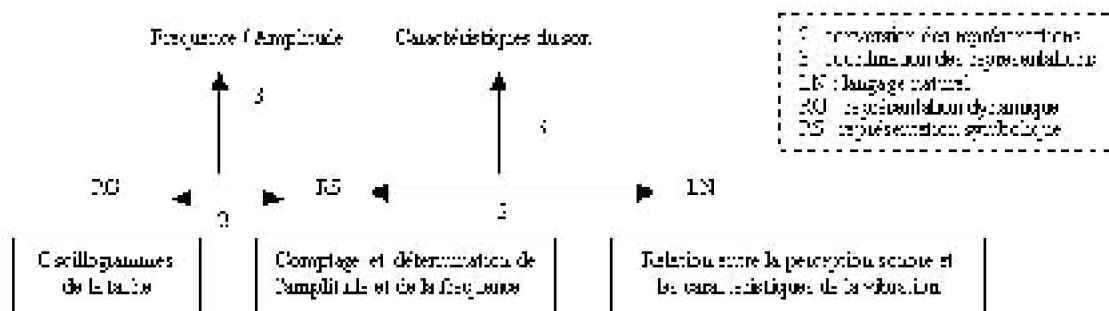


Figure 125 : L'activité sémiotique possible durant la tâche 12 stratégie 1

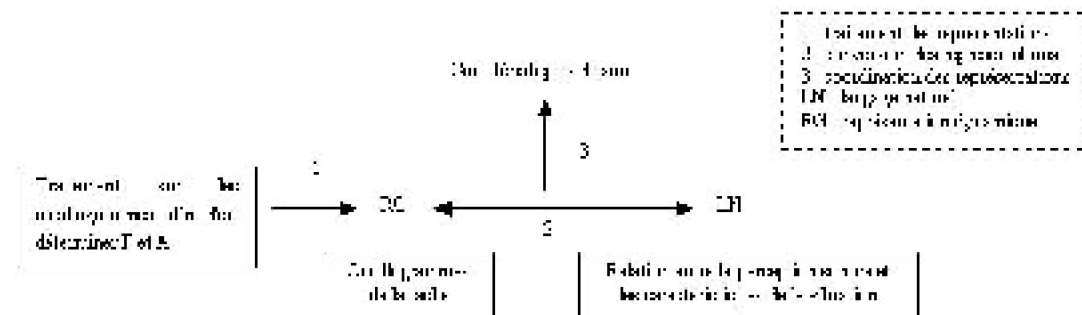


Figure 126 : L'activité sémiotique possible durant la tâche 12 stratégie 2

IV.2.3.2 Activités des élèves

Nous supposons que l'activité observable des élèves est réduite à lire un texte, observer des oscillogrammes et cocher une case. La Figure 127 présente selon les niveaux de savoir de l'énoncé, les niveaux à utiliser pour résoudre la tâche et enfin les relations attendues.

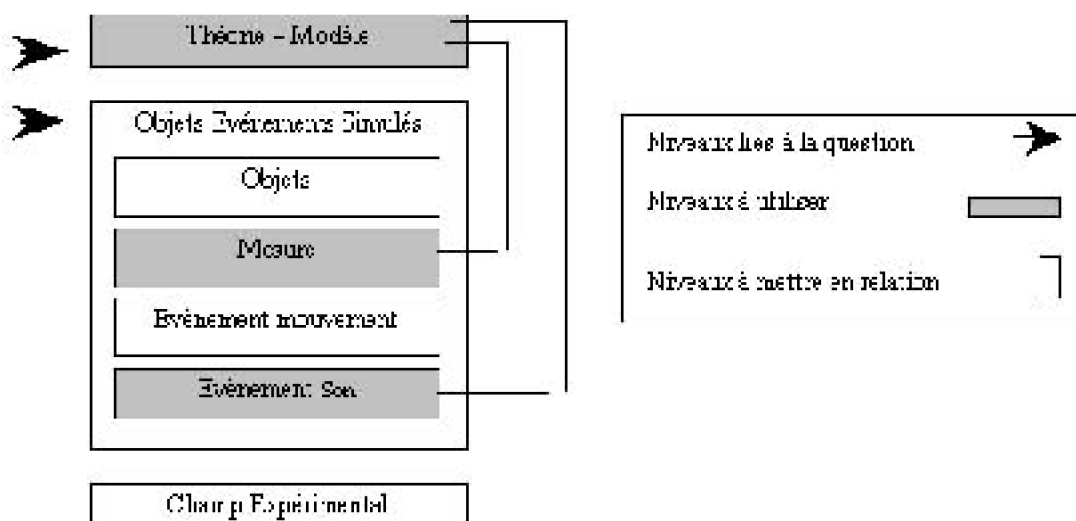


Figure 127 : Niveaux de savoir de l'énoncé, niveaux à utiliser et à mettre en relation

IV.2.4 Connaissances à mobiliser

Nous faisons l'hypothèse que les élèves mettront en oeuvre des connaissances relatives à la définition d'un oscillogramme, aux relations entre les grandeurs caractéristiques de la vibration et la perception sonore, à leur cours d'électricité à propos de la manière à déterminer les valeurs des grandeurs caractéristiques de la tension électrique périodique à partir d'un oscilloscope.

IV.3 Tâche 13 : 'Expérience : Etude des grandeurs caractéristiques physiques'

IV.3.1 Enoncé

'Etude des grandeurs caractéristiques physiques de la vibration (fréquence et amplitude) à l'oscilloscope.

Comparer les deux oscillogrammes donnés par le haut-parleur de référence et le haut-parleur à étudier et, déterminer les caractéristiques physiques de la vibration correspondant à l'oscillogramme de droite. Valider et vérifier votre réponse en comparant les deux sons.

Remarque

La sensibilité et la vitesse de balayage ont toujours la même valeur durant l'expérience.'

Nous ne présentons pas cette tâche car elle correspond à la première étape dans la résolution de la tâche précédente : détermination des grandeurs caractéristiques de la vibration. Nous donnons l'organisation de la page-écran selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques dans le tableau suivant.

Tableau 37 : L'organisation de la page-écran 'Expérience'

Demi-page-écran de gauche		Demi-page-écran de droite	
Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques	Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
Théorie-modèle	Langage naturel	Objets événements simulés	Représentation dynamique
Objets événements simulés	Langage naturel	Théorie-modèle	langage naturel

IV.4 Tâche 14 : En résumé

IV.4.1 Enoncé

'La hauteur d'un son est essentiellement liée à la fréquence de vibration.

Le volume (ou niveau sonore) d'un son est essentiellement lié à l'amplitude de vibration.'

Deux vidéos d'expériences situées dans la demi-page-écran de gauche illustrent le rappel des relations entre la perception sonore et les grandeurs caractéristiques de la vibration.

IV.4.2 Les éléments de la situation

IV.4.2.1 L'organisation de la page-écran

L'organisation de la page-écran est présentée dans le tableau ci-dessous (Tableau 38).

Tableau 38 : L'organisation de la page-écran 'En résumé'

Demi-page-écran de gauche		Demi-page-écran de droite	
Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques	Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
Relation théorie-modèle et champ expérimental	Langage naturel	champ expérimental	Représentation dynamique

IV.4.3 Activités des élèves

Nous nous attendons à ce que l'activité des élèves soit réduite à lire et observer les vidéos.

V.011Tâche 15 : 'Application : Création d'un oscillogramme'

V.1 Enoncé

'Ecouter le son émis par le haut-parleur. Régler les boutons amplitude et fréquence du générateur, de façon à ce que le son du haut-parleur test soit le même que le haut-parleur de référence. L'oscillogramme correspond à la tension délivrée par le générateur au haut-parleur test.

Astuce

Un haut-parleur test situé sous les deux boutons vous permettra d'écouter

régulièrement le son associé à la tension dessinée.'

L'objet de cette application est de permettre aux élèves de mettre en relation dans le cadre d'une nouvelle tâche 'plus concrète' (création d'un oscillogramme) le phénomène sonore et le phénomène physique c'est à dire, la vibration de la source de son dont les grandeurs caractéristiques sont évoquées à partir des boutons 'réglage de la fréquence' et 'réglage de l'amplitude' et de l'oscillogramme.

V.2 Les éléments de la situation

V.2.1 L'organisation de la page-écran

L'analyse de cette page-écran selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques est présentée dans le Tableau 39.

Tableau 39 : L'organisation de la page-écran 'Réalisation de l'expérience'

Demi-page-écran de gauche		Demi-page-écran de droite	
Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques	Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
Théorie-modèle	Langage naturel	Objets événements simulés	Représentation dynamique

V.2.3 Les ressources

Les ressources internes

Les ressources internes sont de deux types : le mini-dictionnaire et l'onglet Aide que nous détaillons dans le tableau ci-dessous (Tableau 40).

Tableau 40 : Analyse des informations de l'onglet Aide selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques

Intitulé de l'information présente dans l'onglet Aide	Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
Oscilloscope		
Définition	Théorie-modèle	Langage naturel
Dessin	Champ expérimental	Image
Exemples d'oscillogrammes		
Définition	Relation théorie-modèle	Langage naturel
Animation	Champ expérimental	Représentation dynamique

V.2.4 Le système institutionnel

Bouton de demande de validation

Dans le cas où les élèves ont reproduit les deux sons, le message retourné lors de la demande de validation est le suivant 'Vous avez réussi à obtenir l'oscillogramme de la tension délivrée par le générateur basse fréquence. Vous pouvez appuyer sur 'Suite' pour recommencer l'expérience avec un autre son de référence.'. Inversement, le message est 'Les deux sons sont différents : pouvez vous recommencer l'expérience ?'

V.2.5 Divers

Fripini explique la démarche à suivre afin que la tâche ne se limite pas à une comparaison des sons : 'cliquez sur le haut-parleur de gauche et écoutez le son émis. Créer l'oscillogramme en modifiant la fréquence et l'amplitude. Pour vérifier que l'oscillogramme dessiné correspond à la tension délivrée par le générateur cliquer sur le haut-parleur test et comparer les sons émis par les deux haut-parleurs.

V.2.6 Réalisation de la tâche et activités des élèves

V.2.6.1 Les réponses possibles

Nous attendons que les élèves mettent en relation le niveau de la théorie-modèle et celui des objets événements simulés sous la forme de verbalisation du genre 'augmente la fréquence c'est trop grave' ce qui insinuerait qu'une telle situation permettrait aux élèves de ne pas 'fusionner' l'action sur l'appareil et la perception sonore 'augmenter le son'.

V.2.6.2 Activités des élèves

Nous supposons que l'activité de l'élève est réduite à lire, écouter un son, observer l'oscillogramme, actionner une simulation. La Figure 108 présente selon les niveaux de savoir de l'énoncé, ceux que les élèves sont censés utiliser et mettre en relation.

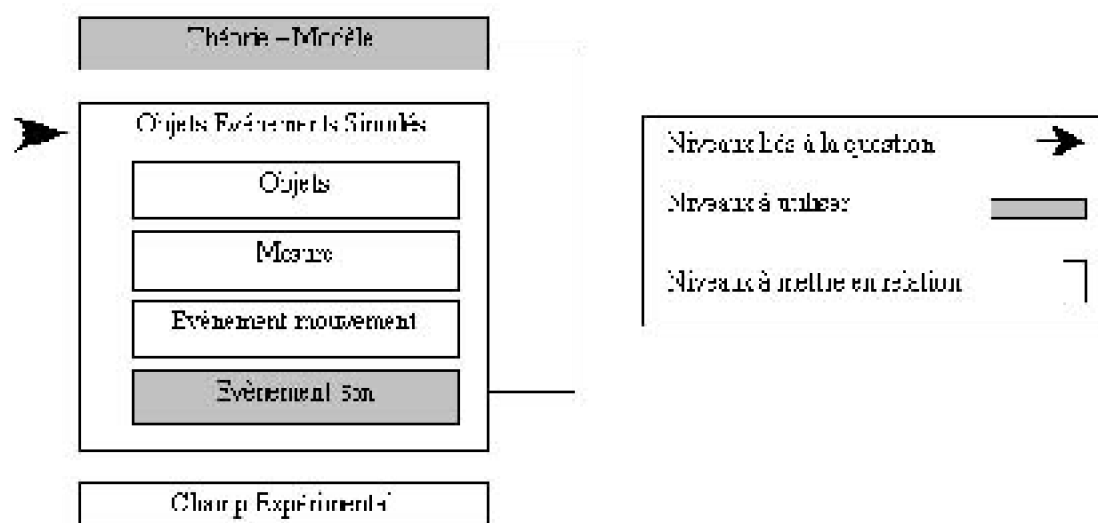


Figure 128 : Niveaux de savoir de l'énoncé, niveaux à utiliser et à mettre en relation

V.3 Connaissances à mobiliser

Pour réaliser cette tâche nous souhaitons que les élèves mettent en oeuvre les connaissances relatives aux relations entre la perception sonore et les grandeurs caractéristiques de la vibration.

VI.011 'Reproduire le même son'

Les trois tâches suivantes, correspondent à trois onglets contenus dans la même page-écran intitulée 'Reproduire le même son'. Elles visent à finaliser l'étude sur la

relation entre le phénomène sonore et le phénomène physique en proposant :

• une question à réponse à choix multiples (QCM) sur les caractéristiques du son ;

• une expérience qui donne lieu à la reproduction d'un son uniquement en modifiant les caractéristiques du son ;

• une expérience qui met en jeu deux représentations des grandeurs caractéristiques de la tension électrique *via* l'oscilloscope et le générateur basse fréquence dont l'objectif est aussi de reproduire un son.

VI.1 Tâche 16 : 'Question'

VI.1.1 Enoncé

'Qu'est ce qui fait que deux sons sont identiques au niveau de la perception ?

Cochez deux réponses :

• *Ils ont la même amplitude*

• *Ils ont la même fréquence*

• *Ils ont la même hauteur*

• *Ils ont le même volume sonore'*

Cette question située dans le premier onglet de la demi-page-écran de droite, fait référence à la problématique de la séance : étude de deux des caractéristiques du son selon que l'on se place au niveau du phénomène physique ou sonore. En effet, selon le domaine de référence la description sera différente : ici le domaine désigné est le domaine sonore. Une telle question rendra possible d'apprécier la manière dont les élèves lisent les contenus proposés sur une page-écran et l'intérêt qu'ils peuvent porter aux termes utilisés : hauteur et volume.

VI.1.2 Les éléments de la situation

VI.1.2.1 L'organisation de la page-écran

Le Tableau 41 présente l'organisation de la page-écran selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques.

Tableau 41 : L'organisation de la page-écran 'Question'

Demi-page-écran de droite	
Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
Champ expérimental	Langage naturel
Théorie-modèle	Langage naturel

VI.1.2.2 Les ressources

Les ressources internes communes aux trois tâches

Les ressources internes sont de deux types : le mini-dictionnaire et l'onglet Aide que nous détaillons dans le tableau ci-dessous (Tableau 42).

Tableau 42 : Analyse des informations de l'onglet Aide selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques

Intitulé de l'information présente dans l'onglet Aide	Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
Oscilloscope		
Définition	Théorie-modèle	Langage naturel
Dessin	Champ expérimental	Image
Exemples d'oscillogrammes		
Son aigu	Relation théorie-modèle-objets événements simulés	Dessin légendé
Son fort	Relation théorie-modèle-objets événements simulés	Dessin légendé

VI.1.2.3 Le système institutionnel

Le bouton de demande de validation de la réponse A la demande de validation de la réponse, le système retourne deux messages : dans le cas où la réponse est celle attendue '*C'est exact !!! Cependant, il vous est conseillé de consulter la réponse du professeur pour en savoir plus.*', sinon le message renvoyé est '*La réponse est incorrecte ou incomplète. Vous pouvez consulter l'aide avant de répondre à nouveau.*'

Le bouton réponse (du professeur) La réponse indique l'une des conditions pour que deux sons soient identiques : '*Si deux sons possèdent le même volume sonore et la même hauteur, on peut alors dire qu'ils sont identiques.*'

VI.1.3 Réalisation de la tâche et activités des élèves

VI.1.3.1 Les réponses possibles

Nous attendons que les élèves répondent la hauteur et le volume sonore ce qui consiste à mettre en oeuvre le niveau théorie-modèle. Cependant, nous supposons que les élèves répondront fréquence et amplitude car la plupart des tâches précédentes se rapportaient à ces grandeurs. De plus, une lecture rapide de la question peut conduire à s'interroger principalement sur 'Qu'est ce qui fait que deux sons sont identiques' et dire

que toutes les propositions sont exactes.

Activités des élèves

Nous supposons que l'activité observable des élèves est réduite à lire, cocher une case. La Figure 129 présente selon les niveaux de savoir de l'énoncé ceux que les élèves sont censés utiliser et mettre en relation.

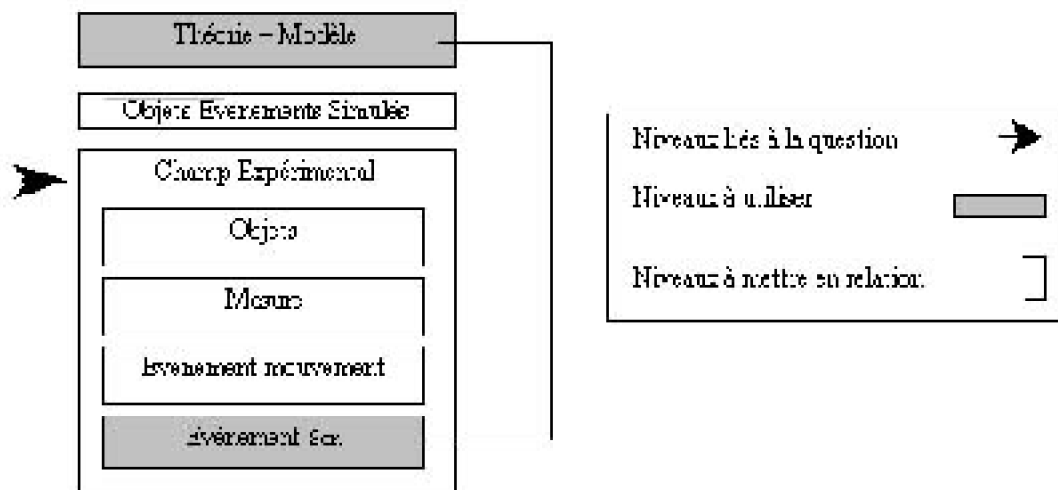


Figure 129 : Niveaux de savoir de l'énoncé, niveaux à utiliser et à mettre en relation

VI.1.4 Connaissances à mobiliser

Nous nous attendons à ce que les élèves mettent en oeuvre les connaissances relatives aux grandeurs caractéristiques du son.

VI.2 Tâche 17 : 'Expérience 1'

VI.2.1 Enoncé

Reproduire le son de référence émis par le haut-parleur de gauche à l'aide des boutons fort / faible et aigu / grave.

Attention seule votre perception auditive vous conduira à la bonne réponse !

Cette tâche donne l'occasion de reproduire un son en utilisant uniquement les termes se rapportant à la perception sonore ce qui est favorisé par les intitulés des deux boutons de la simulation 'réglage aigu/grave' et 'réglage fort/faible'.

VI.2.2 Les éléments de la situation

VI.2.2.1 L'organisation de la page-écran

Le Tableau 43 présente l'organisation de la page-écran selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques.

Tableau 43 : L'organisation de la page-écran 'Expérience1'

Demi-page-écran de gauche		Demi-page-écran de droite	
Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques	Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
Objets événements simulés	Langage naturel	Objets événements simulés	Représentation dynamique et langage naturel

VI.1.2.2 Le système institutionnel

Le bouton de demande de validation de la réponse

Dans le cas où les deux sons créés sont semblables, la demande de validation retourne le message *'Si deux sons possèdent la même hauteur et le même volume sonore, on peut alors dire qu'ils sont identiques. Pour continuer l'expérience avec un autre son de référence il faut cliquer sur 'Suite'.*, sinon le message suivant est renvoyé *'Les deux sons sont différents. Utilisez les deux boutons pour reproduire le son de référence. Vous pouvez également consulter l'aide.'*

VI.2.3 Activités des élèves

Nous supposons que l'activité observable des élèves est réduite à lire, écouter un son et actionner un simulateur. La Figure 130 présente selon les niveaux de savoir de l'énoncé ceux que les élèves sont censés utiliser et mettre en relation.

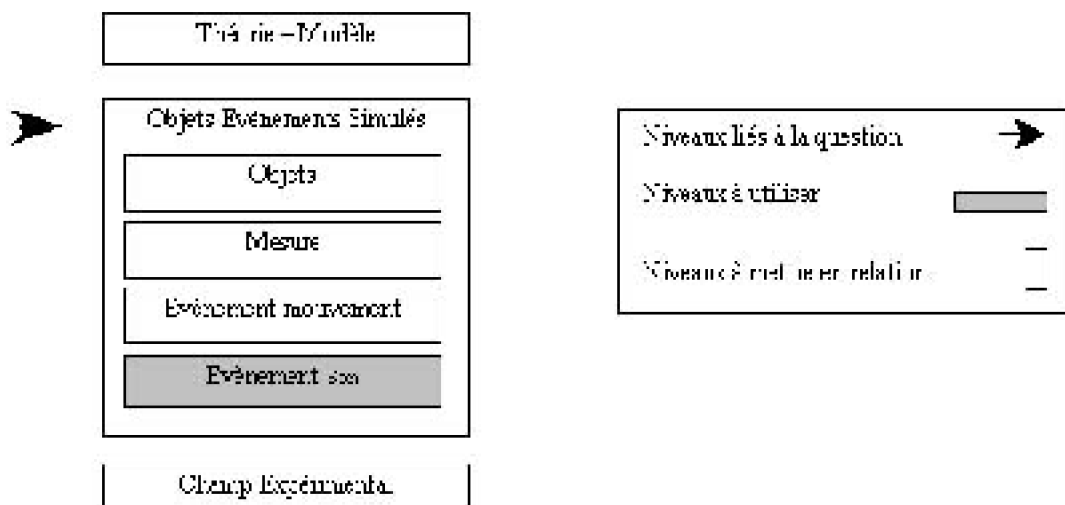


Figure 130 : Niveaux de savoir de l'énoncé, niveaux à utiliser et à mettre en relation

VI.2.4 Connaissances à mobiliser

Pour réaliser, cette tâche nous souhaitons que les élèves mettent en oeuvre le vocabulaire relatif à la perception sonore.

VI.3 Tâche 18 : 'Expérience 2'

VI.3.1 Énoncé

'Reproduire le son entendu à l'aide des boutons fréquence et amplitude et de l'oscillogramme que vous allez construire au fur et à mesure.'

En fait cette tâche est sensiblement la même que la tâche 15 : elle présente aussi

deux représentations des grandeurs caractéristiques du son *via* l'oscilloscope et le générateur basse fréquence par l'intermédiaire des boutons 'réglages de la fréquence et de l'amplitude'. Dans cette dernière nous proposons deux oscilloscopes permettant ainsi d'observer à la fois la représentation de la tension électrique liée au haut-parleur de référence et au haut-parleur à étudier.

VI.3.2 Les éléments de la situation

VI.3.2.1 L'organisation de la page-écran

Le Tableau 44 présente l'organisation de la page-écran selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques.

Tableau 44 : L'organisation de la page-écran 'Expérience 2'

Demi-page-écran de gauche		Demi-page-écran de droite	
Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques	Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
Objets événements simulés	Représentation dynamique	Objets événements simulés	Langage naturel
Relation objets événements simulés et théorie-modèle	Langage naturel	Théorie-modèle- Objets événements simulés	Langage naturel

Le système institutionnel

Le bouton de demande de validation de la réponse Dans le cas où les deux sons créés sont différents, la demande de validation retourne le message *'Les deux oscillogrammes sont différents !!! Utilisez les deux boutons pour reproduire l'oscillogramme de référence. Vous pouvez également consulter l'aide.'*, sinon, si les sons sont semblables le message est *'Les deux oscillogrammes sont identiques, mais il est conseillé de consulter la réponse pour de plus amples explications.'*

Le bouton réponse (du professeur) La réponse donnée insiste sur les caractéristiques dont il faut tenir compte pour reproduire un son : *'Les deux sons émis ont la même hauteur et le même volume sonore. Les fréquences de vibration et les amplitudes de vibration des deux haut-parleurs sont identiques.'*

VI.3.3 Réalisation de la tâche et activités des élèves

VI.3.3.1 Les réponses possibles

Pour réaliser cette expérience, nous pouvons nous attendre à trois types de stratégie :

1.

Reproduire le son en utilisant uniquement les boutons réglages de la fréquence et de l'amplitude et en comparant les deux sons. Cette stratégie amène les élèves à mettre en relation le niveau de la théorie-modèle et le niveau des objets événements simulés

(événement son). Mise en oeuvre d'un seul système sémiotique : le langage naturel.

2.

Reproduire le son en utilisant principalement l'oscilloscope en recopiant l'oscillogramme de la tension de référence et en comparant éventuellement les deux sons. Cette stratégie conduit à mettre en oeuvre soit uniquement le niveau des objets événements simulés (sous niveau mesure, et événement son), soit d'articuler les niveaux théorie-modèle et objets événements simulés (sous niveau mesure). Mise en oeuvre d'un seul système sémiotique : la représentation graphique.

3.

Combiner les deux stratégies précédentes : reproduire le son à partir des boutons fréquence et amplitude en comparant les sons, puis comparer les deux oscillogrammes obtenus. Les élèves seraient censés mettre en oeuvre les relations précédentes et mettre en relation les des deux systèmes sémiotiques : langage naturel et représentation graphique.

VI.3.3.2 Activités des élèves

Nous supposons que l'activité observable des élèves est réduite à lire, écouter un son et actionner une simulation. La Figure 131 présente selon les niveaux de savoir de l'énoncé ceux que les élèves sont censés utiliser et mettre en relation.

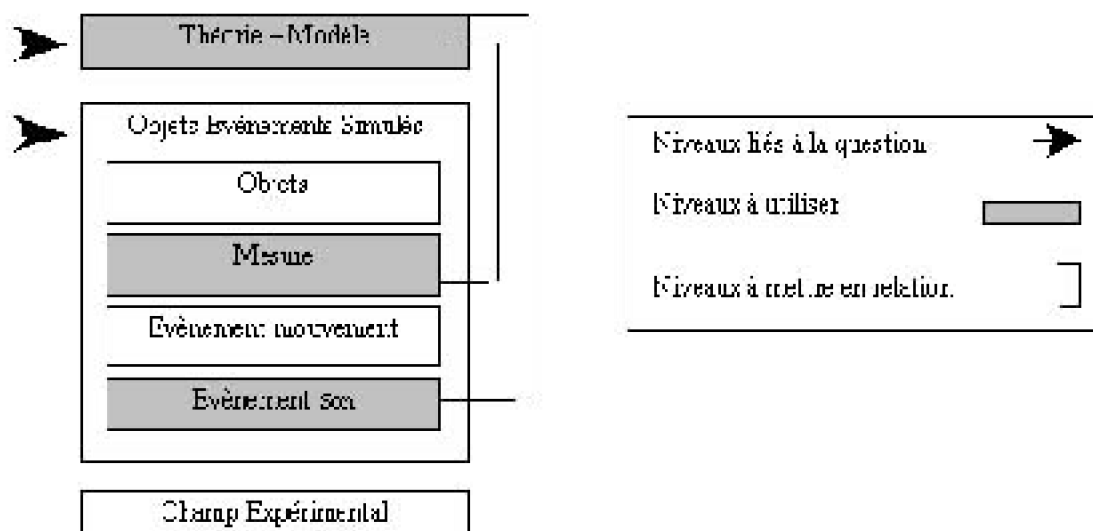


Figure 131 : Niveaux de savoir de l'énoncé, niveaux à utiliser et à mettre en relation

VI.3.4 Connaissances à mobiliser

Nous nous attendons à ce que les élèves mettent en oeuvre les connaissances relatives aux relations entre les grandeurs caractéristiques de la vibration et la perception sonore.

VII.011 'Influence de la position du récepteur par rapport à l'émetteur au niveau des grandeurs caractéristiques du son'

Cette tâche s'intéresse à observer l'évolution des caractéristiques du son au cours de sa propagation. Elle est composée de cinq tâches chacune correspond à une page-écran :

La première est une introduction présentant globalement l'objectif de cette nouvelle tâche ;

Les trois suivantes proposent trois situations expérimentales que les élèves devront interpréter selon les caractéristiques du son et selon les caractéristiques de l'onde sonore ;

La dernière résume cette tâche en proposant une vidéo.

VII.1 Tâche 19: 'Introduction'

VII.1.1 Enoncé

Dans cette dernière partie, vous allez observer et analyser l'influence de la position du récepteur par rapport à l'émetteur au niveau des grandeurs caractéristiques du son, puis des grandeurs caractéristiques de la vibration, et enfin de la représentation de la tension obtenue à l'oscilloscope. Nous vous proposons, dans les pages suivantes, trois expériences à partir desquelles vous allez étudier ce phénomène.

Cette introduction générale précise les différents axes d'étude de l'évolution des caractéristiques du son au cours de sa propagation au niveau du phénomène sonore, du phénomène physique.

VII.1.2 Les activités observables

Nous supposons que l'activité observable des élèves est réduite à lire un texte.

VII.2 Tâche 20 : 'Expérience 1'

VII.2.1 Enoncé

Polo et Cardi habitent à deux kilomètres l'un de l'autre. Dans le village, situé à un kilomètre de chez Cardi, la cloche de l'église sonne. Comparer les caractéristiques du son (hauteur et volume) émis par la cloche de l'église entendue par Cardi et entendue par Polo au son entendu dans le village.

Cette situation est illustrée d'un dessin inspiré de la réalité qui est placé dans la demi-page-écran de droite. Un ensemble de propositions relatives aux possibles caractéristiques du son chez Cardi et chez Polo sont placées en dessous du dessin. L'objet de cette première expérience est de prédire la perception sonore selon la position du récepteur relativement à l'émetteur.

VII.2.2 Les éléments de la situation

VII.2.2.1 L'organisation de la page-écran

Le Tableau 45 présente l'organisation de la page-écran selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques.

Tableau 45 : L'organisation de la page-écran 'Expérience 1'

Demi-page-écran de gauche		Demi-page-écran de droite (test1 et 2)	
Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques	Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
Champ expérimental	Langage naturel	Champ expérimental	Dessin

VII.2.2.2 Les ressources

Les ressources internes

Les ressources sont de trois types : le mini-dictionnaire, deux escamots sur les termes hauteur et volume et un onglet Aide. Nous détaillons dans le tableau ci-dessous les différentes informations fournies selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques.

Tableau 46 : Analyse des informations de l'onglet Aide selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques

Intitulé de l'information présente dans l'onglet Aide	Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
Hauteur du son		
Définition	Relation théorie-modèle et champ expérimental	Langage naturel
Volume sonore		
Définition	Relation théorie-modèle et champ expérimental	Langage naturel
Onde sonore		
Définition	Théorie modèle	Langage naturel

VII.2.2.3 Le système institutionnel

Le bouton demande de validation

L'évaluation de la réponse conduit à deux messages. Dans le cas où la réponse ne correspondrait pas à celle attendue, il est retourné '*Votre réponse est incorrecte. Imaginez ce que l'on entendrait à 10, 20 ou 30 kilomètres du village*' ce qui est censé amener l'élève à se projeter dans la situation. Dans le cas où celle-ci est exacte le message encourage l'élève à consulter la réponse : '*C'est exact !!! Cependant, il vous est conseillé de consulter la réponse du professeur pour en savoir plus*'.

Le bouton réponse (du professeur)

Ce bouton donne la réponse du professeur : '*Plus on s'éloigne de la source de son, plus on perçoit un son dont le volume sonore est faible*'.

VII.2.3 Réalisation de la tâche et activités des élèves

VII.2.3.1 Réponses possibles

Pour répondre à cette situation, nous nous attendons à ce que les élèves, d'une part, se réfèrent à leur propre expérience en se projetant dans la situation des personnages et d'autre part, mettent en oeuvre le résultat de la prédiction réalisée dans le TP2 (Tâche 5 'Application les pots de yaourt').

Nous supposons que la réponse mette principalement en jeu la perception sonore. En effet, une étude de Vince (2000, p. 178) à une question relevant d'un même objectif d'enseignement '*la position du récepteur par rapport à la source influence t'elle toujours le son perçu ?*', conduit à ce que la réponse des élèves relève majoritairement de la perception du son sans éprouver le besoin de la justifier au niveau du modèle (l'onde sonore) ; ce que l'auteur estime être l'une des difficultés des élèves de justifier en dehors des termes du champ expérimental. De plus, lors de la réalisation de ce TP par des élèves de Seconde en séquences de travaux pratiques classiques avec les TP SOC, les réponses se regroupent en trois catégories :

On entend le son moins fort et aussi aigu : 5 élèves sur les vingt

On entend de moins en moins fort uniquement : 10 élèves sur les vingt

On entend plus grave et moins fort : 5 élèves sur les vingt

VII.2.3.2 Activités des élèves

Nous supposons que l'activité observable des élèves est réduite à lire, observer la situation et cocher une case. La figure suivante (Figure 132) présente selon les niveaux de savoir de l'énoncé ceux que les élèves sont censés utiliser et mettre en relation.

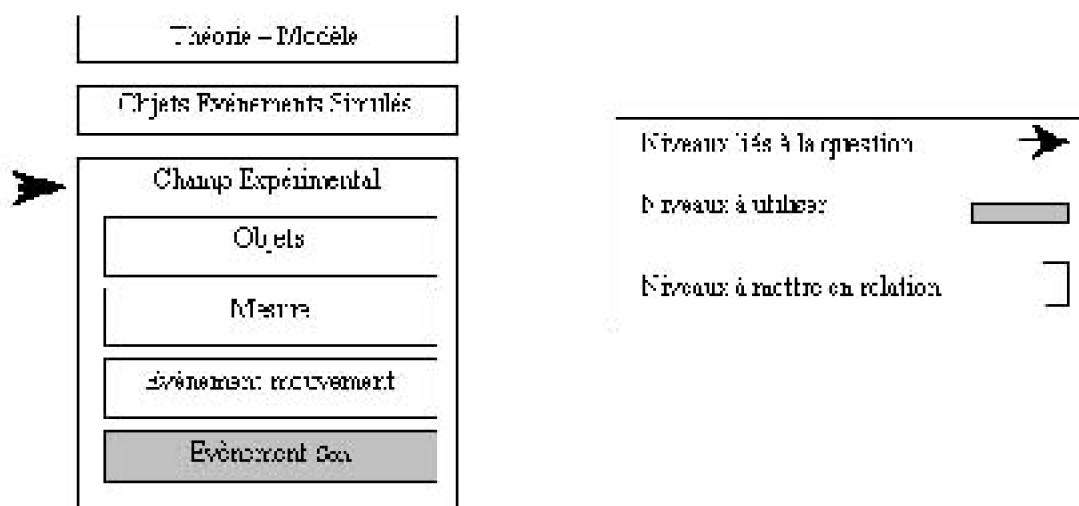


Figure 132 : Niveaux de savoir de l'énoncé, niveaux à utiliser et à mettre en relation

VII.2.4 Connaissances à mobiliser

Nous supposons que les élèves seront amenés à mobiliser des connaissances relatives à la vie quotidienne, aux termes relatifs à la perception sonore.

VII.3 Tâche 21 : 'Expérience 2'

VII.3.1 Enoncé

Polo et Cardi habitent à deux kilomètres l'un de l'autre. Dans le village, situé à un kilomètre de chez Cardi, la cloche de l'église sonne. Déterminer comment les caractéristiques physiques de l'onde sonore (la fréquence et l'amplitude) vont évoluer suivant que l'on se trouve chez Cardi et chez Polo.

Cette nouvelle expérience est semblable à la précédente : même situation proposée et même organisation. Nous souhaitons que les élèves interprètent la situation en se référant au modèle : la fréquence et l'amplitude.

VII.3.2 Les éléments de la situation

VII.3.2.1 L'organisation de la page-écran

L'organisation de la page-écran est présentée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 47 : L'organisation de la page-écran 'Réalisation de l'expérience'

Demi-page-écran de gauche		Demi-page-écran de droite	
Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques	Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
Théorie-modèle	Langage naturel	Champ expérimental	Image
Champ expérimental	Langage naturel		

VII.3.2.2 Le système institutionnel

Le bouton demande de validation La demande de validation de la réponse retourne deux messages. Dans le cas où la réponse serait inexacte, le message '*Votre réponse est incorrecte !!! Lisez bien ce que Fripini vous énonce*' offre à l'élève une première aide pour répondre : '*Vous venez d'observer que le volume sonore diminue lorsqu'on s'éloigne de l'émetteur. Comment les caractéristiques de l'onde sonore évoluent-elles ?*' Cette aide est une amorce à la résolution du problème et elle amène l'élève à se positionner au niveau de la perception sonore pour ensuite réaliser la relation avec le modèle. Dans le cas où celle-ci est exacte le message encourage l'élève à consulter la réponse : '*C'est la bonne réponse. Lisez la réponse du professeur pour en savoir plus*'.

Le bouton réponse (du professeur) Ce bouton donne la réponse du professeur : 'En effet, précédemment nous avons pu constater que plus on s'éloigne de la source sonore, plus le son perçu est faible. Ainsi, seule l'amplitude de vibration diminue suivant la distance par rapport à la source'.

VII.3.2.3 Divers

Fripini fournit une aide non négligeable pour réaliser cette tâche : '*Vous venez*

d'observer que le volume sonore diminue lorsqu'on s'éloigne de l'émetteur. Comment les caractéristiques de l'onde sonore évoluent-elles ?

VII.3.3 Réalisation de la tâche et activités des élèves

VII.3.3.1 Réponses possibles

Pour répondre à cette question, nous attendons que les élèves mettent en relation le niveau de la théorie-modèle et du champ expérimental ce qui correspondrait à une interprétation du phénomène sonore à partir des grandeurs caractéristiques de la vibration. De ce fait, cette situation permettra d'apprécier comment les élèves mettent en oeuvre les relations construites dans les tâches précédentes.

VII.3.3.2 Activités des élèves

Nous supposons que l'activité observable des élèves est réduite à lire, regarder l'illustration et cocher une case. La figure suivante (Figure 133) présente selon les niveaux de savoir de l'énoncé ceux que les élèves sont censés utiliser et mettre en relation.

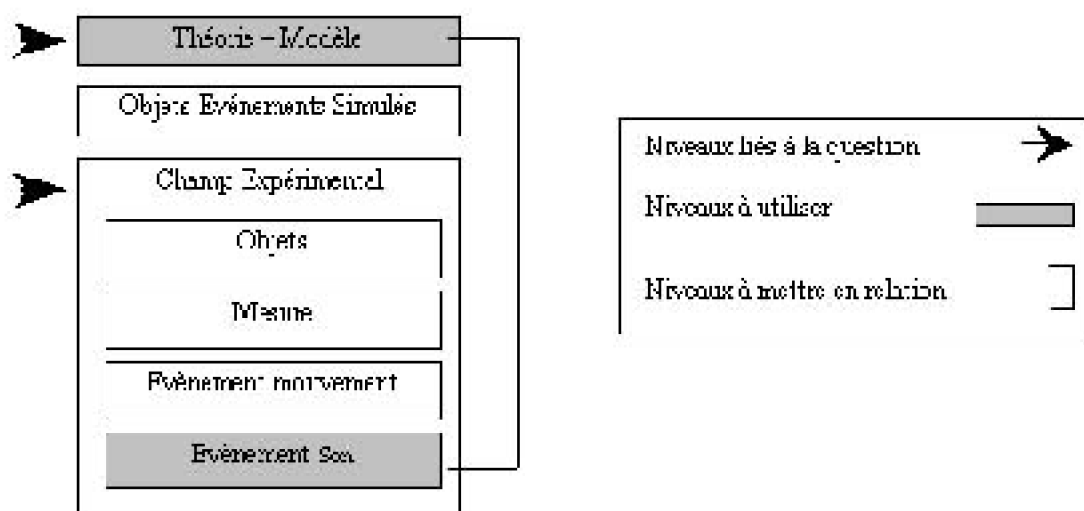


Figure 133 : Niveaux de savoir de l'énoncé, niveaux à utiliser et à mettre en relation

VII.3.4 Connaissances à mobiliser

Pour réaliser cette tâche nous supposons que les élèves mobiliseront les connaissances relatives à la relation entre la perception sonore et les grandeurs caractéristiques de la vibration.

VII.4 Tâche 22 : Expérience 3

VII.4.1 Énoncé

Le microphone est un récepteur sonore, il reçoit le son émis par un émetteur (un haut-parleur).

Déterminer, la forme de la tension en fonction du temps aux bornes des deux microphones, connaissant celle du haut-parleur.

Cette dernière situation propose d'interpréter l'influence de la position du récepteur sur la perception sonore à partir de la représentation graphique fournie par l'oscilloscope

relié à un microphone. Cette situation met en jeu le microphone, un récepteur sonore, dont les élèves n'ont pas étudié le fonctionnement à ce stade de la séance : il transforme une onde sonore en un signal électrique. Dans cette séquence, le microphone est pris en tant qu'appareil permettant l'étude de signaux électriques obtenus en différents endroits de l'espace. L'intérêt de cette tâche est de proposer une situation expérimentale à partir de laquelle les élèves seront amenés à réinvestir les connaissances relatives aux tâches liées à l'étude des grandeurs caractéristiques du son à l'oscilloscope (voir IV).

VII.4.2 Les éléments de la situation

VII.4.2.1 L'organisation de la page-écran

L'organisation de la page-écran est présentée selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques dans le Tableau 48.

Tableau 48 : L'organisation de la page-écran 'Réalisation de l'expérience'

Demi-page-écran de gauche		Demi-page-écran de droite	
Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques	Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
Théorie-modèle	Langage naturel	Objets événements simulés	Représentation graphique
Objets événements simulés	Langage naturel	Champ expérimental	Image

VII.4.2.2 Les ressources

Il y a trois sortes de ressources : le mini-dictionnaire, deux escamots sur les termes microphone et haut-parleur et un onglet Aide. Nous détaillons dans le tableau ci-dessous les informations proposées dans l'onglet Aide selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques

Tableau 49 : Analyse des informations de l'onglet Aide selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques

Intitulé de l'information présente dans l'onglet Aide	Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
Microphone		
Définition	Théorie-modèle	Langage naturel
Dessin	Champ expérimental	Dessin légendé
Animation	Objets événements simulés	Représentation dynamique
Récepteur		
Définition	Théorie-modèle	Langage naturel
Oscilloscope		
Définition	Théorie-modèle	Langage naturel
Dessin	Champ expérimental	Image

VII.4.2.3 Le système institutionnel

Le bouton demande de validation Dans le cas où la réponse de l'élève est incorrecte, le message retourné le conseille de consulter l'aide ou de revenir aux deux expériences : *'Votre réponse est incorrecte. Nous vous conseillons de consulter l'aide ou le cours et de revenir aux deux expériences précédentes'*. Dans le cas contraire, nous l'invitons à regarder la réponse de l'enseignant : *'C'est exact !!! Cependant, il vous est conseillé de consulter la réponse du professeur pour en savoir plus'*.

Le bouton réponse (du professeur) La sélection du bouton réponse donne accès à la réponse attendue : *'Lorsqu'on s'éloigne de la source de son, la fréquence est conservée alors que l'amplitude diminue'*.

VII.4.2.4 Divers

Fripini explique comment les oscillogrammes doivent être déplacés : *'pour déplacer un oscillogramme cliquer dessus et faites le glisser jusqu'à la fenêtre correspondante puis relâcher la souris'*.

VII.4.3 Réalisation de la tâche et activités des élèves

VII.4.3.1 Les réponses possibles

Pour déterminer les oscillogrammes correspondant à la position du récepteur en un endroit de l'espace, nous faisons l'hypothèse que les élèves seront censés mettre en relation les niveaux de la théorie-modèle avec les objets événements simulés (sous-niveau mesure) ainsi qu'avec le champ expérimental (position des deux microphones par rapport au haut-parleur). En effet, pour déterminer les oscillogrammes, les élèves seront censés mobiliser la connaissance relative à l'évolution des grandeurs caractéristiques de l'onde sonore selon la position du récepteur par rapport à la source de son. Il sera alors intéressant d'observer les sources d'erreurs des élèves pouvant se situer par exemple au niveau de la différenciation entre la fréquence et l'amplitude, au niveau de l'évolution des caractéristiques de l'onde sonore selon l'éloignement du récepteur de la source de son (tâche précédente).

Du point de vue de l'activité sémiotique nous pouvons nous attendre à ce que les élèves mettent en relation la réponse obtenue lors de la tâche précédente *'En effet, précédemment nous avons pu constater que plus on s'éloigne de la source sonore, plus le son perçu est faible. Ainsi, seule l'amplitude de vibration diminue suivant la distance par rapport à la source'* avec les différents oscillogrammes donnés. De plus, pour distinguer les oscillogrammes et les grandeurs caractéristiques de la tension, les élèves seront amenés peut être à réinvestir l'une des stratégies décrites lors de la tâche 12 : identifier la fréquence et l'amplitude en comptant le nombre de carreaux ce qui conduit à la mise en oeuvre de la représentation symbolique (RS).



Figure 134 : L'activité sémiotique possible à partir de la tâche 'Expérience 3'

VII.4.3.2 Activités des élèves

Nous supposons que l'activité observable est réduite à lire, glisser et lâcher un oscillogramme. La figure suivante présente schématiquement les niveaux de savoir de l'énoncé, les niveaux à utiliser pour résoudre la tâche et enfin les relations attendues.

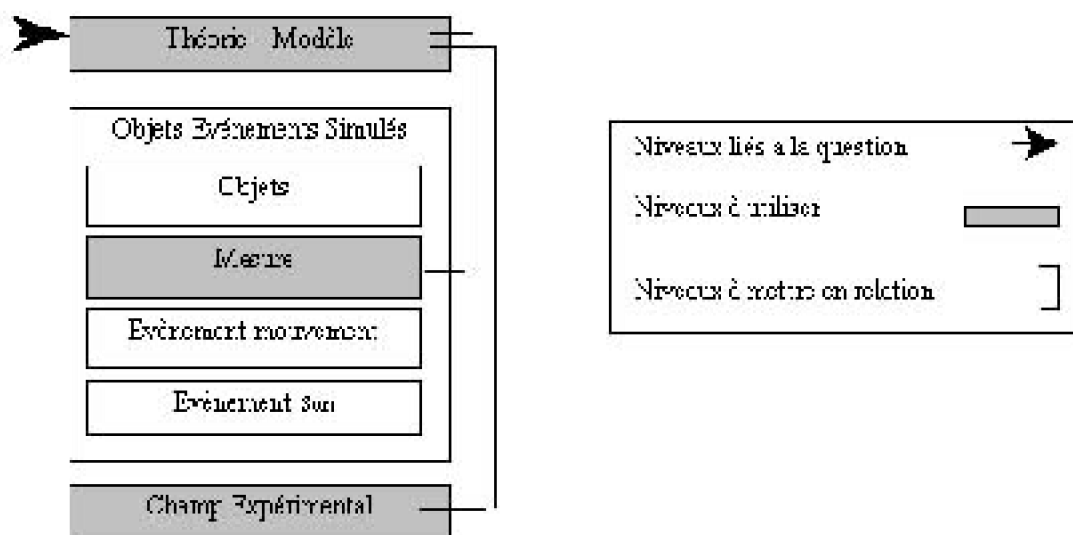


Figure 135 : Niveaux de savoir de l'énoncé, niveaux à utiliser et à mettre en relation

VII.4.4 Connaissances à mobiliser

Pour réaliser cette tâche nous supposons que les élèves mobiliseront les connaissances relatives à l'évolution des caractéristiques du son au cours de sa propagation pointer lors de la tâche précédente (Expérience 2) et à la définition d'un oscillogramme.

VII.5 Tâche 23 : En résumé

VII.5.1 Énoncé

'Nous venons de voir que la fréquence de l'onde sonore est déterminée par l'émetteur et ne change pas suivant la distance séparant le récepteur de l'émetteur. En effet, la hauteur du son n'est jamais modifiée quelle que soit la position du récepteur.

Enfin, l'amplitude de l'onde sonore diminue suivant la position à la source. En effet, on a pu remarquer que le volume sonore diminue plus on s'éloigne de la source de son'.

Cette dernière tâche résume cette partie.

VII.5.2 Les éléments de la situation

VII.5.2.1 L'organisation de la page-écran

Le tableau suivant (Tableau 50) décrit l'organisation de la page-écran selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques.

Tableau 50 : L'organisation de la page-écran 'En résumé'

Demi-page-écran de gauche		Demi-page-écran de droite	
Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques	Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
Théorie-modèle	Langage naturel	Champ expérimental	Représentation dynamique

VII.5.3 Activités des élèves

L'activité est réduite à lire et à observer la vidéo.

VIII.011 Tâche 24 : 'Reproduction du son du diapason avec un haut-parleur'

VIII.1 Pages-écrans 'Application' et 'Conclusion'

L'objectif de cette dernière tâche est d'amener les élèves à prendre conscience que deux sons sont identiques à conditions que la fréquence et l'amplitude des deux sources de sons évoluent identiquement au cours du temps. Pour cela, nous proposons successivement deux tâches, chacune correspondant à une page-écran.

Il est d'abord proposé une expérience :

'On souhaite obtenir le même son avec le haut-parleur et le diapason et le vérifier avec une mesure classique (à l'oscilloscope). Utilisez le système ci contre pour reproduire le même son. Ensuite, nous vous proposons d'aller conclure dans la page suivante. Vous pouvez aller dans le laboratoire où nous vous proposons le protocole opératoire de l'expérience Reproduction d'un même son.'

Ensuite, lorsque les élèves considèrent avoir reproduit le son du diapason avec le haut-parleur, il leur est demandé de répondre à la question suivante :

'Indiquez sur quels critères vous vous basez pour considérer que vous avez obtenu le même son.'

VIII.1.1 Les éléments de la situation

VIII.1.1.1 L'organisation de la page-écran

Nous présentons successivement l'organisation des deux pages-écrans selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques.

Tableau 51 : L'organisation de la page-écran 'Réalisation de l'expérience'

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

Demi-page-écran de gauche		Demi-page-écran de droite	
Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques	Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
Objets événements simulés	Langage naturel	Objets événements simulés	Représentation dynamique
		Relation théorie-modèle et objets événements simulés	Langage naturel

Tableau 52 : L'organisation de la page-écran 'Conclusion'

Demi-page-écran de gauche	
Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
Théorie-modèle	Langage naturel
Champ expérimental	Langage naturel

VIII.1.1.2 Les ressources

Nous proposons un onglet Aide lors la tâche 'Conclusion' dont nous détaillons les informations selon les niveaux de savoir et systèmes sémiotiques dans le Tableau 53.

Tableau 53 : Analyse des informations de l'onglet Aide selon les niveaux de savoir et les systèmes sémiotiques

Intitulé de l'information présente dans l'onglet Aide	Niveaux de savoir	Systèmes sémiotiques
Grandeurs caractéristiques du son		
Définition volume	Théorie-modèle	Langage naturel
Définition hauteur	Théorie-modèle	Langage naturel
Grandeurs caractéristiques de la vibration		
Définition Fréquence	Relation Théorie-modèle - champ expérimental	Langage naturel
Définition Amplitude	Théorie-modèle - champ expérimental	Langage naturel

Le système institutionnel

Le bouton demande de validation La demande de validation de la réponse retourne le message suivant : *'Vous pouvez consulter la réponse du professeur pour de plus amples renseignements'*.

Le bouton réponse (du professeur) La sélection du bouton réponse donne accès à la réponse attendue : *'Lorsqu'on s'éloigne de la source de son, la fréquence est conservée alors que l'amplitude diminue'*.

VIII.1.2 Réalisation de la tâche et activités des élèves

VIII.1.2.1 Les réponses possibles

Nous attendons que les élèves précisent qu'il est impossible de reproduire le son du diapason avec un haut-parleur puisque l'amplitude de vibration évolue au cours du temps.

VIII.1.2.2 Activités des élèves

Lors de la première tâche, nous supposons que l'activité observable des élèves est réduite à lire et à actionner la simulation et à écouter un son. Dans la seconde, l'activité est réduite à lire et taper du texte. La figure suivante présente schématiquement les niveaux de savoir de l'énoncé, les niveaux à utiliser pour résoudre les deux tâches et les relations attendues.

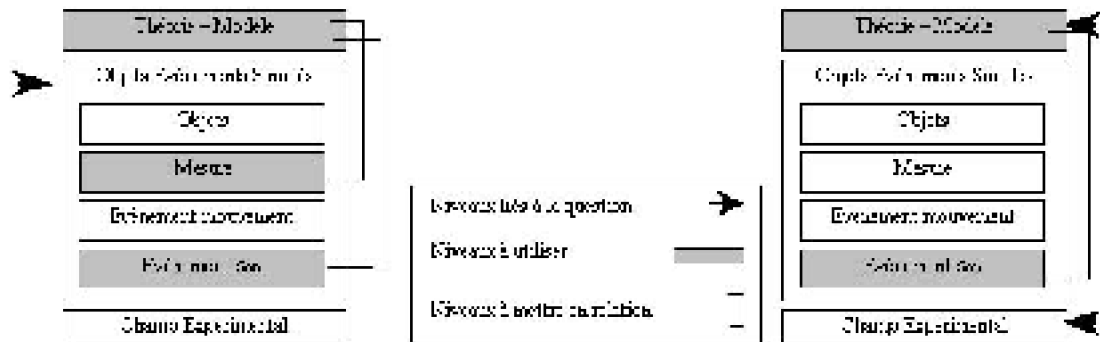


Figure 136

Figure 137

Figure 136 : Niveaux de savoir de l'énoncé, niveaux à utiliser et à mettre en relation lors de l'expérience' Figure 137 : Niveaux de savoir de l'énoncé, niveaux à utiliser et à mettre en relation lors de la 'conclusion'

VIII.1.3 Connaissances à mobiliser


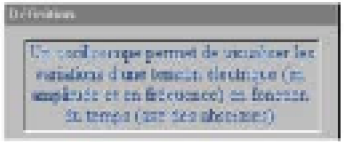






Nous supposons que les élèves mobiliseront les connaissances relatives aux grandeurs caractéristiques du son et celles de la vibration.

Annexe D : L'expérimentation

Nous présentons dans cette section, la fiche distribuée aux élèves au début de l'expérimentation et les transcriptions des quatre dyades retenues réalisant les cinq séquences de TP.

I. La Fiche Aide distribuée en début de séance

Pour chaque TP, nous vous proposons de profiter d'un ensemble d'aides qui vous faciliteront la résolution des problèmes posés :

<p>Les règles de jeu</p>		 
<p>Mini-dico</p>		<p>Le Mini dictionnaire permet une recherche rapide de la définition d'un mot...</p>
<p>La salle de cours</p>		<p>Le Cours est utilisable à n'importe quel moment de la session.</p>
<p>La salle d'expériences virtuelles</p>		<p>Plus de multiples protocoles d'expériences il faut pu des animations, des vidéos, des images.</p>
<p>La bibliothèque</p>		<p>Une bibliothèque est proposée. Toutes les vidéos, images, des animations, des vidéos.</p>
<p>Mettre un autre jeu de données</p>		<p>Lorsque vous choisissez d'aller dans l'une des salles présentes ou devez cliquer sur la porte pour passer au même endroit dans la séance de TP.</p>

II. Les transcriptions des quatre dyades

II.1 Dyade 16

TP 0 : la chaîne sonore

Tâche 1: Introduction

1	A	Ah j'ai rentré mon nom
2	B	C'est A
3	A	Non il n'a pas dit de commencer / non il faut rentrer chacun son tour non ?
4	I	Non les deux en même temps
5	B	Au zut j'ai oublié le ah voilà
6	A	Toutes les deux
7	I	Oui voilà
8	A	Et Charlotte
9	B	Mais pourquoi il ne fait pas la barre d'espace
10	A	Et si il est là c'est bon il m'entend ?
11	I	Comment
12	A	Le micro il m'entend quand il est là
13	I	Oui c'est bon / donnez vos noms
14	A	Je m'appelle Ch
15	B	Je m'appelle Lau
16	I	Donc là vous êtes dans le bureau
17	A	Ah cette classe (Passage ou je leur propose de visiter les différentes salles et je leur présente en même temps)
18	I	Donc voilà pour aujourd'hui vous deviez préparer un exercice à propos à propos de la chaîne sonore
19	Autre	Avec la Castafiore
20	I	Oui c'est ça et nous vous proposons de réaliser et de corriger cet exercice avec le logiciel / vous ne l'aviez pas encore corrigé avec Mme
21	Autre	Non
22	B	Tu le sors ch s'il te plaît
23	A	Non mais c'est bon je m'en rappelle de tête
24	B	De toute façon c'était simple
25	I	Donc voilà vous rentrer dans la salle de TP
26	A	Dans la salle de TP

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	A	Ah j'ai rentré mon nom
27	Autre	Dans la salle ou il y a ou il y a quoi?
28	A	C'est ça on y est là
29	I	Vous cliquez sur la guitare vous faites on y va
30	B	On y va
31	A	Vas y clac on y va
32	B	On y est
33	A	C'est bon c'est bon / ah non clic sur la tête
34	B	Ah oui
35	A	Attend attend
36	I	Donc maintenant vous pouvez regarder l'objectif l'organigramme ou démarrer tout de suite (elles démarrent)
37	X	Tout d'abord lisez cette introduction puis si vous êtes prêt à déterminer les éléments de la chaîne sonore dans différentes situations alors tourner la page
38	B	C'était ce qu'il y avait d'écrit sur le truc non ? la feuille d'exercice (elles lisent)
39	A	Chaque fois que l'on entend un son on peut préciser les éléments de la chaîne sonore
40	B	Allez suivant t'as lu
41	A	Oui c'est trop craquant (elles lisent)

Tâche 2 : La chanteuse

42	B	Là c'est Castafiore chanteuse construire la chaîne sonore (elle relit l'énoncé)
43	A	Alors attend
44	B	? / donc là c'est Castafiore c'est la chanteuse
45	A	Ouais / non déplace là
46	B	Ouais
47	A	Tu l'as lâché trop tôt (rire)
48	B	Bon attend
49	A	Donne montre
50	B	Non non attend je vais y arriver
51	A	Peut être sur le rond
52	B	Comment on fait pour l'attraper ?
53	I	Oui
54	B	On l'attrape
55	I	Voilà et la main s'ouvre et quand elle s'ouvre on lâche
56	B	Non elle se relâche avant ah
57	I	Voilà hop / quand tu arrives au niveau de la case la main va s'ouvrir / descend un petit peu encore voilà et là tu lâches
58	B	Ah ok
59	I	Si la musique vous dérange vous pouvez l'arrêter en cliquant sur le carré
60	A	Ensuite heu / ah il faut faire chaîne sonore (se doute t'elle de quelque chose sur l'endroit où elles placent les éléments ?) / ouais la chanteuse ensuite moi je dirai air non ou salle
61	B	Air ou salle
62	A	Je ne sais pas
63	B	Moi sur mon truc j'avais mis salle
64	A	Ouais moi je dirai air en fait
65	B	Ouais
66	A	Parce que pas que dans la salle parce que si elle chante fort tu l'entends en dehors de la salle / public

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

42	B	Là c'est Castafiore chanteuse construire la chaîne sonore (elle relit l'énoncé)
67	B	Je suis désolé
68	A	C'est pas grave
69	B	Attends tu ne me le refais pas ce coup là
70	A	Alors là c'est émetteur milieu récepteur
71	B	Attends on va arrêter là (arrêt de la musique)
72	A	Emetteur milieu récepteur
73	B	oh sérieux (elle a l'air un peu stresser pour remplir les cases)
74	A	Emetteur oui / milieu / récepteur
75	B	?
76	A	?
77	B	Ah ça doit être là si il faut ah mais c'est tout faut
78	A	Rire
79	B	Ah si ça se trouve c'est inversé (voir plus haut)
		La chaîne sonore est incomplète ou incorrecte.
80	A	Ah oui ah oui c'est inversé
81	B	voilà
82	A	Voilà reprend chanteuse et tu le mets là
83	B	Air
84	A	Public / donc là c'est émetteur
85	B	Récepteur
86	A	Validation / vas y fait réponse
		vous avez bien construit la chaîne sonore cependant il vous est conseillé de consulter la réponse du professeur
87	B	Ouais en fait c'est juste on s'était on avait inversé les deux chaînes / reçu par les oreilles du public j'ai vu ok
		Le son émis par les cordes vocales de la chanteuse se

42	B	Là c'est Castafiore chanteuse construire la chaîne sonore (elle relit l'énoncé)
		propage dans l'air et est reçu par les oreilles du public.
88	A	Bein tourne

Tâche 3 : Le Public

89	B	Page suivante / (elles lisent) bein là c'est le contraire c'est le public qui émet / c'est l'air
90	A	Ouais c'est toujours l'air // chanteuse
91	B	Là c'est comment
92	A	C'est pareil émetteur récepteur
93	B	Ce son là il me casse la tête / oulà émetteur milieu récepteur
94	A	Validation
95	B	Il vous est conseillé de consulter la réponse j'ai vu ok réponse
		vous avez bien construit la chaîne sonore cependant il vous est conseillé de consulter la réponse du professeur
96	A et B	Le son émis par les mains du public se propage jusqu'aux oreilles de la chanteuse c'est bon
		Le son émis par les mains du public se propage dans l'air et est reçu par les oreilles de la chanteuse.
97	B	C'est normal C'est pareil que tout à l'heure en fait j'ai vu

Tâche 4 : L'Indien

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

98	A	Ah c'est l'indien
99	B	Ouais
100	A	là c'est toujours pareil émetteur récepteur
101	B	Emetteur récepteur milieu au milieu
102	A	Emetteur c'est le train
103	B	Par contre c'est pas l'air c'est les rails
104	A	Ouais train les rails ou les planches
105	B	Non regarde il met son oreille sur le rail (son se situe à l'endroit ou se trouve le récepteur)
106	A	Rire indien
107	B	Il est où indien validation j'ai vu
		vous avez bien construit la chaîne sonore cependant il vous est conseillé de consulter la réponse du professeur
108	A et B	Le son se propage par les rails d'acier jusqu'aux oreilles de l'indien j'ai vu
		Le son émis par le train se propage dans les rails en acier et est reçu par les oreilles de l'indien.
109	A	On entend pas le bruit du train c'est normal
110	B	Non il n'y pas de c'est pas écrit que l'on peut entendre
111	A	Ouais

Tâche 5 : Le malade

112	B	Construire la chaîne sonore et déterminer ses différents constituants en déplaçant les constituants de la liste ci dessous
113	A	C'est pareil / émetteur / je peux faire un peu
114	B	Ouais heu viens attend
115	A	Heu il y a le micro je ne peux pas bouger émetteur récepteur
116	B	milieu
117	A	Milieu
118	B	Voilà c'est chiant en fait il faut attendre qu'elle se lâche d'elle-même baisse baisse baisse voilà
119	A	Alors malade
120	B	C'est le malade ouais stéthoscope / non il faut attendre que la main
121	A	Et c'est le
122	A et B	Médecin (validation)
		vous avez bien construit la chaîne sonore cependant il vous est conseillé de consulter la réponse du professeur
123	B	Hum hum j'ai vu / les tissus du corps de l'enfant émette un son qui se propage par le biais du stéthoscope jusqu'aux oreilles du médecin ok / c'est bon on a tout juste
		Les tissus du corps de l'enfant émettent un son qui se propage dans le tuyau du stéthoscope (par le biais de l'air) jusqu'aux oreilles du médecin.
124	A	Vous venez de terminer l'introduction de I
125	B	On fait quoi après monsieur ?
126	I	Le TP1 (il présente aussi la feuille distribuée)
127	A	D'accord / merci
128	I	Ici on présente les ressources

112	B	Construire la chaîne sonore et déterminer ses différents constituants en déplaçant les constituants de la liste ci dessous
129	A	D'accord / tu sors un stylo s'il te plaît
130	B	Non est ce que tu peux écrire
131	A	Oui

TP1 les différents éléments de la chaîne sonore

Tâche 1 : Tâche expérimentale

1	B	Les sources de son et leur effet sur la perception sonore
2	I	Le matériel qui est sur la table est à votre disposition vous pouvez l'utiliser dès que vous le souhaitez
3	B	On fait démarrer le TP
4	A	Attend trente secondes
5	B	Ah ouais (elle lance le TP1)
6	X	Pour répondre à la question quel est le phénomène à l'origine du son nous vous proposons une tâche expérimentale réaliser au minimum trois expériences puis si vous vous en sentez capable concluez
7	B	Y a t il attend hum hum (elle lit) Y a t il un comportement commun à l'ensemble de ses sources de son dans chacune de ses expériences ci contre vous allez déterminer la source de son vous allez décrire le comportement de la source de son
8	A	Attend je n'ai pas lu (murmure) Y a t il un comportement commun à l'ensemble de ses sources de son dans chacune des expériences ci contre vous allez déterminer la source de son vous allez décrire le comportement de la source de son
9	B	On va faire une expérience utilisant la
10	A	?
11	B	un truc simple genre tambourin ou guitare c'est chiant non
12	A	Vas y vas y fait

Tâche 1a : Observation de l'expérience du tambourin

13	B	On fait tambourin / fait lecture
14	X	Frappons avec une baguette la membrane du tambourin et écoutons le son émis a quoi sert la baguette
15	B	A créer le son en fait (elle répond directement à la question orale)
16	A	Du point de vue du percussionniste la baguette sert à frapper les instruments de musique du type idiophone ou membraphone à votre avis à quoi sert la baguette du point de vue du physicien?
17	B	Du type idiophone ou membraphone du point de vue du physicien / à émettre l'action ci donne
18	A	A faire vibrer le tambourin je dirai non
19	B	Ouais c'est l'action qui
20	A	Attends
21	X	Frappons avec une baguette la membrane du tambourin et écoutons le son émis a quoi sert la baguette ++
22	A	Introduction de la chaîne sonore c'est ce que l'on avait fait au début non (elle lit la feuille distribuée) le truc de la Castafiore / je ne sais pas taper
23	B	A faire vibrer la membrane ouais c'est ça
24	A	Ça s'écrit comment membrane
25	B	M b r a n e je crois
26	A	Membrane ça s'écrit avec m non non n'efface pas rire ça s'écrit avec un a tambourin
27	B	Bein oui comme ça
28	A	Ouais
29	B	c'est bon la réponse est mémorisée donc qu'est ce que

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

13	B	On fait tambourin / fait lecture
		l'on doit faire
30	A	Je ne sais pas attend
31	B	Une fois que la réponse est mémorisée on fait quoi
32	I	Vous tournez la page et vous continuez la tâche

Tâche 1b : Détermination de la source de son

33	B	Déterminer directement la source de son en cliquant sur l'image / êtes vous sure de votre réponse
34	A	Non c'est la baguette
35	B	Ah bein non bein oui je n'avais pas compris que c'était ça bon / non la baguette frappe la peau du tambourin c'est la peau qui est la source du son
36	A	Ah bon
37	B	Ah ah je ne savais pas / oui la peau du tambourin est la source du son / moi je croyais que c'était l'action comme si ce n'était pas si on ne tape pas dessus cela ne va pas faire de bruit +
38	A	Attend
39	B	C'est la peau du tambourin qui est la source du son c'est écrit Déterminer directement la source de son en cliquant sur l'image
40	A	Hein (que fait elle ?)
41	B	Non ils disaient juste que
42	A	Vas y clique page suivante

Tâche 1c : Description de l'expérience

43	B	(Lit le texte) vous venez d'observer et de déterminer la source sonore vous aller devoir répondre à nouveau à la question à votre avis à quoi sert la baguette du point de vue du physicien
44	A	Eh bein c'est ce que l'on a dit
45	B	A faire à faire vibrer la membrane
46	A	Ouais
47	B	A faire vibrer la peau du tambourin d'après nous / à faire vibrer la peau du tambourin (A tape la réponse)
48	A	Merde cela ne s'écrit pas comme ça peau (rire)
49	B	Ouais dans l'autre sens / du tambourin (page suivante)
50	X	pour répondre à la question ..
51	B	Bon on va faire quoi / on va regarder dans instrument de musique ou on va ailleurs

Tâche 1a : Observation de l'expérience du diapason

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

52	A	Non non reste dans instrument de musique le diapason / attend (lecture de l'énoncé) lancement de la vidéo
53	X	Frappons un diapason approchons le lentement de la balle suspendue et observons son comportement elle sursaute
54	B	Elle quoi on entend pas bien: observer le comportement de la balle au moment ou elle
55	A	Appuies sur la tortue (lance l'animation)
56	B	Oh c'est quoi
57	A	C'est les vibrations ça fait passer des vibrations dans l'air et la balle comme elle est légère
58	B	Ça écarte
59	A	elle décolle
60	B	Mais non elle s'écarte
61	A	Ouais enfin elle s'écarte à cause des vibrations quoi
62	B	Hum / ouais c'est ça (?)
63	A	Non c'est pour voir la vidéo
64	B	?
65	A	Non vas y (relance la vidéo)
66	X	Frappons un diapason approchons le lentement de la balle suspendue et observons son comportement elle sursaute
67	A	Elle sursaute
68	B	Ah / (lit) observer le comportement de la balle suspendue au moment où elle est en contact avec le diapason

Tâche 1b : Détermination de la source de son

69	A	Tourne
70	B et A	Déterminer la source de son en cliquant sur l'image la réponse est donnée dès que vous cliquez sur l'image
71	B	Déterminer la source de son en cliquant sur l'image
72	A	Bein c'est le diapason / non le diapason

Tâche 1c : Description de l'expérience

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

73	B	Oui le diapason est la source du son / décrire le comportement de la source sonore à l'aide de la vidéo attention vous utiliserez vos réponses au moment de la conclusion / et bein tu mets
74	A	Elle vibre le diapason vibre
75	B	Non la balle s'écarte car heu oui le diapason vibre émet un son émet un son
76	A	Il vibre il vibre c'est justement ça qui fait décoller la balle
77	B	Oui mais c'est pas lui qui vibre
78	A	Bein si
79	B	il émet des vibrations
80	A	Regarde un diapason si tu le frappes ouais mais je ne vais pas le frapper comme ça le diapason
		Utilisation du matériel
81	B	Mais si tapes le avec un truc (A frappe) donc ce n'est pas lui qui vibre
82	A	Tu as déjà mis / tu as déjà mis ta main sur un diapason quand il quand il sonne
83	B	Non
84	A	je t'ai cassé ton stylo attend enlève ta main fait le sonner d'abord (B frappe)
85	B	Ouais bein si tu veux
86	A	On ne tape pas assez fort c'est pour ça / on peut taper avec la baguette de bois?
87	I	Bien sur
88	A	Ça sonnera plus fort / hey il ne veut pas bouger
89	B	Emet un son émet un son
90	A	Regardes mets ton doigt sur le diapason
91	B	Ouais mais je sais mais regardes (elle frappe) / émet un son il vibre pourquoi il vibre parce que après on s'en sert

73	B	Oui le diapason est la source du son / décrire le comportement de la source sonore à l'aide de la vidéo attention vous utiliserez vos réponses au moment de la conclusion / et bien tu mets
		pour la conclusion faudrait faire les phrases non tu écris
92	A	Lorsque non ce n'est pas comme ça
93	B	Si
94	A	Il est où le petit machin
95	B	Attend décrire le comportement de la source sonore à l'aide de la vidéo eh oui on a pas dit après que cela se déplaçait les vibrations font déplacer la balle
96	A	Attend on ne peut pas écrire un grand truc cela ne va pas tenir
97	B	?
98	A	cela ne va pas tenir
99	B	C'est bon la réponse est mémorisée j'ai vu
100	X	Pour répondre à la question

Tâche 1a : Observation de l'expérience de la guitare

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

101	B	On fait quoi maintenant guitare
102	A	Ah c'est quoi c'est du papier (lancement de la vidéo)
103	X	Après avoir placé des cavaliers de papier sur les cordes pinçons l'une d'entre elles et observons +
104	B	Oui (elle relance la vidéo)
105	A	T'as pas compris
106	B	Je n'ai pas vu ce qu'il se passait
107	X	Après avoir placé des cavaliers de papier sur les cordes pinçons l'une d'entre elles et observons
108	A	Il pince la corde
109	B	Ouais bon
110	A	et elle vibre ça fait bouger le papier
111	B	Ah mais c'est tout

Tâche 1c : Description de l'expérience

112	A	Suite suite suite / alors la corde vibre
113	B	Est pincée
114	A	Lorsqu'on la pince + et fait
115	B	Donc
116	A	Bouger ça va être trop long si on met donc
117	B	le cavalier
118	A	Hum le cavalier
119	B	Le cavalier
120	A	C'est bon
121	X	Pour répondre

Tâche 1a : Observation de l'expérience du HP

122	X	Alimentons le haut-parleur et observons sa membrane
123	B	Sa membrane c'est ça
124	A	Ouais
125	X	Changeons la fréquence d'alimentation du haut-parleur on perçoit un son
126	A	Un bruit de moteur
127	X	Déposons des morceaux de polystyrène sur la membrane et observons
128	B	Ils vont sauter
129	A	Ça va faire comme les pop corn / ah j'avais un jeu comme ça
130	B	Oui moi aussi
131	A	C'était un machin avec des puces
132	X	Ils sursautent
133	A	(Rie)
134	B	Et faisons varier la tension délivrée par le générateur observer le comportement des billes de polystyrène quand elles sont placées sur la membrane du haut-parleur en fonctionnement
135	A	Ah mais on va le faire on a un truc pour le faire / alors

Tâche 1b : Détermination de la source de son

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

136	B	Déterminer directement la source de son
137	A	Ah on le fait
138	B	La source c'est quoi c'est la membrane
139	A	La source de son c'est la tension c'est ça +
140	B	Tu crois
141	A	Oui (clic) ah non non c'est l'amplificateur ah bein oui l'amplificateur est dans le haut-parleur
142	B	J'avais raison tutu
143	A	Bein si tu avais raison
144	B	Non je rigole
145	A	Non mais si tu avais raison

Tâche 1 c : Description de l'expérience

146	B	En cliquant sur l'image / (page suivante) le comportement de la source sonore à l'aide de la vidéo
147	A	Alors la tension amplifiée fait vibrer
148	B	Vibrer la membrane du haut-parleur r e r la membrane du haut-parleur
149	A	la membrane du haut-parleur
150	B	du haut-parleur
151	X	Pour répondre à la question quel est ...
152	B	Ah non on a pas fait ça

Tâche 1a : Observation de l'expérience du ballon

153	A	on a pas fait ça
154	B	On le fera après / on dégonfle un ballon on tire ce dernier par le col on laisse échapper l'air
155	I	Vous n'êtes pas obligés de faire toutes les expériences
156	A	Ouais d'accord
157	B	On laisse échapper l'air et un sifflement se produit observer le comportement du col du ballon
158	A	Oh....
159	B	C'est affreux ce bruit (lancement de la vidéo)

Tâche 1c : Description de l'expérience

160	A	Alors l'air l'air fait vibrer le ballon et produit un son ouais
161	B	Ouais mais il faudrait dire que le gars il laisse pas le ballon comme ça
162	A	La peau du ballon
163	B	Ouais bein voilà a deux I ah tu en as mis trop
164	A	Qui tendu produit un son
165	B	Qui tendu
166	A	Excuse moi
167	B	Ce n'est pas grave je te pardonne /valide la réponse est mémorisée j'ai vu
168	X	Pour répondre
169	A	C'est bon on va faire la Castafiore
170	B	Non on va essayer de tous les voir

Tâche 1a : Observation de l'expérience de lame de scie

171	A	Un étau une lame de scie
172	X	Une lame de scie est placée dans un étau tordons la lame de scie et observons son

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

171	A	Un étau une lame de scie
		comportement
173	A	Ça va faire dong
174	X	Dong +
175	B	C'est ça

Tâche 1b : Détermination de la source de son

176	A	Oui / vas y clique / alors
176	A	Oui / vas y clique / alors

Tâche 1c : Description de l'expérience

177	B	Le son est produit par lame de scie qui est / Le son est produit par lame de scie que l'on fait vibrer / un r
178	A	Scie cela s'écrit comment
179	B	S c i e / la réponse est mémorisée on fait la dernière il nous en reste une
180	X	Pour répondre à la question quel

Tâche 1b : Détermination de la source de son corde vocale

181	A	Allons y
182	B	En cliquant sur l'image
183	A	C'est la cantatrice (page suivante)

Tâche 1c : Description de l'expérience

184	B	Placer votre main sur votre gorge et parler que ressentez vous / des vibrations
185	A	Quand je parle je ressens ah ouais des vibrations / alors (c'est A qui tape tout) les cordes vocales de la cantatrices produisent
186	B	Le son
187	A	Une vibration de l'air
188	B	De l'air t'es obligée
189	A	Oui parce que c'est l'air / he je n'ai pas fini
190	B	Ce n'est pas grave on sait
191	X	Pour répondre

Tâche 1d : Conclusion

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

192	B	Voilà c'est tout ce qu'on a fait / le diapason émet un son
193	A	C'est la vibration
194	B et A	A ce stade êtes vous en mesure de décrire le comportement à l'ensemble des sources de son
195	A	Alors toutes les sources de son
196	B	Sont créés à partir d'une vibration
197	A	Heu
198	B	Sont produites
199	A	Non toutes les sources de son heu
200	B	Toutes les sources de son sont produites par
201	A	Bein non parce que les sources de son c'est ça le diapason la guitare
202	B	Bein toutes les sources de son produisent
203	A	En faisant vibrer l'air / ça va tenir
204	B	Vibrer l'air / chaque source de son possède une de ses parties qui vibre vérifier bien que vous avez bien oui on a bien dit que c'est la corde qui vibre là c'est ça qui vibre vibrer vibrer puis vibrer vibrer vibration oui c'est bon
		Chaque source de son possède une de ses parties qui vibre. Vérifiez dans vos réponses ci contre que vous avez bien évoqué le mouvement de chacune des sources sonores.
205	A	Réponse
		Chaque source de son possède une de ses parties qui vibre. Une vibration est un mouvement de va et vient plus ou moins rapide d'un objet

192	B	Voilà c'est tout ce qu'on a fait / le diapason émet un son
		déplacé de sa position de repos et qui y est ramené.
206	A et B	Chaque source de son possède une de ses parties qui vibre une vibration est un mouvement de va et vient plus ou moins rapide d'un objet déplacé de sa position de repos et qui est ramené / j'ai vu
207	B	On devait pas tourner là
208	A	Non parce que c'est toujours TP1

Tâche 2 : Définition de la fréquence et de l'amplitude

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	B	Ah ouais (page suivante) / la fréquence de vibration c'est le nombre d'aller retour effectué en une seconde par la partie vibrante de la source de son / l'amplitude de la vibration
2	A	Le nombre d'aller retour en une seconde peut se faire peut se faire avec un déplacement ++ fréquence amplitude fripini voici ..(lecture du texte de fripini) / amplitude
3	B	Amplitude
4	A	(Elle murmure) ah ouais
5	B	En fait c'est quoi là
6	A	He bein en fait regardes c'est la fréquence de vibration donc c'était avant c'est vas y remet fréquence
7	B	Oui
8	A	Voilà c'est la lampe en fait elle calcule à chaque fois qu'elle s'éclaire c'est que la membrane elle fait un aller retour
9	B	Oui
10	A	Là la fréquence c'est un Hertz et la fréquence c'est le nombre d'aller retour effectués en une seconde par la partie vibrante de la source donc en une seconde ça fait un deux
11	B	Donc la c'est le nombre en une seconde en Hertz ok après l'amplitude
12	A	l'amplitude c'est le même nombre d'aller retour en une seconde parce que là avec un déplacement plus ou moins grand de la partie vibrante parce que là elle se déplace plus haut donc le machin vert il se déplace plus haut
13	B	Voilà et là

1	B	Ah ouais (page suivante) / la fréquence de vibration c'est le nombre d'aller retour effectué en une seconde par la partie vibrante de la source de son / l'amplitude de la vibration
14	A	Et là elle se déplace plus bas donc
15	B	Plus bas ok

Tâche 3 : Mesure de la fréquence

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

16	A	Fripini elle lit alors attend on a pas rencontré de difficulté ah mais ce n'est pas fini encore TP1 (lecture feuille) / A l'aide du chronomètre compter le nombre d'aller retour effectué par la membrane du haut-parleur murmure puis calculer la valeur de l
17	B	A l'aide du chronomètre compter le nombre d'aller retour il doit falloir le mettre en route je crois / A l'aide du chronomètre compter le nombre d'aller retour effectué
18	A et B	par la membrane du haut-parleur pendant un temps t (par exemple 10 secondes)
19	B	Puis donner la valeur de la
20	A	Fréquence de vibration
21	B	Bein j'y vais
22	A	Bein vas y
23	B	Tu les comptes
24	A	Rire
25	B	Bein moi aussi mais
26	A	Oui mais il ne les compte pas l'ordinateur / vas y
27	A et B	Un deux trois quatre cinq six sept
28	A	Et on avait dit pendant dix secondes voilà recommence
29	B	Et en plus c'est un aller retour non
30	A	Donc c'est à chaque fois qu'il monte vas y remet le à 0
31	B	Non à chaque fois qu'il monte
32	A	Je compte un
33	B	qu'il monte et qu'il redescend
34	A	Non / un deux
35	A et B	Trois quatre cinq
36	B	Six
37	A	Non
38	A et B	Cinq et demi
39	A	Donc cinq et demi cinq ça fait

16	A	Fripini elle lit alors attend on a pas rencontré de difficulté ah mais ce n'est pas fini encore TP1 (lecture feuille) / A l'aide du chronomètre compter le nombre d'aller retour effectué par la membrane du haut-parleur murmure puis calculer la valeur de I
		cinq et demi sur dix donc ça fait 0,55 je crois que c'est ça (elle tape)
40	B	Ça sera bon / très bien vous avez réussi cliquer sur
		très bien vous avez réussi
41	A	Choisissez vous même la fréquence à l'aide du bouton
42	B	Mesure 1 ah oui après mesure 2
43	A	Réglage de la fréquence vous bouger le potentiomètre pour modifier la valeur de la fréquence vas y
44	B	Alors je met quoi à la fréquence
45	A	Je ne sais pas / justement il faut la trouver le fréquence monte d'abord vas y appuies sur le bouton là pensez pouvoir compter le nombre d'aller retour de cette fréquence voilà là c'est bon met le chronomètre
46	B	ça va vite quand même C'est bon deux trois
47	A	Deux trois quatre cinq six sept huit neuf
48	B	Non c'est trop vite
49	A	10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 19 c'est bon j'ai compté 19 sur dix ça fait 1,9
50	B	Non
51	A	Vas y clique sur validation la réponse donnée est incorrecte il

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

16	A	Fripini elle lit alors attend on a pas rencontré de difficulté ah mais ce n'est pas fini encore TP1 (lecture feuille) / A l'aide du chronomètre compter le nombre d'aller retour effectué par la membrane du haut-parleur murmure puis calculer la valeur de l
		vous est conseillé de consulter l'aide / ça va trop vite baisse
		Attention la fréquence saisi est incorrecte ! Il est conseillé de consulter l'aide proposée puis de faire à nouveau la mesure
52	B	Ouais / c'est bon là / je n'y arrive pas là
53	A	C'est bon clique là
54	B	Un deux trois quatre (clique sur le chrono) / un deux trois 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 je me suis arrêté à 19 1,9
55	A	Ouais mais ils disent que ce n'est pas ça vas y aide
		Attention la fréquence saisi est incorrecte ! Il est conseillé de consulter l'aide proposée puis de faire à nouveau la mesure
56	B	C'est où aide
57	A	Là / fréquence de vibration définition animation formule
58	B	Animation non
		Btn Animation (Fréquence de vibration)
59	A	Ouais / ouais mais on sait ça
60	B	Un aller retour c'est ça
		Btn Définition (Aller/Retour)
61	A	Le déplacement pour aller d'un endroit à un autre
62	B	Animation
		Btn Animation (Aller/Retour)
63	A	C'est trop fort
64	B	Formule

16	A	Fripini elle lit alors attend on a pas rencontré de difficulté ah mais ce n'est pas fini encore TP1 (lecture feuille) / A l'aide du chronomètre compter le nombre d'aller retour effectué par la membrane du haut-parleur murmure puis calculer la valeur de l
		Btn Formule (Fréquence de vibration)
65	A	$F = 1 / T$
66	B	Ah bein c'est peut être ça
67	A	Rire
68	B	Il suffit de le dire la fréquence exprimée en Hz ah mais oui mais c'est ce que l'on avait fait il y a longtemps
69	A	Et T la période exprimée en seconde
70	B	Donc on a trouvé combien
71	A	Ah ouais donc c'était en fait c'était 1/19 c'est compliqué comme calcul ça (rire) / vas y c'est bon
72	B	Ok
73	A	Vas y rebaisse voilà c'est bon stop
74	B	Trois quatre
75	A et B	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 oui mais il n'avait pas commencé
76	B	C'est bon il a commencé
77	A	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
78	B	T'es en même temps que les secondes
79	A	Bein ça fait 1 attend je réfléchis
80	B	Ça fait pas 0,1
81	A	10 sur 10 ça fait 1 non
82	B	Attend on calcule la fréquence
83	A	T'as un papier si tu veux écrire
84	B	Fous toi de moi toi bon bref / bon en fait ça fait 1 donc là ça ne servait à rien de compter
85	A	Mais si

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

16	A	Fripini elle lit alors attend on a pas rencontré de difficulté ah mais ce n'est pas fini encore TP1 (lecture feuille) / A l'aide du chronomètre compter le nombre d'aller retour effectué par la membrane du haut-parleur murmure puis calculer la valeur de l
86	B	C'est pas ça que l'on faisait / non parce que la fréquence en fait il la save c'est 1 sur 10
87	A	Mais non c'est nous qui avons fixé la fréquence +
88	B	Donc ça fait 1 ça fait 0, 1
89	A	Moi je dis 1 je ne sais pas on va essayer 0, 1
90	B	Mais non enfin
91	A	Ah mais si
92	B	On fait 1 on fait 1
93	A	Mais non si il faut tu viens de le dire
94	B	Non non + tu avais raison
		Très bien vous avez réussi
95	A	?

Tâche 4 : Mesure Amplitude

1	B	Mesurer la valeur de l'amplitude à l'aide de la règle graduée dans le cas
2	A	Mesurer l'amplitude (elle lit l'énoncé) la valeur de la fréquence de vibration est constante un aide est à votre disposition n'oubliez pas
3	B	Et l'amplitude comment on fait on va aller voir tout de suite avant la définition
4	A	Un deux elle
5	B	l'amplitude est le déplacement plus ou moins grand de la partie vibrante de la source
		Btn Définition (Amplitude)
6	A	Elle est à deux millimètres l'amplitude là
7	B	Ok
8	A	Je crois
9	B	Ah en fait cela sera ça ok et animation / d'accord
		Btn Dessin (Amplitude) / Btn Animation (Amplitude)
10	A	Mesure mesure mesure mesure mesure deux
11	B	Ça ça représente ça
12	A	Vas y met clic là (elle tape 2) valide // oulà jusque là alors ça fait
		Très bien vous avez réussi
13	A et B	1 2 3 4
14	B	Attends moi je vais calculer d'en haut ça va plus vite
15	A	Un deux trois
16	B	Un deux trois quatre cinq six sept huit
17	A	Huit
18	B	Je ne suis pas sûr mais il me semble que
19	A	On va voir
20	B	Je ne vois pas très bien en fait / très bien vous avez réussi
		Très bien vous avez réussi
21	A	Lauren tu comptes bien

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	B	Mesurer la valeur de l'amplitude à l'aide de la règle graduée dans le cas
22	B	Un deux trois
23	A	Un deux trois quatre cinq (elle tape) / j'adore le j'ai vu très modeste
		Très bien vous avez réussi
24	B	Ouais un deux trois
25	A	Quatre cinq six (elle tape)
		Très bien vous avez réussi

Tâche 5 : Test1

1	B	C'est fini oui / un deux bein ça y est on les a tous fait là (page suivante) / il vous est demandé de déterminer quelles caractéristiques physiques ont changé du HP à étudier par rapport à celui de référence / après les deux mesures que vous venez de réaliser serez vous capable d'identifier la fréquence de vibration et l'amplitude de vibration / haut-parleur de référence
2	A	Vas y lancement
3	B	Faut faire quoi alors
4	A	Bein vas y y a un HP de référence et l'autre non / alors la même fréquence bein oui parce que
5	B	En même temps ils alternent
6	A	Ouais ils alternent en même temps donc logiquement par contre l'amplitude c'est pas la ah si c'est la même
7	B	Ah si c'est la même ça m'a l'air
8	A	Je ne sais pas
9	B	Met même fréquence et une amplitude différente que oui mais l'amplitude on la calcule comment
10	A	Oui mais là c'est / en gros tu regardes si
11	B	Bein regardes (elle prend un stylo) / en gros je dirais on ne peut pas ah oui je regarde attend si cela descend à peu près là
12	A	oui mais je ne sais pas si ils ont la même la même heu la même fréquence un deux trois quatre cinq six sept bon un deux trois quatre
13	B	Un deux trois quatre tu fais lequel

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	B	C'est fini oui / un deux bein ça y est on les a tous fait là (page suivante) / il vous est demandé de déterminer quelles caractéristiques physiques ont changé du HP à étudier par rapport à celui de référence / après les deux mesures que vous venez de réaliser serez vous capable d'identifier la fréquence de vibration et l'amplitude de vibration / haut-parleur de référence
14	A	Celui de gauche
15	B	Trois
16	A	Un un deux trois (elles comptent ensemble) / stop sept
17	B	Huit
18	A	Ce n'est pas la même (arrêt de la cassette)
19	B	C'est pas pareil
20	A	Ce n'est pas la même (arrêt de la cassette)
		Diode rouge
21	B	Je ne sais pas regardes là / y a / là pourquoi on ne peut pas aller voir l'amplitude / moi je veux dire
22	A	Mais non mais c'est juste / là par contre ils ont la même fréquence et la même amplitude
23	B	Hum
24	A	Mais pourquoi on a deux sur 6 / ah c'est le nombre que l'on a fait
		Diode verte
25	B	Là ce n'est pas la même amplitude regardes
26	A	Non amplitude différente mais la même fréquence
27	B	C'est la même fréquence et une amplitude différente c'est

1	B	C'est fini oui / un deux bein ça y est on les a tous fait là (page suivante) / il vous est demandé de déterminer quelles caractéristiques physiques ont changé du HP à étudier par rapport à celui de référence / après les deux mesures que vous venez de réaliser serez vous capable d'identifier la fréquence de vibration et l'amplitude de vibration / haut-parleur de référence
		ça
28	A	oui
		Diode verte
29	A et B	Là y a fréquence différente
30	B	Et une amplitude pareille je crois oui
31	A	oui / même amplitude et une fréquence différente
32	B	Une fréquence différente et la même amplitude
33	A	C'est ça
		Diode verte
34	B	C'est ça
35	A	Tout différent
		Diode verte
36	B	oui
37	A	Dernier c'est dans l'ordre (rire) / c'est pas la même amplitude là si
38	B	Non ce n'est pas du tout la même
39	A	Fréquence
40	B	Et si c'est la même fréquence c'est pas la même amplitude mais la même fréquence
41	A	Même fréquence et une amplitude différente /
		Diode verte
42	B	Hum : vous avez eu au moins cinq bonnes réponses c'est très bien vous pouvez soit

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	B	<p>C'est fini oui / un deux bein ça y est on les a tous fait là (page suivante) / il vous est demandé de déterminer quelles caractéristiques physiques ont changé du HP à étudier par rapport à celui de référence / après les deux mesures que vous venez de réaliser serez vous capable d'identifier la fréquence de vibration et l'amplitude de vibration / haut-parleur de référence</p>
		<p>refaire cette tâche ou continuer le TP (page suivante) / TP1 lien entre la perception sonore et la vibration / en modifiant les valeurs de l'amplitude et de la fréquence à votre guise faite varier le mouvement de la membrane du haut-parleur +</p>
		<p>Vous avez eu au moins cinq bonnes réponses sur six : c'est très bien. Vous pouvez soit refaire cette tâche soit continuer le TP.</p>

Tâche 6 : Expérience

1	B	Hum : vous avez eu au moins cinq bonnes réponses c'est très bien sur vous pouvez soit refaire cette tâche ou continuer le TP (page suivante) / TP1 lien entre la perception sonore et la vibration / en modifiant les valeurs de l'amplitude et de la fréquence à votre guise faite varier le mouvement de la membrane du haut-parleur +
2	A	Non la membrane c'est là
3	B	Et là ça sert à quoi au son + à basse fréquence on n'observe plus le mouvement (lecture de l'encadré)
		A basse fréquence on n'observe plus le mouvement de la membrane du Haut-parleur. Le son émis n'est toujours pas audible.
4	A	T'es à 29 Hz là + et le son il y ait
5	B	oui mais il n'y a pas le truc
6	A	Attends repars au début remet les deux à 0 / entre 0 et 3 Hz et pour diverses amplitudes vas y montes l'amplitude attend fais partir ça parce que là il est à 0 et on entend rien un tout petit peu non non redescend c'est trop là encore encore encore un peu doucement stop c'est bon 4 / vas y augmente l'amplitude on entend rien / entre 5 et 20 Hz vas y stop et pour diverses amplitudes voilà stop vas y fais /
7	B	Là c'est pour trente au delà de trente ah pardon / bein voilà
8	A	Non 19 et 20 non redescend c'est trop là voilà monte

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	B	Hum : vous avez eu au moins cinq bonnes réponses c'est très bien sur vous pouvez soit refaire cette tâche ou continuer le TP (page suivante) / TP1 lien entre la perception sonore et la vibration / en modifiant les valeurs de l'amplitude et de la fréquence à votre guise faite varier le mouvement de la membrane du haut-parleur +
9	B	Ok attend je pars de là
10	A	Tu ne fais rien tourner
11	B	Pardon
12	A	C'est pas grave bon on entend rien / bon fais plus de trente ah (on entend un son) voilà on perçoit un son vas y suite / perception sonore aigu grave perception sonore liée à la fréquence de vibration de la source de son la perception sonore est d'autant plus aiguë que la fréquence de vibration est grande

Tâche 7 : Définitions perception sonore

13	A et B	et inversement elle est d'autant plus grave que la fréquence de vibration est petite
14	A	Perception sonore fort (elles font varier le potentiomètre)
15	B	Ah c'est marant
16	A	On dirait de la clarinette
17	B	Oui justement tu sais avec la clarinette quand tu souffles dans les graves bein tu souffles doucement et quand tu souffles dans les aigus tu dois souffler fort (conception) / grave aigu
18	A	Regarde attend plus la fréquence elle va vite
19	B	Plus c'est
20	A	Plus c'est
21	B	Aigu
22	A	Aigu
23	B	Et plus et plus elle va vite
24	A	Plus elle va doucement plus c'est grave
25	B	Et
26	A	Et l'amplitude plus elle est grande plus c'est fort
27	B	Voilà et et plus moins elle est grande et plus elle est petite et plus c'est faible ok on a compris (page suivante) / vous venez d'atudier les caractéristiques de la vibration puis les caractéristiques du son serez vous les retrouvez dans ce test

Tâche 8 : Test 2 Relation perception sonore et grandeurs caractéristiques de la vibration

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	A	Rire (elle lit l'énoncé en murmurant)
2	B	HP de référence
3	A	Et puis déterminer les caractéristiques du son et les caractéristiques de la vibration du HP à étudier
4	B	Il faut faire quoi c'est pour le son non
5	A	Oui (elles écoutent les sons) / c'est plus grave ça non et ça c'est plus bas
6	B	Ouais là c'est
7	A	Alors HP à étudier
8	B	Là c'est plus grave mais plus fort / l'HP à étudier ah mais c'est celui là a un son plus aigu c'est ça hein
9	A	oui
10	B	Mais moins fort plus faible il me semble
11	A	oui donc alors aigu c'est quoi déjà / aigu c'est la fréquence
12	B	Attend aigu
13	A	la fréquence
14	B	oui
15	A	Aigu c'est la fréquence / grande
16	B	Plus elle est grande plus elle est forte
17	A	Voilà donc plus grande / voilà et plus petite là voilà vas y
		Diode verte
18	B	C'est le même mais plus fort
19	A	oui
20	B	Hum
21	A	Identique
22	B	Identique
23	A	plus fort
24	B	Une fréquence
25	A	Identique et plus grande
26	B	C'est bon ça c'est facile / le HP à étudier a
		diode verte

1	A	Rire (elle lit l'énoncé en murmurant)
27	A	Vas y clic / c'est pareil / pareil Diode verte
28	B	Identique identique c'est le même mais moins fort
29	A	oui
30	B	Hum
31	A	Identique plus faible identique plus petite
32	B	plus grande
33	A	Plus petite (elle souffle)
34	B	Ah oui / par contre là le son je crois c'est le même c'est plus aigu celui là mais diode verte
35	A	Je ne sais pas si il n'est pas un peu plus fort celui mais c'est peut être parce qu'il est un peu plus aigu que l'on a l'impression qu'il est plus fort / non c'est pareil
36	B	Je ne sais pas je ne suis pas tout à fait sure
37	A	Non c'est pareil plus aigu et identique je crois
38	B	Plus aigu
39	A	mais je pense que c'est parce qu'il est plus aigu que l'on a l'impression qu'il est plus fort non?
40	B	Non moi j'ai l'impression du contraire / non je pense qu'il est pareil / un tout petit peu moins fort à la limite celui là
41	A	Je ne sais pas
42	B	Donc attend la fréquence comme c'est plus aigu ici c'est plus grande c'est ça
43	A	Non plus petite heu non plus grande t'as raison
44	B	Et là c'est identique
45	A	Je ne sais pas si il est identique le son je n'ai pas trop l'impression

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	A	Rire (elle lit l'énoncé en murmurant)
46	B	Oui mais
47	A	Ah si c'est bon / ils sont aussi fort l'un que l'autre aussi non
		diode verte
48	B	Un peu
49	A	plus grave
50	B	Donc c'est
51	A	plus petite
52	B	Attend on va réécouter c'est quand même moins fort
53	A	Il est plus fort
54	B	Non il est moins fort
55	A	Il est plus fort
56	B	Ah non
57	A	Ça fait mal aux oreilles
58	B	Moi je mettrai identique
59	A	Allez identique à la limite
60	B	comme ça / vous avez eu au moins cinq bonnes réponses sur six c'est très bien on en a eu même six
		diode verte / Vous avez eu au moins cinq bonnes réponses sur six : c'est très bien. Vous pouvez soit refaire cette tâche soit continuer le TP.
61	A	Alors synthèse (elles lisent toute la page)
62	B	C'est bon
63	A	Attend

II.1.3 TP2 Le milieu de propagation du son

Tâche 1, 2, 3, 4 : Introduction,

1	B	TP2 il ne fallait pas faire quelque chose sur le TP1
2	A	Est ce que tu l'as trouvé difficile le TP
3	B	Non (elles en sont à la page d'introduction du TP2)
4	X	Dans la première séance vous avez étudié le phénomène à l'origine du son maintenant nous vous proposons de déterminer quelle est la condition pour qu'un son existe
5	B	Dans le TP précédent vous avez étudié le comportement de diverses sources de son diapason HP tambourin etc maintenant vous allez déterminer la condition nécessaire pour que les vibrations de l'émetteur se transmettent au récepteur (page suivante) / aucun t'as vu on va étudier la condition
6	A	Attend (elle remplit la feuille)
7	B	Maintenant vous allez déterminer la condition nécessaire pour que les vibrations
8	A	Attend attend
9	B	Pour que les vibrations de l'émetteur se transmettent au récepteur c'est ça
10	A	Alors dans le TP précédent vous avez étudié le comportement de diverses sources de son
11	B	Je viens de le lire
12	A	Excuse moi maintenant vous allez déterminer la condition nécessaire pour que les vibrations de l'émetteur se transmettent au récepteur vas y (?) un
13	B	Rappel ouais c'est un rappel / la chaîne sonore est complète

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	B	TP2 il ne fallait pas faire quelque chose sur le TP1
		l'indien entend le train le son émis par le train se propage dans les rails d'acier qu'entend l'indien (page suivante) / il n'y a pas de son qui se propage du train à l'indien bein c'est normal parce que voilà le rail est coupé (page suivante) / eh oui vous venez de constater que le fait de couper les rails empêche l'indien d'entendre le train ainsi il semble que la propagation du son dépende de la nature du milieu maintenant vous allez travailler à partir de deux expériences / c'est bon
14	A	Hum hum (page suivante)

Expérience 1 de la cloche à vide

Tâche 5 : Prévoir le résultat de l'expérience

1	B	Un réveil
2	A	Un réveil est placé sous une cloche à vide
3	B	Une cloche à vide c'est quand il n'y a pas d'air c'est ça
4	A	Et sonne et faisons le vide à l'aide de la pompe + que va t'il se passer la sonnerie du réveil sera inaudible
5	B	Ouais parce que comme il n'y pas de son
6	A	Y a pas d'air
7	B	Y a pas d'air
8	A	On n'avait pas déjà fait ça l'année dernière on avait pas fait un truc comme ça
9	B	Je ne sais plus
10	A	Ça me rappelle quelque chose le truc avec le réveil

Tâche 6 : Observation de l'expérience

11	B	(?) réalise l'expérience j'ai cru que l'on s'était planté c'est bon (lancement de l'animation) / actionnons la pompe à vide on raréfie l'air sous la cloche observer ce qu'il va se passer c'est bon on a vu / interprétation de l'expérience
11	B	(?) réalise l'expérience j'ai cru que l'on s'était planté c'est bon (lancement de l'animation) / actionnons la pompe à vide on raréfie l'air sous la cloche observer ce qu'il va se passer c'est bon on a vu / interprétation de l'expérience

Tâche 7 : Interprétation de l'expérience

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

12	A	Lorsque le vide est réalisé construire la chaîne sonore en déplaçant les élément de la liste ci dessous
13	B	Alors
14	A	Alors réveil
15	B	Non parce que la c'est émetteur
16	A	Ah oui / émetteur aucun aucun
17	B	Oui / et en haut c'est récepteur
18	A	Bein non il n'y a pas de récepteur / si le son n'est pas transmis il n'y a pas de récepteur
19	B	Ouais (elle doute) / donc aucun / donc là c'est réveil
20	A	Aucun bein je pense (elles valident) ah oui la chaîne sonore il fallait la faire normalement
		La chaîne sonore est incomplète ou incorrecte
21	B	Comment
22	A	La chaîne sonore il fallait la faire normale avec milieu et récepteur
23	B	Ok
24	A	Récepteur (valide) +

Tâche 8 : En résumé

25	B	<p>(Lisent la réponse) / quand le réveil sonne on entend bien la sonnerie ensuite quand on fait le vide on entend plus rien enfin si on laisse entrer l'air nous l'entendons à nouveau à ce moment là il semble donc que la présence de l'air soit nécessaire à l'existence de ce son (lance l'animation) / ok / du dihydrogène dans la cloche dans laquelle on a fait le vide que se passe t il + coussin bouteille +</p>
		<p>La chaîne sonore est incomplète. Il semble que la présence de l'air soit nécessaire à l'existence du son.</p>

Expérience 2 : Ajoutons du dihydrogène

Tâche 9 : Prévoir le résultat de l'expérience

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	B	(Lisent la réponse) / quand le réveil sonne on entend bien la sonnerie ensuite quand on fait le vide on entend plus rien enfin si on laisse entrer l'air nous l'entendons à nouveau à ce moment là il semble donc que la présence de l'air soit nécessaire à l'existence de ce son (lance l'animation) / ok / du dihydrogène dans la cloche dans laquelle on a fait le vide que se passe t il + coussin bouteille +
2	A	Je dirai ça moi
3	B	Du dihydrogène c'est combien
4	A	Deux H je ne sais pas moi c'est un gaz
5	B	C'est un gaz
6	A	A mon avis on entend le réveil sonner faiblement + / met aide
7	B	Milieu Btn Définition milieu
8	A	Non bein non ils mettent gaz là par exemple le gaz carbonique le dihydrogène
9	B	Donc ça va être bon on va l'entendre sonner
10	A	Bein oui on va l'entendre mais à mon avis on ne va pas l'entendre pareil que quand il y a de l'air + essayes je ne sais pas

Tâche 10 : Observation de l'expérience

11	B	Bein pour l'instant on ne sait pas donc (page suivante lance la vidéo) / pareil
12	A	Je ne sais pas j'ai l'impression qu'il est un peu moins fort non
13	B	Observer ce qu'il va se passer c'est au moment où il arrive mais non regarde (lance l'anim)
13	A	Ouais pareil

Tâche 11 : Interprétation de l'expérience

14	B	Tu vois / alors là c'est émetteur milieu récepteur c'est bon / donc la c'est de l'air non du gaz pardon / attend c'est le réveil et c'est l'oreille qui entend validation
15	A	Ils font quoi à coté

Tâche 12 : En résumé

16	B	Le dihydrogène est le milieu de propagation il est nécessaire pour que le son se propage (murmure) j'ai vu (page suivante) / lorsque l'on fait pénétrer du dihydrogène dans la cloche on constate que l'on entend la sonnerie du réveil pratiquement pareil que dans le cas de l'air en effet un milieu de propagation est nécessaire à la perception du son en effet un + milieu de propagation est nécessaire
		Le dihydrogène est le milieu de propagation. Il est nécessaire pour que le son se propage du

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

16	B	Le dihydrogène est le milieu de propagation il est nécessaire pour que le son se propage (murmure) j'ai vu (page suivante) / lorsque l'on fait pénétrer du dihydrogène dans la cloche on constate que l'on entend la sonnerie du réveil pratiquement pareil que dans le cas de l'air en effet un milieu de propagation est nécessaire à la perception du son en effet un + milieu de propagation est nécessaire
		réveil à nos oreilles.

Tâche 13 : En conclusion

17	A	C'est bon (page conclusion) en comparant les deux chaînes sonores (lecture de la page intégralement) milieu matériel de propagation du son
17	A	C'est bon (page conclusion) en comparant les deux chaînes sonores (lecture de la page intégralement) milieu matériel de propagation du son

Tâche 14 Applications

1	B	C'est bon (application) / on l'a déjà fait déterminer la chaîne sonore ? ça on l'a fait expérience des pots de yaourt c'est ce qu'ils font à coté on va le faire
1	B	C'est bon (application) / on l'a déjà fait déterminer la chaîne sonore ? ça on l'a fait expérience des pots de yaourt

1	B	C'est bon (application) / on l'a déjà fait déterminer la chaîne sonore ? ça on l'a fait expérience des pots de yaourt c'est ce qu'ils font à coté on va le faire
		c'est ce qu'ils font à coté on va le faire

Tâche 14 b1 : Pots de yaourt

2	A	Polo parle à cardi à l'aide du système des pots de yaourt construire la chaîne sonore en déplaçant les éléments de la liste ci dessous
3	B	C'est qui qui parle c'est lui là
4	A	D'abord faut mettre je peux faire
5	B	Oui
6	A	J'ai envie de faire hein (elles discutent pendant au moins 10 secondes avec le groupes d'à coté)
7	B	Vas y récepteur puis milieu / c'est qui c'est polo puis cardi et c'est
8	A	Fil
9	B	Fil ?
10	A	Bein oui le fil

Tâche 14 b2 : Prévoir Pots de yaourt

11	B	Vous avez bien construit la chaîne ah non c'est bon on l'a déjà vu on a compris (page suivante) imaginons que Polo parle à cardi de la même manière que sans les pots de yaourt / bein plus faible
		Vous avez bien construit la chaîne sonore. Cependant, il vous est conseillé de consulter

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

11	B	Vous avez bien construit la chaîne ah non c'est bon on l'a déjà vu on a compris (page suivante) imaginons que Polo parle à cardi de la même manière que sans les pots de yaourt / bein plus faible
		la réponse du professeur pour en savoir plus
12	A	Ni plus aigu
13	B	Ni plus grave voilà c'est exact c'est bon
14	A	C'est exact
15	B	passé donc on a fait les deux animations collision intersidérale

Tâche 14 c : Collision intersidérale

16	A	collision intersidérale un choc de météorite à lieu à 500 m de la soucoupe de l'extra terrestre vu le choc notre ami prendra t'il la fuite en l'entendant restera t il impassible compte tenu de son éloignement il entendra rien quelque soit la distance
17	B	Mais on parle duquel là un choc de météorite à lieu à 500 m de la soucoupe de l'extra terrestre mais on parle du haut là
18	A	Mais non parce que c'est dans l'espace et ça passe pas
		Dans l'espace (espace dépourvu de matière), il n'y a pas de propagation du son. L'extra terrestre n'entend pas la collision entre les comètes. Sur terre (espace constitué d'atmosphère), l'enfant a entendu la voiture heurter le poteau.
19	B	Très bien charlotte (page suivante)

Tâche 14 d : Collision sous l'eau

20	A	Pareil à quoi que il y a peut être des vibrations sous l'eau oui parce que tu t'entends quand tu cries sous l'eau
21	B	Oui c'est vrai
22	A	Entendez vous le bruit du choc oui
23	B	Oui je suis sur que c'est ça
		L'eau est un milieu de propagation. Le plongeur entendra donc le choc.

Tâche 14 e : La navette

24	A	C'est exact / la navette le cosmonaute rouge frappe à la porte de la navette
25	B	Oui parce que l'autre il est dedans
26	A	Le cosmonaute violet frappe au hublot de la navette que se passe t il le cosmonaute violet entend frapper à la porte bein oui le cosmonaute violet n'entend pas frapper à la porte le cosmonaute rouge entend frapper au hublot
27	B	Non non
28	A	le cosmonaute rouge n'entend pas frapper au hublot / réaliser les différentes expériences c'est bon on a tout fait
		Dans la cabine, le cosmonaute entend puisque le milieu matériel est l'air. Dans l'espace intersidéral (dépourvu de matière), le son ne se propage pas : le cosmonaute rouge n'entend donc pas.
29	B	C'est bon on a tout fait
30	A	La vibration de la source sonore ne se propagela matière est appelée milieu de propagationla vibration ne peut donc pas se propager / on fait quoi maintenant
31	B	On fait le TP3
32	I	Ah non vous pouvez naviguer dans le logiciel

II.1.4 TP3 Propagation du son dans l'air

Tâche 1 : Introduction

1	A	Clic sur le calepin
2	B	Sur quoi
3	A	Sur ça / TP3 / je crois que c'est ça hein le TP3 / oui c'est ça
4	B	Alors / prerequisites
5	A	Etude des deux tambourins
6	B	Mais il faut
7	A	Démarrer le TP
8	B	Oui oui
9	X	Précédemment vous avez vu qu'un émetteur vibre quand il produit un son et qu'un récepteur vibre aussi / ainsi comment les vibrations peuvent elles être transmises de l'un à l'autre
10	X	Voici un tambourin dont la membrane est recouverte de morceau de polystyrène frappons sur un second tambourin est observons l'effet produit (lancement vidéo)
11	B	hum / dans le TP précédent vous avez étudié le milieu de propagation en tant que condition nécessaire à la propagation du son / ce TP s'intéresse à la façon dont un son se propage pour répondre à la question que se passe t'il dans le milieu de propagation lors de l'émission d'un son par une source quelconque / alors on le refait (la vidéo)
12	X	Voici un tambourin dont la membrane est recouverte de morceau de polystyrène frappons sur un second tambourin est observons l'effet produit

Tâche 2 : Réalisation de l'expérience des deux tambourins

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

13	B	Ok donc on va plus loin (page suivante) / pour répondre à la question posée dans l'introduction considérons l'expérience suivante / frappons sur le tambourin de gauche et observons le comportement de la balle placé près du tambourin de droite
14	A	Elle va bouger
15	B	Oui forcément
16	X	frappons sur le tambourin de gauche et observons le comportement de la balle //

Tâche 3 : Exploitation de l'expérience

17	B	Ah oui / c'est bon (page suivante) / construire la chaîne sonore et déterminer ses constituants à partir de la liste ce dessous
18	A	L'émetteur / le milieu / le récepteur
19	B	Ok attends / il est où émetteur
20	A	Là // milieu / récepteur
21	B	C'était ça hein / en premier on mettait ça et après on mettait / donc / bien c'est la peau du tambourin on avait dit non
22	A	Heu / ou enfin c'est tambour / il n'y a pas la peau là
23	B	Oui / en plus ce n'est pas écrit tambourin 1 et tout / puis c'est pas la baguette /
24	A	non
25	B	Oui
26	A	Heu
27	B	Milieu c'est l'air
28	A	Air oui / et récepteur
29	B	C'est l'oreille / en fait c'est le son que l'on entend
30	A	Bein non
31	B	La balle la balle c'est parce qu'on la voit / mais c'est pas le son / c'est pas la balle qui entend le son
32	A	A mon avis le récepteur c'est l'autre tambourin mais je ne suis pas sur / essayes de toute manière
33	B	Oui c'est pas grave c'est un TP / pourquoi il ne veut pas venir
34	A	?
35	B	Bon tu viens là / ah / on regarde / vous avez bien construit la chaîne sonore cependant il vous est conseillé de consulter la réponse / bein voilà donc c'est bon / on regarde / Le son émis par le tambourin de gauche se

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

17	B	Ah oui / c'est bon (page suivante) / construire la chaîne sonore et déterminer ses constituants à partir de la liste ce dessous
		propage dans l'air jusqu'à nos oreilles. Le tambourin de droite transforme le son émis en un signal observable : le sursautement de la balle. Nous pouvons dire que le tambourin de droite est un récepteur.
		vous avez bien construit la chaîne sonore cependant il vous est conseillé de consulter la réponse / Le son émis par le tambourin de gauche se propage dans l'air jusqu'à nos oreilles. Le tambourin de droite transforme le son émis en un signal observable : le sursautement de la balle. Nous pouvons dire que le tambourin de droite est un récepteur.
36	A	Ça justifie si tu avais mis tambourin

Tâche 4 : Interprétation de l'expérience

37	B	Oui (page suivante) / les deux questions suivantes vous guideront dans vos réponses / quel est le comportement de l'air entre les deux tambourins quand celui de gauche a été frappé ? comment ce comportement
38	A	Hum
39	B	Alors / comment on met tu tapes / t'écris
40	A	Comment ce comportement permet il d'interpréter que la balle sursaute ? bon / bein je ne sais pas moi / quel est le comportement de l'air entre les deux tambourins / He bein l'air il vibre non ?
41	B	(soufflement) quel est le comportement de l'air entre les deux tambourins / celui de gauche il émet une vibration
42	A	Oui ça fait vibrer l'air et quand ça arrive à celui là la vibration elle repasse à travers la peau et ça fait bouger la balle
43	B	Oui Oui
44	A	Non ?
45	B	Oui Oui moi je mettrai ça (elles tapent)
46	A	Les
47	B	C'est l'air qui vibre ? / oui
48	A	tambourin ça s'écrit comment
49	B	An / bou / rins (?)
50	A	Bou / lorsque la vibration // arrive
51	B	Attends / c'est plus court comme ça ça ira mieux /
52	A	Att / no / nt / c'est bon / le son atteint le second tambourin
53	B	Tambourin / qui lui même
54	A	Qui vibre
55	B	Vibre et ainsi fait déplacer la balle

37	B	Oui (page suivante) / les deux questions suivantes vous guideront dans vos réponses / quel est le comportement de l'air entre les deux tambourins quand celui de gauche a été frappé ? comment ce comportement
56	A	Et déplace la balle / je tape à une main
57	B	La balle / valide / Vous pouvez consulter la réponse du professeur pour de plus amples renseignements // « Le milieu entre les deux tambourins, constitué par l'air, vibre et entraîne la vibration de la peau du tambourin de droite. » En fait c'est ce que l'on a dit « La vibration de la peau fait sursauter la balle » c'est tout à fait ce que l'on a dit
58	A	Alors attend / vas y continue continue c'est pour voir si c'est la fin du truc ou pas (page suivante)

Tâche 5 : En résumé

59	B	En résumé / Lorsque nous frappons sur le tambourin de gauche, la vibration de la peau du tambourin met en vibration l'air en son contact qui lui même met en vibration la peau du second tambourin. En effet, le mouvement de la balle met en évidence la vibration de la peau du tambourin de droite. / bein oui
60	A	Alors (remplit la feuille distribuée)

Tâche 5 : Interprétation microscopique (Question)

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	B	A partir des animations ci contre / et de leur explication respective / choisissez celle qui rend le mieux compte /
2	A	Interprétation microscopique A partir des animations ci contre / et de leur explication respective / choisissez celle qui rend le mieux compte de la propagation du son dans l'air (les trois autres n'étant pas correcte) : animation 1 / le son est causé par une vibration ++ le son est causé par une vibration / il est alors transporté de molécule en molécule de l'émetteur au récepteur / clique sur animation
3	B	Attends (elle fait autre chose ?) / voilà
4	A	On est sur animation 1
5	B	J'ai un petit problème avec ce truc / (lancement animation 1)
6	A	Moi je dirai que c'est ça hein / hein ?
7	B	Attends c'est quoi le truc / à partir des animations ci contre
8	A	Attends regardes / le son / ça c'est l'animation / le son est causé par une vibration il est alors transporté de molécule en molécule de l'émetteur au récepteur / et l'animation c'est ça (clic sur animation)
9	B	Bein oui et fais voir les autres juste pour voir
10	A et B	le son est causé par une vibration il met les particules en mouvement de l'émetteur au récepteur (clic sur anim)
11	B	Non ça je n'y crois pas il y a plusieurs particules dans l'air de toutes façon
12	A	Oui mais à ce moment là ils

1	B	A partir des animations ci contre / et de leur explication respective / choisissez celle qui rend le mieux compte /
		mettraient toutes les particules en mouvement
13	B	Non mais justement / c'est pour ça que je dis que celui là je n'y crois /
14	A et B	le son est causé par une vibration il est transporté par les particules chacune d'elles devenant sonore
15	B	Ah c'est peut être ça (clic anim) / c'est quoi la différence entre celle ci et celle ci (entre la 1 et la 3)
16	A	Bein c'est que là / attends
17	B	Oui arrêtes toi / le son est causé par une vibration il est transporté par les particules chacune d'elles devenant alors sonore / bon non c'est un son
18	A	Bein ouais ça voudrai dire que l'on entend le son tout le long (lance l'anim)
19	B	Eux ils disent que chaque particule elle a un son
20	A	Non je n'y crois pas / je ne pense pas que cela soit ça / le son est causé par une vibration toutes les particules sont bousculées les unes après les autres par leurs voisines et reprennent leur place aucune ne fait le déplacement de la source au récepteur (lancement anim)
21	B	Ça c'est peut être vrai par contre
22	A	Oui ça c'est possible
23	B	Tu sais c'est comme les électrons tout ça / tu sais
24	A	Oui / Je ne sais pas

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	B	A partir des animations ci contre / et de leur explication respective / choisissez celle qui rend le mieux compte /
25	B	Un et quatre j'hésite
26	A	On met quatre allez on va voir tant pis
27	B	La réponse est correcte
		C'est exact !!! Cependant, il vous est conseillé de consulter la réponse du professeur pour en savoir plus.
28	A	Rire
29	B	Voilà / j'ai vu / réponse /
30	A et B	La partie vibrante de l'émetteur (la peau du tambourin) pousse les particules à son contact. La perturbation du mouvement de ses particules se propage de proche en proche. Il n'y a pas de déplacement global des particules, donc de la matière / oui donc l'air il ne se déplace pas en fait
31	B	Donc l'air il ne se déplace pas (rire question demandée au début de la séance)
32	A	J'avais mis non et après oui j'ai changé en fait
33	B	Remarque / non / c'est bon ça
34	A	Ah

Tâche 7 : Interprétation microscopique (Explication)

35	B	Je vais la prendre (la souris) (page suivante) / « les premières particules à vibrer sont celles en contact avec la source vibrante » normale « la partie vibrante de l'émetteur (la peau du tambourin) pousse les particules les plus proches d'elle / la perturbation du mouvement
36	A	Il y a une trace de doigt sur l'écran
37	B	la perturbation du mouvement de ces particules se propage par choc avec les particules voisines / l'ensemble de particules qui vibrent reste globalement au même endroit il n'y a pas de déplacement de matière de l'émetteur au récepteur. Ainsi, aucune ne fait le déplacement complet depuis la source de bruit (le tambourin) jusqu'à l'oreille / oui c'est ce que l'on a vu (lance l'anim) / on continue (page suivante)
38	A	Oui

Tâche 8 : Une petite pause

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

39	B	Vous venez d'étudier une représentation possible de la vibration de l'air lors de l'émission du son / l'expérience qui va suivre vous amènera à utiliser cette représentation
40	A	Attends (remplit la feuille)
41	B	Une petite pause
42	A	? / il faut mettre là que l'on ne comprend pas bien
43	B	Ah oui la différence entre
44	A	Non que les particules elles deviennent sonore / moi je n'ai pas compris ce que cela veut dire
45	B	Oui / voilà c'est ça / attends / c'est TP3 / heu monsieur comment on fait pour se repérer / parce que lorsque vous nous demandez avez vous des difficultés pour vous monter à la quelle page tout ça : on fait comment
46	I	Comment
47	B	On n'a pas bien compris quelque chose la dedans
48	I	Oui
49	B	Pour vous monter que c'est ici à cet endroit là
50	A	Bein tu mets interprétation microscopique à cet endroit
51	I	Chaque page correspond à une tâche / il suffit alors de se placer dessus / c'est dans cette partie
52	A	Ah c'est ça c'est dans cette partie / d'accord ++ : les particules
53	B	Chacune d'elles devenant alors sonore +++ (remplit la feuille) / c'est bon /
54	A	Oui

Tâche 9 : Etude du son émis par un haut-parleur

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	B	Ah partir de quelle valeur de la fréquence attendez vous un son //
2	A	Vas y il faut bouger ça
3	B	Hum / bon
4	A	Non non ce n'est pas ça c'est parce qu'il n'y a pas d'amplitude / (on entend un son) voilà tu mets l'amplitude au maximum et après tu baisses / encore encore / encore
5	B	Attends je vais mettre le (?) au maximum et après on va voir
6	A	Oui mais ça va faire mal aux oreilles + oui mais là t'es à 0 (on entend plus de son) (rire) six non
7	B	Ah non à basse fréquence on observe plus le mouvement du haut-parleur (lecture de l'encadré) / le son émis n'est toujours pas audible
8	A	Baisse baisse
9	B	Mais on perçoit un son / c'est à trente Hz (lecture de l'encadré) ++
10	A	C'est bon arrêtes remet à 0 / clic là / non là
11	B	Ça y est / 30 / comment appelle t'on les sons dont la fréquence est inférieure à la valeur précisée / bon bein attends c'est à très basse fréquence
12	A	Clic là / attends / je ne sais pas comment on appelle les sons dont la fréquence est inférieure à la valeur précisée / inaudible
13	B	oui
14	A	Je ne sais pas
15	B	On met un truc on verra / validation / inaudible n'est pas le terme / cependant nous vous conseillons (murmure) ou

1	B	Ah partir de quelle valeur de la fréquence attendez vous un son //
		le mini dico / et c'est où ça / ah c'est en haut //
16	A	Non ce n'est pas ça
17	B	Non
18	A	Non non attends attends c'est écris là
19	B	Non mais je sais (dans les feuilles distribuées) / c'est où alors
20	A	Dans la bibliothèque Bibliothèque
21	B	Et c'est quoi / comment appelle t'on les sons dont la valeur est inférieure à la valeur précisée
22	A	Ah
23	B	Oh (on entend des clics) / je ne comprends pas bien
24	A	Attends excuses moi / heu c'est la fréquence /
25	B	Audition ou // ah c'est vingt hertz t'as vu ? + + / à seuil d'audibilité reviens /
26	A	Où ?
27	B	Non reviens avec la flèche d'avant / attends c'était où / après / ah voilà / échelle du niveau sonore et du niveau acoustique / cette échelle est liée d'abord / le niveau de référence est le seuil d'audibilité
28	A	Attends fréquence de vibration + non mais c'est pas ça +++ je ne sais pas
29	B	Oui c'est ça c'est mal fait je trouve
30	A	Bon alors on sais que c'est vingt Hz maintenant ? et là bein imperceptible peut être je ne sais pas
31	B	Les sons dont la fréquence est inférieure à la valeur précisée

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	B	Ah partir de quelle valeur de la fréquence attendez vous un son //
32	A	Imperceptible
33	B	Perc /
34	A	Non il y a un r
35	B	C'est pas grave
36	A	Si enlève le r / merci
37	B	Ah c'est la fréquence qu'il va falloir mettre / mais avez vous penser à augmenter l'amplitude / oui bein là c'est trente / oui mais on ne voit pas ce que c'est
38	A	Mets réponses
39	B	Non on ne peut pas
40	A	Si / ah non
41	I	Si vous ne trouvez pas cela s'appelle des infrasons (parce qu'il ne reste pas beaucoup)
42	A	Des infrasons
43	B	Comment
44	A	Si comme des infra rouge / ça s'écrit comme ça
45	I	Oui
46	A	Merci
47	Autre	Monsieur comment on appelle un son dont la valeur est inférieure à la valeur précisée
48	A	Un infrason (elles remplissent la feuille) (autre page)

Expérience de la bougie

Tâche 10 : Prévoir le résultat de l'expérience

1	B	Que se passe t'il quand on augmente la fréquence de la tension délivrée par le générateur basse fréquence
2	A	Que se passe t'il quand on augmente la fréquence de la tension délivrée par le générateur basse fréquence
3	A et B	La flamme de la bougie va bouger uniquement si on entend un son / va bouger uniquement dans le domaine des infrasons /
4	A	Est continuellement en mouvement mais ce n'est plus visible à partir d'une certaine fréquence
5	B	Je pense que ce n'est pas ça
6	A	Va s'éteindre car le mouvement de la membrane du HP est de plus en plus rapide est va créer une sorte de courant d'air / va bouger car un courant d'air est créé par la membrane du haut-parleur lorsqu' on augment la fréquence / reste immobile quelque soit la fréquence
7	B	Moi j'hésite entre celle ci et celle ci
8	A	A mon avis ça va créer un courant d'air car ça bouge de plus en plus
9	B	Oui
10	A	(?) et ça propulse ça fait comme ça
11	B	Est continuellement en mouvement c'est (?) / oui parce que en fait elle va bouger au début / mais en fait cela sera visible que à partir d'une certaine fréquence
12	A	Oui
13	B	Mais elle va s'éteindre après / plus tu montes / donc les deux

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	B	Que se passe t'il quand on augmente la fréquence de la tension délivrée par le générateur basse fréquence
		c'est /
14	A	Ah mon avis même si tu montes beaucoup cela ne sera pas assez fort pour heu / parce que la bougie il faut qu'elle est un mouvement continue pour pouvoir s'éteindre si elle a un courant d'air comme ça elle va bouger mais elle ne va pas s'éteindre
15	B	Oui / donc on met ça

Tâche 11 : Observation de l'expérience

16	A	Oui je pense (page suivante) + alors à très basse fréquence de 0 à 10 Hz
17	B	oui (?) (lance la vidéo)
18	X	Une bougie est placée devant la membrane du haut-parleur alimentons le HP faisons varier la fréquence du générateur jusqu'à l'émission d'un son et observons la flamme de la bougie
19	B	Tu vois ça bouge / tu vois là on est en dessous de trente (lecture)
20	A	Elle bouge plus là
21	B	Oui
22	A	Elle bouge qu'au début en fait
23	B	Oui / à très basse fréquence le son est inaudible / la membrane ne bouge pas
24	A	Si la membrane bouge /
25	B	Il y a un endroit où je sais qu'elle bouge la membrane / on a l'impression en fait qu'elle ne bouge pas / je peux revenir en arrière deux secondes
26	A	Oui
27	B	On peut observer / ah si très basse fréquence / c'est ça (elle vérifie avec l'animation) / la membrane bouge / non le son est inaudible la membrane bouge // et elle bouge?
28	A	En bas ouais (basse fréquence)
29	B	Ouais il faudrait qu'on puisse observer
		La réponse est correcte !!! Vous pouvez consulter la réponse du professeur pour de plus amples explications.
30	A	Réponse
		La flamme de la bougie est animée du même mouvement

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

16	A	Oui je pense (page suivante) + alors à très basse fréquence de 0 à 10 Hz
		de va et vient que la membrane du haut-parleur. Quand le mouvement est visible, le son est inaudible.
31	B	De va et vient que la membrane du HP
32	A	Visible / le son est inaudible
33	I	Si vous voulez voir l'expérience / le matériel est branché
34	A	On fait comment pour augmenter le heu
		Utilisation du matériel
35	B	Le bouton jaune
36	A	Comme ça
37	I	Ici et ici (réglage de la fréquence)
38	A	Ça augmente là ?
39	B	Oui si si ça augmente / 15
40	A	Un tout petit peu alors
41	I	Oui ici c'est un réglage fin et ensuite avec l'autre l'intervalle est plus large (elle change de calibre (on entend un son))
42	A	Regarde là ça ne bouge
43	B	ah oui je sais parce que là la membrane elle bouge / là on la voit bien bouger / mets toi mets toi tu plus fort bien plus fort
44	A	Ça y est elle ne bouge plus là la bougie
45	B	Regarde là tu ne la voit pas bouger la membrane
46	A	Oui

Tâche 12 : Interprétation de l'expérience

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

47	B	Et donc il n'y a pas de vibration +++ regardes / tu fais là (page suivante) / pouvez vous en déduire la façon dont un son se propage
48	A	Alors
49	B	Lorsqu'on est / à basse fréquence / non à basse fréquence / comme ça ça non parce que sinon après c'est trop court / A basse fréquence la membrane bouge
50	A	J'allais mettre l'air vibre
51	B	La membrane bouge / non je rigole fais comme tu veux
52	A	Si tu le dis
53	B	Non je n'en sais rien / la membrane bouge / et produit / et fait vibrer l'air / espace a i r
54	A	Oui mais quand c'est trop bas le son il se propage ?
55	B	Hum / et à partir de trente hertz / c'est à partir de trente hein
56	A	Oui / à partir de / oui en gros
57	B	Bon (?) à partir de trente Hz la membrane ne bouge plus le son est audible / à partir de trente Hz la membrane / b r / ne bouge plus le son est audible
58	A	Et l'air non plus
59	B	Et merde / p l u s
60	A	Et l'air non plus / c'est ça non
61	B	Oui
62	A	Il y a pas assez de place
63	B	Il fallait dire que normalement le son était audible
64	A	Non parce que c'est la façon dont le milieu se propage
65	B	Ah ok / validation / lors de l'émission d'un son la vibration se propage de la source à l'émetteur / le milieu de propagation

47	B	Et donc il n'y a pas de vibration +++ regardes / tu fais là (page suivante) / pouvez vous en déduire la façon dont un son se propage
		Lors de l'émission du son, la vibration se propage de la source à l'émetteur. Le milieu de propagation vibre.
66	A	On savait ça
67	B	Ah mais c'est ça qu'il fallait mettre

Tâche 13 : la propagation du son (Question)

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	A	?
2	B	Parmi les proposition suivante laquelle ou lesquelles permettent de représenter la façon dont le son se propage / donner deux réponses au maximum
3	A	Ou on n'a pas fait le / ça la le HP et la bougie (remplir la feuille)
4	B	Quoi/ pardon
5	A	Mais si c'est ça + parmi les proposition suivante laquelle ou lesquelles permettent de représenter la façon dont le son se propage / le son émis par le HP est un courant d'air // non
6	B	Quoi / le son émis par le HP est un courant d'air / non / le son émis par le HP pousse l'air qui est devant lui
7	A	oui (clic) // non (pour la suivante)
8	B	Se déplace d'autant mieux que le volume sonore est élevé / non
9	A	Ah attends attends / si / non / je ne sais pas
10	B	Le son émis par le HP se déplace d'autant mieux que le volume
11	A	Attends attends on avait vu la fois dernière que quand la fréquence elle était basse ou haute que le son il était plus fort / la fréquence elle est haute ? ou plus basse
12	B	Bein haute / parce que regarde
13	A	Donc ça bouge de plus en plus
14	B	C'est comme ça que l'on fait (utilise le matériel) (elle a changé la fréquence)
		Utilisation du matériel
15	A	Ah non c'est qu'il est plus aigu

1	A	?
16	B	Oui / c'est l'amplitude qui
17	A	Oui mais alors l'amplitude ça ne change rien / regardes / regardes l'amplitude / attends comment c'est là l'amplitude
18	B	Oui c'est ça qui dit si c'est fort ou pas
19	A	Oui mais la bougie elle ne bouge pas plus quand c'est // quand ça change d'amplitude // ah si
20	B	Ah si
21	A	Donc heu le son émis par le haut-parleur se déplace d'autant mieux que le volume sonore est élevé
22	B	Ah c'est dans ce sens là ou dans l'autre
23	A	Non c'est dans ce sens là parce que regarde quand on bouge l'amplitude le volume il monte / la membrane elle se déplace de plus en plus / plus haut / du coup l'air il se déplace plus ouais enfin tu comprends
24	B	Ouais c'est comme (?) / le son émis est transporté par un déplacement
25	A	Le son émis parle haut-parleur pousse l'air qui est devant lui / je ne suis pas sur
26	B	Le son émis par le haut-parleur est transporté par un déplacement d'air / oui / non puisqu'on a dit que cela ne se déplacé pas l'air / c'est les particules
27	A	Mets validation je crois que c'est ça / je ne suis pas sur / (murmure le feed back)
		Vous souvenez vous de ce que vous avez répondu lors de l'interprétation microscopique ?

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	A	?
		Vous pouvez utiliser l'aide dans la page ci contre, le cours ou le dictionnaire de la bibliothèque avant de répondre à nouveau.
28	B	Je ne suis pas sur pour celui là / le son émis par le HP pousse l'air qui est devant lui /
		Vous souvenez vous de ce que vous avez répondu lors de l'interprétation microscopique ? Vous pouvez utiliser l'aide dans la page ci contre, le cours ou le dictionnaire de la bibliothèque avant de répondre à nouveau.
29	A	Met aide propagation / vibration / interprétation microscopique
30	B	C'est ça qu'ils nous ont demandé d'aller voir / les premières particules à vibrer celles en contact avec la source vibrante / la partie vibrante pousse les particules les plus proche d'elle / la perturbation du mouvement de ces particules se propagent par choc avec les particules voisines / un ensemble de particule qui vibre
		Interprétation microscopique : explication
31	A	Restent globalement au même endroit
32	B	Il n'y a pas déplacement de matière de l'émetteur au récepteur
33	A	Ok ça ne pousse pas l'air / ce n'est pas un courant d'air non plus puisque cela ne pousse pas l'air
34	B	Il n'y a pas un déplacement d'air / donc heu voilà / non

1	A	?
35	A	Mets propagation / animation / vas y clic Propagation animation
36	B	Ah oui /
37	A	Vas y remet
38	B	Je n'avais pas suivi
39	A	Mais si regardes // en fait la vague elle se propage elle arrive comme ça / elle arrive vers lui et elle continue
40	B	Oui
41	A	Ça déplace / clic là clic là
42	X	Une lame de scie est placé dans un étau Vibration animation (expérience de la lame de scie)
43	A	On s'en rappelle
44	B	C'est bon on s'en rappelle de ça (enfin regarde l'animation interprétation microscopique) Animation inter micro
45	A	C'est peut être ça qui est faux

Tâche 14 : Onde sonore (En résumé)

46	B	Fais voir // c'est la bonne réponse / le son est produit par une vibration qui se propage du milieu de propagation de la source au récepteur sans déplacement de matière / c'est ce que l'on appelle l'onde sonore // (page suivante) c'est le résumé là // la vibration de la source modifie le milieu / /
		C'est la bonne réponse. Le son est causé par une vibration qui se propage au travers du milieu de propagation de la source au récepteur sans déplacement de matière. C'est

46	B	Fais voir // c'est la bonne réponse / le son est produit par une vibration qui se propage du milieu de propagation de la source au récepteur sans déplacement de matière / c'est ce que l'on appelle l'onde sonore // (page suivante) c'est le résumé là // la vibration de la source modifie le milieu / /
		ce que l'on appelle l'onde sonore.

II.1.5 TP4 Deux grandeurs caractéristiques du son

Tâche 1 : Introduction

1	B	Etude des grandeurs caractéristiques d'un son
2	A	Appuie sur pré requis
3	I	Vous avez le matériel comme dans les TP précédents
4	B	On ne démarre pas le TP
5	A	On regarde d'abord / attend / prérequis / les différents éléments de la chaîne sonore /
6	A et B	Citer les grandeurs liées à l'onde sonore / savoir que la fréquence délivrée par le GBF est égale à la fréquence de vibration de la membrane /
7	B	Haut-parleur (elle se souvient d'un résultat du TP3 sur la partie Etude des mouvements périodiques)
8	A	Savoir utiliser le GBF / savoir utiliser l'oscilloscope / savoir lire les oscillogrammes / objectifs (lit en murmurant très rapidement) / vas y ensuite tâche / tâche
9	B	Etude des perceptions sonores / observations de l'influence du récepteur
10	A	Oui bon d'accord organigramme c'est quoi ?
11	B	Je ne me rappelle plus / tu sais c'est pour / c'est un plan
12	A	oui
13	B	On va faire ça / ça
14	A	Bon allez vas y démarrer le TP
15	X	Vous allez chercher à comprendre les caractéristiques du son que nous percevons et les grandeurs physiques qui caractérisent le comportement de la source
16	B	Le son en tant que sensation sonore est caractérisé par sa hauteur un son de plus en plus / son volume un son de plus en

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	B	Etude des grandeurs caractéristiques d'un son
		plus / oui d'accord / le son en tant que phénomène physique est associé à une vibration / cette vibration est caractérisée par la fréquence et l'amplitude
17	A	Une vibration est caractérisé par le volume ++ (elles font l'exercice)
18	B	La vibration ? par la fréquence et le volume / non / c'est écrit là / cette vibration est caractérisée par sa fréquence son amplitude / on regarde la réponse / le son en tant que phénomène physique est associé à une vibration qui est caractérisée par sa fréquence et son amplitude / oui c'est ce que l'on a mis / bon alors + (page suivante) / attend il n'y avait pas un test 2
		Le son en tant que phénomène physique est associé à une vibration qui est caractérisée par sa fréquence et son amplitude.
19	A	Si (reviennent en arrière)
20	X	Vous allez chercher à comprendre les caractéristiques du son que nous percevons et les grandeurs physiques qui caractérisent le comportement de la source
21	B	Le son en tant que sensation sonore est caractérisé par / et bien par sa hauteur et son volume /(page suivante) / l'tâche proposée se déroule en deux parties / augmenter puis diminuer l'amplitude de la tension à l'aide du bouton amplitude du générateur basse

1	B	Etude des grandeurs caractéristiques d'un son
		fréquence / attention ! la fréquence de la tension reste constante (soit à 1 Hz soit à 500 Hz)
		Le son en tant que sensation sonore est caractérisé par sa hauteur (plus ou moins aigu ou grave) et son volume (plus ou moins fort ou faible).

Tâche 2 : Expérience 1

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	B	Le son en tant que sensation sonore est caractérisé par / et bien par sa hauteur et son volume / (page suivante) / l'tâche proposée se déroule en deux parties / augmenter puis diminuer l'amplitude de la tension à l'aide du bouton amplitude du générateur basse fréquence / attention ! la fréquence de la tension reste constante (soit à 1 Hz soit à 500 Hz)
2	A	(elle murmure quelque chose à B)
3	B	Ah oui / études / Etude 1 / Etude du mouvement de la membrane / Perception visuelle (elle change l'amplitude dans les deux cas) / ça fait quoi si je bouge?
4	A	Eh bein ça va augmenter
5	B	Oui mais y a quoi qui / oui pourquoi là ça ne bouge pas
6	A	Quoi qu'est ce qui ne bouge pas
7	B	Ni en Hertz heu / ah mais non c'est la fréquence
8	A	Mais non c'est la fréquence
9	B	N'importe quoi
10	A	Mais tu peux changer tu peux mettre à 500 Hz là (on entend un son plus ou moins fort)
11	B	Ça me casse la tête
12	A	Etude de la sensation sonore

Tâche 3 : Etude 1

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

13	B	Attend on va remette à un Hz + c'est l'expérience ça / au cours de 5 expériences un manipulateur bouge le bouton de réglage de l'amplitude et parfois de la fréquence / pour la quelle de ces 5 expériences le manipulateur // cliquer dessus et bein là
14	A	Attend vas y remet
15	B	Bein là il change les deux / puisque là ça ralenti donc la fréquence là elle a ralenti donc cela ne peut pas être celle là
16	A	Oui / là ça ça accéléré
17	B	Là on / voilà ça ne peut pas être ça / hum hum hum hum hum hum (on entend qu'elle émet son en suivant le mouvement de la membrane) / oui mais là il n'a pas bouger le bouton de l'amplitude
18	A	Si regarde
19	B	T'es sur
20	A	Bien oui regarde c'est en train d'augmenter
21	B	Je ne le vois pas augmenter
22	A	Vas y regarde / reclique au début
23	B	Oui
24	A	Regarde
25	B	Là elle arrive là / oui après elle augmente un petit peu / oui tu as raison
26	A	Non je ne sais pas si elle augmente / vas y ensuite
27	B	Je ne suis pas sur / bon bref + non là
28	A et B	il a bougé la fréquence //
29	B	Ou là il y en a trois qui bougent en même temps / arrête la / hum hum hum hum hum
30	A	Moi je dirai que c'est pour celui là / oui pas sur

13	B	Attend on va remette à un Hz + c'est l'expérience ça / au cours de 5 expériences un manipulateur bouge le bouton de réglage de l'amplitude et parfois de la fréquence / pour la quelle de ces 5 expériences le manipulateur // cliquer dessus et bein là
31	B	Moi je ne suis pas sur que c'est pour celle là
32	A	Non mais parce que celle là là ça ne bouge pas
33	B	Tu tu tu tu tu +
34	A	Tu la voit augmenter là la truc / ah oui peut être / si si si c'est celle là
35	B	Attend deux secondes / je peux aller voir là
36	X	Vous allez chercher à comprendre les caractéristiques du son que nous percevons et les grandeurs physiques qui caractérisent le comportement de la source
37	A	Vas y vas y vas y appuie
38	B	Ah non c'était là deux petites secondes voilà / je veux juste regarder un truc / si je la met très haute qu'est ce qu'elle fait + non elle ne va pas stagner hein / et si je la met très basse / ah si / alors cela serait la cinq
39	A	Vas y remet
40	B	Où
41	A	Mesure 1 / eh bien là clic
42	B	Ha + hum tac tac tac tac tac tac
43	A	Moi je dirai que c'est celle là
44	B	Moi aussi / tac tac / c'est vrai que c'est un peu dur à voir (?) je trouve /voilà j'ai vu / on avait raison / le déplacement de la

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

13	B	Attend on va remette à un Hz + c'est l'expérience ça / au cours de 5 expériences un manipulateur bouge le bouton de réglage de l'amplitude et parfois de la fréquence / pour la quelle de ces 5 expériences le manipulateur // cliquer dessus et bein là
		membrane du haut-parleur sera d'autant plus grand que l'amplitude de la tension est grande, pour une même fréquence. A aucun moment, la fréquence change si l'on augmente l'amplitude / c'est à dire, si le déplacement est plus petit ou plus grand / c'est bon / on l'a vu en fait / je crois que c'est difficile à distinguer si ça monte ou /
		Le déplacement de la membrane du haut-parleur sera d'autant plus grand que l'amplitude de la tension est grande, pour une même fréquence. A aucun moment, la fréquence change si l'on augmente l'amplitude c'est à dire, si le déplacement est plus petit ou plus grand.
45	A	Oui c'est dur

Tâche 4 : Etude 2

46	B	Ah mais non il y a une mesure deux (page suivante et revient) / j'oublie tout le temps les mesure 2 / En quoi le son est différent lorsque vous augmentez l'amplitude / le son est // plus fort plus faible
47	A	Vas y remet / remet l'expérience // oui mais il faut mettre sur 500 pour entendre le son
48	B	Moins fort / mais c'est toujours la même intensité / c'est toujours le même son / mais + plus fort en fait / de plus en plus fort
49	A	Oui

Tâche 5 : Interprétation

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

50	B	Plus on augmente plus c'est fort / de plus en plus grave / non / aussi fort / non + (page suivante) / maintenant il vous est demandé de faire le lien entre la vibration et la perception sonore / qu'entend on quand on fait varier l'amplitude de la tension électrique dans l'expérience ci contre
51	A	Vas y
52	X	La fréquence de la tension reste constante / augmentons puis diminuons l'amplitude de la tension électrique et écoutons le son émis
53	B	Là il diminue
54	A	Alors
55	B	(?) Le son
56	A	Attend c'est quoi la question / qu'entend on quand on fait varier l'amplitude de la tension électrique + (elle tape)
57	B	Non n'écrit pas lorsque parce que après c'est trop long nos réponses / je crois non
58	A	Lorsque
59	B	L'amplitude est de plus en plus forte / est de plus en plus grande / le son est de plus en plus fort
60	A	On va mettre attend attend (elle efface)
61	B	Allez
62	A	Le d
63	B	Quand l'amplitude / on augmente l'amplitude / le son est de plus en plus fort / l'amplitude virgule le son est de plus en plus fort
64	A	Pourquoi ?
		Relation perception sonore et amplitude
65	B	Aucune idée / attend quand on

50	B	Plus on augmente plus c'est fort / de plus en plus grave / non / aussi fort / non + (page suivante) / maintenant il vous est demandé de faire le lien entre la vibration et la perception sonore / qu'entend on quand on fait varier l'amplitude de la tension électrique dans l'expérience ci contre
		augmente l'amplitude le son est de plus en plus fort / met réponse / ça ne sert à rien si on met quelque chose si on en connaît rien + la variation de l'amplitude de la tension modifie l'amplitude de la vibration // de la source de son
		La variation de l'amplitude de la tension modifie l'amplitude de la vibration de la source de son. La perception sonore associée est un son plus ou moins fort ou faible (variation du volume sonore). Comparer votre réponse à cette dernière et revenez alors à l'expérience pour vérifier.
66	A	La variation de l'amplitude de la tension
67	B	modifie l'amplitude de la vibration de la source de son
68	A	Oui bon d'accord / c'est ce que l'on a trouvé depuis tout à l'heure
69	B	La perception sonore associée est un son plus ou moins fort ou faible variation du volume sonore c'est ça / comparer votre réponse à cette dernière et revenez alors à l'expérience pour vérifier / bein c'est ce que l'on a mis mais ils nous expliquent pas pourquoi

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

50	B	Plus on augmente plus c'est fort / de plus en plus grave / non / aussi fort / non + (page suivante) / maintenant il vous est demandé de faire le lien entre la vibration et la perception sonore / qu'entend on quand on fait varier l'amplitude de la tension électrique dans l'expérience ci contre
70	A	Monsieur / ici là dans l'interprétation ils disent justifier mais ce n'est pas // mais ce n'est pas justifié dans la réponse du professeur / pourquoi pourquoi pourquoi quand on augmente la tension du GBF
71	B	Non l'amplitude
72	A	Heu l'amplitude / l'amplitude de la tension ça ça fait / ça augmente l'amplitude de la source de son et le son il devient de plus en plus fort / ce n'est pas expliqué pourquoi le son il devient de plus en plus fort
73	I	L'amplitude de vibration de la membrane devient de plus en plus grande si l'amplitude de la tension électrique augmente
74	B	Ah d'accord plus l'amplitude elle va être grande / plus la membrane elle va bouger et plus le son il va fort
75	A	Oui mais ça n'explique pas pourquoi le son va être plus fort
76	B	Mais si la membrane
77	A	Bein d'accord la membrane elle va bouger plus vite / mais pourquoi le son il va être plus fort ++
78	B	Regarde / t'as un tambourin tu

50	B	Plus on augmente plus c'est fort / de plus en plus grave / non / aussi fort / non + (page suivante) / maintenant il vous est demandé de faire le lien entre la vibration et la perception sonore / qu'entend on quand on fait varier l'amplitude de la tension électrique dans l'expérience ci contre
		tapes un tout petit coup, tu n'entend pas fort / parce que tu tapes un tout petit coup et la membrane elle ne va pas beaucoup bouger
79	A	Mais ce n'est pas en fonction de l'air qui est qui déplacé plus vite / en fonction des particules qui seront
80	I	Les particules vont être déplacer avec une amplitude plus grande
81	A	Les particules vont se déplacer avec un plus grand déplacement
82	I	L'amplitude des particules est l'amplitude de l'onde sonore / alors, la perception sonore plus forte c'est ce que nous percevons au niveau de notre oreille / cette perception est due à la propagation de l'onde sonore par exemple du haut-parleur à l'oreille un récepteur
83	B	Ah oui
84	I	Ça va ou
85	A	Oui oui c'est bon

Tâche 6 : Expérience 2

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	B	Cette nouvelle tâche expérimentale se déroule en deux parties/ augmenter puis diminuer la fréquence de la tension / à partir du bouton
2	A	Etude 1 Etude du mouvement de la membrane lorsqu'on augmente la fréquence de vibration
3	B	Perception visible / non visuelle
4	A	Visuelle
5	B	J'invente
6	A	Vas y / ça va bouger plus vite en fait
7	B	Etude du mouvement de la membrane lorsqu'on augmente la fréquence
8	A	Ça va bouger plus vite
9	B	Bein oui (elle modifie la fréquence)
10	A	Oh
11	B	Oulala / ça fait bizarre regarde / là elle bouge / oui / j'augmente un peu / on ne voit plus rien /oui tu sais ça commence à être flou / le truc de la persistance rétinienne + si tu veux tu t'amuses
12	A	Ah oui
13	B	Superbe la gamme chromatique
14	A	B ça fait mal aux oreilles / Mesure 1

Tâche 7 : Etude 1

15	B	Au cours de 5 expériences le manipulateur bouge le bouton
16	A	De la fréquence et parfois de l'amplitude pour laquelle de ces nanana /
17	B	Ok / non l'amplitude elle a bougé / ce n'est pas les mêmes valeurs
18	A	Oui + la aussi non
19	B	Oui il me semble
20	A	Oui oui regarde elle était petite au début
21	B	Oui / non au contraire il n'a pas bougé la fréquence / c'est toujours la même amplitude
22	A	Oui / vas y ensuite / je crois que c'est ça
23	B	Là par contre / on regarde la dernière alors
24	A	Elle grandit l'amplitude
25	B	Même truc que celle ci / je ne suis pas sûre on fait
26	A	Oui c'est bon
		La variation de la fréquence de la tension modifie la fréquence de vibration de la source de son. La perception sonore associée est un son plus ou moins aigu ou grave (variation de la hauteur).

Tâche 8 : Etude 2

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

27	B	Je l'ai mise comme tout à l'heure / mesure 2 en quoi le son est différent quand vous augmentez la fréquence
28	A	De plus en plus aigu
29	B	Le son est de plus en plus aigu / plus la fréquence est grande plus le son perçu est aigu
		C'est exact. Plus la fréquence de la vibration est grande, plus le son perçu est aigu.
30	A	Non non c'est bon on est mesure 2 là / c'est là (page suivante)

Tâche 9 : Interprétation

31	B	Il vous est demandé de faire lien entre la vibration et la perception sonore / relier la variation de la fréquence de la tension avec la sensation auditive à partir de l'expérience ci contre / je la fait
32	A	Oui oui vas y
33	X	L'amplitude de la tension reste constante / augmentons puis diminuons la fréquence de la tension électrique et écoutons le son émis
34	B	C'est ce que l'on vient de voir de toute façon / vas y là / lorsqu'on augmente la fréquence est élevée / est forte / est grande / c'est bon / la variation de la fréquence de la tension modifie la fréquence de vibration de la source de son / la perception sonore associée est un son dont la hauteur varie / ce son est de plus en plus aigu ou grave selon que l'on augmente ou diminue la fréquence / comparer votre réponse à cette dernière et revenez à l'expérience pour vérifier / c'est ce que l'on avait trouvé / (page suivante) /
		La variation de la fréquence de la tension modifie la fréquence de vibration de la source de son. La perception sonore associée est un son dont la hauteur varie. Ce son est de plus en plus aigu ou grave selon que l'on augmente ou diminue la fréquence. Comparer votre réponse à cette dernière et revenez à l'expérience pour vérifier.
35	A	Hum

Tâche 11 : Définition d'un oscilloscope

1	B	vous venez d'étudier les caractéristiques du son à partir d'un GBF et d'un haut-parleur maintenant vous allez utiliser un oscilloscope (page suivante) / un oscilloscope, branché aux bornes d'un générateur basse fréquence permet de visualiser en fonction du temps les variations de l'amplitude et de la fréquence d'une tension électrique le temps est représenté sur l'axe des abscisses et l'amplitude sur l'axe des ordonnées / Augmenter puis diminuer la fréquence et l'amplitude de la tension délivrée par le générateur au haut-parleur voir l'expérience en réelle / observer la courbe à l'oscilloscope et écouter le son émis / bon alors on fait démarrer / qu'est ce que l'on fait bouger en premier
2	A	Ça /ça va être plus petit / ça va rétrécir le truc (on entend le son)
3	B	Oulà / oh attend / ah oui
4	A	Bien oui ça bouge plus vite donc les courbes elles sont
5	B	Voilà / et là de plus en plus doucement / là c'est à 0 + plus elles sont serrées / c'est ça (on entend un son elle augmente la fréquence)
6	A	Oui
7	B	Bon aller on va la laisser au milieu (la valeur de la fréquence)
8	A	Normalement l'amplitude c'est de plus en plus haut
9	B	Oui

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	B	vous venez d'étudier les caractéristiques du son à partir d'un GBF et d'un haut-parleur maintenant vous allez utiliser un oscilloscope (page suivante) / un oscilloscope, branché aux bornes d'un générateur basse fréquence permet de visualiser en fonction du temps les variations de l'amplitude et de la fréquence d'une tension électrique le temps est représenté sur l'axe des abscisses et l'amplitude sur l'axe des ordonnées / Augmenter puis diminuer la fréquence et l'amplitude de la tension délivrée par le générateur au haut-parleur voir l'expérience en réelle / observer la courbe à l'oscilloscope et écouter le son émis / bon alors on fait démarrer / qu'est ce que l'on fait bouger en premier
10	A	Faut la faire l'expérience / on est obligé ou pas ?
11	B	On ne peut pas la faire à la fin
12	A	Quoi
13	B	C'est bon on a compris
14	I	c'est branché
15	B	Que représente la courbe visualisée le son l'image du son la tension électrique délivrée par le GBF
16	A	L'image du son
17	B	celle ci / non je rigole / quand même pas
18	A	Ah ah
		Avez vous bien lu la définition d'un oscilloscope dans la page de gauche ?
19	B	Hum / bon on va relire la

1	B	<p>vous venez d'étudier les caractéristiques du son à partir d'un GBF et d'un haut-parleur maintenant vous allez utiliser un oscilloscope (page suivante) / un oscilloscope, branché aux bornes d'un générateur basse fréquence permet de visualiser en fonction du temps les variations de l'amplitude et de la fréquence d'une tension électrique le temps est représenté sur l'axe des abscisses et l'amplitude sur l'axe des ordonnées / Augmenter puis diminuer la fréquence et l'amplitude de la tension délivrée par le générateur au haut-parleur voir l'expérience en réelle / observer la courbe à l'oscilloscope et écouter le son émis / bon alors on fait démarrer / qu'est ce que l'on fait bouger en premier</p>
		<p>définition d'un oscilloscope dans la page de gauche / un oscilloscope // les variations de l'amplitude et de la fréquence de la tension électrique</p>
20	A	<p>C'est ça / parce que regarde l'amplitude elle est là et la fréquence elle est là</p>
		<p>La courbe visualisée est la représentation graphique de la tension électrique délivrée par le générateur au haut-parleur en fonction du temps.</p>

Tâche 12 : étude des grandeurs caractéristiques du son

1	B	Bien oui c'est clair (page suivante) / oscillogramme de référence / oscillogramme à étudier
2	A	Etude des grandeurs caractéristiques du son (volume sonore et hauteur) à l'oscilloscope / par rapport
3	B	Parle plus fort
4	A	Par rapport au son émis par le haut-parleur de référence déterminer les caractéristiques du son associées à l'oscillogramme du haut-parleur à étudier / je recommence /
5	B	Oui je ne sais pas ce que tu dis
6	A	Par rapport au son émis par le haut-parleur
7	B	De référence
8	A et B	Déterminer les caractéristiques du son associées à l'oscillogramme du haut-parleur à étudier
9	A	Valider et vérifier votre réponse en comparant les deux sons / remarque / la sensibilité et la vitesse de balayage ont toujours la même valeur durant l'expérience / ok d'accord / alors vas y
10	B	Je fais comment
11	A	Tu cliques
12	B	Je ne comprends pas
13	A	Bien si là
14	B	Non mais je ne comprend pas la différence / pourquoi là on peut entendre et pas là ?
15	A	Vas y clique
16	B	Bien on en peut pas là
17	A	Parce que justement on ne l'entend pas / il faut comparer ça à ça / pourquoi là on l'entend pas / alors / arrête / arrête le (lance le son) /

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	B	Bien oui c'est clair (page suivante) / oscillogramme de référence / oscillogramme à étudier
18	B	Je ne sais pas comment on l'éteind
19	A	Ça fait / là là la fréquence elle est de
20	B	Oui mais tu ne connais pas la sensibilité
21	A	Oui mais on s'en fout c'est pour voir / il n'y a pas le même nombre de carreau de toute manière pour la / la fréquence c'est pas la même
22	B	Oui bon c'est sur
23	A	D'accord / et l'amplitude non plus / donc là la fréquence elle est plus grande et l'amplitude aussi et là la fréquence elle est plus petite et l'amplitude aussi
24	B	Hum
25	A	Par rapport à l'oscillogramme
26	B	Oui parce que là il y a
27	A	de référence le son associé à l'oscillogramme à étudier est / alors la fréquence elle est plus petite attend / je réfléchi / la fréquence / quand la fréquence elle est plus faible le son il est / plus grave et quand l'amplitude elle est plus faible / le son est plus faible aussi / donc c'est plus grave et plus faible je crois / je ne suis pas sur
28	B	Par rapport à l'oscillogramme de référence le son associé à l'oscillogramme à étudier est
29	A	Attend là on l'entend le son il est assez aigu et il est fort / et là le son il est barré on ne peut pas l'entendre / il faut deviner justement comment il est le son / comme l'amplitude elle est moins grande le son il va

1	B	Bien oui c'est clair (page suivante) / oscillogramme de référence / oscillogramme à étudier
		être moins fort / et comme la fréquence elle est plus grande là elle est moins grande là / le son là il va être plus grave / non / si plus grave
30	B	Non plus aigu
31	A	Si plus grave / plus la fréquence est petite plus le son est aigu ?
32	B	Oui mais là la fréquence elle est plus grande là que là
33	A	ah non
34	B	Ah oui ah mais oui
35	A	Attends si / je ne sais plus / attends $F = 1/T$ donc là mettons / donc ça fait T c'est la période là elle est de
36	B	1 divisé par 3 dis moi combien ça fait
37	A	Attends /. Elle est c'est ça la période / donc ça fait en gros / un deux trois quatre cinq carreaux / et là ça fait deux carreaux
38	B	Mais non elle est plus grande là
39	A	Donc ça fait $1/5$
40	B	Elle est plus grande
41	A	Elle est plus grande là / donc celui là il va être plus aigu et moins fort / et plus faible / ah ah / n'oubliez de comparer les deux sons après avoir validé / c'est fait
42	B	Suite
		diode verte
43	A	Alors / vas y fait là / là /
44	B	L'amplitude elle est de combien / combien de carreaux
45	A	L'amplitude elle est / c'est la

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	B	Bien oui c'est clair (page suivante) / oscillogramme de référence / oscillogramme à étudier
		même
46	B	Deux carreaux oui
47	A	par contre la fréquence là elle est plus grande / non elle est plus petite là que là donc le son il va être plus grave
48	B	Hé oui plus grave
49	A	Non plus grave et identique / voilà
		Diode verte
50	B	C'est bon / alors suite
51	A	Alors /
52	B	Combien de carreaux / un deux
53	A	L'amplitude elle est plus grande ça se voit puisque la sensibilité n'a pas changé / et le truc aussi / la fréquence aussi
54	B	La fréquence elle est plus
55	A	Elle est plus grande là que là
56	B	Oui
57	A	Donc ça va être plus grave
58	B	Plus grave
59	A	Et plus fort
60	B	Plus fort / oui
		diode verte
61	A	voilà
62	B	Alors là / mais on vient de le faire celui là
63	A	Non met suite / heu / je crois que c'est les mêmes / oui c'est tout identique / voilà / suite
		diode verte
64	B	L'amplitude là elle est plus petite / donc ça va être plus grave
65	A	Non attend / l'amplitude elle est plus petite donc le son il va être
66	B	Plus grave

1	B	Bien oui c'est clair (page suivante) / oscillogramme de référence / oscillogramme à étudier
67	A	Non pas plus grave
68	B	Heu plus faible
69	A	Oui
70	B	Tu comptes combien de carreaux toi
71	A	Là ça ne change pas il y en a cinq / et là un deux trois
72	B	Il y en a 6
73	A	il y en a cinq aussi / non je dirai 5 pareil
74	B	Non / attend /regarde tu te mets à ce carreau là / non / on se mettre à ce carreau d'accord / pour que cela revienne à ce carreau là il en faut combien / un deux trois quatre cinq / t'as raison cinq
75	A	C'est la même / et c'est identique le / voilà / suite / alors là
		diode verte
76	B	L'amplitude elle est plus grande donc ça va être plus aigu
77	A	Heu attend
78	B	Oui c'est obligé
79	A	Attends attends / l'amplitude ce n'est pas ça / l'amplitude c'est si c'est plus fort ou moins fort
80	B	Oui je me plante toujours
81	A	Donc l'amplitude elle va être / voilà plus fort / et un deux trois quatre cinq / je crois que c'est la même fréquence encore/ donc c'est identique
82	B	Bon on va se mettre à ce carreau là hein / on se met au milieu / un deux trois quatre
83	A	Un deux trois quatre cinq / tu comptes un demi de chaque côté

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	B	Bien oui c'est clair (page suivante) / oscillogramme de référence / oscillogramme à étudier
84	B	Non mais là tu es pile dessus et là tu n'est pas pile dessus/ regarde
85	A	Non mais ce n'est pas ça regarde / un deux trois quatre pour arriver au milieu ça fait à peu près la moitié du carreau
86	B	C'est 4,5
87	A	Moi je dirai 5
88	B	Là t'es d'accord que là le point qui va monter / le premier point qui va monter il est au milieu du carreau
89	A	Oui
90	B	T'es d'accord / et ici le premier point qui va monter il est sur le sur la ligne
91	A	Non il est un tout petit peu après
92	B	Oui mais en tout cas / ça ne fait pas pareil moi je trouve / regarde là t'as le trait il ne s'arrêtes là là
93	A	Oui mais alors il est où là le trait / il n'est pas non plus au milieu du carreau il est à peu près pareil
94	B	Non c'est mal fait / il y a un truc qui est mal
95	A	Mais non regarde c'est pareil là / là il est là le trait là aussi / quand il y a un deux trois quatre / un deux trois quatre carreaux
96	B	Oui
97	A	un deux trois quatre carreaux là il est là / là il est au milieu / donc c'est la même donc identique +
		diode verte
98	B	On a tout juste /on ne va peut

1	B	Bien oui c'est clair (page suivante) / oscillogramme de référence / oscillogramme à étudier
		être pas se le refaire

Tâche 13 : Expérience étude des caractéristiques physiques de la vibration

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

99	A	Non / expérience / étude des grandeurs caractéristiques physiques de la vibration fréquence et amplitude à l'oscilloscope / comparer les deux oscillogrammes donné par l'haut-parleur de référence et l'haut-parleur test
100	B	Ah oui c'est pareil que tout à l'heure
101	A	Et déterminer les caractéristiques physiques de la vibration correspondant à l'oscillogramme de droite
102	B	Donc l'amplitude elle est plus petite
103	A	Valider et vérifier votre réponse en comparant les deux sons / remarque la sensibilité et la vitesse de balayage (murmure) / oscillogramme de référence / alors l'amplitude elle est
104	A et B	Plus petite
105	A	Et et
106	B	La fréquence elle est elle est plus petite aussi
107	A	Et bien non elle est
108	B	plus grande
109	A	Oui elle est plus grande
110	B	Ah
		diode verte
111	A	Ensuite suite / alors / alors là / l'amplitude c'est la même par contre la fréquence elle est plus grande / oui plus grande / oui attend plus grande
112	B	Oui
113	A	Ensuite / suite /
		diode verte
114	B	Ça
115	A	Suite
116	B	Ah oui
117	A	L'amplitude elle est plus grande

99	A	Non / expérience / étude des grandeurs caractéristiques physiques de la vibration fréquence et amplitude à l'oscilloscope / comparer les deux oscillogrammes donné par l'haut-parleur de référence et l'haut-parleur test
118	B	Plus grande
119	A	Et la fréquence elle est plus petite / suite
		diode verte
120	B	L'amplitude elle est plus grande
121	A	Elle est plus grande par contre la fréquence 1 2 3 4 c'est la même
122	B	Vous ne pouvez pas baisser (en direction de l'autre groupe)
		diode verte
123	A	Là c'est identique les deux / identique
124	B	Oui en fait c'était comme si elle se prolongeait + +
125	A	Suite
		diode verte
126	B	Ah oui / amplitude plus petite
127	A	Alors là l'amplitude c'est la même
128	B	Non l'amplitude est plus petite
129	A	Non l'amplitude est plus petite et la fréquence c'est la même
130	B	Oui
		diode verte

Tâche 14 : En résumé

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

131	A	C'est trop (page suivante) / en résumé la hauteur d'un son est essentiellement lié à la fréquence de vibration / le volume d'un son est essentiellement lié à l'amplitude de vibration / mais ça fait trois cent ans qu'on le sait ça / depuis le début que l'on a commencé
132	X	Augmentons puis diminuons la fréquence de la tension électrique et observons la courbe sur l'écran de l'oscilloscope
133	B	Mais ça ça ne sert à rien de le faire (la vidéo) à la fin il fait cricricricri / et voilà / là il a diminué et ça va refaire et c'est bon
134	A	Bien là c'est pareil sauf que ça va être la tension / la fréquence
135	B	Bon bien c'est bon alors / l'amplitude

Tâche 15 : Application création d'un oscilloscope

1	A	Heu l'amplitude (page suivante)/ alors application création d'un oscillogramme hé / Ecouter le son émis par le haut-parleur / régler les boutons amplitude et fréquence du générateur, de façon à ce que le son du haut-parleur test soit le même que le haut-parleur de référence /
2	B	l'oscillogramme correspond
3	A et B	à la tension délivrée par le générateur du haut-parleur test
4	A	Astuce / un haut-parleur test situé sous les deux boutons vous permettra d'écouter régulièrement le son associé à la tension dessinée //
5	B	Par le générateur au haut-parleur test / ha / oui ça y'est j'ai compris
6	A	Alors haut-parleur de référence (lance le son) / hein il y pas de son (clique dessus sans rien changer)
7	B	Non il faut mettre regarde je vais te montrer / tu te mets là
8	A	Mais non
9	B	(lancement Hpref) et le haut-parleur test / bein le haut-parleur de test / regardes là tu ne peux pas / ah merde
10	A	Non c'est celui là / (lancement son) ah si
11	B	Regardes on est on est bien en dessous là (rep graphique)
12	A	Bon alors attends / le son il est plus grave donc il faut augmenter heu / le la fréquence // top là c'est trop aigu // non c'est trop grave / ah il est moins fort celui là
13	B	C'est le même

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	A	Heu l'amplitude (page suivante)/ alors application création d'un oscillogramme hé / Ecouter le son émis par le haut-parleur / régler les boutons amplitude et fréquence du générateur, de façon à ce que le son du haut-parleur test soit le même que le haut-parleur de référence /
14	A	C'est le même son mais il est moins fort / voilà vas y / ah (elles testent les deux sons)
15	B	c'est exactement pareil
16	A	Voilà //
17	B	Voilà / on voit que l'on est musicienne / je rigole / cliquer sur suite /
18	A	Oui mais là / il y a des gens qui n'arrivent pas à voir si un son il est plus grave ou plus aigu
19	B	Oui
20	A	Ni plus fort / non peut être
21	B	Oui comme ça j'arrive / oui mais tu sais quand tu dois trouver un accord dans la musique entre deux clarinettes par exemple je n'y arrive pas
22	A	Ecouter le son émis par le haut-parleur
23	B	Hé c'est le même c'est le même / dans la page précédente on l'a déjà fait / non
24	A	Attends / écouter le son émis par le haut-parleur nanananana / oui oui c'est ça on vient de refaire (elles pensaient qu'en cliquant sur suite elles allaient changer d'tâche) / expérience / après avoir répondu à la question ci contre, réaliser les expériences

1	A	Heu l'amplitude (page suivante) / alors application création d'un oscillogramme hé / Ecouter le son émis par le haut-parleur / régler les boutons amplitude et fréquence du générateur, de façon à ce que le son du haut-parleur test soit le même que le haut-parleur de référence /
		proposées

Reproduire le même son

Tâche 16 : Question

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	A	Attends / écouter le son émis par le haut-parleur nanananana / oui oui c'est ça on vient de refaire (elles pensaient qu'en cliquant sur suite elles allaient changer d'tâche) / expérience / après avoir répondu à la question ci contre, réaliser les expériences proposées
2	B	Attends on va d'abord répondre / qu'est ce qui fait que deux sons sont identiques au niveau de la perception ? même amplitude et même fréquence / voilà / au niveau de la perception
3	A	Non
4	B	Ah non
5	A	Oui (elle clique) / c'est exacte cependant il vous est conseillé de consulter la réponse du professeur
6	B	Si deux sons possèdent le même volume sonore et la même hauteur, on peut alors dire qu'ils sont identiques. Expérience 1
		Si deux sons possèdent le même volume sonore et la même hauteur, on peut alors dire qu'ils sont identiques.

Tâche 17 : Expérience 1

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

7	A	Reproduire le son de référence émis par le haut-parleur de gauche à l'aide des boutons fort faible aigu et grave / attention seule votre perception auditive vous conduira à la bonne réponse ! retrouver le son de référence à l'aide des deux potentiomètres fort faible et aigu grave / haut-parleur de référence / vas y
8	B	En fait c'est ce que l'on vient de faire
9	A	Oui sauf que là ce n'est pas les mêmes boutons (son) / attends on a pas écouté celui là
10	B	Non mais
11	A	Plus aigu
12	B	Déjà on va couper la sonorité parce que
13	A	Il est moins fort je crois
14	B	Ouais
15	A	Non moins fort moins fort moins fort
16	B	Ah / il est fort
17	A	Oui mais il n'est pas aussi fort que ça // écoute comment tu la mis fort là
18	B	Ah / mais pas de beaucoup
19	A	Ah / je t'assure qu'il est vraiment plus
20	B	C'est à l'oreille
21	I	Je vais baisser un peu
22	A	Oui mais cela va nous troubler dans notre réglage
23	B	Celui là il est plus aigu
24	A	Plus grave / non trop grave /
25	B	Oui
26	A	Oh / il était juste là // non remontre l'autre / voilà / attends oui c'est bon c'est lui / non

7	A	Reproduire le son de référence émis par le haut-parleur de gauche à l'aide des boutons fort faible aigu et grave / attention seule votre perception auditive vous conduira à la bonne réponse ! retrouver le son de référence à l'aide des deux potentiomètres fort faible et aigu grave / haut-parleur de référence / vas y
27	B	Il est un tout petit peu moins fort
28	A	Non je crois que c'est bon
29	B	Un tout petit peu moins fort
30	A	Non je crois que c'est bon / si tu bouges cela ne va pas aller / ah
31	B	Oui / ok alors
32	A	Oui c'est vrai il a changé
33	B	Oui mais pas de beaucoup
34	A	Ah mais vraiment pas de beaucoup
35	B	Il ne change plus / tu me dis / moins il est celui là
36	A	Je ne sais pas
37	B	Voilà / (?)
38	A	C'est bon là c'est le même
39	B	Ah mais on en sait pas si c'est juste ou quoi / cela doit être juste
		Si deux sons possèdent la même hauteur et le même volume sonore, on peut alors dire qu'ils sont identiques. Pour continuer l'expérience avec un autre son de référence il faut cliquer sur 'Suite'.

Tâche 18 : Expérience 2

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

40	A	Oui je pense / expérience 2 / oui mais là ça recommence l'expérience avec d'autres sons / on ne va pas la refaire trente six mille fois l'expérience / reproduire le son entendu à l'aide des boutons fréquence et amplitude et de / des boutons fréquence et amplitude et de l'oscillogramme que vous allez construire au fur et à mesure (lancement son)
41	B	Arrête le / voilà / donc ok
42	A	Il faut régler ça (son) / plus aigu / beaucoup plus aigu
43	B	Bein on a qu'à se repérer au truc /
44	A	Alors attend ça fait / un deux trois / il faut qu'il y ait trois carreaux entre le / c'est bon c'est le même / c'est bon
45	B	Ah / je croyais que c'était fini / (page suivante)
		Les deux sons émis ont la même hauteur et le même volume sonore. Les fréquences de vibration et les amplitudes de vibration des deux haut-parleurs sont identiques.

Influence de la position du récepteur par rapport à l'émetteur au niveau des grandeurs caractéristiques du son

Tâche 19 : introduction

1	A	<p>C'est ce que l'on avait fait là / grandeurs caractéristiques du son au niveau de l'émetteur et du récepteur / dans cette dernière partie / vous allez observer et analyser l'influence de la position du récepteur par rapport à l'émetteur au niveau des grandeurs caractéristiques du son puis des grandeurs caractéristiques de la vibration et enfin de la représentation obtenue à l'oscilloscope / nous vous proposons dans les pages suivantes trois expériences à partir desquelles vous allez étudier ce phénomène</p>
1	A	<p>C'est ce que l'on avait fait là / grandeurs caractéristiques du son au niveau de l'émetteur et du récepteur / dans cette dernière partie / vous allez observer et analyser l'influence de la position du récepteur par rapport à l'émetteur au niveau des grandeurs caractéristiques du son puis des grandeurs caractéristiques de la vibration et enfin de la représentation obtenue à l'oscilloscope / nous vous proposons dans les pages suivantes trois expériences à partir desquelles vous allez étudier ce phénomène</p>

Tâche 20 : expérience 1

2	B	J'adore comment tu causes on dirait une hôtesse de l'air / bon nous vous proposons dans les pages suivantes trois expériences à partir desquelles vous allez étudier ce phénomène / allez (page suivante) / polo et cardi ouh
3	A	Oulala c'est Polo
4	B	C'est polo et cardi habitent à deux kilomètres l'un de l'autre / dans le village situé à un kilomètre de cardi / la cloche de l'église sonne
5	A	Attend / polo et cardi habitent à deux kilomètres l'un de l'autre / dans le village situé à un kilomètre de chez cardi / la cloche de l'église sonne
6	B	Si tu veux là il y a un km et là il y en a deux
7	A	Voilà / non là il y en a trois / à partir de là trois
8	B	Non mais je suis là moi / regardes mes doigts
9	A	Oui à partir de là il y en a deux d'accord
10	B	Comparer les caractéristiques du son émis par la cloche de l'église
11	A	Et bein il va être moins fort / et par contre je pense qu'il va être aussi
12	B	Non il n'y a pas de (?) / chez cardi / en tout cas plus fort
13	A	Mais on peut écouter / on ne peut pas écouter la cloche qui sonne /
14	B	Non
15	A	Monsieur / on peut écouter les cloche du village
16	I	Non
17	A	Pas drôle
18	B	Mais alors /

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

2	B	J'adore comment tu causes on dirait une hôtesse de l'air / bon nous vous proposons dans les pages suivantes trois expériences à partir desquelles vous allez étudier ce phénomène / allez (page suivante) / polo et cardi ouuh
19	A	Chez Cardi
20	B	Mais non cela sera identique / tu l'identifies à quoi c'est ce que je demande
21	Autre	Monsieur est ce que là ce qu'ils demandent c'est heu (changement de cassette)
22	A	Oui plus faible / non plus fort pourquoi tu mets plus fort
23	B	Plus faible / oui celui qui est là
24	A	Oui plus faible et plus aigu ou plus grave ou identique ?
25	B	Et lui c'est encore plus faible / quoi ?
26	A	Plus aigu plus grave
27	B	Pareil
28	A	Je ne sais pas / vas y valide on va voir / c'est exacte cependant il vous est conseillé de consulter la réponse du professeur /
29	B	Plus on s'éloigne de la source de son plus on perçoit un son dont le volume sonore est faible / c'est bon
		Plus on s'éloigne de la source de son, plus on perçoit un son dont le volume sonore est faible.

Tâche 21 : Expérience 2

30	A	Expérience 2 / polo et cardi habitent à deux km l'un de l'autre /
31	B	C'est pareil
32	A	Dans le village situé à un km de chez cardi la cloche sonne / déterminer comment les caractéristiques physiques de l'onde sonore la fréquence et l'amplitude vont évoluer suivant que l'on se trouve chez Polo et chez cardi
33	B	La fréquence est identique
34	A	Alors / la fréquence / alors là la fréquence
35	B	C'est parce que c'est le même son c'est
36	A	Fréquence toujours pareil / par contre l'amplitude elle est plus petite / là encore plus petite et identique / voilà / c'est exacte cependant il vous est conseillé de consulter la réponse du professeur / En effet, précédemment nous avons pu constater que plus on s'éloigne de la source sonore, plus le son perçu est faible / ainsi, seule l'amplitude de vibration diminue suivant la distance par rapport à la source / d'accord / alors expérience 3 / le microphone est un récepteur sonore il reçoit le son émis / il reçoit le son émis par un émetteur / le microphone est un récepteur sonore / mais mais laissez nous réfléchir (parle à l'autre groupe) / le microphone est un récepteur sonore il reçoit le son émis par un émetteur un haut-parleur / déterminer la forme de la tension en fonction du temps ou là là (mais attend on a rien

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

30	A	Expérience 2 / polo et cardi habitent à deux km l'un de l'autre /
		mis encore (parle à l'autre groupe) /
		En effet, précédemment nous avons pu constater que plus on s'éloigne de la source sonore, plus le son perçu est faible. Ainsi, seule l'amplitude de vibration diminue suivant la distance par rapport à la source.

Tâche 22 : Expérience 3

37	B	un récepteur sonore il reçoit le son émis par l'émetteur le haut-parleur
38	A et B	Déterminer la forme de la tension en fonction du temps
39	B	Oui c'est fonction du temps
40	A	Aux bornes de ces deux microphones / connaissant celle du haut-parleur +
41	B	Ok
42	A	He bein alors là / ça va être moins fort / donc l'amplitude elle va être plus basse
43	B	Voilà
44	A	Mais ça va le son /
45	B	Il va toujours avoir la même amplitude
46	A	Toujours la même fréquence / Bein oui
47	A et B	Oui
48	A	Tu vois
49	B	Oui la même fréquence
50	A	Donc la même fréquence ça fait un deux trois / fréquence / l'amplitude plus faible même fréquence alors / bein là c'est celle là
51	B	C'est celle ci
52	A	Ah oui c'est celle là oui / tu la déplaces et tu la lâches
53	B	Alors encore moins machin /
54	A	voilà c'est ça
55	B	Attention j'essaye / C'est ça
56	A	Oui
57	B	C'est exacte

Tâche 23 : En résumé

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

58	A	En résumé / nous venons que la fréquence de l'onde sonore est déterminée par l'émetteur et ne change pas suivant la distance séparant le récepteur de l'émetteur / en effet, la hauteur du son n'est jamais modifiée quelle que soit la position du récepteur
59	X	Observons les caractéristiques du son reçu par le microphone quand on l'éloigne du haut-parleur
60	A	La fréquence c'est la même
61	B	Non / la fréquence c'est pas la même et amplitude c'est la même

Expérience : 'Reproduction du son du diapason avec un haut-parleur'

Tâche 23 : Expérience

1	A	Ah c'est le la (frappe le diapason)
2	B	On souhaite obtenir le même son avec le haut-parleur et le diapason et le vérifier avec une mesure classique / utilisez le système ci contre pour reproduire le même son + c'est bon là
3	A	Retape pour voir si la fréquence elle diminue ou pas ou c'est juste l'amplitude / elle reste pareil la fréquence
4	B	Oui elle ne change pas la fréquence / on ne bouge pas le bouton de la fréquence
5	A	Ah si vas y pour l'instant pour trouver la même /
6	B	Ah c'est pas / ça ne marche pas là
7	A	Trop grave / c'est trop grave
8	B	Oui / donc on va monter l'ampl /
9	A et B	Non
10	A	Fréquence
11	B	Non c'est la fréquence /
12	A	Trop grave / non trop aigu
13	B	Non mais oui parce que l'on doit aller à la même
14	A	Regarde plus grave
15	B	Il faut que l'on descende de deux carreaux de / au début il faut que l'on monte là // mais non je suis con / voilà ça commence comme ça il me semble / (lance le son)
16	A	Non / un peu plus haut
17	B	Un peu plus haut
18	A	Oui comme ça / fais écouter la fréquence
19	B	Je te la remet un petit coup
20	A	Je ne sais pas
21	B	On voit deux courbes sur un truc
22	A	Il faut que l'on compare par

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	A	Ah c'est le la (frappe le diapason)
		rapport au son aussi
23	B	Oui mais attend si elles montent (?) + heu (?) + je ne sais pas si elles sont plus grandes ou pas /ah non la fréquence elle est trop forte / là là je suis trop aigu regarde
24	A	Oui oui descend / là ça a l'air d'être comme ça à peu près / encore un peu trop fort là + voilà non c'est plus fort que là pour moi / regardes
25	B	C'est chiant / comme / attends je vais te la mettre après on met celle ci / parce que celle ci elle diminue et on ne se rend pas compte
26	A	Elle est plus grave
27	A et B	Elle est plus forte
28	B	Bon là
29	A	Monte un tout petit peu
30	B	Un chouia
31	A	Normalement c'est les mêmes
32	B	Trop forte trop forte + (soufflement) allez
33	A	Elle est plus forte
34	B	Donc donc / je vais me tuer
35	A	Mais c'est trop fort regarde quand tu tapes (lecture oscillo) / elle est moins là la truc / elle est moins haute / t'as vu elle est là
36	B	Oui je suis d'accord mais
37	A	Vas y baisse / non elle est encore un peu plus basse
38	B	Oui mais après question son ça ne va pas
39	A	Donc c'est la fréquence qui ne doit pas aller / baisse baisse
40	B	Non là je suis trop basse / regarde
41	A	Je ne sais pas non c'est la même / ça y est c'est la même

1	A	Ah c'est le la (frappe le diapason)
42	B	Donc attend
43	A	Vas y
44	B	Quand même
45	A	Non mais c'est la fréquence qui ne va pas
46	B	Fréquence
47	A	Monsieur c'est dur le TP4 / non mais reproduction du son du diapason / parce que l'on arrive pas à voir la fréquence / allez vas y valide ça me prend la tête / peut être moins écarté celle là

Tâche 25 : Conclusion

48	B	C'est pas grave c'est trop long (validation et page suivante)
49	A	Alors (elle tape la réponse)
50	B	Sont égales avec un s / c'est quoi ça
		Les deux sons que vous venez de créer ont la même hauteur, mais n'ont pas le même volume sonore. En effet, vous avez pu remarquer que le volume sonore du diapason diminue au cours du temps. Les deux sons n'ont pas les mêmes caractéristiques. et donc, ne sont pas identiques.
51	A	Validation / les deux sons reproduits ont la même hauteur mais non pas le même / ah oui parce qu'il diminue / en effet vous avez pu remarquer que le volume sonore du diapason diminue au cours du temps les deux sons n'ont pas les mêmes caractéristiques et donc ne sont pas identiques
52	B	C'est bon
53	A	Oui (page suivante) / c'est bon c'est fini là

II.2 Dyade 12

II.2.1 TP 0 : Chaîne sonore

Tâche 1 : introduction

1	A	Entre les différentes salles sélectionnées à partir de laquelle les différentes / il faut faire quoi là
2	B	Je ne comprend pas trop là (ils relisent le texte distribué) / attend salle de cours
3	I	Ah je ne vous ai pas dit je vous demande d'aller dans la salle de travaux pratiques / à gauche vous avez cinq icônes il y a une salle de travaux une salle une salle d'expériences libres une salle de cours
4	B	Une salle d'exercices
5	I	salle d'exercices et une bibliothèque / alors je vous demande d'aller dans la salle de travaux pratiques
6	A et B	Salle de TP
7	B	Elle est bien sérieuse
8	A	Ouha elle est clean
9	I	En dessous de la salle vous avez un petit bonhomme fripini quand vous avez la main vous cliquez dessus et vous entrez dans le lieu
10	B	Il faut cliquer dessus
11	A	Il est terrible ce logiciel / objectif
12	B	Pour vous familiariser avec le logiciel commencer par la première activité. Si vous souhaitez faire un autre TP cliquez sur le calepin
13	A	Ah ouais c'est ce que vous avez fait hier
14	I	Je vous demande de refaire un des exercices sur TP puis après de faire le TP1
15	A	Bon mets démarrer alors
16	B	Attend
17	A	Organigramme / ok / c'est la loupe ça
18	B	Ouais

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	A	Entre les différentes salles sélectionnées à partir de laquelle les différentes / il faut faire quoi là
19	A	Non c'est le mini dico retour / donc on met démarrer là
20	I	Oui
21	X	Tout d'abord lisez cette introduction puis si vous êtes prêt à déterminer les éléments de la chaîne sonore dans différentes situations alors tourner la page
22	A	Le son se propage
23	B	Ouais c'est bon
24	A	Ouais ça on le sait / il est terrible cet ordinateur (page suivante)

Tâche 2 : la chanteuse

25	B	Castafiore
26	A	Construire la chaîne sonore
27	B	Ah faut peut être commencer (ils rient)
28	A	Ne te marre pas on est filmé / récepteur
29	B	Attends il faut mettre la chaîne sonore émetteur / merde il faut carrément le prendre
30	A	Ouais
31	B	Milieu de propagation c'est l'air
32	A	Milieu ouais c'est la que tu mets tu l'as pas pris / de l'air ouais la chanteuse c'est pas la peine
33	B	merde
34	A	Arrête de dire des gros mots svp / public
35	B	Oh / validation
36	A	Ok ça veut dire que l'on a tout juste vous avez bien construit cependant
		vous avez bien construit la chaîne sonore cependant il vous est conseillé de consulter la réponse du professeur
37	B	il vous est conseillé de consulter la réponse du professeur pour en savoir plus ouais c'est bon
38	A	Ouais mais les cordes vocales ce n'était pas marqué aussi
		Le son émis par les cordes vocales de la chanteuse se propage dans l'air et est reçu par les oreilles du public.
39	B	Non ce n'est pas grave c'est la chanteuse c'est pareil / une précision bon bein tu bouges là ah mais on aurait pu mettre stop
40	A	Donc la c'est juste en fait
41	I	Et bien vous cliquez sur validation
42	A	Ouais mais on l'a déjà fait

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

25	B	Castafiore
		après il nous dit réponse
43	I	C'est ça
44	A	On en fait un autre alors
45	I	Oui si vous souhaitez vous en faites un autre
46	B	Page suivante (puis page suivante)

Tâche 4 : l'indien

47	A	Le train je le fait puis après on se mettra au TP
48	B	Déjà tu prends le récepteur émetteur (rire)
49	A	On entend rien y a rien à entendre et milieu
50	B	Non
51	A	Après alors l'émetteur c'est le rail
52	B	Ouais le rail
53	A	je crois
54	B	non c'est le milieu le rail l'émetteur c'est le train
55	A	Bein oui t'as raison alors le récepteur c'est l'indien
56	B	L'indien
57	A	Ah ok
58	B	valide
59	A	Réponse
60	B	Le son émis par le train se propage au travers du rail et est reçu par les oreilles de l'indien c'est bon Bon on va
		Le son émis par le train se propage dans les rails en acier et est reçu par les oreilles de l'indien.
61	A	Attend il va se faire écraser l'indien tu vas voir
62	B	Non non c'est bon / TP1TP1 toujours dans l'ordre
63	A	Non non il faut
64	B	Non les différents éléments de la chaîne sonore
65	A	Ça c'est que l'on vient de faire
66	B	Non on a fait introduction de la chaîne sonore
67	A	Hum
68	B	à partir de laquelle vous avez corrigé les exercices

II.2.2 TP 1 : Les différents éléments de la chaîne sonore

Tâche 1 : Activités expérimentales

1	A	Donc on fait le TP1
2	B	Ouais
3	A	Monsieur on fait le TP1 là
4	I	Comment
5	A	Quand on a fini on fait le TP1
6	I	Oui
7	A	Merci
8	I	Voilà
9	A	on clique dessus / ça ne marche pas c'est bon
10	B	Démarrer le TP
11	X	Pour répondre à la question quel est le phénomène à l'origine du son nous vous proposons de une activité expérimentale réaliser au minimum trois expériences puis si vous vous en sentez capable concluez
12	A	Attend ()
13	B	Nous vous proposons de réaliser différentes expériences proposées dans la page ci contre (u minimum de trois) lorsque vous serez prêt cliquez sur conclusion pour répondre à la question y a t il un comportement commun à l'ensemble de ces sources de son
14	A	y a t il un comportement commun à l'ensemble de ces sources de son
15	B	Dans chacune des expériences ci contre vous allez déterminer la source de son observer et décrire le comportement de la source de son
16	A	Dans chacune des expériences ci contre vous allez déterminer la source de son observer et décrire le comportement de la source de son / ah ouais ça c'est la

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	A	Donc on fait le TP1
		conclusion en fait
17	B	Comment
18	A	On fait les expériences là
19	B	Oui
20	A	et après ouais je pense
21	B	On dit la source
22	A	Donc on fait quoi on fait celui là
23	B	Bein vas y
24	A	Appareillage électronique (?)
25	B	Ouais haut parleur (page suivante)

Tâche 1a : observation de l'expérience du haut-parleur

y	A	Haut parleur
27	B	vas y appuies sur lecture
28	A	Attend attend faisons varier la fréquence de la tension délivrée par le générateur
29	B	lorsqu'elles sont placées sur la membrane
30	A	Ok
31	X	Alimentons le haut parleur et observons sa membrane Changeons la fréquence d'alimentation du haut parleur on perçoit un son
32	B	Bein elles vont bouger / ça vibre ça fait huuhuhu
33	X	Déposons des morceaux de polystyrène sur la membrane et observons // ils sursautent
34	A	Bein ça vibre ok
35	B	Et bein on doit le faire
36	A	Quoi
37	B	Bein ça on doit essayer non (il veut dire réaliser l'expérience)
38	A	Bein oui logique je ne sais plus comment on faisait / c'est un GBF
39	B	Bon bein voilà on va le mettre en route
40	A	Attend viens - tu le fais en même temps (ils réalisent l'expérience en même temps qu'elle se déroule sur l'ordinateur) (ils lancent la vidéo) / déjà il faut l'allumer
41	B	Ouais
42	A	Allume (on entend le clic) / attend attend
43	B	Ça marche pas ça merde mais
44	A	Mais non il faut il faut (ils placent un bout de papier sur la membrane du haut parleur) / (la vidéo en est au même moment déposons des morceaux de polystyrène sur la membrane et observons) mais

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

y	A	Haut parleur
		attend mais ouais
45	B	Ça vibre c'est des vibrations parce que le son son vibration / ils sursautent (doucement repris de la vidéo)
46	A	Ah ok
47	B	Voilà
48	A	C'est bon à savoir

Tâche 1b : détermination de la source sonore

49	B	On va changer de page vas y (tourne la page)
50	A	Déterminer directement la source de son en cliquant sur l'image la réponse est donnée dès que vous cliquez sur l'image
51	B	En cliquant sur l'image bein l'image / la source de son eh bein c'est
52	A	La source de son c'est ça (il clique sur le haut parleur)

Tâche 1c : description de l'expérience

53	B	Eh bein c'était quoi et bein met suivant
54	A	C'est plutôt comme ça (reviennent en arrière jusqu'à la première page) observer et décrire le comportement de la source de son
55	B	Le comportement de la source de son
56	A	He bein c'est bon alors déterminer la source de son on l'a vu observer et décrire le comportement de la source
57	B	De la source de son / la source de son on met vibre
58	A	On marque où monsieur que ça vibre par exemple
59	I	Comment
60	A	Parce que là il nous dit observer et décrire le comportement de la source de son
61	I	Ah oui, vous faisiez l'expérience du haut parleur alors dans cette première page vous observer l'expérience ensuite
62	B	Là on a cliqué sur le haut parleur
63	I	Puis vous continuez
64	B	Voilà
65	I	C'est ici dans le cadre
66	B	Vibration (A tape) qu'est ce que tu mets ?
67	A	Je met le son fait vibrer la membrane c'est bon ça
68	B	Ouais ça fait vibrer la la ouais c'est bon attend vibrer t'as fait t'as fait une petite faute là
69	A	Ouais fait vibrer
70	B	Ça s'écrit comme ça !
71	A	Ouais ça s'écrit comme ça membrane
72	B	Non
73	A	si ça s'écrit comme ça

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

53	B	Eh bein c'était quoi et bein met suivant
74	B	M e je crois bon on s'en fout
75	A	Ouais
76	B	C'est pas ça qui va changer
77	A	Ouais c'est ça
78	B	Valide
79	A	Bein oui votre réponse est mémorisée
80	B	C'est bon vas y page suivante (ils passent deux pages définition de la fréquence) / t'as le gros truc
81	A	Voici deux ouais c'est bon
82	B	Ah (ils sont à la mesure de la fréquence)
83	I	Intervention pour les replacer dans l'activité expérimentale
84	A	Tu veux faire quoi
85	B	Tambourin

Tâche 1a : observation de l'expérience du tambourin

86	A	Tambourin ouais / je tambourine
87	B	Vas y met lecture on verra déjà ce que cela donne
88	A	J'ai envie il faut revenir en arrière
89	B	Pourquoi
90	A	Ah non
91	B	Murmure (du point de vue du percussionniste)
92	X	Frappons avec une baguette la membrane du tambourin et écoutons le son émis a quoi sert la baguette
93	A	Et bein
94	B	A faire vibrer + (écoute la vidéo du ballon dans l'autre groupe) la membraphone
95	A	La membrane
96	B	La membrane du tambourin pour que ça émette un son
97	A	Vas y
98	B	Bein je crois
99	A	T'aurais pu mettre une majuscule
100	B	ouais
101	A	En fait pour avoir un (?) pour la membrane
102	B	Pourquoi
103	A	Tu avais mis la membrane ne / il est bien cet ordinateur
104	B	C'est chiant (fin de la ligne)
105	A	tu mets tambour et puis voilà (tourne la page)

Tâche 1b : détermination de source de son

106	B	La source de son / la source de son c'est le tambourin
107	A	Hum (ils cliquent) la peau du tambourin
108	B	ouais
109	A	Ok on a juste (page suivante)

Tâche 1c : description de l'expérience

110	B	Rappuie / une source sonore du point de vue du physicien on a déjà répondu
111	A	(?) il faut que tu remarques ce que tu as marqué
112	B	Pourquoi (il tape)
113	A	Met entrée marque le tambourin maintenant non c'est la peau du tambourin
114	B	ah oui !
115	A	Tu aurais pu mettre la baguette ça ira ouais attend du / valide la réponse est mémorisée (page suivante) / voilà (page activité)
116	B	Corde vocale
117	A	De quoi qu'est ce que tu veux prendre
118	B	Corde vocale vas y prends ça
119	A	Corde vocale
120	B	Ouais
121	A	Attends on essaye un truc quand même guitare
122	B	Ah oui guitare c'est pas mal
123	A	Non ça va être terrible il va être dur celui là

Tâche 1a : observation de l'expérience de la guitare

124	B	Vas y clique (lance la vidéo) /
125	X	Après avoir placé des cavaliers de papier sur les cordes pinçons l'une d'entre elles et observons +
126	B	ouais parce que dès que tu touches la cordes ça fait des vibrations dans toute la corde pour faire un son (mouvement de la main pour expliquer vibration))
127	A	Ouais ça passe dans le
128	B	Grâce au caisson dans le truc

Tâche 1b : description de l'expérience

129	A	Ouais / à partir de la vidéo ci contre (lecture énoncé) / ok
130	B	Décrire le comportement de la source sonore à l'aide de la vidéo / la source sonore et le comportement de la source sonore /
131	A	Bein tu marques la corde vibre / tu marques la corde vibre ce qui ce qui fait des ce qui émet un son (B tape)
132	B	Et émet un son
133	A	Ouais et émet un son / ouais c'est bon
134	B	Emetteur il y a un r oh
135	A	Ouais / ok la réponse est mémorisée (changement de page) et bein voilà page suivante
136	B	Bein si ça y est on a fait trois expériences conclusion je ne sais
137	A	On pourrait en faire une de plus pour être sur
138	B	Ouais vas y fais ça

Tâche 1a : observation de l'expérience de la lame de scie

139	A	Lame de scie et puis si c'est bon (lancement de la vidéo) /
140	X	Une lame de scie est placée dans un étau tordons la lame de scie et observons son comportement
141	A	ouais c'est bon c'est ça obligé (page suivante)

Tâche 1b : détermination de la source de son

142	B	La source de son et bein c'est / ouais (lame de scie et lise la réponse donnée)
142	B	La source de son et bein c'est / ouais (lame de scie et lise la réponse donnée)

Tâche 1c : description de l'expérience

143	A	Ok attend on va avoir la main (page suivante) / décrire le comportement tu mets quand la lame vibre /
144	B	Je mets ça
145	A	Ouais quand la lame vibre elle émet un son (page suivante activité exp) / d'accord on va faire la conclusion
146	B	Ouais

Tâche 1d : conclusion

147	A	Conclusion / à ce stade vous êtes en mesure de / ah ok tu marques ou je marque
148	B	Alors t'as trouvé le comportement commun
149	A	Non
150	B	Alors
151	A	il y a deux t à comportement
152	B	Non
153	A	Ok
154	B	Attend / Attend / Attend va plus loin va pas plus loin
155	A	Quoi oh oui
156	B	Comportement commun deux mm
157	A	Commun / on met le comportement commun à toutes ces expériences
158	B	Entrée c'est que le son est émis par des vibrations émis prend un t non je ne sais pas
159	A	Merde bon il faut faire une phrase plus courte (sort de la page)
160	B	Le son est émis par une des vibrations
161	A	Le point commun
162	B	Dans toutes ces expériences
163	A	Non les sources de son
164	B	non tu mets ça dans
165	A	Non non tu mets les sources de son étudiées non ouais dans toutes ces expériences ouais
166	B	(?)
167	A	Expériences
168	B	Le son
169	A	Le son
170	B	Est émis
171	A	Est émis
172	B	Lors d'une vibration
173	A	Ouais par une vibration
174	B	par une vibration
175	A	Chaque source de son

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

147	A	Conclusion / à ce stade vous êtes en mesure de / ah ok tu marques ou je marque
		possède une de ses parties qui vibrent
		Chaque source de son possède une de ses parties qui vibre. Vérifiez dans vos réponses ci contre que vous avez bien évoqué le mouvement de chacune des sources sonores.
176	B	Bein oui on a juste réponse chaque source de son possède une de ses parties qui vibrent
		Chaque source de son possède une de ses parties qui vibre. Une vibration est un mouvement de va et vient plus ou moins rapide d'un objet déplacé de sa position de repos et qui y est ramené.
177	A	une vibration est un mouvement de va et vient plus ou moins rapide

Tâche 2 : Définition fréquence et amplitude

1	A	Voici deux animations ++ c'est bon
2	B	Hum

Tâche 3 : mesure de la fréquence

3	A	Donc la c'est la fréquence ok (page suivante) / à l'aide du chronomètre compter le nombre d'aller du
4	B	C'est le nombre d'aller retour en 10 secondes / bon bein
5	A	Il s'arrête
6	B	Un deux trois
7	A	Non je me suis trompé / vas y
8	B	Quatre cinq six sept huit neuf dix onze douze treize quatorze quinze seize dix sept dix huit / dix huit
9	A	Dix huit / préciser
10	B	Préciser la fréquence trouvée / tu retournes il disaient comment on faisait la fréquence
11	A	Non non mais il faut c'est là que tu cherches / tu veux que je retourne là
12	B	Je ne sais pas
13	A	Bein oui (page précédente)
14	B	Y a même fripini
15	A	Ouais amplitude
16	B	Attend on a pas le / vu
17	A	Mais attends tu le calcules comment le la fréquence
18	B	C'est lui en une seconde (ils sont sur l'animation du haut parleur fréquence)
19	A	On a qu'a compté en une seconde combien ça fait
20	B	Bein oui facile bein si en dix secondes il fait dix huit en une seconde il fait 1,8 non (ils reviennent à mesure)
21	A	Ouais fréquence 1,8 d'accord
22	B	Mais non les virgules ça ne marche pas / si
23	A	Mais c'était pour marquer ton nom / validation la fréquence saisie est incorrecte
		Mauvaise réponse (rep=0.5 Hz) Attention la fréquence

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

3	A	Donc la c'est la fréquence ok (page suivante) / à l'aide du chronomètre compter le nombre d'aller du
		saisie est incorrecte. Il est conseillé de consulter l'aide proposée et ensuite de faire à nouveau le Test
24	B	(?) jusqu'à 10 on le refait à 10
25	A	Tu veux que / on le refait
26	B	Ouais
27	A	C'est parti
28	B	Deux trois quatre dix bein 1
29	A	Bein
30	B	A priori il était pas comme ça tout à l'heure
		Mauvaise réponse (rep=0.5 Hz) Attention la fréquence saisie est incorrecte. Il est conseillé de consulter l'aide proposée et ensuite de faire à nouveau le Test
31	A	Bon
32	B	Putain l'aide
33	A	Ça ne va rien (?)
34	B	Fout l'aide
35	A	Y a rien dans l'aide vas y sérieux (ils y vont quand même, quand il ferme l'aide ils se rendent compte de l'erreur)
36	B	Ah oui mais non
37	A	Eh tu t'es gouré c'est un aller retour
		Btn Définition (Aller/Retour)
38	B	C'est le nombre d'aller retour
39	A	Et ouais
40	B	Et ouais donc ça c'est cinq c'est 0,5
41	A	Tu comptes (rire) ah oui c'est l'aller retour
42	B	C'est 0,5
43	A	Oui
44	B	Met 0,5
		Très bien vous avez réussi
45	A	Je met à 0 quand même

3	A	Donc la c'est la fréquence ok (page suivante) / à l'aide du chronomètre compter le nombre d'aller du
46	B	Vas y
47	A	T'es prêt
48	B	Ça a rien fait / 20 ça fait dix en fait
49	A	Ça fait 1
50	B	20
51	A	Ouais hé bien
52	B	Ça fait deux
53	A	Bein non t'as compté les allers retours
54	B	Ah oui
55	A	tu divisent par deux
56	B	vingt divisé par 2 dix un
57	A	Très bien vous avez réussi t'as vu je te l'avais dis après ok bon après (mesure 2) bein ouais
		Très bien vous avez réussi
58	B	Ça
59	A	Tu comptes à cette vitesse attends
60	B	Un deux trois quatre bien sur je compte
61	A	Merde je me suis arrêté à neuf je me suis planté
62	B	Refais // trente je crois
63	A	1,5
		Mauvaise réponse (rep=1, 5 Hz) Attention la fréquence saisie est incorrecte. Il est conseillé de consulter l'aide proposée et ensuite de faire à nouveau le Test
64	B	Ouais je ne suis pas sur mais c'est dans les trente / vas y ça va pas met moins vite parce que ça va trop vite
65	A	Si je mets moins vite ça n'a pas d'intérêt comme ça
66	B	20
67	A	Donc ça fait un / ok l'amplitude reste constante

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

3	A	Donc la c'est la fréquence ok (page suivante) / à l'aide du chronomètre compter le nombre d'aller du
		Très bien vous avez réussi
68	B	Ouais
69	A	En fait plus tu montes et plus ça vibre (ils augmentent la fréquence et observe le mouvement de la membrane du haut parleur)
70	B	Ah ouais et à force ici ça vibre vite avec la fréquence de vibration
71	A	Regarde écoute (on entend un son)
72	B	Oui oui /
73	A	ok
74	B	A une certaine fréquence de vibration il produit un son c'est ça en fait (tourne la page)

Tâche 4 : Mesure Amplitude

1	A	Faut lui faire ça t'es sur mais c'est ça que l'on est en train de faire / là maintenant / aide / définition / l'amplitude est un déplacement plus ou moins grand de la partie vibrante de la source / (animation) ok / dessin amplitude
		Btn Définition (Amplitude), Btn Animation (Amplitude),
2	B	Position maximale et repos
		Btn Dessin (Amplitude)
3	A	Ah en fait l'amplitude c'est ça
4	B	L'amplitude de déplacement oui / c'est la différence entre le machin là et le maximal et
5	A	Une graduation en mm
6	B	Une deux trois quatre cinq /cinq
7	A	Ça fait dix oui10 tu vas voir / oh purée ++
		Mauvaise réponse (amp = 5) Attention la fréquence saisie est incorrecte. Il est conseillé de consulter l'aide proposée et ensuite de faire à nouveau la mesure
8	B	Non c'est cinq
9	A	oui
10	B	C'est la différence / c'est à partir du point repos
11	A	Ah oui je suis bête / là c'est que quatre là
12	B	Non cinq
13	A	Oh merde ouic'est ça en fait / il est pratiquement en haut
		Très bien vous avez réussi
14	B	Tout en haut un deux trois quatre cinq / attends tu vas compter comme ça / une deux trois quatre /// dix
15	A	Non pas dix il ne monte pas jusqu'en haut
16	B	Neuf je crois

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	A	Faut lui faire ça t'es sur mais c'est ça que l'on est en train de faire / là maintenant / aide / définition / l'amplitude est un déplacement plus ou moins grand de la partie vibrante de la source / (animation) ok / dessin amplitude
17	A	Oui tu crois
18	B	Neuf moi je met neuf j'essaye
19	A	oui c'était ça / ok c'est bon ça on l'a compris
		Très bien vous avez réussi

Tâche 5 :Test 1

1	I	Ça va pas de problème
2	A	Oui ça va pour l'instant / bon alors (changement de la cassette) (page suivante grand vide ils lisent l'énoncé du test)
3	B	oui t'as lu ça (ils ont cliqué dans aide sur fréquence de vibration)
		Btn Définition (Fréquence de vibration)
4	A	oui il dit quoi
5	B	?
6	A	Donc en fait et bein / c'est le nombre d'aller retour en une seconde qu'il faut que l'on calcule sa fréquence de vibration
7	B	oui
8	A	oui c'est ça regarde quand lui il est en haut lui il est en bas
9	B	oui
10	A	L'amplitude déjà c'est la même donc fréquence (montre du doigt)
11	B	Hum et bein la même fréquence et la même amplitude puisqu'ils font le même nombre d'aller retour
12	A	Donc déjà c'est pas celle là
13	B	Si ils ont la même je pense que c'est la première
14	A	La même fréquence non
15	B	C'est la première / regarde / c'est la première il y en a pas une autre essaye tu t'en fous
16	A	Dis pas ça dis pas ça
17	B	Et alors
18	A	Ah oui juste
		Diode verte
19	B	C'était logique
20	A	Alors le haut parleur à étudier
21	B	Oulala alors là
22	A	Mais c'est pareil non ?
23	B	Non elle n'est pas pareil l'amplitude / bein si l'amplitude

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	I	Ça va pas de problème
		elle n'est pas pareil la fréquence elle est ah bein si
24	A	Oui l'amplitude elle n'est pas pareil
25	B	Mais la fréquence est la même / voilà c'est ça le deuxième / même fréquence mais pas la même amplitude
26	A	Ah oui t'es sur
27	B	Sur j'en mettrai ma tête à couper
		Diode verte
28	A	Ah oui c'est bien haut parleur à étudier ah oui là c'est même fréquence et même amplitude
29	B	Ah oui peut être
30	A	Je pense regarde ils font tous les deux pareils
31	B	Oui
32	A	C'est ça tu vois je te l'avais dit
		Diode verte
33	B	Déjà ils n'ont pas la même fréquence mais la même amplitude
34	A	Tu penses
35	B	pas la même fréquence la même amplitude essayes le trois
36	A	T'es sur
37	B	Vas y
38	A	Ah ok c'est bien
		Diode verte
39	B	Ils n'ont pas la même fréquence et pas la même amplitude le dernier
40	A	Oui c'est juste
		Diode verte
41	B	Pas la même fréquence et pas la même amplitude bein je pense vas y mets ce que tu veux toi
42	A	ouic'est ça non
		Diode rouge
43	B	Pourquoi

1	I	Ça va pas de problème
44	A	Je ne sais pas c'est très bien vous pouvez continuer le TP qu'est ce que l'on fait on continue ou on le refait j'aimerais comprendre moi
45	B	oui bien refais le
46	A	Allez on avait mis ça
47	B	Pas la même fréquence mais ni la même amplitude si
48	A	Si la même amplitude
49	B	Ah oui bon pas la même fréquence
50	A	Ah oui on a juste Diode verte
51	B	Pas la même fréquence et pas la même amplitude
52	A	C'est là diode verte
53	B	Tout pareil / la même fréquence et pas la même amplitude c'est la deux diode verte
54	A	Non
55	B	La même fréquence et pas la même amplitude
56	A	Ah oui / ok le dernier diode verte
57	B	Pas la même amplitude et la même fréquence
58	A	oui parce que regarde ah oui c'est pour ça que l'on a eu faux si il fait des allers retours pareils et l'autre il monte plus haut diode verte
59	B	Pas la / la même fréquence et pas la même
60	A	Ah voilà celui là on passe (page suivante) diode verte

Tâche 6 : Expérience

1	B	(Murmure lecture énoncé) fait varier
2	A	Hum
3	B	Fais varier la fréquence et l'amplitude en même temps (on entend un son)
4	A	Ah ouais ok
5	B	Vas y vas y à fond à fond pour voir ce que cela fait
6	A	T'es con
7	B	Essaye
8	A	Ça fait trop de bruit
9	B	Pour voir allez vas y
10	A	Baisse
11	B	Encore
12	A	Ah ouais ok
13	B	C'est en accéléré
14	A	Plus tu montes plus ça vibre ok très basse fréquence en modifiant les valeurs de la fréquence de l'amplitude
15	B	Que voyez vous et qu'entendez entre 0 et 3 Hz et pour diverses amplitudes
16	A	T'as vu ce que c'est
17	B	Entre 0 et trois vas y essayes entre 0 et 3 Hz tu mets deux t'es trop haut
18	A	Deux piles
19	B	Voilà deux et n'importe quelle amplitude
20	A	Monte le son
21	B	Attends il est trop petit là (le mouvement de la membrane)
22	A	Il est à fond le son
23	B	Entre 5 et vingt
24	A	On entend rien
25	B	Entre 5 et vingt vas y vas y monte monte encore encore voilà c'est bon et pour diverses rien
26	A	Non rien
27	B	Et au delà de trente
28	A	Trente Hz

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	B	(Murmure lecture énoncé) fait varier
29	B	il y a le son pour diverses amplitudes vas y essayes
30	A	Ah ouais en fait regarde c'est marqué au delà si tu fais plus de trente Hz t'entend
		A partir de trente Hz on n'observe pas le mvt de la membrane mais on perçoit un son
31	A et B	T'entends un son
32	B	Vas y continue
33	A	C'est bien ce que l'on fait

Tâche 7 : définition perception sonore

34	B	Plus la fréquence elle est plus elle est petite plus c'est grave
35	A	Ouais
36	B	alors vas y met attend non / je baisse va au fond
37	A	Non il vaut mieux pas
38	B	Mais vas au fond
39	A	Baisse
40	B	Mais si vas y vas y
41	A	Mais baisse
42	B	Mais va à fond pour voir
43	A	Perception (A change et se met perception fort faible) baisse le son ah c'est les aigus ça / aller faible fort
44	B	Vas y à fond
45	A	Moi je dirai que ça fait pareil (ils sont dans perception aigu grave) / donc en fait
46	B	Bon quand quand la fréquence est petite le son est grave quand l'amplitude est petite le son est faible ok (changement de page) / en comparant le son émis par le haut parleur de référence et le haut parleur à étudier déterminer les caractéristiques du son ah ouais bon bein faut déjà qu'ils mettent

Tâche 8 : Test 2

1	B	Bon quand quand la fréquence est petite le son est grave quand l'amplitude est petite le son est faible ok (changement de page) / En comparant le son émis par le haut parleur de référence et le haut parleur à étudier déterminer les caractéristiques du son ah ouais bon bein faut déjà qu'ils mettent
2	A	Haut parleur à étudier
3	B	Mets le en route
4	A	hé comment
5	B	Appuie sur le truc là
6	A	Et celui là aussi
7	B	Non attend d'abord lui il est aigu un son émis
8	A	J'en sais rien ouais il faut marquer
9	B	Vas y
10	A	Apparemment plus aigu
11	B	Je ne sais pas en fait vas y refait
12	A	Celui là on dirait qu'il est plus fort ouais
13	B	Donc il est plus fort plus
14	A	Plus aigu
15	B	Moins fort lui plus faible
16	A	Plus faible
17	B	Fréquence bein quand la fréquence est grande on a dit le son est petit enfin le
18	A	Ouais mais là on ne la voit pas c'est quoi / qu'est ce que tu as dit là
19	B	Attend quand la fréquence
20	A	Plus la fréquence est grande plus le son émis heu / plus grande
21	B	Plus petit
22	A	Est plus grande
23	B	Non c'est l'amplitude
24	A	L'amplitude

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	B	Bon quand quand la fréquence est petite le son est grave quand l'amplitude est petite le son est faible ok (changement de page) / En comparant le son émis par le haut parleur de référence et le haut parleur à étudier déterminer les caractéristiques du son ah ouais bon bein faut déjà qu'ils mettent
25	B	L'amplitude c'est quand bein là tu mets petite c'est quand l'amplitude est petite c'est faible et quand la fréquence c'est fort enfin c'est / plus grave
26	A	Donc c'est plus grande
27	B	Ouais
28	A	C'est faux
		diode rouge
29	B	Donc je ne sais pas alors c'est dur il y a une aide
30	A	Définition
		Btn Définition (Perception sonore aigu/grave)
31	B	La fréquence est faible quand un son est grave le truc est faible (lancement perception sonore de plus en plus aigu) / grave (lancement perception sonore de plus en plus grave)
		Btn Aigu (Perception sonore aigu/grave)
32	A	Et alors
		Btn Grave (Perception sonore aigu/grave)
33	B	Faible fort vas y
		Btn Définition (Perception sonore faible/fort)
34	A	Attend un son est d'autant plus faible que l'amplitude de vibration
35	B	Quand un son est faible

1	B	Bon quand quand la fréquence est petite le son est grave quand l'amplitude est petite le son est faible ok (changement de page) / En comparant le son émis par le haut parleur de référence et le haut parleur à étudier déterminer les caractéristiques du son ah ouais bon bein faut déjà qu'ils mettent
		l'amplitude est petite
36	A	ok
37	B	Vas y faible fort pour voir ce que cela donne
38	A	Non c'est bon (retour test lancement son) / c'est le téléphone celui là
39	B	Aigu
40	A	Lequel celui là
41	B	Oui il est aigu
42	A	Oui mais celui là monsieur on compare celui là avec celui là
43	I	Oui
44	A	Donc là on met les réponses si c'est plus grave c'est lui qui est plus grave que lui
45	I	Oui c'est ça
46	A	Ou c'est le contraire
47	I	C'est ça
48	A	Donc celui là il est plus grave non
49	B	Oui mais lui c'est de ce coté lui il est pas plus grave lui il est plus / (?)
50	A	Mais non ça ça va tout dans la même colonne hein t'as rien compris
51	B	Mais c'est lequel qui est plus grave que l'autre
52	A	Celui là et il est il est plus fort ou plus petit il est plus fort (écoute les sons)
53	B	Ah ok

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	B	Bon quand quand la fréquence est petite le son est grave quand l'amplitude est petite le son est faible ok (changement de page) / En comparant le son émis par le haut parleur de référence et le haut parleur à étudier déterminer les caractéristiques du son ah ouais bon bein faut déjà qu'ils mettent
54	A	Si tu changes le sens des trucs
55	B	Oui plus faible non je n'ai pas changé
56	A	Alors fréquence
57	B	Une fréquence comme l'autre il est aigu l'autre / comme il est plus faible l'amplitude elle est plus faible l'amplitude d'abord
58	A	Plus petite alors
59	B	Et comme il est plus grave et bein elle est plus petite la fréquence je crois
60	A	T'es sur
61	B	Ouais c'est l'inverse / bein essayes
62	A	Ouais c'est ça ok / bon alors celui là
		diode verte
63	B	Plus grave
64	A	Plus grave
65	B	Elle est pas plus faible
66	A	C'est identique
67	B	Fréquence comme il est plus grave elle est plus petite
68	A	Ouais et l'amplitude comme elle est identique elle est identique
69	A	Ouais / le premier on la foiré diode verte
70	B	Parce que l'on ne savait pas (nouveau) donc le son identique
71	A	T'es sur

1	B	Bon quand quand la fréquence est petite le son est grave quand l'amplitude est petite le son est faible ok (changement de page) / En comparant le son émis par le haut parleur de référence et le haut parleur à étudier déterminer les caractéristiques du son ah ouais bon bein faut déjà qu'ils mettent
72	B	Je ne sais pas vas y remet le premier
73	A	Le son émis est est identique ouais
74	B	Le son émis est identique
75	A	Et plus fort
76	B	Donc plus grande l'amplitude ça identique plus grande identique
77	A	Ouais c'est ça (nouveau)
		diode verte
78	B	Il est plus aigu lui
79	A	Ouais plus aigu
80	B	Et plus faible
81	A	Plus faible
82	B	Donc plus grande et plus petite
83	A	Et c'est vrai (nouveau)
		diode verte
84	B	Identique identique identique identique
85	A	Attends t'es sur
86	B	Tout identique
87	A	(il écoute à nouveau) ouais c'est les deux mêmes (pareil)
		diode verte
88	B	Pareil on dirait donc en fait on a compris
89	A	Ouais La chaîne sonore (page synthèse)
90	B	Le son se propage attends on continue
91	A	On passe au TP2 monsieur
92	I	D'accord

II.2.3 TP 2 : Le milieu de propagation

Tâche 1, 2, 3, 4 : introduction

1	B	Une condition pour qu'un son qu'un son existe
2	A	Elles n'ont pas réussi / c'est un bon truc pour apprendre
3	B	J'apprends mieux comme ça moi
4	A	C'est vrai parce que là tu retiens
5	B	On retient mieux comme ça franchement
6	A	C'est clair
7	B	J'aimerais bien que cela soit toujours pareil et qu'il n'y ait pas de prof
8	A	Ouais mais même le logiciel il t'apprend plus de truc c'est pas pareil (ils démarrent le TP2 dans la première séance vous avez étudié le phénomène à l'origine du son maintenant nous vous proposons de déterminer quelle est la condition pour qu'un son existe)
9	B	Pour qu'un son existe moi je sais
10	A	Dans le TP précédent
11	B	Situation 1 l'indien est en train d'écouter le train arriver
12	A	Ouais c'est un rappel ça on sait
13	B	Hum hum
14	A	Il faut qu'il se fasse couper la tête là (page suivante) / ah ah
15	B	Train aucun aucun attend les éléments de la chaîne sonore
16	A	oui regarde vu que c'est cassé là il ne peut pas y avoir de milieu
17	B	Ah oui je n'avais pas vu milieu bein il n'y en a pas / aucun
18	A	Bein oui logique
19	B	Voilà puisque c'est coupé
20	A	Maintenant vous allez travailler à partir de deux expériences

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	B	Une condition pour qu'un son qu'un son existe
		(murmure de l'énoncé)
21	B	Ouais vas y mets
22	A	Hum

Expérience 1 de la cloche à vide

Tâche 5 : prévoir le résultat de l'expérience

1	B	Une cloche + il ne va plus sonner
2	A	Plus faible inaudible
3	B	Puisqu'on enlève l'air on n'entend rien
4	A	ouais
5	B	Il y a plus milieu de propagation

Tâche 6 : observation de l'expérience

6	A	La cloche devient (lance la vidéo)
7	B	Là ce n'est pas moi
8	A	As tu vois je te l'avais dit parce que en fait quand il n'y a plus d'air ça
9	B	De quoi tu m'avais dit
10	A	Bein tu vois là
11	B	Bein oui il n'y a plus de son
12	A	Ça sonne et après il va enlever l'air
13	B	Oui il y a plus de son parce qu'il n'y a plus de milieu de propagation
14	A	Voilà
15	B	Il n'y a plus rien qui peut lui donner le son

Tâche 7 : interprétation de l'expérience

16	A	Ok (page suivante) / on avait juste
17	B	Lorsque le vide est réalisé

16	A	Ok (page suivante) / on avait juste
		construire la chaîne sonore en déplaçant les éléments
18	A	Donc il y a toujours un récepteur mais pas la bas
19	B	Ouais tu mets ouais
20	A	Récepteur il est là émetteur
21	B	Milieu
22	A	Et milieu / donc heu
23	B	Lorsque le vide est réalisé et bein il y a juste la cloche qui est le récepteur le réveil
24	A	L'émetteur c'est le réveil
25	B	L'émetteur et aucun aucun aucun / aucun / aucun
26	A	Ah en fait ça recommence comme on avait fait tout à l'heure validation vous avez bien construit la chaîne sonore cependant il vous est conseillé de consulter la réponse
		Vous avez bien construit la chaîne sonore. Cependant, il vous est conseillé de consulter la réponse du professeur pour en savoir plus.
27	B	Bein regarde
		La chaîne sonore est incomplète. Il semble que la présence de l'air soit nécessaire à l'existence du son.

Tâche 8 : En résumé

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

28	A	Ok réponse + (page suivante) / en résumé c'est quoi ça
29	B	bein lit (lance l'animation)
30	A	Et bein
31	B	Attend attend il va remettre il va remttre l'air (on entend la sonnerie)
32	A	Ah en fait c'est l'air qui sans air y a rien ouais

Expérience 2 : Ajoutons du dihydrogène

Tâche 9 : prévoir le résultat de l'expérience

1	B	Vas y ok sans milieu il ne peut pas y avoir (?) de récepteur / la réponse donc du son (pages suivante) le dihydrogène bein ça va sonner
2	A	Le dihydrogène heu
3	B	Tant qu'il y a un milieu tant qu'il y a un truc qui peut le faire passer ouais je sais pas peut être / ouais vas y mets ça
4	A	Ouais on va essayer
5	B	Ouais on ne sait pas de toute façon
6	A	On verra bien de toute façon et bien on va observer et puis on verra puis on changera
7	B	Tant que c'est un truc tant qu'il y a un truc pour le faire passer normalement

Tâche 10 : observation de l'expérience

8	A	Faisons le vide dans la cloche (lancement de la vidéo) / oui et alors
9	B	Attends ils vont mettre du dihydrogène
10	A	Ah on avait juste / on est des / donc ouais c'est bon c'est juste
11	B	Tant qu'il y a quelque chose pour le faire passer

Tâche 11 : interprétation de l'expérience

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

12	A	Emetteur
13	B	Emetteur
14	A	Récepteur
15	B	Milieu
16	A	En fait tant qu'il y a un milieu c'est bon ça passe
17	B	Hum
18	A	Après
19	B	Emetteur réveil
20	A	Gaz
21	B	Gaz
22	A	Et oreille
23	B	On a tout juste façon
		Vous avez bien construit la chaine sonore. Cependant, il vous est conseillé de consulter la réponse du professeur pour en savoir plus.
24	A	Oui ok donc en fait on peut en conclure que
25	B	Le milieu de propagation
		Le dihydrogène est le milieu de propagation. Il est nécessaire pour que le son se propage du réveil à nos oreilles.
26	A	Attention au fil
27	Autres	Monsieur on est obligé d'y arriver pour continuer
28	A	Ouais mais il faut comprendre tu vas voir dans aide ça va t'aider tu vas voir
29	Autres	Ouais mais je ne comprend pas
30	B	Ouais bein en fait

Tâche 12 : en résumé

31	A	Dis leur explique leur / faisons le vide dans la cloche (lancement de l'animation)
32	B	Lorsque l'on insère du dihydrogène dans la cloche

Tâche 13 : conclusion

33	A	Oui / en conclusion en comparant les deux milieux (
34	B	Ah quand il y aura plus d'air il y aura plus de son c'est cool
35	A	Hum
36	B	Ça serait trop marrant
37	A	Ouais en fait ouais
38	B	Le mur son du en fait c'est ça ils passent dans un truc ou il y a plus d'air
39	A	Ouais c'est pour ça qu'ils ont des masques les pilotes / application déterminer /

Tâche 14 : Applications

1	B	Alors
2	A	La cloche on vient de la faire ?

Tâche 14b1 : les pots de yaourt

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

3	B	Hum les pots de yaourt ah oui ça c'est connu vas y fait
4	A	Où les pots de yaourt
5	B	Là tu mets une corde avec deux pots et quand tu parles et quand tu parles (?) ça passe par la corde
6	A	C'est vrai
7	B	T'as déjà essayé
8	A	Non j'ai jamais essayé
9	B	J'ai mis deux verres moi j'ai mis un fil de pêche tout le long un grand et je parlai avec mon frère
10	A	Et ça fait quoi
11	B	Comme un téléphone / ça passe dans le fil en fait
12	A	Ha
13	B	Vas y met émetteur et tout / non non ouais
14	A	Merde pourquoi il y a de l'air
15	B	Mais non mais non c'est pour dire de
16	A	Emetteur
17	B	L'émetteur c'est
18	A	Polo parle à bein c'est polo
19	B	C'est qui polo
20	A	C'est l'un des deux
21	B	Ah
22	A	Logiquement logiquement l'air il est
23	B	C'est c'est l'air le fil
24	A	Le fil validation
25	B	Ouh polo cardi
26	A	C'est ça tu vois / ça serait le contraire c'est pareil en fait / y a pas de son là non on n'entend pas

Tâche 14b2 : Prévoir les pots de yaourt

27	B	Polo parle à cardi sans les pots de yaourt //
28	A	La plus faible
29	B	Plus faible
30	A	Ni plus grave ni plus aigu c'est exacte / ok la vibration
31	B	La vibration de la source de son se propage parce qu'il y a de la matière
32	A	Pour l'instant on a tout compris / on fait quoi maintenant monsieur
33	I	Vous avez fait toutes les applications
34	B	Ouais
35	A	Non on a fait juste le pots de yaourt
36	B	Et la cloche
37	I	Il vous en reste trois si vous voulez

Tâche 14c : Collision intersidérale

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

38	B	Une collision intersidérale
39	A	C'est quoi ça
40	B	?
41	A	Hein un choc + on entend rien dans l'air
42	B	Entend un choc de / bein oui
43	A	Logiquement quand tu es dans l'espace il n'y a pas d'air donc logiquement il y a pas de
44	B	De choc de truc
45	A	Enfin il y a pas de bruit validation réponse dans l'espace hein tu vois ok (page suivante) / choc sous l'eau
		Dans l'espace (espace dépourvu de matière), il n'y a pas de propagation du son. L'extra terrestre n'entend pas la collision entre les comètes. Sur terre (espace constitué d'atmosphère), l'enfant a entendu la voiture heurter le poteau.

Tâche 14d : collision sous l'eau

46	B	Bein c'est pareil / ah bein non t'as l'eau comme milieu donc t'entendra
47	A	Bein si parce que tu entends sous l'eau
48	B	Bein oui
49	A	Parce qu'il y a les vibrations sous l'eau
50	B	Bein oui c'est un milieu de propagation il y a
51	A	C'es exacte cependant l'eau le milieu de propagation / logique puisque on peut voir enfin les poissons et tout non
		L'eau est un milieu de propagation. Le plongeur entendra donc le choc.
52	B	Et puis même
53	A	Non
54	B	Si

Tâche 14^e : la navette

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

55	A	Alors le dernier la navette
56	B	Que se passe t'il
57	A	Le cosmonaute violet n'entend pas frapper
58	B	Le cosmonaute il n'entend pas / mais si / le cosmonaute violet il entend parce que lui il frappe là ça c'est l'émetteur il frappe / l'air dans le
59	A	Oui mais là il demande quand lui il frappe est ce lui qu'il entend et quand lui il frappe lui il entend
60	B	oui et bein lui entendra quand lui il frappe parce que tu sais lui il frappe sur la porte et dedans tu as de l'air et ça va être propagation
61	A	Le cosmonaute rouge n'entend pas frapper au hublot
62	B	Voilà
63	A	Le cosmonaute violet entend frapper à la porte
64	B	Ouais et l'autre non comme il n'y a pas de
65	A	En fait elles ont pas compris que quand ça vibre c'est plus fort ou plus faible et la fréquence il faut mettre les contraires c'est sur

II.2.4 TP 3 : la propagation du son dans l'air

Tâche 1 : Introduction

1	B	On va où bureau
2	A	Non on va à la salle de TP
3	B	Bouh / je ne me souviens plus / salle de TP là
4	A	On clique
5	B	Vas y sais toi qui fais + / comment on choisi le TP là /
6	A	On y va
7	I	Là c'est on y va et ensuite on va dans le calepin
8	B	Ah oui TP3
9	A	TP3
10	B	C'est bon démarrer /
11	X	Précédemment vous avez qu'un émetteur vibre quand il émet un son et qu'un récepteur vibre aussi ainsi comment les vibrations peuvent elles transmises de l'un à l'autre
12	B	Mets plus fort
13	A	On a rien entendu
14	B	Vas y remet / vas y fais ça
15	X	Voici un tambourin dont la membrane est recouverte de morceau de polystyrène frappons sur un second tambourin placé sous la table et observons l'effet produit (vidéo)
16	B	Ça vibre / ça se propage (page suivante)

Expérience des deux tambourins et de la balle

Tâche 2 : réalisation de l'expérience

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	A	Pour répondre à la question posée dans l'introduction considérons l'expérience suivante (sifflement) / ok
2	B	Rire
3	X	Frappons sur le tambourin de gauche et observons le comportement de la balle
4	A	T'as vu
5	B	Oui oui
6	A	Elle bouge pas la balle
7	B	La balle elle a bougé
8	X	Frappons sur le tambourin de gauche et observons le comportement de la balle
9	A	Ah ok / (bang) / elle vibre / elle bouge
10	B	Suite (page suivante)

Tâche 3 : exploitation de l'expérience

11	A	Construire la chaîne sonore
12	B	Bein tambourin non c'est la baguette je ne sais pas en fait
13	A	Oui mais il faut faire c'est récepteur hop
14	B	Oui c'est vrai
15	A	Hop
16	B	Le récepteur / après c'est le tambourin / l'air / c'est pas la baguette / pouf +
17	A	Bein non / c'est l'air / c'est la balle / c'est ça hein ?
		La chaîne sonore est incomplète ou incorrecte
18	B	Oui / Valide
19	A	c'est quoi la réponse
20	B	Et bein c'est le tambourin qui reçoit et qui fait vibrer la balle / encore le tambour peut être vas y mets / toute façon on ne sait pas
		Vous avez bien construit la chaîne sonore
21	A	Ok / ah bein oui / (lecture réponse) he bein oui / ok bein suite (page suivante) / oui en fait oui la
		Le son émis par le tambourin de gauche se propage dans l'air jusqu'à nos oreilles. Le tambourin de droite transforme le son émis en un signal observable : le sursautement de la balle. Nous pouvons dire que le tambourin de droite est un récepteur.

Tâche 4 : interprétation de l'expérience

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

22	X	Frappons sur le tambourin de gauche
23	A	Ça recommence
24	X	et observons le comportement de la balle
25	B	En fait l'air elle se déplace et elle percute l'autre tambourin et ça fait bouger la balle
26	A	Oui / l'air elle vibre qui fait vibrer l'autre tambourin qui fait sursauter la balle
27	B	Bein mets / je met quoi l'air vibre
28	A	Non / les vibrations produites dans l'air tu mets puis / les vibrations
29	B	Quoi
30	A	Produites dans l'air
31	B	Tais toi elles vont nous le copier après
32	A	Permettent de faire vibrer l'autre tambourin / les vibrations produites dans l'air / produites
33	B	Ce n'est pas ça produites tent /
34	A	Dans l'air / permettent de faire vibrer l'autre tambourin
35	B	Elles nous copient
36	A	L'autre + / et faire sursauter la balle / et fait sursauter la balle
37	B	Permettent de faire sursauter
38	A	Et faire / mais si tu mets permettent tu n'auras pas assez de place et fait sursauter + la balle / bon et bein c'est bon valider / ok / réponse
39	B	Bein voilà
		Le milieu entre les deux tambourins, constitué par l'air, vibre et entraîne la vibration de la peau du tambourin de droite. La vibration de la peau fait sursauter la balle.

Tâche 5 : en résumé

40	A	Bein c'est ce que l'on a mis / bein c'est parfait / en résumé lorsque nous frappons sur le tambourin de gauche + + bein c'est bon attend (il prend les pages) / he monsieur à chaque fois on remplit le
41	I	Oui s'il vous plaît
42	A	Ok/ sors un stylo svp ++++ ok avez vous des remarques à faire / aide
43	B	On en a pas eu des aides / je prends la suite
44	A	He le cours on a oublié de l'utiliser
45	B	Oui mais le cours c'est là c'est quand on clique la dessus

Interprétation microscopique de la propagation du son

Tâche 6 : question

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	A	Ah oui ok / non : c'est parti : alors interprétation / hum (lecture énoncé) +++ / attends le son est causé par une vibration il met les particules en mouvement
2	B	Peut être la 4 / je ne sais pas
3	A	Le son est causé par une ++
4	B	Je ne sais pas là
5	A	Oui c'est ça en fait
6	B	Valide
7	A	Oui parce que ça fait comme ça et après ça revient en place/ réponse / ok c'est bon
		La partie vibrante de l'émetteur (la peau du tambourin) pousse les particules à son contact. La perturbation du mouvement de ses particules se propage de proche en proche. Il n'y a pas de déplacement global des particules, donc de la matière.
8	B	Putain on est fort

Tâche 8 : interprétation

9	A	Les premières particules
10	B	Logiques
11	A	Les premières particules à vibrer + + (page suivante) / une petite pause / ouf attends

Introduction aux infrasons et aux caractéristiques physiologiques de l'oreille

Tâche 9 : Etude du son émis par un haut parleur

1	B	C'est toujours le même
2	A	non parce que chaque fois tu as un truc à remplir / tu veux le remplir le truc / Bein alors a partir
3	B	Bien bougent / ça sera vers 50 55 Hz +
4	A	Trente Hz / on monte à fond pour voir
5	B	Descend (on entend un son puis plus rien) / bein ça dépend de l'amplitude (pour entendre un son cela il faut une amplitude)
6	B	A partir de / he bein c'est trente /
7	A	T'es sur / bein oui c'est dit / il le dit à partir de trente Hz
8	B	Rire
9	A	Comment appelle t'on / heu / inaudible
10	B	Audible
11	A	Non est toujours pas audible +
12	A et B	Inaudible /
13	A	Inaudible cela se dit monsieur
14	I	Oui
15	A	Bein on met ça / inaudible / voilà
16	B	Valide
17	A	Ok bein ce n'est pas audible / c'est pas vrai / mini dico / c'est où le mini dico : c'est où le mini dictionnaire
18	B	Attends
19	A	Fripini: j'ai compris ça
20	B	Change mais un o / descend avec la flèche
21	A	Mais on cherche quoi / mais non ce n'est pas ça qu'il faut faire
22	B	Mais non ce n'est pas ça / ça ne peut pas être ça ça ne peut pas être ça
23	A	C'est quoi / non non / n'est pas audible / c'est quoi alors + : ne

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	B	C'est toujours le même
		touche pas ne n'est pas ça qu'il faut regarder /
24	B	Bouge vas y descend jusqu'à ce que l'on voit un truc qui nous base
25	A	En plus on l'a utilisé deux fois et on en sait même pas ce que l'on cherche
26	B	Descends descends / attends / faible / voilà aller c'est bon c'est faible / mets faible et puis / valide
27	A	Hum / oui ok et bein on ne trouve pas / eh bein oui on est nul basse fréquence /
28	B	Monsieur / ah oui
29	A	Bien oui / on verra bien / et bien non ce n'est pas ça on ne trouve pas + +
30	I	Si vous ne trouvez pas je vais vous donner la réponse / infrasons
31	A	Pourtant dans le mini dictionnaire / ah c'est exacte / infrasons
32	B	Bein tu peux mettre deux fois utiliser le dico /
33	A	Bein tu ne sais pas on n'a pas encore fini / ah si
34	B	Comment tu sais que l'on a fini
35	A	Parce que
36	B	Prévoir le résultat que se passe t'il lorsque +++ (A remplit les feuilles distribuées)
37	A	Infrason / voilà

Expérience du haut-parleur et de la bougie

Tâche 10 : prévoir le résultat de l'expérience

1	B	Je pense que cela sera ça tu verras
2	A	Bon bien tu le rempliras / je n'arrive pas à écrire avec ton

1	B	Je pense que cela sera ça tu verras
		stylot
3	B	A mon avis ça va être ça
4	A	Alors que se passe t'il lorsqu'on augmente la fréquence
5	B	C'est bon t'as rempli ?
6	A	Non
7	B	De quoi tu parles là ? + / celle là
8	A	Va bouger / oui mais même si on n'entend pas ça bouge tu sais / parce que j'ai regardé la dernière fois à la télé ils faisaient voir / tu n'entendais pas le son mais la flamme elle bougeait / bon
9	B	On peut mettre deux réponses
10	A	Peut être / est continuellement
11	B	Bien mets plusieurs réponses / bien mets ce que tu veux
12	A	Ah c'est ça /
13	B	Ok / on ne sait pas en fait / de toute façon on va le faire (page suivante) / la flamme elle bouge quand même

Tâche 11 : observation de l'expérience

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

14	X	Une bougie est placée devant la membrane du haut parleur / alimentons le haut parleur / faisons varier la fréquence du générateur jusqu'à l'émission d'un son
15	A	Alors
16	X	et observons la flamme de la bougie
17	B	Elle ne bouge pas (rire) / elle ne bouge pas
18	A	On s'est planté dans notre réponse / elle ne bouge pas la flamme / la membrane elle bouge elle
19	B	Oui / audible / inaudible
20	A	La réponse est incomplète
		La réponse est incomplète ou incorrecte : observez attentivement l'expérience.
21	I	Si vous souhaitez faire l'expérience vous pouvez
		Utilisation du matériel
22	B	On va la faire
23	A	Vas y vas y
24	B	C'est là
25	A	vas y essaye (I intervient pour régler la fréquence) / mais elle bouge la flamme
26	I	Vous allez voir tout de suite
27	A	Et comment on sait que c'est des Hertz là dessus
28	I	Alors ici c'est indiqué 10 et vous êtes sur le calibre 1 Hertz ici / donc c'est 1 multiplié par 10 ça fait dix Hertz
29	A	Ah ok
30	I	Et ici si je change de calibre cela fait trente Hz et on entend un son
31	A	Ah ok mais sur l'expérience on avait pas vu comme ça aussi
32	I	Vous avez vu comment ?
33	A	On ne voit pas trop que cela bouge

14	X	Une bougie est placée devant la membrane du haut parleur / alimentons le haut parleur / faisons varier la fréquence du générateur jusqu'à l'émission d'un son
34	I	Oui c'est vrai / sur cette écran on ne voit pas trop
35	A	Ah c'est pour ça / bon alors
36	B	On dirait une moto / bein c'est bon ça vibre
37	A	Ok
38	B	Bon bein c'était bien marrant
		La réponse est correcte !!! Vous pouvez consulter la réponse du professeur pour de plus amples explications.

Tâche 12 : interprétation de l'expérience

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

39	A	Attends vous pouvez en déduire / vous pouvez en déduire
40	B	Comment le milieu se comporte quand un son se propage
41	A	Bon bein vas y tu notes tu marques
42	B	Booooo
43	A	Quand le son / quand le son se propage / vas y marques / quand le son se propage / il fait vibrer / il y a des vibrations dans l'air / ce qui fait bouger la flamme / vibration / oui faites l'expériences parce que c'est mieux (il parle à l'autre groupe)
44	I	Pourquoi
45	A	Parce que sur l'ordinateur on ne voit pas que la flamme elle bouge / c'est pour ça que j'ai mis que la flamme ne bouge pas / les vibrations dans l'air / et bein la flamme bouge
46	B	Ce qui fait bouger la flamme
47	A	C'est bon / valide/ ok / bon alors /
		Lors de l'émission du son, la vibration se propage de la source à l'émetteur. Le milieu de propagation vibre.
48	I	Qu'est ce qui peut se passer là (on ne voit plus la flamme vibrer)
49	A	En fait ça vibre tellement vite que l'on ne la voit plus vibrer la flamme / ce n'est pas ça?
50	I	Oui c'est ça

Interprétation de la propagation dans l'air : l'onde sonore

Tâche 13 : la propagation du son dans l'air

1	A	Ah putain je me suis planté
		Vous souvenez vous de ce que

1	A	Ah putain je me suis planté
		vous avez répondu lors de l'interprétation microscopique ? Vous pouvez utiliser l'aide dans la page ci contre, le cours ou le dictionnaire de la bibliothèque avant de répondre à nouveau.
2	B	C'est lui lui /
3	A	C'est bon / on peut en mettre deux au maxi
4	B	Attends
5	A	Non
		Vous souvenez vous de ce que vous avez répondu lors de l'interprétation microscopique ? Vous pouvez utiliser l'aide dans la page ci contre, le cours ou le dictionnaire de la bibliothèque avant de répondre à nouveau.
6	B	Bein vas y / je ne sais pas / aide /
		Définition propagation / Définition interprétation microscopique (explication) / Définition vibration
7	A	Une fois
8	B	Ah attend je n'ai pas rempli tout à l'heure (on entend A cliquer) / bein ça aussi non
9	A	Attends
10	B	Déjà il y a pas elle
11	A	Ok oui / un courant d'air
12	B	Déjà ce n'est pas elle tu peux l'enlever
13	A	C'est ça?
14	B	Peut être la une
15	A	Le son émis / c'est pareil
16	B	Parce que plus il augmente plus il (soufflement)
17	A	Le son / voilà c'est ça non ce n'est pas ça parce que l'air elle ne se déplace pas elle vibre
18	B	Oui / mets la une pour voir

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	A	Ah putain je me suis planté
19	A	On y arrive pas ++ on revient en arrière
		Vous souvenez vous de ce que vous avez répondu lors de l'interprétation microscopique ? Vous pouvez utiliser l'aide dans la page ci contre, le cours ou le dictionnaire de la bibliothèque avant de répondre à nouveau.
20	B	Pourquoi tu fais ça? mais ça on s'en fout
21	A	Oui mais / oui purée / moi je n'osai pas y mettre
22	B	Hein
23	A	Aucune proposition je n'osai pas la mettre celle là / je ne sais tu sais ça fait bizarre / ou je me disais c'est bizarre vu qu'il n'y a pas les vibrations / ha bein oui / putain / ce n'est pas possible / bon il va falloir mettre que tu t'es servi de l'aide
		C'est la bonne réponse. Le son est causé par une vibration qui se propage au travers du milieu de propagation de la source au récepteur sans déplacement de matière. C'est ce que l'on appelle l'onde sonore.
24	B	Combien de fois
25	A	Une
26	B	Pourquoi
27	A	Heu / mets trouver
28	B	Rappelle des définitions
29	A	Ok

II.2.5 TP 4 Deux grandeurs caractéristiques du son

Tâche 1 : Introduction

1	A	Attends faut peut être lire ça avant de commencer /
2	B	C'est toujours pareil / ah non ce n'est pas pareil / alors TP4
3	A	Allez démarrez
4	X	Vous allez chercher à comprendre le lien qui existe entre les caractéristiques du son que nous percevons et les grandeurs physiques qui caractérisent le comportement de la source
5	A	Oui /
6	B	Le son en tant que sensation sonore est caractérisé par sa hauteur + (lecture) oui / fréquence et amplitude / met amplitude et fréquence / peut être
7	A	C'est exacte / faut parler plus fort /
8	B	Le son en tant que phénomène physique / voilà /
		Le son en tant que phénomène physique est associé à une vibration qui est caractérisée par sa fréquence et son amplitude.
9	A	Bon allez remplis / il faut que tu remplissent /
10	B	Déjà
11	A	Bein oui il y a introduction il faut remplir
12	B	Ok /
13	A	Oh ça ça me fait peur

Deux expériences de sensibilisation

Tâche 2 : Expérience 1

1	B	Choix de la fréquence met plus / met plus choix de la fréquence tu verras / ça fera touuuuuuuu +
2	A	C'est nous qu'on fait ça ou

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	B	Choix de la fréquence met plus / met plus choix de la fréquence tu verras / ça fera touuuuuuuu +
		c'est eux (un son)
3	B	C'est eux / attends elles veulent jouer à ça (l'autre groupe)
4	A	C'est ça / bein c'est bon / arrêtes / tu le trouves ton stylo/
5	B	Je remplis au crayon à papier
6	A	Oui
7	B	Alors le cours non / type d'aide non / non / tu vois c'est facile à remplir / regardes / je vais mettre le nom
8	A	Ici tu augmentes l'amplitude
9	I	Heu attendez / ici vous avez deux tâches à réaliser en dehors de l'expérience
10	A	Là
11	I	Mesure 1 et mesure 2
12	A	Ah ok
13	B	Moi je savais je ne voulais pas te le dire / ok (mesure 1)

Tâche 3 : Etude 1

14	A	C'est quoi là
15	B	Bein lis / quand il augmente ça se verra ça fera ttututut / oui mais attend / clic dessus pour voir ce que c'est
16	A	Alors ça fait quoi
17	B	Elle augmente pas elle diminue / enlève
18	A	Oh
19	B	T'enlèves / prends en une seconde /
20	A	Monsieur on ne peut pas enlever une réponse que l'on a mis
21	I	Si en cliquant ailleurs
22	B	Ah
23	A	Oui mais on choisira +
24	B	Vas y refait là / oui / oui / clic sur l'autre dessin / ah elle ne bouge pas / oui (lance une autre) / donc c'est entre elle et elle / attends
25	A	Celle là tu me dis
26	B	Je ne sais pas vas y essayes / c'est soit elle soit elle
27	A	C'est elle
28	B	Vas y montre / non non c'est elle / clique la dessus / non le rond là (faux) / ah quand ça augmente l'amplitude c'est vro vro il devient plus grand le truc /
		Revenez à l'expérience et observez à nouveau le mouvement de la membrane du haut-parleur.
29	A	Oui
30	B	Ah oui c'est lui / je ne sais pas regardes /
		Revenez à l'expérience et observez à nouveau le mouvement de la membrane du haut-parleur.
31	A	Non celui la il ne bouge pas
32	B	Vas y

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

14	A	C'est quoi là
33	A	c'est lui non
34	B	Fais voir lui / non lui / juste il diminue donc c'est lui
35	A	C'est lui
36	B	Bein / attends
37	A	Oui / réponse / ah + (lecture)
		Le déplacement de la membrane du haut-parleur sera d'autant plus grand que l'amplitude de la tension est grande, pour une même fréquence. A aucun moment, la fréquence change si l'on augmente l'amplitude : c'est à dire, si le déplacement est plus petit ou plus grand.
38	B	Ça y est je peux remplir /
39	A	Je ne sais pas regarde derrière / et bein c'est bon remplis

Tâche 4 : Etude 2

40	B	Façon /
41	A	Plus aigu / quand on augmente l'amplitude et bein le son il est + (on entend un son derrière) de plus en plus fort / ah
		Il vous est conseillé de revenir à l'expérience et de bien écouter le son émis.
42	B	De quoi /
43	A	Et bein voilà
44	B	Si tu augmentes la truc amplitude
45	A	Oui /oui je disais je me suis gouré
		Il vous est conseillé de revenir à l'expérience et de bien écouter le son émis.
46	B	Bien pigé

Tâche 5 : Interprétation

47	A	Ah oui parce que j'avais oublié d'enlever cette réponse ok + maintenant il vous est demandé de faire le lien entre le +
		C'est exact. Le volume sonore augmente plus l'amplitude de la vibration augmente.
48	X	La fréquence de la tension reste constante augmentons puis diminuons l'amplitude de la tension électrique et écoutons le son émis
49	A	Attends
50	X	La fréquence de la tension
51	A	Ok (arrêt la vidéo)
52	B	Et bein le son augmente
53	A	Bein oui / le son devient de plus en plus fort +
		La variation de l'amplitude de la tension modifie l'amplitude de la vibration de la source de son. La perception sonore associée est un son plus ou moins fort ou faible (variation du volume sonore). Comparer votre réponse à cette dernière et revenez alors à l'expérience pour vérifier.
54	B	Valide + oui c'est bon / bein si tu augmentes elle est plus fort
55	A	Oui bein / si on augmente la variation la tu mets / si on amplitude oui + (ils corrigent leur phrase)
56	B	Attends /
57	A	Qu'est ce que tu cherches / le point + / c'est bon / j'ai vu / Allez vas y remplit /

Tâche 6 : Expérience 2

1	B	C'est pareil /
2	A	Non non c'est là / nous on

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	B	C'est pareil /
		commence la deuxième expérience / c'est marqué là
3	B	Alors/ on donne / je vais faire un son / joli
4	A	Voilà / Augmentes pour voir / en fait l'amplitude elle reste constante mais la fréquence elle augmente
5	B	Oui / vas y mouvement

Tâche 7 : Etude 1

6	A	Au cours des cinq expériences
7	B	Bein regardes
8	A	Attends je n'ai pas fini (de lire)
9	B	Je cliques
10	A	Ce n'est pas celle là / celle là peut être + non /
11	B	Oui
12	A	Vas y essayes la dernière pour voir
13	B	Non là il bouge l'amplitude / La deux je ne l'ai pas vu
14	A	Là aussi il bouge l'amplitude
15	A et B	C'est elle

Tâche 8: Etude 2

16	A	Voilà c'est exacte / vas y j'ai vu (réponse) / le son lorsque la fréquence / ouh / ok / bon on va faire celle là / en quoi
17	B	Il est plus aigu
18	A	Quoi c'est pareil / Ah bein oui / c'est exacte + page suivante) / Ok bein rempli / c'est bon tu as déjà rempli / Bon alors maintenant
		C'est exact. Plus la fréquence de la vibration est grande, plus le son perçu est aigu.

Tâche 9 : Interprétation

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

19	X	L'amplitude de la tension reste constante augmentons puis diminuons la fréquence de la tension électrique et écoutons le son émis
20	B	Bein là il diminue /
21	A	Ok
22	B	Bein si on augmente la fréquence / il deviendra plus aigu / si on la diminue et bein elle sera grave
23	A	Ok / oui c'est ça
24	B	Alors si + (tape) + /
25	A	Aigu
26	B	Aigu
27	A	Et si on la diminue il sera plus grave / logique non / ah oui c'est comme ça / oui on va consulter / Oui
		La variation de la fréquence de la tension modifie la fréquence de vibration de la source de son. La perception sonore associée est un son dont la hauteur varie. Ce son est de plus en plus aigu ou grave selon que l'on augmente ou diminue la fréquence. Comparer votre réponse à cette dernière et revenez à l'expérience pour vérifier.
28	B	Ah oui c'est bon
29	Autres	Monsieur on peut se servir du matériel
30	I	Oui oui bien comme dans les séances précédentes
		Utilisation du matériel
31	A	Ah on peut s'en servir / et bein on va le remettre
32	B	Il faut juste le mettre en route et augmenter la fréquence
33	A	Mets le en route d'abord / augmente / t'es sur que tu augmentes là (il fait la même

19	X	L'amplitude de la tension reste constante augmentons puis diminuons la fréquence de la tension électrique et écoutons le son émis
		expérience que sur la vidéo) / voilà ok
34	B	Tu as vu comme ça
35	A	Vas y arrêtes (B fait varier rapidement la fréquence) / l'amplitude / bon c'est bon
36	B	Bein ça varie
37	A	Oui voilà / Attends / essayes tu changes ça regardes / Attend remets le à 1 / c'est bon arrêtes / vas y essayes
38	B	Non / trop grosse + (fréquence trop grande (ultrason))
39	A	Vas y diminues / mets le à 1 / c'est bon arrêtes
40	B	Ah non !
41	A	De quoi / ça vibre / ah oui en fait si on augmente trop après on entend plus rien
42	B	De quoi là ?
43	A	Non / quand on a mis à fond tout à l'heure on entendait rien
44	B	Oui je sais / oui c'est excellent

Tâche 10 : Une petite pause

45	A	C'est excellent le graphique / une petite pause / vous venez d'étudier les caractéristiques à partir d'un haut-parleur
46	B	Oui on va utiliser l'oscilloscope
47	A	Ouah l'oscilloscope purée ça c'est dure

Tâche 11 : Définition d'un oscilloscope

1	B	Un oscilloscope, branché aux bornes d'un générateur basse fréquence, permet de visualiser en fonction du temps, les variations de l'amplitude et de la fréquence d'une tension électrique
2	A	Parle pas trop tu sais après il note tout ce que l'on écrit / alors si tu dis tout ça je ne t'en parle même pas
3	B	Donc/ attention attention / amplitude fréquence
4	A	Non il a dit amplitude
5	B	Elle est désordonnée / han / ça fait mal à l'oreille (il a changé la fréquence)
6	A	Oui
7	B	Ça c'est l'abscisse / son abscisse c'est elle /
8	A	Ah oui si on augmente l'amplitude / ça c'est à plus de / plus grand / et si on augmente la fréquence ça sera plus rapproché /
9	B	Vas y refait
10	A	Regarde tu augmentes la fréquence
11	B	Donc ça fera plus un son plus / plus fort / ah non plus aigu
12	A	Si tu augmentes ça (l'amplitude)
13	B	T'augmentes ça en fait t'augmentes vouvouvou /
14	A	Voilà on va laisser ça comme ça
15	B	Bein vient on essaye / putain
16	A	Mais c'est ce que l'on vient de faire
17	B	Mais j'essaye je vérifie tu sais
		Utilisation du matériel
18	A	Ah oui mais on n'a pas augmenter l'amplitude / augmente l'amplitude pour voir

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	B	Un oscilloscope, branché aux bornes d'un générateur basse fréquence, permet de visualiser en fonction du temps, les variations de l'amplitude et de la fréquence d'une tension électrique
19	B	Si mais c'est bon /
20	A	Touches pas remet là au même endroit / à peu près comme ça merci
21	B	Ca fait un son plus fort là avec l'amplitude
22	A	Touches plus bon (il augmente la fréquence) / Laisse comme ça / c'est bon on a vu / putain arrête de t'amuser
23	B	Ça y est j'arrête
24	A	Bon / que représente la courbe visualisée / la tension électrique délivrée par le GBF / c'est exacte / on est quand même pas nuls / lecture réponse la courbe visualisée est la représentation graphique de la tension électrique délivrée par le générateur au haut-parleur en fonction du temps /
		La courbe visualisée est la représentation graphique de la tension électrique délivrée par le générateur au haut-parleur en fonction du temps.

Tâche 12 : Expérience étude des grandeurs caractéristiques du son

1	B	Ah oui ça c'est plus chaud
2	A	Facile / c'est facile c'est ce que l'on vient de faire
3	B	Oui je sais / le son associé à l'oscillogramme à étudier est + je ne sais pas clique dessus
4	A	Attends / attends / par rapport à l'oscilloscope
5	B	Ah non tu n'as pas besoin de cliquer / amplitude plus basse amplitude donc il est plus faible
6	A	Où /
7	B	il est plus faible / mets / attends je ne sais pas si il est
8	A	Il est plus grave /
9	B	Oh /
10	A	Si +
11	B	Amplitude
12	A	Regarde plus c'est rapproché plus c'est aigu / et plus c'est haut plus c'est
13	B	Plus c'est fort / Plus c'est fort / oui mais regardes ils sont de la même / l'amplitude c'est la même / heu la même fréquence
14	A	Mais non là regarde là c'est plus fort
15	B	Vas y mets
16	A	Monsieur cette colonne c'est pour celui là
17	B	Non c'est comparé
18	I	Non c'est lorsque vous comparez les deux oscillogrammes
19	A	Ah oui ok
20	B	Et oui / est ce qu'il est plus
21	A	Plus machin / Plus machin que l'autre / celui là il est plus faible que lui / logique / et plus grave / celui là il est plus grave que lui // faux
22	A	Faux
		diode rouge
23	B	Tu mets identique là essaye

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	B	Ah oui ça c'est plus chaud
24	A	Mais non mais non c'est bon / on a eu faux / il faut regarder les aides
25	B	Non mais
26	A	Si
27	B	Essayes de mettre identique / je veux voir si c'est ça
28	A	Oui mais tu ne peux pas répondre quinze fois à la même question
29	I	Oui ensuite ça change
30	A	Regardes c'est comme tu as fait la dernière fois
31	B	Oui oui / he bein on va regarder les aides
32	A	Perception définition
		Définition (Perception sonore Aiguë/Grave) / Définition (Perception sonore Faible/Fort) / Définition (Perception sonore Aiguë/Grave)
33	B	Oui / oscilloscope met oscilloscope / oui ça c'est plus fort / si il augmente l'amplitude c'est plus fort
		Définition (Oscilloscope) / Définition (Rappel)
34	A	Et là c'est autant plus grave
35	B	Vas y met / ah ça y est j'ai compris /
36	A	Là c'est plus fort
37	B	Attends / là par rapport à lui / lui il est plus fort + et voilà
38	A	Non / lui il est plus faible / plus aigu / non c'est là Suite qu'il faut faire /
		diode verte
39	B	Attends l'amplitude c'est / Je ne me rappelle plus / ah (utilisation matériel)
		Utilisation du matériel
40	A	C'est ça l'amplitude(il regarde aussi l'oscillo) / plus il y a d'amplitude / donc celui là il est

1	B	Ah oui ça c'est plus chaud
		plus faible / c'est sur / mais il est // il est plus aigu / ah voilà ça y est j'ai compris / c'est bon bon vas y rééteinds le j'ai compris
		diode verte
41	B	Attends
42	A	Là ah oui / ah voilà c'est identique là
43	B	Plus c'est petit plus c'est aigu en fait
		Utilisation du matériel
44	A	T'as vu ça sort de l'écran ça retourne dans l'autre / ok / t'as compris maintenant
45	B	Donc après il est plus grave / et
46	A	Non lui il es plus fort et identique
47	B	Et identique oui
48	A	Voilà
		diode verte
49	B	Oh lala
50	A	Donc là
51	A et B	Il est plus faible +
		Utilisation du matériel
52	A	Et heu / plus grave /
53	B	Oui plus grave
54	A	Oui c'est ça / bon
		diode verte
55	B	Plus faible
56	A	Attends / suite
57	B	Bon ce n'est pas identique du tout
58	A	Celui il est déjà
59	B	Plus fort
60	A	Plus fort oui / plus fort mais plus / plus grave
61	B	Oui
		diode verte
62	A	Ah / il n'y a que la première que l'on a fait faux / c'est bien on a fait une faute nous /

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	B	Ah oui ça c'est plus chaud
		arrêtes de jouer avec ça
		Utilisation du matériel
63	B	Je ne joue pas je regarde
64	A	Ah mais on en refait/ il y en a un autre après/ ou ça recommence là monsieur quand on a fini / c'est un autre ou ça recommence
65	B	Non la tu as recommencé
66	I	Là ça recommence
67	A	Là on a pas besoin d'y faire / c'est bon une fois que l'on a compris / vas y remplis ça je pense
68	B	Une aide

Tâche 13 : Expérience Etude des grandeurs caractéristiques de la vibration à l'oscilloscope

69	A	Oui / on a pas fini / page suivante il y en a encore une autre (page suivante) / hein je ne me suis pas bourré / ah oui maintenant c'est là / on va se marrer + alors là il ne faut pas que l'on se trompe / alors l'amplitude de lui / elle est plus
70	B	L'amplitude
71	A	Non non l'amplitude elle est plus grande
72	B	Plus grande
73	A	Plus ton amplitude elle est grande plus c'est haut et la fréquence elle est plus petite
74	B	Non mais c'est lui étudier
75	A	Hé bien /
76	B	Ah oui c'est bon /
77	A	Ah non
78	B	Ah non elle est plus petite
79	A	Elle est plus petite / et la fréquence elle est plus petite
80	B	Trois carreaux
81	A	Non
82	B	Elle est identique
83	A	On ne peut pas
84	B	C'est identique
85	A	Un deux trois / ah oui / bein tant pis / bein c'est toujours la première que l'on fait pas diode rouge
86	B	Vas y fait passer là + pas la même amplitude et pas la même machin
87	A	Pas la même / déjà l'amplitude elle est
88	B	Plus petite
89	A	Plus petite
90	B	Et plus grande
91	A	Je ne sais pas / mais non plus tu augmentes la fréquence et plus c'est rapproché
92	B	Oui

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

69	A	Oui / on a pas fini / page suivante il y en a encore une autre (page suivante) / hein je ne me suis pas bourré / ah oui maintenant c'est là / on va se marrer + alors là il ne faut pas que l'on se trompe / alors l'amplitude de lui / elle est plus
93	A	Voilà / c'est bon / j'ai compris / alors là / l'amplitude elle est plus grande
		diode verte
94	B	Plus grande
95	A	La fréquence
96	B	Plus petite
97	A	Plus petite / on est des as /
		diode verte
98	B	La c'est la même là identique
99	A	Oui
100	B	Tu mets identique et plus petite
101	A	Oui / suite / plus petite
		diode verte
102	B	Plus petite et plus grande
103	A	Et plus grande / vous avez eu cinq bonnes réponses c'est très bien / Attends on est encore là
		diode verte
104	B	Oui c'est le résumé

Tâche 15 : Application création d'un oscilloscope

1	A	Application + donc écouter le son émis + + + + (on entend rien) +
2	B	Oui mais c'est juste avec la fréquence
3	A	Non vas y fait voir
4	B	T'es sur que tu ne te goures pas de bouton / prend le bouton du bas pour augmenter
5	A	Là je baisse sinon ça va faire trop fort après
6	A	C'est normal que l'on entend pas ici
7	I	Pour entendre le son il faut cliquer sur le haut-parleur
8	B	Clique sur le haut-parleur
9	A	C'est bon bon
10	B	Cliques sur le haut-parleur
11	A	Bon aller
12	B	Qu'est ce que tu fous
13	A	Murmure (lance son) +++
14	B	Là HP test (son)/ c'est le même son ? augmente / attends mets le test le ça là / le test d'abord comme ça tu changes pendant le test / augmentes non diminues / non
15	A	En fait on doit trouver les deux sons pareils
16	I	Oui c'est ça
17	B	Peut être qu'il y en a un qui est plus fort vas y mets ce son vas-y pour voir / et maintenant lui vas y vite
18	A	Bein c'est le mêmes non
19	B	Non bein changes ça peut être / c'est là vas y / non il est plus fort / non il est plus fort / voilà / ok / oh tu as touché un truc au dernier moment
20	A	Ah
21	B	Ecoute écoute
22	A	Mais non on y arrive pas / purée
23	B	Attends / vas y augmente le

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	A	Application + donc écouter le son émis + + + + (on entend rien) +
		carrément encore un peu / attends bein mets le son d'abord (son) / voilà
24	A	Oh non / j'aimerais avoir l'oreille / attends on continue / il y en a encore un
25	B	Non c'est si tu veux refaire
26	A	On va refaire
27	B	Plus facile lui / non écoute le son de l'autre / là il est plus bas / d'accord voilà / vas y écoute / c'est bon / tu vois
28	A	Ouais

Reproduire le même son

Tâche 16 : Question

1	A	C'est pas marrant / on en est où / création d'un oscillogramme / après reproduire le même son / reproduire le son
2	B	Ok / la tu montes / valide il en faut que deux /
		La réponse est incorrecte ou incomplète. Vous pouvez consulter l'aide avant de répondre à nouveau.
3	A	Oui mais en théorie elles sont toutes bonnes / la même hauteur c'est quoi ? / la hauteur
4	I	Ah / La hauteur d'un son
5	A	Ah c'est plus aigu ou plus grave / ah ok
6	I	Oui c'est ça
7	A	Oui mais si ils ont la même fréquence ça fera le même son / il sera toujours pareil le son non / là il le dit
8	I	Oui mais ici la question demande qu'elles sont les caractéristiques du son au niveau de la perception
		Si deux sons possèdent le même volume sonore et la même hauteur, on peut alors dire qu'ils sont identiques.

Tâche 17 : Expérience 1

9	A	Ah ok / Vas y expérience 1
10	B	Bein tu as encore rien mis
11	A	Voilà
12	B	Non plus fort
13	A	C'est bon
14	B	Bein attends tiens regardes / c'est lui c'est lui valide ++

Tâche 18 : Expérience 2

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

15	A	Ah mince on a appuyé
16	B	Bein fréquence ça va être deux carreaux je crois / deux / fréquence ça va être deux carreaux / vas y règle la fréquence / on t'as pas dit d'arrêter + oui c'est ça
17	A	Aller réponse / voilà c'est bon / ok
		Les deux sons émis ont la même hauteur et le même volume sonore. Les fréquences de vibration et les amplitudes de vibration des deux haut-parleurs sont identiques.

Influence de la position du récepteur par rapport à l'émetteur au niveau des grandeurs caractéristiques du son

Tâche 19 : Introduction

1	B	Grandeurs caractéristiques du son / oh à mon avis c'est ici
2	A	Oui ++++ / C'est bon
3	B	Oui

Tâche 20 : Expérience 1

4	A	Alors expérience 1 / Polo et cardi / lui c'est polo et lui c'est cardi
5	B	Alors +
6	A	Chez cardi
7	B	Chez cardi ça sera plus fort / logique
8	A	Plus fort
9	B	Plus fort et
10	A	Et encore plus faible / hein puisque les graves et les aigus là c'est on les entend pareil
11	B	Oui
12	A	Hein (faux) / on entend (?) ++ Votre réponse est incorrecte. Imaginez ce que l'on entendrait à 10, 20 ou 30 kilomètres du village.
13	B	Attends / bein / un km c'est pas beaucoup
14	A	Non mais +
15	B	Peut être identique / ok on va mettre
16	A	Mais non si c'était identique à 20 Km tu l'entendrais encore
17	B	Heu oui
18	A	Non ce n'est pas ça / hé polo il entend pas si cela se trouve
19	B	Pas de réponse
20	A	Je ne comprend pas / on est obligé d'aller dans les aides
21	B	Pas plus fort
22	A	Hein
23	B	Si il est à 10 km il entendra pas plus fort que si il est à côté / on est con / plus faible
		Plus on s'éloigne de la source de son, plus on perçoit un son dont le volume sonore est faible.

Tâche 21 : Expérience 2

24	A	Oui / on est nul / bein non moi j'avais compris plus fort chez cardi que chez Polo / pas plus fort c'est pour ça / Expérience 2 / polo et cardi habite à deux km l'un de l'autre / c'est la même expérience
25	B	Non ce n'est pas la même +
26	A	Ah c'est en fonction de l'amplitude et de la fréquence / plus petite / fréquence
27	B	Attends c'était regarde (utilisation du matériel) / l'amplitude elle est plus petite
		Utilisation du matériel
28	A	Et la fréquence
29	B	La fréquence elle est égale / attend je vais changer d'amplitude (utilisation du matériel)
30	A	Ah oui c'est ça / encore plus petite / encore plus petite (validation)
		Votre réponse est incorrecte !!! Lisez bien ce que Fripini vous énonce.
31	B	(?) / attends ++
32	A	La fréquence n'est pas la même / ah oui la fréquence elle est plus grande
		Votre réponse est incorrecte !!! Lisez bien ce que Fripini vous énonce.
33	B	(utilisation du matériel) Ah mais quand c'est plus grand / ça fait un son plus aigu donc elle est pas plus grande l'amplitude heu la fréquence ça ne sera pas un son plus aigu / là tu dis cela sera un son plus grave (montre fréquence plus faible) / là plus aigu et la pareil / donc c'est identique et identique

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

24	A	Oui / on est nul / bein non moi j'avais compris plus fort chez cardi que chez Polo / pas plus fort c'est pour ça / Expérience 2 / polo et cardi habite à deux km l'un de l'autre / c'est la même expérience
		Utilisation du matériel
34	A	Et de l'autre coté
35	B	Bein laisse
36	A	L'amplitude
37	B	L'amplitude c'est (va pour utiliser le matériel) / c'est grave
		Utilisation du matériel
38	A	C'est la bonne réponse
		En effet, précédemment nous avons pu constater que plus on s'éloigne de la source sonore, plus le son perçu est faible. Ainsi, seule l'amplitude de vibration diminue suivant la distance par rapport à la source.
39	B	T'as vu
40	A	En fait je me suis planté / ok réponse

Tâche 22 : Expérience 3

41	B	Expérience 3 / Le microphone est un récepteur sonore il reçoit le son émis par un émetteur / et bein vas y
42	A	Oui on fait quoi on doit faire quoi
43	B	Déterminer la forme de la tension en fonction du temps aux bornes des deux microphones / il faut en mettre une là-bas
44	A	L'amplitude déjà elle ne change pas
45	B	Bein non l'amplitude reste la même
46	A	Donc il faut trouver deux qui ont la même amplitude/ même amplitude c'est ça
47	B	C'est la même amplitude hein / regarde
48	A	Oui / mais la fréquence elle est plus grande là (mettent un premier oscillogramme)
49	B	Là cela veut dire que la fréquence elle est plus grande +++
50	A	Alors qu'est ce que l'on vient de mettre / en plus on a oublié
51	B	Vas y
52	A	La fréquence elle est plus petite / ah non c'est l'amplitude qui est grande / ça c'est la fréquence/ la fréquence c'est ça
53	B	La fréquence c'est plus c'est petit plus on augmente la fréquence/ plus c'est serré plus on augmente la fréquence
54	A	La fréquence elle doit pas être identique
55	B	Je ne sais pas (retour page précédente) / identique
56	A	Fréquence identique
57	B	Ah bein c'est ces deux là alors

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

41	B	Expérience 3 / Le microphone est un récepteur sonore il reçoit le son émis par un émetteur / et bein vas y
58	A	Pourquoi
59	B	Attends compte + oui c'est ces deux là
60	A	Celui là je le met où là / non non regarde / celui là je le met là et celui là
61	B	Attends
62	A	Si c'est ça
63	B	Si oui (validation)
		Lorsqu'on s'éloigne de la source de son, la fréquence est conservée alors que l'amplitude diminue.
64	A	Validation
65	B	Il faut toujours qu'il yait la même fréquence
66	A	Et ça diminue aussi (page suivante)

Tâche 23 : En résumé

67	B	La fréquence de l'onde sonore est déterminée par l'émetteur +
68	A	L'amplitude (+)
69	B	Mais tu t'est trompé de bouton
70	A	Oui je me suis trompé
71	X	Observons l'évolution des grandeurs caractéristiques du son reçu par le microphone lorsqu'on l'éloigne du haut-parleur
72	A	Oui c'est ce que l'on disait
73	B	L'amplitude diminue mais la fréquence reste la même voilà c'est bon c'est simple

II.3 Dyade 20

II.3.1 TP 0 : Chaîne sonore

Tâche 1 : introduction

1	B	Introduction ++ nous vous proposons de réaliser les de premières séances de TP / introduction de la chaîne sonore (lecture feuille)
2	A	Corriger l'exercice
3	B	Corriger l'exercice de la chaîne sonore
4	A	C'est quoi l'exercice
5	B	On y va (clic sur le lien « on y va »)/
6	A	Allez c'est parti
7	B	Introduction de la chaîne sonore c'est ça / commencez par la première activité / objectif organigramme / vas y met les objectifs déjà + + / c'est quoi un organigramme
8	A	Hum (?)
9	B	Vas y clique dessus
10	A	C'est l'organisation
11	B	Oui
12	A	Oui
13	B	Introduction / de la chaîne sonore / application
14	B	Démarrer
15	A	Bon bein oui
16	X	Tout d'abord lisez cette introduction puis si vous êtes prêt à déterminer les éléments de la chaîne sonore dans différentes situations alors tourner la page
17	B	La chaîne sonore
18	A	T'as tout lu là

Tâche 2 : la chanteuse

19	B	C'est bon / page suivante (page suivante) / Construire la chaîne sonore et déterminer ses constituants en déplaçant les éléments de la liste ci dessous +
20	A	chaîne sonore / bein ça va de chanteuse +
21	B	c'est heu la chanteuse
22	A	Chanteuse / ça va au public
23	B	Attend il y a chapeau et tout là
24	A	Ca ne va pas dans le chapeau + ça va de la chanteuse après ça fait à l'air puis au public au récepteur +/
25	B	ah oui dans l'air / donc
26	A	En fait il y a émetteur
27	B	Non la chanteuse émetteur
28	A	Non mais la chaîne sonore est constituée par la chanteuse par l'air / et par le public
29	B	Oui
30	A	La chaîne sonore c'est récepteur et le machin quoi
31	B	Ah oui
32	A	Alors émetteur / après heu
33	A et B	Récepteur
34	B	Milieu /
35	A	c'est l'air non ?
36	B	oui
37	A	Non je mettrai ça moi
38	B	L'émetteur c'est le c'est le micro peut être / le récepteur /
39	A	Bein non non attends
40	B	Met air met air
41	A	Ca ne va pas marcher / bon alors là on met chanteuse
42	B	Dans cette situation la chaîne sonore est constituée par
43	A et B	Chanteuse
44	A	D'accord ! (problème pour mettre le mot dans la case)
45	B	Validation déjà / validation / oui là + chanteuse / hé heu air ou milieu / Milieu puisqu'on a déjà

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

19	B	C'est bon / page suivante (page suivante) / Construire la chaîne sonore et déterminer ses constituants en déplaçant les éléments de la liste ci dessous +
		mis air là haut
46	A	Ou alors il faut mettre air ici et milieu la bas
47	B	Plutôt
48	A	parce que ça peut être
49	B	C'est ce que je te disais
50	A	Je n'avais pas compris
51	B	Non là tu mets air là et tu remets milieu là + donc
52	A	On valide
53	B	Validation / non peut être là /
		vous avez bien construit la chaîne sonore cependant il vous est conseillé de consulter la réponse du professeur
54	A	Cependant il vous ai conseillé de consulter la réponse du professeur /
55	B	heu on vous demande pour le professeur ou pas
56	I	Pour la réponse du professeur / et bien là vous faites j'ai vu et vous avez ensuite la réponse du professeur en cliquant sur le bouton réponse
57	B	Bon vas y
58	A	Bon suite
59	B	Attends mais mets réponse
60	A	Bein réponse
		Le son émis par les cordes vocales de la chanteuse se propage dans l'air et est reçu par les oreilles du public.
61	B	Se propage dans l'air
62	A et B	Et est reçu par les oreilles du public (page suivante)
63	A	Fais voir ça pour voir
64	B	Ah oui ça arrête la chanteuse
65	A	Ouibon voilà / page suivante /

19	B	C'est bon / page suivante (page suivante) / Construire la chaîne sonore et déterminer ses constituants en déplaçant les éléments de la liste ci dessous +
		d'accord

Tâche 3 :le public

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

66	B	Construire la chaîne sonore et déterminer les éléments
67	A	Bon alors ça va du
68	B	Ah oui c'est ça le stop / ça fait
69	A	Alors bein c'est toujours l'émetteur qui envoie / c'est plus le même mais c'est toujours / et puis
70	B	Emetteur / et là on inverse c'est public et
71	A	On met milieu
72	A	Et heu / récepteur
73	A	Et là on a public
74	B	Et là on / récepteur on a qu'à mettre la chanteuse
75	A	Et mais c'est en général ça
76	B	Oui oui c'est en général
77	A	Public
78	B	Air
79	A	Air
80	B	Chanteuse
81	A	Chanteuse
82	B	Oulà
83	A	Je vais y arriver
84	B	Validation / j'ai vu / réponse / Oui c'est bon /
		vous avez bien construit la chaîne sonore cependant il vous est conseillé de consulter la réponse du professeur
85	A	il est tout complet ++ (pages suivante)
		Le son émis par les mains du public se propage dans l'air et est reçu par les oreilles de la chanteuse.

Tâche 4 : l'indien

86	B	Déterminer
87	A	bon alors
88	B	Montagne rail train planches aucun émetteur
89	A	Oui ça c'est toujours l'émetteur
90	B	Récepteur / milieu
91	A	C'est où
92	B	Ensuite planches / non rail
93	A	Oui mais c'est le train qui
94	B	Oui mais c'est par les rails qu'il entend
95	A	Oui mais ça fait train rail / et et l'indien
96	B	Et là tu ne mets pas tu ne mets pas air / dans ce cas là
97	A	Non parce qu'il entend les vibrations dans le / non je ne sais pas en fait / si il écoute là c'est qu' il n'entend pas quand il va être debout
98	B	Bein oui justement c'est que il entend d'abord dans les rail et après il entend le train
99	A	Oui donc oui donc ici c'est les rails qu'il faut mettre
100	B	Oui / tiens il y a montagne / pancarte / indien
101	A	C'est bon
102	B	Oui
103	A	Oui c'est ça
		Le son émis par le train se propage dans les rails en acier et est reçu par les oreilles de l'indien.

Tâche 5 : le malade

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

104	B	Page suivante / construire la chaîne suivante et déterminer les éléments
105	A	Bon alors émetteur
106	B	Récepteur
107	A	Récepteur
108	B	Milieu
109	A	Milieu
110	B	Ensuite malade stéthoscope et médecin / médecin
		Les tissus du corps de l'enfant émettent un son qui se propage dans le tuyau du stéthoscope (par le biais de l'air) jusqu'aux oreilles du médecin.
111	A	Toujours tout juste
112	B	Cela va (réponse)
113	A	Logique

II.3.2 TP1 : Les différents éléments de la chaîne sonore

Tâche 1 : Activité expérimentale

1	B	Souhaitez vous réaliser un autre TP / nous on doit faire lui là le deux
2	A	C'est quoi celui là /
3	A et B	Les différents éléments de la chaîne sonore
4	A	Objectif
5	B	Quel est le phénomène est à l'origine du son
6	A	La source de son (lecture des différents objectifs en murmurant puis elles remplissent la fiche distribuée) / démarrer
7	X	Pour répondre à la question quel est le phénomène à l'origine du son nous vous proposons une activité expérimentale réaliser au minimum trois expériences puis si vous vous en sentez capable concluez
8	A	Bon
9	B	Déterminer
10	A	Déterminer la source de son
11	B	Alors
12	A	?

Tâche 1a :observation de l'expérience du tambourin

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

13	B	On prend le tambourin
14	A	Allez tambourin / la baguette sert à frapper les instruments
15	B	La baguette sert à frapper les instruments
16	A	A quoi sert
17	B	Tu mets play
18	X	Frappons avec une baguette la membrane du tambourin et écoutons le son émis / a quoi sert la baguette
19	A et B	Rire
20	A	A faire vibrer la peau du tambourin
21	B	Ça fait vibrer l'air
22	A	Ça fait vibrer l'air
23	B	Comment ça se dit quand ça se touche
24	A	Contact
25	B	Au contact
26	A	Au contact / au contact de la baguette / heu de la baguette et bein ça fait vibrer la peau et du coup ça fait vibrer l'air et ça fait un bruit
27	B	Je met la baguette sert de contact avec la membrane de la
28	A	Tu mets au contact de la baguette
29	B	Ou mais c'est à quoi sert la baguette / oui voilà
30	A	Je ne sais pas / oui non / tu mets la baguette sert à faire vibrer la membrane
31	B	La baguette / au contact du tambourin à
32	A	Sert à faire vibrer la membrane du tambourin / tu mets à son contact
33	B	Au contact de celui ci / ça va ça
34	A	De faire vibrer
35	B	A faire vibrer
36	A	Sert à

13	B	On prend le tambourin
37	B	A
38	A	Faire vibrer
39	B	Vibrer
40	A	La membrane Du tambourin
41	B	Du tambourin
42	A	Avec un i
43	B	Bein c'est pas grave
44	A	Oui

Tâche 1b : Détermination de la source de son

45	B	Page suivante / déterminer directement la source de son en cliquant / attends attends / la réponse est donnée dès que vous cliquez / la source de son / bein c'est la membrane + enfin c'est la baguette ou la membrane
46	A	C'est la baguette / c'est la baguette qui tape / parce que c'est elle qui tape sur la membrane et qui
47	B	C'est la membrane qui vibre
48	A	Et qui fait vibrer / donc c'est la baguette
49	B	Déterminer directement la source de son en cliquant sur l'image + oui je vais dire la baguette
50	A	Non, la baguette frappe la peau du tambourin et c'est la peau qui est la source de son / d'accord
51	B	Je te l'avais dis en plus / bon bein page suivante

Tâche 1c : description de l'expérience

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

52	A	Vous venez d'observer l'expérience et de déterminer la source de sonore / maintenant répondez à nouveau à la question à votre avis à quoi sert la baguette du point de vue du physicien ?
53	B	Ce n'est pas la même question que l'on avait eu
54	A	Heu si
55	B	Mets pages suivante on doit faire plusieurs expérience / non non page précédente ah oui c'est bon
56	A	Trois / Bon alors on fait quoi
57	B	Heu
58	A	Ça là / et après on en fera un la dedans

Tâche 1a : observation de l'expérience du ballon

59	B	Ballon oui
60	A	Ballon
61	B	On gonfle un ballon et on tient ce dernier par le col / on laisse échapper l'air et un sifflement se produit / observer le comportement du col du ballon suivant le sifflement produit / vas y mets play (lancement vidéo)
62	A	C'est très bon
63	B	Bon vas y page suivante

Tâche 1b : description de l'expérience

64	A	Bein il y avait un truc qui bougeait
65	B	Oui/ à l'aide de la vidéo
66	A	Bein elle bouge / le le col du ballon
67	B	L'air en passant par le col fait vibrer le ballon
68	A	Le col du ballon bouge au passage de l'air
69	B	Vibre
70	A	Non il bouge / vibre et bouge / parce que il fait comme ça
71	B	Oui bon c'est vibrer il ne bouge pas vraiment tellement / il bouge lorsque l'air
72	A	Lorsque l'air passe par
73	B	Lorsque +
74	A	L'air passe dedans
75	B	Le traverse / valide / page suivante
76	X	Pour répondre à la question quel est le phénomène à l'origine du son nous vous proposons une activité expérimentale réaliser au minimum trois expériences puis si vous vous en sentez capable concluez
77	B	Attends on a pas eu la réponse / mets page précédente
78	A	Oui
79	B	non tu aurais du mettre valider/ non on l'a déjà fait / bon bein tant pis démarrer le TP
80	X	Pour répondre à la question quel est le phénomène à l'origine du son nous vous proposons une activité expérimentale réaliser au minimum trois expériences puis si vous vous en sentez capable concluez
81	B	On fait quoi haut parleur / oui c'est ce que l'on fait en cours

Tâche 1a : observation de l'expérience du haut-parleur

82	A	Haut parleur
83	B	Oui
84	A	Faisons varier la fréquence de la tension délivrée par le générateur. Observez le comportement des billes de polystyrène, lorsqu'elles sont placées sur la membrane du haut parleur en fonctionnement.
85	X	Alimentons ce haut parleur et observons ça membrane
86	B	Heu on a le même truc (avec l'autre groupe) / (?)
87	X	Déposons des morceaux de polystyrène et observons
88	A	Ah ça bouge
89	B	On dirait des pop corn
90	A	Ils sont en train de frire tu sais
91	X	Ils sursautent
92	A	Ils sursautent
93	B	C'est ce qu'il a dit ils sursautent
94	A	Oui
95	B	Bon ok page suivante

Tâche 1b :détermination de la source de son

96	A	Déterminer la source du son
97	B	Fais gaffe / c'est le haut parleur / tu dis quoi toi / polystyrène
98	A	Bein non ce n'est pas le polystyrène qui fait du bruit
99	B	Ou alors c'est peut être
100	A	C'est le générateur
101	B	Haut parleur
102	A	Haut parleur / Haut parleur
103	B	Oui (page suivante)

Tâche 1c :description de l'expérience

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

104	A	Décrire le comportement de la source de son
105	B	Attention vous réutiliserez votre réponse dans la conclusion / bon il faut mettre vibrer encore une fois
106	A	Bein la / le haut parleur vibre / oui
107	B	Le polystyrène vibre
108	A	Mais non c'est le haut parleur qui vibre
109	B	Ah oui
110	A	et qui fait bouger le polystyrène qui a dessus
111	B	Alors / le haut parleur / haut parleur vibre
112	A	Vibre c'est tout/ le polystyrène c'est juste pour montrer qu'il vibre
113	B	Suivant le / heu
114	A et B	De plus en plus fort/ suivant la source de tension / suivant l'intensité de la source de tension
115	B	Proportionnellement à
116	A	Oui on pourrait dire ça si tu veux / c'est même pas proportionnelle
117	B	Il y a de nn ou non / ce n'est pas grave / à la source / au générateur / non ça ne va pas
118	A	Enlève parce que cela fait trop
119	B	Merde
120	A	De plus en plus fort lorsque l'intensité de la / du générateur augmente/ voilà
121	B	Oui de plus en plus fort
122	A	Oui mais ça vibre de plus en plus fort parce que cela augmente
123	B	Heu
124	A	Ou la tension
125	B	oui mais ça va être trop court
126	A	Lorsque + la tension augmente tu mets

104	A	Décrire le comportement de la source de son
127	B	Valide / page suivante
128	X	Pour répondre à la question quel est le phénomène à l'origine du son nous vous proposons une activité expérimentale réaliser au minimum trois expériences puis si vous vous en sentez capable concluez
129	B	Il faut en faire combien / au minimum trois / on fait le
130	A	Et on en a fait / bein c'est bon on en a fait trois
131	B	On en fait une dernière

Tâche 1b :détermination de la source de son : cordes vocales

132	A	Allez une petite dernière / oh non / et bein c'est les cordes vocales de la chanteuse / d'accord
133	B	Oui / clique dans la bouche
134	A	Ok

Tâche 1c : description de l'expérience

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

135	B	Page suivante
136	A	Quand tu poses ta main sur ta gorge quand tu parles ça vibre
137	B	Eh bein les cordes vibrent au contact de l'air
138	A	oui / tu mets les cordes vocales vibrent et produisent un son
139	B	Attends heu cliques la dessus (arrêt de la musique)
140	A	C'est bon comme ça
141	B	Les cordes
142	A	Vocales + vibrent +
143	B	C'est tout parce qu'il ne demande que ressentez vous
144	A	Bon alors / valide
145	B	Conclusion
146	X	Pour répondre à la question quel est le phénomène à l'origine du son nous vous proposons une activité expérimentale réaliser au minimum trois expériences puis si vous vous en sentez capable concluez

Tâche 1d : conclusion

147	B	Conclusion alors ils nous ont enlevé le tambourin
148	A	Alors
149	B	Ce tableau reprend les réponses données à ce stade êtes vous
150	A	Eh bein vibre toute c'est la vibration qui fait le son
151	B	Pas bête
152	A	Les sources non tu mets
153	B	La vibration est (?)
154	A	Entraîne
155	B	Attend le comportement commun
156	A	Les sources
157	B	Le comportement commun est la vibration entre l'air et l'objet
158	A	Tu met les sources de son elles vibrent et ça produit un son non je ne sais pas
159	B	Le comportement commun
160	A	Est une vibration
161	B	Oui ++
162	A	Est une vibration des sources de son
163	B	Vib
164	A	Avec un b
165	B	Vibration au contact de l'air il faut préciser l'air à chaque fois
166	A	Non tu mets dans l'air parce que les animaux ils se
167	B	Est une vibration point
168	A	Oui point
169	B	Valide
170	A	(Murmure) vibre vibre vibre c'est bon
171	B	On est fort réponse met réponse
172	A	(Lecture en murmurant)
173	B	Ouaw c'est bon
174	A	C'est bon ok (page suivante)
175	B	Attend ah bein attend il y a la (?) (la feuille à remplir)

Tâche 2 : Définition de la fréquence et de l'amplitude

1	A	C'est pas grave / fréquence de vibration
2	B	Illustrant la notion de
3	A	C'est où la / ouais en fait c'est comme un oscilloscope quoi il
4	B	Met amplitude
5	A	La fréquence c'est le nombre d'aller retour
6	B	Et fripini ah non c'est le mec qui présente
7	A	C'est quoi Fripini +
8	B	Vas y tu sais c'est le
9	A	Comment tu savais son nom
10	B	Au début il avait
11	A	Ah oui j'ai pas vu
12	B	Bein vas y page suivante / attend on est toujours dans la
13	A	Murmure

Tâche 3 : mesure de la fréquence

14	B	A l'aide du chronomètre compter le nombre d'aller retour effectué pendant t puis donner la valeur hum hum et bein il faut compter
15	A	Alors attend tu comptes
16	B	Attends on compte aller retour
17	A	?
18	B	Vas y clic dessus
19	A	Attends
20	B	1, 2
21	A et B	3 +
22	A	Combien il en était
23	B	5 et demi
24	A	5 et demi
25	B	Donc ça fait aller retour bon
26	A	bein
27	B	Donc attends ça fait douze onze / parce que moi j'ai compté combien de fois il descend et il remonte / il faut compter
28	A	Bein non d'aller ça fera onze alors
29	B	Oui c'est ce que je te dis (valide)
		Attention la fréquence saisie est incorrecte ! Il est conseillé de consulter l'aide proposée puis de faire à nouveau la mesure, (F = 0,5)
30	A	D'accord
31	B	Alors attends / attends attends une aide est à votre disposition
32	A	C'est où l'aide
33	B	Je sais pas / aide mais si c'est là définition mets
		Btn Définition (Fréquence de vibration)
34	A et B	Ah oui en une seconde
35	A	10 divisé par 11 non dix
36	B	Attends on a qu'à prendre 10 hein / met formule
		Btn Formule (Fréquence de vibration)
37	A	Donc

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

14	B	A l'aide du chronomètre compter le nombre d'aller retour effectué pendant t puis donner la valeur hum hum et bein il faut compter
		Btn Animation (Fréquence de vibration)
38	B	Remet animation on recompte / non mais le truc en bas
39	A	C'était mesure 1
40	B	Ouais mesure 1 mesure 1
41	A	Voilà c'est dix divisé par onze
42	B	Ouais
43	A	Ça fait combien ça
44	B	Attend recompte parce que
45	A	Bon alors j'y vais
46	B	Ouais
47	A	Je compte c'est parti 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 voilà
48	B	T'as vu c'est
49	A	Voilà 10
50	B	donc c'est
51	A	Un
		Attention la fréquence saisi est incorrecte ! Il est conseillé de consulter l'aide proposée puis de faire à nouveau la mesure, (F =0,5)
52	B	Oh / vas y ourde sur aide
53	A et B	$F = 1/T$
		Btn Formule (Fréquence de vibration)
54	A	T la période exprimée en seconde
55	B	Donc on a compté dix aller retour donc en dix secondes
56	A	Dix oui c'est bien ça non non c'est 1 dixième + c'est un sur dix c'est un sur T
57	B	Hum
58	A	Donc un dixième /
59	B	0,1
60	A	0,1 tu mets 0, 1
		Attention la fréquence saisi est incorrecte ! Il est conseillé de

14	B	A l'aide du chronomètre compter le nombre d'aller retour effectué pendant t puis donner la valeur hum hum et bein il faut compter
		consulter l'aide proposée puis de faire à nouveau la mesure
61	B	Attends
62	A	Attends zut qu'est ce qu'il fait un
63	B	Rire alors attend
64	A	On recompte
65	B	Bein non ça fait dix regardes
66	A	Oui bein oui / pourtant c'est bien 1/T
67	B	Compter le nombre d'aller retour effectués par la membrane du haut parleur pendant un temps t puis donner la valeur de la fréquence de vibration la fréquence est fixée par l'ordinateur + c'est bon là ton temps
68	A	Eh bein
69	B	Ton chrono il est à 15 secondes
70	A	Oui je ne sais pas cliquer
71	B	Bon attends ourder sur aide
72	A	Souffle
73	B	mets heu animation / c'est quoi ça il y en a une qui va plus vite là
		Btn Animation (Fréquence de vibration)
74	A	Oui en bas ça va plus vite un / deux (lent)
75	B	Un deux un deux (rapide) oui bein vas y heu j'ai vu
76	A	Attends aller à un endroit et en revenir
		Btn Définition (Aller/Retour)
77	B	Attends si ça se trouve c'est 5 divisé par 10
78	A	Et bein non c'est fait c'est 1/5

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

14	B	A l'aide du chronomètre compter le nombre d'aller retour effectué pendant t puis donner la valeur hum hum et bein il faut compter
		bein non si 1/5
79	B	Animation nombre d'aller retour / aller /retour Btn Animation (Aller/Retour)
80	A	D'accord
81	B	D'accord
82	A	En fait c'est un aller retour qu'il faut compter
83	B	d'aller et retour c'est pas aller retour / bon on essaye heu on dit que l'on a compté cinq sur dix cinq aller retour
84	A	Mais c'est pas ça c'est 1/T donc T c'est 10 de toutes façon
85	B	Donc cinq égale 1/10 peut être
86	A et B	Rire +
87	B	Vas y essayes la mesure deux
88	A	Tu comptes
89	B	Heu Dix donc ça fait cinq allers et cinq retours
90	A	Donc Cinq aller retour donc
91	B	Bon allez
92	A	Donc 1 sur oui mais normalement c'est 1/T
93	B	Ça sert à quoi que l'on ait cinq alors ? ++
94	A	Attends nombre d'aller retour en une seconde eux ils disent / donc c'est un en fait on avait essayait pourtant
		Btn Définition (Fréquence de vibration)
95	B	Reclique dessus oh putain
		Attention la fréquence saisi est incorrecte ! Il est conseillé de consulter l'aide proposée puis de faire à nouveau la mesure (F = 0, 5)
96	A	Donc
97	B	Efface déjà

14	B	A l'aide du chronomètre compter le nombre d'aller retour effectué pendant t puis donner la valeur hum hum et bein il faut compter
98	A	Voilà
		Btn Définition (Fréquence de vibration)
99	B	Bon attends on va écrire ça + $F = 1/T$ mets animation
100	A	Mais ça sert à rien
101	B	Mais si mais là regardes c'est l'animation aide donc c'est la même chose + là c'est un peu le même (?)
		Btn Animation (Fréquence de vibration)
102	A	Si ça se trouve c'est pas dix secondes c'est un peu plus
		Btn Formule (Fréquence de vibration)
103	B	Mais c'est un temps t donc tu t'en fous du temps
104	A	Vas y fais pendant on va faire pendant 20 secondes
105	B	On l'a déjà celle là ça ne sert à rien
106	A	Bon on fait sur plus de temps d'accord tu comptes
107	B	Ça sera la même chose
108	A	Comptes
109	B	Rire ++++
110	A	Ça fait
111	B	Bon hay donc eux 20
112	A	Ah bein oui c'est un donc heu je ne comprends pourquoi c'est pas ça
113	B	C'est bien en seconde là le truc
114	A	Bon
115	B	Peut être mettre la fraction
116	A	Alors 20 / 20
117	B	C'est trop énorme ça ne va pas
		Attention la fréquence saisi est incorrecte ! Il est conseillé de

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

14	B	A l'aide du chronomètre compter le nombre d'aller retour effectué pendant t puis donner la valeur hum hum et bein il faut compter
		consulter l'aide proposée puis de faire à nouveau la mesure (F = 0, 5)
118	A	Ça ne marche pas
119	B	Non c'est 1 divisé par 20
120	A	Non ce n'est pas ça fait un nombre tout petit
121	B	He ce n'est pas grave
122	A	D'accord un aller retour par seconde donc heu fréquence de vibration c'est un
		Attention la fréquence saisi est incorrecte ! Il est conseillé de consulter l'aide proposée puis de faire à nouveau la mesure (F = 0, 5)
123	B	Oui oui et puis
124	A	Rire / bon pour voir va dans aide parce que hein
125	B	Regardes mesures 2
126	A	Ah c'est heu
127	B	On aura peut être la réponse plus facilement
128	A	C'est à nous même alors / réglage de la fréquence tu bouges
129	B	Regardes ce qu'ils nous disent si tu le mets là t'es sur que tu vas pouvoir compter
130	A	bon on met comme ça si c'est trop rapide comme ça tu comptes ce que tu pourras
131	B	Rire comme ça
132	A	Bon alors comme ça d'accord
133	B	Oui
134	A	Bon alors pendant dix secondes d'accord c'est parti tu comptes
135	B	Oui (clic) + + hum 20 c'est fois là

14	B	A l'aide du chronomètre compter le nombre d'aller retour effectué pendant t puis donner la valeur hum hum et bein il faut compter
136	A	20 / bein alors c'est 20 divisé par dix
137	B	Oui mais le 1 F c'est 1 sur 10 un sur T je ne vois pas pourquoi on compte les aller retours ou alors
138	A	Et bein oui bein alors
139	B	Et bein attends + (murmure elles calculent sur une feuille)
140	A	Un sur dix donc ça fait 20 ou attends 20 divisé par 10 ça fait 2 (tape) (validation)
		Attention la fréquence saisi est incorrecte ! Il est conseillé de consulter l'aide proposée puis de faire à nouveau la mesure (F = 1)
141	A et B	Rire
142	B	Souffle et gomme
143	A	Hou tu comptes
144	B	Bein je crois que l'on peut mettre difficulté
145	A	A trouver la fréquence
146	B	Première mesure
147	A	Difficulté à trouver la + la fréquence de vibration + 1 2 3 4 5 6 (on l'entend compter doucement) + bon alors
148	B	Bon + soufflement
149	A	Si on met dix un truc comme ça
		Attention la fréquence saisi est incorrecte ! Il est conseillé de consulter l'aide proposée puis de faire à nouveau la mesure (F = 0,5)
150	B	Alors
151	A et B	Souffle
		Attention la fréquence saisi est incorrecte ! Il est conseillé de

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

14	B	A l'aide du chronomètre compter le nombre d'aller retour effectué pendant t puis donner la valeur hum hum et bein il faut compter
		consulter l'aide proposée puis de faire à nouveau la mesure (F = 0,5)
152	B	Heu + il y a juste un chiffre à marquer à mon avis
153	A	Il suffit de le trouver le chiffre je suis sur que c'est ça (?) c'est l'ordinateur qui va mal en fait / attends attends attends on va regarder les aides comme il faut parce que
154	B	On y arrive pas là
155	A	Ouais
156	B	Ça fait 10 fois que l'on y va
157	A	Oui partie vibrante et bein c'est un
		Btn Définition (Fréquence de vibration)
158	B	0, 5
159	A	Si on met 0, 5 essayes 0, 5
160	B	Oui parce qu'il fait à la moitié ah qu'on est con (rire)
		Vous avez réussi
161	A	En fait c'était soit l'aller soit le retour
162	B	Voilà attends
163	A	D'accord on fait la mesure 2
164	B	Donc la ça fait 1 / oui mais si met fréquence on est trop nul
165	A	Tu comptes
166	B	Oui + +
167	A	Suite bon aller 20
168	B	Mais non justement il ne faut pas marquer ça
169	A	Qu'est ce que
170	B	Tu fais la même connerie que toute à l'heure
171	A	C'est deux alors non ça ne fait pas deux
172	B	Non heu dix + c'est la moitié

14	B	A l'aide du chronomètre compter le nombre d'aller retour effectué pendant t puis donner la valeur hum hum et bein il faut compter
		Attention la fréquence saisi est incorrecte ! Il est conseillé de consulter l'aide proposée puis de faire à nouveau la mesure (F = 1)
173	A	?
174	B	Mais je n'en sais rien mais comment on a trouvé 0, 5 / si si parce que oui
175	A	Non
176	B	Pourquoi j'ai trouvé 0, 5
		Attention la fréquence saisi est incorrecte ! Il est conseillé de consulter l'aide proposée puis de faire à nouveau la mesure (F = 1)
177	A	Parce que tu as trouvé combien 10 allers retours en dix secondes ça fait 20 c'est le temps
178	B	Ça fait 1
179	A	C'est le temps divisé par le nombre d'aller et de retour
180	B	on a trouvé combien 20
181	A	20
182	B	En dix secondes
183	A	10 divisé par 20 / parce que c'est la même vitesse
184	B	Alors attends
185	A	La fréquence ah non attends on va un peu plus vite parce que
186	B	Non
187	A	Tu peux compter là
188	B	on garde le même temps
189	A	Prête un deux trois compter / non ce n'est pas parti
190	B	Aller 1 2 3 4 5 non j'ai toujours peur de me planter
191	A	Attends moi c'est parti

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

14	B	A l'aide du chronomètre compter le nombre d'aller retour effectué pendant t puis donner la valeur hum hum et bein il faut compter
192	B	Attend je te dis
193	A	C'est bon
194	B	(elle murmure) + + 18 / oh jamais je pourrai trouver un chiffre rond
195	A	Alors dix divisé par dix huit
196	B	Mais non
197	A	Alors c'est dix huit
198	B	C'est un sur T non attends on avait trouvé dix
199	A	Et dix en dix secondes
200	B	Et dix
201	A	Non ça faisait vingt vingt allers ou 20 retours
202	B	Non non
203	A	Si si ça faisait vingt ça fait le temps par le
204	B	Oui
205	A	dix huit par dix huit ça fait combien
206	B	Bein bonne question / j'ai trouvé lui et je n'arrive pas à trouver
207	A	Rire (elle sort une machine à calculer) (fin de la cassette)
208	B	Bein tu ne vas pas remettre la même
209	A	Bein peut être que c'est la même sans faire exprès on a +
210	B	Bon on se concentre
211	A	Tu comptes comme il faut
212	B	Bon tu enlèves ça c'est à toi de compter
213	A	Oui bon tu tu arrêtes / oui là tu t'en fous de ça remet le chrono ça s'enlève tout seul
214	B	Mais bon aller go top + +
215	A	21
216	B	Bon on va dire 20 ça fait une moyenne

14	B	A l'aide du chronomètre compter le nombre d'aller retour effectué pendant t puis donner la valeur hum hum et bein il faut compter
217	A	Eh bein
218	B	ça fait
219	A	Dix divisé par 20 ça fait 0, 5
220	B	Mais non on a pas divisé par 10 ? divisé par 1
221	A	1 divisé par 10
222	B	Hein est ce que tu peux baisser s'il te plait
		Attention la fréquence saisi est incorrecte ! Il est conseillé de consulter l'aide proposée puis de faire à nouveau la mesure (F = 1)
223	A	Oui
224	B	T'es pas avec ta calculette
225	A	Rire
226	B	T'as rien a diviser
227	A	5 oh 5 tu pouvais mettre tu mets 0, 5
228	B	On l'a déjà mis
229	A	0 , 5 0, 05
		Attention la fréquence saisi est incorrecte ! Il est conseillé de consulter l'aide proposée puis de faire à nouveau la mesure (F = 1)
230	B	Souffle ça m'énerve là / je n'arrive pas à retrouver comment on a fait + + ou là là on va peut être se dépêcher
231	A	On va jamais finir tu sais bon
232	B	Ça fait 20 minutes
233	A	On avait 20
234	B	20 En dix secondes donc ça fait 10 allers
235	A	10
236	B	0,2
237	A	Oui
		Attention la fréquence saisi est incorrecte ! Il est conseillé de

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

14	B	A l'aide du chronomètre compter le nombre d'aller retour effectué pendant t puis donner la valeur hum hum et bein il faut compter
		consulter l'aide proposée puis de faire à nouveau la mesure (F = 1)
238	B	Oui (faux)
239	A	10 sur 20 10 sur 20 0,5
240	B	Mais arrêtes de faire ça
241	A	Ça ne marche pas
242	B	Bon attends pourquoi on avait trouvé 0, 5 revient à la définition
243	A	Souffle
244	B	Nombre d'aller retour effectué en une seconde bein voilà Btn Définition (Fréquence de vibration)
245	A	20
246	B	on a
247	A	Ça fait 2
248	B	2 ?
249	A	En dix seconde il y a 20 allers retours attends
250	B	Donc ça fait deux et
251	A	Attends attends je vais mettre un truc voilà / un
252	B	On a du mal / bon page suivante

Tâche 4 : Mesure amplitude

1	A	Mesurer l'amplitude de la vibration / préciser l'amplitude trouvée / deux / attends
2	B	Plus ou moins grande de la partie vibrante
		Btn Définition (Amplitude)
3	A	Bon d'accord / j'ai vu
4	B	Vas y descend / amplitude maximale
		Btn Dessin (Amplitude)
5	A	D'accord c'est deux
6	B	Merci j'ai pas le temps de lire
7	A	C'est deux c'est le maximale
8	B	Une deux / fais gaffe si c'est faux je te tue
9	A	Tu vois du premier coup alors très bien vous avez réussi
10	B	Bravo
11	A	Un deux trois quatre cinq / attends Un deux trois quatre cinq / c'est bien cinq
12	B	Un deux trois quatre cinq
13	A	quatre cinq oui c'est ça très bien vous avez réussi
14	B	Très bien
15	A	Un deux trois quatre cinq
16	B	Un deux trois quatre cinq six
17	A	Ha je ne vois pas
18	B	Six (valide) / bon ça doit être sept
		Mauvaise réponse (amp=7 mm)
19	A	Mets que l'on a utilisé l'aide
20	B	oui je l'ai déjà mis là / on l'a beaucoup utilisé l'aide là
21	A	Page suivante

Tâche 5 : test 1

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	B	Déterminer quelles caractéristiques de la vibration
2	A	Ah c'est trop laid
3	B	Met lancement / tu appuies sur la souris
4	A	Attends attends tu lis d'abord ça + (l'énoncé) / bon on regarde pour la première phrase d'accord
5	B	Oui
6	A	Bon alors pas du tout
7	B	Hum
8	A	D'accord la même fréquence et une amplitude différente non / une fréquence différente et la même amplitude / oui ça doit avoir la même amplitude en fait / d'accord
9	B	Attends je vais te dire / une amplitude différente que le haut parleur
10	A	Fréquence et une amplitude / non c'est pareil
11	B	Non sauf que
12	A	moi je les vois pareils
13	B	Si si
14	A	Si (ok)
		diode verte
15	B	Oui mais il y en a six à faire
16	A	Haut parleur à étudier / la même fréquence + même amplitude et pas la même fréquence /
17	B	La même fréquence
18	A	Ah si il a la même fréquence
19	B	Et la même amplitude que
20	A	Sauf qu'ils sont inversés
21	B	Oui
		diode verte
22	A	Alors la même fréquence
23	B	Et une amplitude différente
24	A	Une amplitude différente
25	B	Non non non ce n'est pas ça
26	A	Bein si / ils sont tous les deux

1	B	Déterminer quelles caractéristiques de la vibration
		en bas au même moment / mais celui là il est plus bas
27	B	Oui oui il est bas oui (suite) / la même fréquence et la même amplitude
		diode verte
28	A	Non pas la même fréquence si ?
29	B	C'est pareil mais il n'a pas la même amplitude là
30	A	Oui il n'y a pas la même amplitude là / c'est plus grand
31	B	Non c'est plus bas
		diode rouge
32	A	Oui donc amplitude plus grande / non c'est pareil en fait
33	B	Donc une fréquence et / une fréquence différente
		diode verte
34	A	Attends je n'arrive pas à voir
35	B	C'est la même fréquence et une amplitude différente
36	A	Non c'est pareil
37	B	Je dirai lui
38	A	Lui là
39	B	Oui le deuxième
40	A	Si on a faux c'est à cause de toi
		diode verte
41	B	Mais arrêtes de dire que c'est faux (rire) (suite)
42	A	Bon alors amplitude et une fréquence différentes
43	B	Non c'est une autre celle là + (suite)
44	A	Amplitude différente
45	B	Oui mais il y a fréquence aussi
46	A	Oui mais la même fréquence / puisqu'ils sont toujours inversés comme ça
47	B	Ah oui /
48	A	d'accord

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	B	Déterminer quelles caractéristiques de la vibration
49	B	Donc fréquence / (?)
50	A	Bon alors continuez le TP
51	B	On est obligé de tout faire là
52	A	Non / il y a des différents TP
53	B	En fait nous on voulez juste faire les différents éléments de la chaîne sonore
54	A	C'est quoi les TP3 / une condition pour qu'un son existe / bon attends

Tâche 6 : expérience

1	A	En modifiant (murmure)
2	B	En modifiant les valeurs de la fréquence et de l'amplitude
3	A	Bon
4	B	Monte le truc / fréquence augmente la un peu oui mais la fréquence
5	A	On entend rien
6	B	Lève là encore
7	A	Entre 5 et 20 Hz attends
8	B	Monte
9	A	Attends parce que après c'est entre 5 et 20
10	B	Regarde là ils le disent
11	A	Et après entre
12	B	30 au delà de 30
13	A	Tu entends quelque chose
14	B	Non
15	A	Ah si attends
16	B	Non c'est le téléphone là bas (autre groupe)
17	A	Si on entend / tu entends là
18	B	Baisse le pour voir / ouais
19	A	Attends vas y remet plus fort (elle augmente le volume général) / là aussi (augmente l'amplitude)
20	B	Suivant que c'est plus grand ou pas
21	A	Ouais (page suivante)
22	B	Oh il fallait aller voir Fripini

Tâche 7 : Définition et perception sonore

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

23	A	Perception sonore
24	B	Attend on va baisser le son là
25	A	(murmure)
26	B	Perception sonore liée à la fréquence de vibration
27	A	Donc en fait / là ça va être grave et là bas ça va être aigu
28	B	Fais voir vas y refait
29	A	Faible regarde regarde là là c'est / c'est pas rapide donc c'est grave
30	B	Et plus c'est aigu donc c'est
31	A	Et là c'est c'est vachement (?) à faire /tiens c'est toujours pareil (elle change d'onglet fort faible)
32	B	Non là c'est plus faible et plus fort
33	A	D'accord

Tâche 8 :Test 2

1	B	Page suivante / en comparant les sons
2	A	bon alors le HP
3	B	Attends tu n'a même pas lu le truc
4	A	Plus fort plus faible
5	B	Attends je n'ai pas entendu j'étais sur le truc (la feuille distribuée)
6	A	Bon alors +/ c'est la même c'est plus faible
7	B	C'est la même fréquence la même amplitude pourtant regarde quand tu regardes bien les membranes
8	A	Plus faible / mais identique au niveau du son / enfin au niveau de le
9	B	Vas y remet / vas y ourde l'autre ouais
10	A	D'accord / donc
11	B	Pourtant il est plus grave lui
12	A	Non / non c'est parce qu'il est moins fort
13	B	Ouais / une fréquence
14	A	Donc la fréquence est plus petite
15	B	Une amplitude
16	A	plus
17	B	plus grande moi je dirai
18	A	Plus petite / non plus c'est grand plus c'est fort / c'est bien ça + et plus c'est grave plus c'est petit / ah non c'est
19	B	Et oui mais là dans ce cas là si tu as mis identique ça ne va pas
20	A	Bon alors c'est identique et une fréquence plus petite alors
21	B	Ouais
22	A	Alors
		diode verte
23	B	Attends je mets plus fort sinon on entend pas / identique moi je dirai

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	B	Page suivante / en comparant les sons
24	A	Attends
25	B	Fais voir les membranes maintenant
26	A	C'est pareil
27	B	Recliques là bas / c'est identique partout hein
28	A	Ouais
29	B	Une fréquence identique (bonne réponse)
		diode verte
30	A	C'est plus aigu
31	B	Déjà c'est amplitude identique
32	A	C'est plus aigu et c'est aussi fort ou pas parce que moi j'entend je n'arrive pas
33	B	Vas y remet / clic clic
34	A	C'est moins fort aussi / c'est plus aigu et c'est moins fort
35	B	Ouais / non mais là lui est dans lui et lui il est là
36	A	Oui mais c'est ça / donc plus aigu donc c'est plus grande et plus faible donc c'est petite (validation bonne)
		diode verte
37	B	C'est identique
38	A	C'est pareil
39	B	oui
40	A	Ah ce n'est pas pareil (validation fausse) / je ne sais pas j'entend pareil / je n'arrive pas à entendre une différence de son
		diode rouge
41	B	Peut être que / (autre son)
42	A	Moins fort et plus aigu
43	B	Voyons / à mon avis c'est peut être le même son
44	A	Ah c'est peut être aussi fort
45	B	C'est les mêmes
46	A	C'est plus aigu mais c'est la même hauteur la même amplitude

1	B	Page suivante / en comparant les sons
47	B	Plus grande bein non plus petite / non non
48	A	Non plus c'est aigu plus c'est grand
49	B	Si si si plus c'est aigu plus c'est (autre son) / alors
		diode verte
50	A	C'est aussi fort
51	B	Oui
52	A	En fait c'est plus
53	B	C'est plus grave
54	A	C' est plus grave déjà
55	B	Identique
56	A	Et identique
57	B	Oui je dirai ça
58	A	Donc fréquence plus petite et amplitude identique
59	B	Attends / oui (validation)
		diode verte
60	A	Alors on continue le TP
61	B	Aide fais voir fripini / t'as vu ce qu'il nous a fait cette fois
62	A	Ah oui
63	B	n'hésitez pas à vous servir de l'aide
64	A	Bon alors
65	B	Synthèse / le son se propage de
66	A	Murmure +++
67	B	En fait tu as plus la fréquence est grande (retour)
68	A	Non là il fallait faire page suivante
69	B	Là
70	A	Là on a fini le test je crois

II.3.3 TP 2 : Le milieu de propagation

Tâche 1, 2, 3, 4 : Introduction

1	A	bon TP3 la propagation du son dans l'air
2	B	Non non c'est TP2 une

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	A	bon TP3 la propagation du son dans l'air
		condition pour qu'un son existe
3	A	Il n'y est pas
4	B	Mais non remet au truc d'avant
5	A	Oh
6	B	Remet fin du TP / on y va démarrer / ah non on sait tromper de TP (intro chaîne sonore) encore (page suivante) aller appuies encore
7	A	Condition pourqu'un son existe
8	B	On avait chaîne sonore
9	A	Oui mais ça on l'a fait / Une condition pour qu'un son existe
10	B	Les différents éléments de la chaîne sonore (en même temps elle tourne les pages du doc distribué) / une condition pour qu'un son existe / ah c'est le milieu de propagation
11	A	Monsieur / oui c'est ça milieu de propagation alors je les guide jusqu'au TP2)
12	X	Dans la première séance vous avez étudié le phénomène à l'origine du son maintenant nous vous proposons de déterminer quelle est la condition pour qu'un son existe
13	A	Bon alors / t'as lu
14	B	Oui
15	A	Ta/ tata/ tata la chaîne sonore est complète
16	B	L'indien entend le train / le son émis par le train se propage via les rail
17	A	d'acier
18	B	Oui
19	A	Oui bein là il n'entend pas parce que là c'est coupé et ça ne peut plus se transmettre
20	B	Oui c'est bien / vous avez constaté

Expérience 1 : Cloche à vide

Tâche 5 : prévoir le résultat de l'expérience

1	A	Un réveil est dans une cloche à vide est sonne / (?) / et bein on ne l'entendra pas parce qu'il n'y aura pas d'air pour transmettre les vibrations
2	B	Pompe à vide / réveil / coussin de mousse (lecture légende) / il est où le coussin de mousse / bein oui il n'y aura pas de
3	A	Pas de son
4	B	Pas de propagation / non non non c'est page suivante

Tâche 6 : observation de l'expérience

5	A	Et bien c'est bien page suivante
6	B	Oui on va regarder aide et Fripini avant
7	A	D'accord (elle lance l'animation) / tu vois et après on entend plus
8	B	Voilà
9	A	Donc on avait juste

Tâche 7 : interprétation de l'expérience

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

10	B	Lorsque le vide
11	A	Chaîne sonore alors /
12	B	Emetteur
13	A	Récepteur
14	B	Emetteur
15	A	Milieu / et
16	B	Emetteur
17	A	Emetteur
18	B	Là aucun milieu
19	A	Bon alors on a réveil aucun
20	B	Là sous réveil (placé sous le mot réveil) /
21	A	Et
22	B	Et
23	A	Oreille c'est avec tes oreilles que tu entends
24	B	Oui
25	A	Ah (mauvaise réponse)
		La chaîne sonore et incomplète ou incorrecte
26	B	Essayes moi je dirai la cloche / enfin le socle / non la cloche
27	A	Bon alors cloche / oui +
		La chaîne sonore et incomplète ou incorrecte
28	A et B	Non
29	A	Bon bein c'est entre le socle alors
30	B	Attends / heu + c'est aucun c'est aucun puisqu'on entend pas de son
31	A	Ah y a pas
32	B	Je ne sais pas
33	A	Attends (retourne en arrière jusqu'à l'indien) / tu vois aucun
34	B	Ah il faut tout refaire
35	A	Alors émetteur /
36	B	Milieu
37	A et B	Récepteur
38	B	Réveil
39	A	Réveil
40	B	Aucun aucun
41	A	Aucun
42	B	Aucun / ah c'est bon (page

10	B	Lorsque le vide
		suivante) + vas y play / t'as vu le truc là ça fait flumm (page suivante) /
		Vous avez bien construit la chaîne sonore. Cependant, il vous est conseillé de consulter la réponse du professeur pour en savoir plus.

Tâche 8 : en résumé

43	A	Oui
43	A	Oui

Expérience 2 : ajoutons du dihydrogène

Tâche 9 : Prévoir le résultat de l'expérience

1	B	dihydrogène + c'est quoi le dihydrogène remet aide
2	A	Et bein c'est quand l'aiguille elle est / regarde plein de dihydrogène
3	B	Oui non mais il faut regarder le
4	A	Tiens regardes l'aiguille
5	B	Oui je sais c'est la même / (lance l'animation) ça va baisser puis après ça remonte
6	A	Comme ça / et hop après ça remonte quand on remet le
7	B	Je t'ai coupé / oui je sais
8	A	Donc on entend le réveil sonné / c'est pareil ça sonne pareil +

Tâche 10 : observation de l'expérience

9	B	Hum (lance l'animation)
9	B	Hum (lance l'animation)

Tâche 11 : interprétation de l'expérience

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

10	A	Donc ça resonance (page suivante) / Donc émetteur / milieu
11	B	récepteur
12	A	milieu / récepteur / donc on a
13	B	Réveil
14	A	Réveil gaz et oreille
15	B	Tout à fait
16	A	D'accord
		Vous avez bien construit la chaîne sonore. Cependant, il vous est conseillé de consulter la réponse du professeur pour en savoir plus.

Tâche 13 : en résumé

17	B	Réponse page suivante
		Le dihydrogène est le milieu de propagation. Il est nécessaire pour que le son se propage du réveil à nos oreilles.
18	A	Voilà c'est bon
19	B	Tu remplis le papier

II.3.4 TP 3 : la propagation du son dans l'air

Tâche 1 : Introduction

1	A	Il y a de la musique en fait / c'est bien la musique
2	B	La propagation du son dans l'air / c'est ce que l'on a vu / on va rentrer nos noms
3	A	Bein tu mets / et Mélanie
4	B	Il ne faut pas d'espace
5	A	Alors
6	B	Salle de TP
7	A	On y va
8	B	Non c'est la chaîne sonore / un autre TP on fait / attends TP3 ++ (elle cherche l'icône) / nous on veut faire TP3
9	I	Il faut aller chercher l'index des TP le petit calepin
10	A et B	Ah bein oui / on est con (en fait elles avaient cliquer dans la page et non sur l'icône)
11	I	Voilà
12	B	TP3
13	A	Objectif++
14	B	Aller hop / aller activité heu / organigramme
15	A	Démarrer le TP
16	X	Précédemment vous avez vu qu'un émetteur vibre quand il produit un son et qu'un récepteur vibre aussi / ainsi comment les vibrations peuvent elles être transmises de l'un à l'autre
17	B	Que se passent il dans le milieu de propagation lors de l'émission d'un son
18	A	par une source quelconque
19	B	Play
20	X	Voici un tambourin dont la membrane est recouverte de morceau de polystyrène
21	B	Ça on l'a déjà vu non
22	A	Non
23	X	Frappons sur un second tambourin placé sous la table et observons l'effet produit

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	A	Il y a de la musique en fait / c'est bien la musique
24	A	Ça bouge
25	B	Vas y (page suivante)

Expérience 2 Bougies

Tâche 2 : réalisation de l'expérience

1	X	Frappons le tambourin de gauche et observons le comportement de la balle ++
2	A	Hum

Tâche 3 : exploitation de l'expérience

3	B	Alors chaîne sonore / baguette
4	A	Emetteur
5	B	Ah ouais
6	A	Récepteur/ milieu / là tu as
7	B	Baguette
8	A	Ouais
9	B	tambour / air
10	A	Heu non en premier c'est l'air et récepteur c'est la balle c'est normal
11	B	Non essaies comme ça attends
12	A	Hein
13	B	Oui mais
14	A	Oui mais c'est bien elle qui reçoit /
15	B	Oui / validation
		La chaîne sonore est incomplète ou incorrecte
16	A	Alors c'est / d'accord c'est un tambourin et c'est un autre tambourin
17	B	Tambourin
18	A	Et là en fait
		Vous avez bien construit la chaîne sonore
19	B	Vas y (réponse prof) / Propagation
		Le son émis par le tambourin de gauche se propage dans l'air jusqu'à nos oreilles. Le tambourin de droite transforme le son émis en un signal observable : le sursautement de la balle. Nous pouvons dire que le tambourin de droite est un récepteur.
20	A	Ah oui en fait la balle c'est juste pour vérifier

Tâche 4 : interprétation de l'expérience

22	B	J'ai vu suite / quel est le comportement de l'air
23	A	Quel est le comportement (murmure)
24	B	Je ne sais pas
25	A	Quel est le comportement / hé bien il vibre
26	B	L'air s'est déformé transportant le /// le son / le son fait déformé l'air / et ça fait que cela reproduit heu
27	A	He bien il y a des vibrations qui se créent et qui se transportent dans l'air et du coup après cela fait vibrer la balle
28	B	Les vibrations heu / sont reproduites sur le tambourin de droite / lorsque le tambourin de gauche a été frappé la vibration c'est reproduite sur le
29	A	Oui mais c'est le comportement de l'air et bein tu dis qu'il vibre et du coup fait vibrer la balle
30	B	Alors / l'air vibre // quand le tambourin de gauche a été frappé +
31	A	Et donc il fait bouger la balle et qui sursaute du coup
32	B	Et se transmet à l'autre tambourin
33	A	Le son il est émis là donc après ça vibre ici là hop et là ça vibre encore et comme il y a la balle donc et bein du coup ça se
34	B	Comment ce comportement peut / donc on met l'air vibre
35	A	et
36	B	et se transmet à l'autre tambourin qui fait vibrer aussi la membrane + de gauche à droite
37	A	Comme la balle se trouve dans un endroit où l'air vibre

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

22	B	J'ai vu suite / quel est le comportement de l'air
38	B	Allant de gauche à droite / de gauche à droite
39	A	Tu mets point / la balle se trouve dans l'air dans le dans la zone de vibration
40	B	La balle se trouve
41	A	Dans la se trouve
42	B	Dans
43	A	La zone
44	B	De vibration
45	A	Et se met / et sursaute
46	B	De vibration
47	A	Et donc elle sursaute
48	B	Elle bouge
49	A	Elle sursaute / oui elle bouge (lecture réponse)
		Le milieu entre les deux tambourins, constitué par l'air, vibre et entraîne la vibration de la peau du tambourin de droite. La vibration de la peau fait sursauter la balle.
50	B	C'est bon ++
51	A	En fait la balle il fallait faire avec le (?) +++ (page suivante)

Interprétation microscopique de la propagation du son

Tâche 6 : question

1	A	Le son est causé par une vibration il est alors transporté de particules en particules de l'émetteur au récepteur ++++++
2	B	La deux déjà c'est pas celle là / je dirai la quatre
3	A	Moi je dirai la quatre
4	B	Oui moi aussi (validation)
		La partie vibrante de l'émetteur (la peau du tambourin) pousse les particules à son contact. La perturbation du mouvement de ses particules se propage de proche en proche. Il n'y a pas de déplacement global des particules, donc de la matière.

Tâche 7 : interprétation (en résumé)

5	A	Oui bien / vu (page suivante) (lancement animation)
6	B	Pa pa pa pa pa / tu sais ça fait comme le jeu avec les boules / puis c'est des boules qui font ressort / tu sais c'est un truc de balancier / tu as quatre boules / t'en lances une et ça fait tac tac tac
7	A	(?)
8	B	Allez page suivante

Tâche 9 : Etude du son émis par un haut-parleur

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	A	A partir de quelle fréquence on entend un son
2	B	Alors / il ne faut pas que l'on se fasse avoir
3	A	On entend là
4	B	Vas y mets fort pour voir
5	A	Où l'on perçoit un son
6	B	Met fort pour voir
7	A	Oui mais c'est au maximum
8	B	Oui mais ça là / il faut régler l'amplitude aussi
9	A	Oui
10	B	Mets heu / mais attends / ah mais ça dépend de l'amplitude
11	A	Ça dépend oui de l'amplitude en fait +
12	B	Bein déjà mets trente +
13	A	Alors
14	B	Attends
15	A	Comment on appelle les sons dont la fréquence est inférieure à
16	B	Comment on appelle les sons dont la fréquence est inférieure à la valeur précisée / vas y baisse / inaudible
17	A	oui
18	B	C'est bon
19	A	Bein oui / ah
		inaudible' n'est pas un terme correct. Reportez vous au dictionnaire ou au mini dico.
20	B	Mini dico / bon c'est pas là là ou là si c'est la bibliothèque / mini dico
21	A	Je ne crois pas
22	B	Mais si tu vas dans la bibliothèque /
23	A	Hop tu vas chercher le dico
24	B	Bein oui
25	A	Le dico c'est là
26	B	Alors / ah non il faut chercher / c'est ce que l'on cherche / heu inaudible

1	A	A partir de quelle fréquence on entend un son
27	A	Non /
28	B	purée/ son à basse fréquence
29	A	Oui / ça y est pas
30	B	On va essayer avec fréquence / « q » il est où (elle tape le mot) /
31	A	ça y est pas
32	B	Et bein c'est pas grave
33	A	Je ne vais pas regarder tous les truc
34	B	Décibel / vas y recherche ce que l'on doit rechercher avant / fréquence de vibration / vas y clique là
35	A	Mais non
36	B	Mais ça sert à rien ce que l'on fait
37	A	Bon
38	B	Perception sonore / identique
39	A	La fréquence / des sons (joue avec la simulation)
40	B	Comment appelle t'on les sons / bon il faut aller chercher les ++ c'est quoi ça /attend on peut aller voir dans la bibliothèque : je regarde ce que c'est (regarde sur la feuille distribuée) / le dictionnaire dans la bibliothèque il y a le dictionnaire
41	A	Son basse fréquence tu mets
42	B	Basse fréquence c'est ce que l'on avait mis tout à l'heure
43	A	Non
44	B	Si
45	A	Ah oui
46	B	Bein oui enfin
47	A	Met haut parleur son émis
48	B	Attend on avait déjà / non qu'est ce que tu fais on l'avait déjà
49	A	Ça n'y est pas
50	B	Mais si

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	A	A partir de quelle fréquence on entend un son
51	A	Mesurer la tension
52	B	Met le dictionnaire Bibliothèque
53	A	Tu vas chercher dans quoi
54	B	Dans heu / descend
55	A	Tu veux chercher dans quoi
56	B	Je ne sais pas on verra bien / encore // la fréquence de vibration
57	A	Non
58	B	Fréquence audible
59	A	Heu
60	B	Regarde à (?)
61	A	Non c'est ce que l'on entend pas
62	B	Passe
63	A	Attends
64	B	La basse fréquence / on l'a jamais vu de toute façon / ?
65	A	Audible
66	B	Niveau sonore / c'est de quel côté / gauche / purée
67	A	Reviens là
68	B	Trente
69	A	Ce que les chiens ils entendent et pas nous
70	B	Oui / il y a deux ss / ok / tu penses à ce que je pense (page suivante)

Expérience du haut-parleur et de la bougie

Tâche 10 : prévoir le résultat de l'expérience

1	A	Que se passe til lorsqu'on augmente la fréquence de la tension délivrée par le générateur basse fréquence
2	B	Il y a plusieurs réponse
3	A	Va bouger car un courant d'air est créé
4	B	C'est ça là
5	A	Elle va s'éteindre au bout d'un moment si c'est de plus en plus en plus rapide
6	B	Oui mais il y en a plusieurs de (?)
7	A	On peut en mettre plusieurs
8	B	Vas y mets va s'éteindre

Tâche 11 : observation de l'expérience

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	A	Que se passe til lorsqu'on augmente la fréquence de la tension délivrée par le générateur basse fréquence
2	B	Il y a plusieurs réponse
3	A	Va bouger car un courant d'air est créé
4	B	C'est ça là
5	A	Elle va s'éteindre au bout d'un moment si c'est de plus en plus en plus rapide
6	B	Oui mais il y en a plusieurs de (?)
7	A	On peut en mettre plusieurs
8	B	Vas y mets va s'éteindre
9	A	Fait play
10	X	Une bougie est placée devant la membrane du haut parleur alimentons le haut parleur + faisons varier la fréquence du générateur jusqu'à l'émission d'un son et observons la flamme de la bougie
11	A	Elle ne bouge pas
12	B	Attends on a moyen de regarder / elle ne va pas s'éteindre
13	A	Elle ne bouge même pas la flamme /
14	B	Si elle a bougé
15	A	Oui mais un tout petit peu
16	B	Attends remet parce que là il faut regarder la de 0 à 10
17	X	Une bougie est placée devant la membrane du haut parleur alimentons le haut parleur + faisons varier la fréquence du générateur jusqu'à l'émission d'un son
18	A	C'est là là la membrane elle bouge là
19	X	Et observons la flamme de la bougie
20	A	Elle ne bouge pas beaucoup la flamme

1	A	Que se passe til lorsqu'on augmente la fréquence de la tension délivrée par le générateur basse fréquence
21	A et B	La membrane bouge
22	B	Ok
23	A	Le son est inaudible
24	B	La flamme bouge aussi
25	A	Mais non elle ne bouge pas
26	B	Elle bougeait quand même / le son est inaudible
27	A	Attends
28	B	Aller validation / tu vois elle bouge
29	A	Ah si elle bouge
30	I	Si vous voulez vous pouvez faire l'expérience
31	A	Ok
32	B	Ah oui +++
33	B	Vas y
34	A	C'est (elles augmentent la fréquence) / si elles bougent /
35	B	Oui c'est bien ce que l'on a mis
36	A	Oh comme ça bouge
37	B	Validation / La flamme de la bougie est animée du même mouvement de va et vient que la membrane du haut parleur. Quand le mouvement est visible, le son est inaudible.
		La flamme de la bougie est animée du même mouvement de va et vient que la membrane du haut parleur. Quand le mouvement est visible, le son est inaudible.
38	A	Ah / oui quand ça augmente la flamme ne bouge plus et on entends le son
39	B	Elle ne bouge pas

Tâche 12 : interprétation de l'expérience

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

40	A	Dont le milieu se comporte quand un son se propage
41	B	Il absorbe
42	A	Alors / en fait quand il y a le son le milieu ça ne bouge pas / quand il y a pas de son et bein ça bouge
43	B	Oui c'est ce que l'on vient de dire
44	A	Oui mais ce qu'il faut mettre / quand un son se propage et bien l'air ne vibre pas / mais si c'est en désaccord avec ce que l'on avait dit
45	B	Alors
46	A	Bien oui / ne vibre pas
47	B	ne vibre pas
48	A	Lorsqu'un son se propage +
49	B	Alors ++
50	A	Faudra dans l'eau si (?)
51	B	Poufff
52	A	Mais c'est vrai tu mets des trucs de couleur
53	B	L'air ne vibre pas quand un son se propage
54	A	Oui / quand un son se propage
55	B	Voilà (validation) / la vibration
		Lors de l'émission du son, la vibration se propage de la source à l'émetteur. Le milieu de propagation vibre.
56	A	Non mais c'est
57	B	Oui mais le milieu c'est le truc du milieu c'est / mais si le milieu c'est l'air dans là dans ce truc
58	A	Oui
59	B	Donc ça bouge bien pour que ça fasse
60	A	Oui mais à ce moment là ça vibrerait ça ferait vibrer la bougie
61	B	Elle vibre bien elle bougeait / si ++ (page suivante)

Interprétation de la propagation dans l'air : l'onde sonore

Tâche 13 : la propagation du son dans l'air

1	X	Une bougie est placée devant la membrane du haut parleur
2	A	C'est la même
3	X	alimentons le haut parleur +
4	B	D'accord (page suivante) le son / c'est lui déjà
5	A	Mais non l'air il ne se déplace pas il vibre
6	B	Oui mais alors quand on a cliqué la bougie va s'éteindre par un courant d'air / ce n'était pas juste
7	A	C'est ce qu'il y avait de marquer
8	B	C'est qu'il y a un déplacement d'air / et c'est la vibration qui cause ce déplacement d'air
9	A	Non parce qu'on l'avait vu avec les petites billes bleues ça se déplaçaient et du coup cela faisait un courant d'air / donc l'air ne se déplace pas c'est
10	B	Le son émis par le haut parleur (murmure) / ça là ++
11	A	Bon
12	B	Oui je crois aussi
13	A	Oui / tu vois c'est une vibration C'est la bonne réponse. Le son est causé par une vibration qui se propage au travers du milieu de propagation de la source au récepteur sans déplacement de matière. C'est ce que l'on appelle l'onde sonore.
14	I	Pourquoi avez vous fait ce choix
15	B	On était pas d'accord donc on a choisi cette réponse (page suivante)

Tâche 14 : l'onde sonore (en résumé)

16	A	La vibration
17	B	Qu'est ce que l'on va faire on a terminé
18	A	Non il y a d'autres TP
19	B	C'est bon je n'arrive pas à comprendre ce que j'ai mis / je ne me concentre pas sur le truc

II.3.5 TP 4 : deux grandeurs caractéristiques du son

Tâche 1 : Introduction

1	B	alors qu'est-ce qu'on fait aujourd'hui (?)
2	A	ouais
3	B	faut peut-être regarder avant études de deux grandeurs ourder- / t'as un stylo ou je sors le mien (?)
4	A	ben sors ton stylo + je me suis gourée +
5	B	alors /
6	A	niveau scolaire toi tu mets sixième moi je mets seconde +++++ c'est bon (?)
7	B	Oui
8	A	Oui + (... ?)
9	B	Non non un autre TP appuie sur ok mets retour je te dis c'est là c'est le 4
10	A	Ouais + bon ben ça sert à rien me dis pas toute façon bon ben +
11	X	Vous allez chercher à comprendre le lien qui existent entre les caractéristiques du son que nous percevons et les grandeurs physiques qui caractérisent le comportement de la source
12	B	Attends + purée y a trop de fils + (... ?) + ah / un son est ourderisé / tu peux attendre 5 minutes que j'ai tout lu
13	A	Pardon / alors qu'est ce que tu mettrais
14	B	et ben c'est marqué là /
15	A	oui bon
16	A et B	c'est la fréquence et l'amplitude + (... ?)
17	B	oui bravo
		Le son en tant que phénomène physique est associé à une vibration qui est caractérisée par sa fréquence et son amplitude.
18	A	Test 2 +

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	B	alors qu'est-ce qu'on fait aujourd'hui (?)
19	B	Sa hauteur / et volume + réponse
20	A	oh oh
		Le son en tant que sensation sonore est caractérisé par sa hauteur (plus ou moins aigu ou grave) et son volume (plus ou moins fort ou faible).
21	B	Fais voir aide (lise les différents libellés)+++++ ouais vas y ++ expériences euh

Deux expériences de sensibilisation

Tâche 2 : Expérience 1

1	B	Fais voir aide (lise les différents libellés)+++++ ouais vas y ++ expériences euh
2	A	Voilà tu vois cas 1 ça fait pas (rires) (chuchotements) + Bon ça fait plus fort en fait
3	B	Ouais / faut pas faire la mesure 1 et 2 (?) +++Ben aller hein + non non mais tu dois

Tâche 3 : étude 1

4	A	Non +
5	B	Vas y + si y a une augmentation
6	A	Tu vois il augmente
7	B	Essaye les autres pour voir + aller / fais les 3 autres en même temps
8	A	Ça sert à quoi (?)
9	B	Ben on peut voir si y en a pas deux / et non donc c'est bien une /
10	A	J'ai pas compris
11	B	Ben tu vois très bien que
12	A	Mais non augmenter le bouton de l'amplitude t' sais quand il fait euh c'est plus ou moins fort au dessus + attends
13	B	passé j'entends un petit bruit
14	A	ah non c'est là-bas (rires)
15	B	Non c'est vrai /
16	A	attends on s'est trompé attends vas y / Si euh faut voir si ça augmente / Là ça augmente pas l'amplitude
17	B	t'as vu lui ça augmente
18	A	c'est lui c'est lui je te dis
19	B	mais y en a pas obligé qu'une
20	A	Ben je t'ai dit tout à l'heure (rires) / mets validation /
21	B	Non + alors lui si peut-être / ouais +
		Revenez à l'expérience et observez à nouveau le mouvement de la membrane du haut parleur.
22	A	lui ça augmente aussi
23	B	Non mais lui aussi
24	A	Non ça augmente pas
25	B	Non mais y en a qu'un regarde tu peux en mettre qu'un seul
26	A	Ah ouais ben c'est lui
27	B	si ben t'embête pas c'est lui +pas d'erreur / t'es sûre ?
28	A	Ouais /
		Le déplacement de la

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

4	A	Non +
		membrane du haut parleur sera d'autant plus grand que l'amplitude de la tension est grande, pour une même fréquence. A aucun moment, la fréquence change si l'on augmente l'amplitude : c'est à dire, si le déplacement est plus petit ou plus grand.

Tâche 4 : étude 2

29	B	C'est bien moi aussi / j'ai vu / mesure 2 +
30	A	de plus en plus fort (?) ++ t'étais d'accord (?)
31	B	Oui
		C'est exact. Le volume sonore augmente plus l'amplitude de la vibration augmente.

Tâches 5 : interprétation

32	A	Maintenant il vous est demandé de faire le lien entre la vibration et la perception (doucement)
33	B	Maintenant il vous est demandé /
34	A	qu'entend on quand on fait varier l'amplitude de la tension / et ben plus l'amplitude de la tension électrique +
35	B	Vas y +
36	A	plus l'amplitude est grande plus le son est fort
37	B	de faire le lien entre la vibration et la perception
38	X	Fréquence de la tension reste constante augmentons et diminuons l'amplitude de la tension électrique et écoutons le son émis /
39	B	Ça on l'a déjà vu
40	A	Oui /
41	X	fin de la vidéo
42	B	bon
43	A	et ben quand l'amplitude augmente euh le son euh le son est plus fort / avec un q
44	B	Oui merci / mince ++++ (elle tape la réponse) / augmente
45	A	le son est de plus en plus fort (elle dicte)
46	B	oups / de / plus +++ c'est ce que l'on a mis (?)
		La variation de l'amplitude de la tension modifie l'amplitude de la vibration de la onde son. La perception sonore associée est un son plus ou moins fort ou faible (variation du volume sonore). Comparer votre réponse à cette dernière et revenez alors à l'expérience pour vérifier.
47	A	oui ++

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

Tâche 6 : Expérience 2

1	A	Oui ++++ d'accord tu l'as entendu hein (modifie la fréquence)++
2	B	vas y /
3	A	ah oui putain ++++++

Tâche 7 : étude 1

4	B	regarde il reste tout le temps pareil ++ ouais c'est bien la 2
5	A	La deux là (?)
6	B	Oui +
7	A	c'est toujours pareil la fréquence
8	B	L'amplitude reste constante
9	A	Non mais c'est la hauteur là c'est la vitesse +++ laquelle alors (?) /
10	B	Tu penses à laquelle (?)
11	A	Un des deux
12	B	Fais voir l'expérience
13	A	Hein (?) /
14	B	Ah on ne la voit pas bouger
15	A	Si ça va plus vite quand c'est
16	B	Ouais donc euh / faut que ça fasse tout le temps le même truc la même hauteur et mais faut que
17	A	Ouais
18	B	Ça aille plus vite +
19	A	Ben lui
		La variation de la fréquence de la tension modifie la fréquence de vibration de la source de son. La perception sonore associée est un son plus ou moins aigu ou grave (variation de la hauteur). Revenez à l'expérience pour vérifier.

Tâche 8 :étude 2

20	B	Ouais ben deux / voilà +mesure 2 c'est pas grave
21	A	de plus en plus aigu
		C'est exact. Plus la fréquence de la vibration est grande, plus le son perçu est aigu.

Tâche 9 : interprétation

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

22	B	Hm / c'est exempt comme dirait Antoine ++ met l'expérience
23	X	L'amplitude de la tension d'alimentation est constante augmentons puis diminuons la fréquence de la tension électrique et écoutons le son émis
24	B	Plus il augmente plus elle est aigu
25	A	oui +
26	X	fin de la vidéo
27	B	Faire le lien entre / ben plus la vibration est fine plus le son est petit
28	A	Non la fréquence de varia- de / la fréquence de vibration est est
29	B	Ouais mais le son il est moins fort quand la vibration
30	A	est moins forte / On parle pas du son on parle de la fréquence
31	B	La perception sonore /
32	A	Et ben c'est plus aigu plus la la fréquence est
33	B	Petite
34	A	Est grande plus c'est aigu si parce que quand on augmente la fréquence hop ça devient aigu /
35	B	Ah ouais / donc plus (elle écrit) +++++ plus la / le son est aigu
36	A	le son est aigu ++
37	B	Valide / réponse +++++ (... ?)
		La variation de la fréquence de la tension modifie la fréquence de vibration de la source de son. La perception sonore associée est un son dont la hauteur varie. Ce son est de plus en plus aigu ou grave selon que l'on augmente ou diminue la fréquence.

22	B	Hm / c'est exempt comme dirait Antoine ++ met l'expérience
		Comparer votre réponse à cette dernière et revenez à l'expérience pour vérifier.

Tâche 10 : en résumé

38	A	une petite pause /
39	B	Bon faut peut-être euh remplir ça
40	A	Ah oui

Etude des grandeurs caractéristiques du son à l'oscilloscope

Tâche 11 : définition d'un oscilloscope

1	B	On les a pas déjà faites (?) les expériences de (... ?) / du son à l'oscilloscope
2	A	Ouais bon c'est bon c'est pas +++++
3	B	Ouais vas y
4	A	Fais voir
5	B	Un oscilloscope +++++ vas y ++ vas y dans l'expérience
6	A	Ah oui pardon
7	B	(... ?) vas y baisse +
8	A	De plus en plus fort attends mais / ça fait de plus en plus aigu
9	B	Hm
10	A	Ça fait de plus en plus aigu
11	B	A la limite on s'en fout que ça fasse euh on nous demande juste ça / vas y règle l'amplitude + déjà le son est plus ou moins fort /
12	A	Attends / l'image du son ++ ++ben ça
13	B	Ben ça ouais +++oui (page suivante)

Tâche 12 : étude des grandeurs caractéristiques du son

1	A	Et ben il est plus/ fort / parce que l'amplitude est plus grande / non (?)
2	B	Hm
3	A	Et il est plus / grave parce que la fréquence est plus basse ++
4	B	Vas y reclique (... ?) /
5	A	Et ben c'est le même
6	B	Essaye suite non plutôt + diode verte
7	A	Et ben il est / il est plus il est identique là
8	B	Il est identique ouais
9	A	Et plus grave aussi
10	B	Non c'est pas plus aigu ça (?)
11	A	Je sais plus / ça c'est plus grave non on parle par rapport à lui pas par rapport pas par rapport à celui d'avant / c'est celui-là
12	B	Ah mais oui mais
13	A	Par rapport
14	B	Oui j'avais pas vu
15	A	Elle est plus grave +
16	B	Elle est plus
17	A	Identique diode verte
18	B	Plus faible
19	A	Plus aigu hm + diode verte
20	B	Identique
21	A	C'est pareil là + diode verte
22	B	Plus grave encore
23	A	Non / non c'est pareil + hm plus faible
24	B	Y en a une plus grave
25	A	Non c'est pareil la distance entre ça et ça c'est toujours c'est pareil
26	B	Ah oui ++ diode verte
27	A	(... ?) (?)
28	B	Hm là il est plus faible plus

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	A	Et ben il est plus/ fort / parce que l'amplitude est plus grande / non (?)
		grave ++ c'est ++
		diode verte

Tâche 13 : étude des caractéristiques de la vibration

29	A	Amplitude plus grande et fréquence plus grande / oups / ah oui non c'est plus grand c'est plus petit / zut zut + là la fréquence elle est plus petite / y en a moins en un espace de temps / de de bosses
		diode rouge
30	B	Hm
31	A	Donc l'amplitude c'est pareil / et la fréquence plus petite + si elle est plus petite / non (?)
32	B	Ouais + alors identique
		diode verte
33	A	Et là c'est plus grand
34	B	Plus grand +
35	A	Identique
36	B	Identique + et là (?)
37	A	C'est plus grand
38	B	Non c'est ouais et là c'est identique alors / fréquence (?)
39	A	Ouais +
40	B	Bon c'est bon + (.. ?) ++ bon on regarde /

Tâche 14 : En résumé

41	X	Augmentons et diminuons la fréquence de la tension électrique et observons la courbe sur l'écran de l'oscilloscope +
42	B	Hm hm +
43	X	augmentons et diminuons l'amplitude de la tension électrique et observons la courbe sur l'écran de l'oscilloscope
44	A	ok

Tâche 15 : « Application création d'un oscillogramme »

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	A	Attends d'abord faut écouter ce que
2	B	Ecouter le son émis par le haut parleur
3	A	Ouais / donc c'est il est assez fort non (?) on règle ça (?) + attends attends / écoute faut que tu ah non il est plus bas ah voilà
4	B	Ouais
5	A	Donc / donc c'est là
6	B	Aller / y a y a
7	A	C'est bon là
8	B	Vas y
9	A	Ouais ouais
10	B	Encore / non mais tu peux (... ?) non (?)
11	A	attends je vois pas laquelle c'est là qui (rires)
12	B	Mais si c'est lui là t'sais c'est le
13	A	Attends ah oui c'est bon par là
14	B	Tu l'as mise plus fort (rires)
15	A	Ben oui mais j'entendais pas / ah
16	B	Attends mais c'est les mêmes
17	A	Attends attends attends
18	B	Remets les deux bruits
19	A	Mais là c'est pareil aussi / non il est plus fort celui-là
20	B	Moi j'entends les mêmes hein
21	A	Ah bon j'arrive pas à entendre moi
22	B	Attends
23	A	Là c'est pareil
24	B	Ah mais moi j'entends pareil là +
25	A	(... ?)
26	B	On refait + vas y appuie sur haut parleur hm hm
27	A	Déjà la fréquence faut qu'elle soit là
28	B	Hm / recommence voir
29	A	Et euh fort
30	B	Il faut déjà qu'on réentende

1	A	Attends d'abord faut écouter ce que
		tout
31	A	Ouais il est trop aigu /
32	B	Attends attends il était très grave à part l'autre hein ouais il est très grave / vas y mais change avec le son / trop fort il est trop fort baisse un peu ouais encore non non y a pas les traces vas y / encore un petit peu plus fort non mais non t'as trop baissé aller attends attends
33	A	Trop de son dans les oreilles là
34	B	Il est pas assez fort / là là là c'est bon
35	A	c'est pareil (?)
36	B	Ouais hm / il est trop aigu lui
37	A	Ah ouais
38	B	Trop grave plutôt attends remets le
39	A	Non moi je trouve que c'est pareil
40	B	Ouais non / il est plus grave
41	A	Alors on essaye juste pour voir
42	B	Il est plus grave /
43	A	(rires)
44	B	Non mais j'avais mal aux oreilles hein
45	A	Ça fait test auditif t' sais en même temps
46	B	Ouais (rires) j'ai plus d'oreilles hein / vas y c'est bon
47	A	(... ?)
48	B	Moi je me rend compte que j'ai plus d'oreilles
49	A	Ouais (rires) là il est grave
50	B	Hm (... ?)
51	A	Là il est assez faible
52	B	Ecoute le son avant de / d'aller trop loin là là / un peu plus grave non non un peu plus aigu plutôt / attends je me rappelle plus du son que

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	A	Attends d'abord faut écouter ce que
		j'avais vu ouais c'est bon là (?) attends
53	A	ouais c'es pareil
54	B	Non non il est plus fort + attends attends / ben attends t'as même pas écouté les sons /
55	A	(rires)
56	B	Mais écoute le son vas y mets l'autre arrête stop / ah mais j'ai plus d'oreilles mets les deux en même temps
57	A	Non t'entends rien /
58	B	Clique dessus là clique dessus là clique dessus là
59	A	C'est pareil
60	B	Non
61	A	Si c'est pareil
62	B	Attends vas y (rires) écoute il est plus il est moins
63	A	Attends
64	B	Mets le moins fort là moins fort baisse là l'amplitude / un tout petit peu non là tu l'as augmenté
65	A	Ouais il est trop fort
66	B	C'est les mêmes
67	A	Non non
68	B	C'est les mêmes c'est les mêmes
69	A	Non non il est trop fort
70	B	Je te dis c'est les mêmes
71	A	Non il est trop fort
72	B	Non regarde
73	A	Il est trop fort
74	B	Oui ben parce que tu viens de le bouger là c'est bon c'est bon là
75	A	Ouais ben là c'est pareil
76	B	Tu vois c'est parce que tu l'avais bougé
77	A	Bon aller c'est bon on va pas recommencer

1	A	Attends d'abord faut écouter ce que
78	B	Ouais aller c'est bon /
79	A	On sait que t'as des mauvaises oreilles c'est pas la peine +

Reproduire le même son

Tâche 16 : question

1	B	Même amplitude et même euh
2	A	Qu'est-ce qui fait / ils ont la même amplitude ils ont la même fréquence
3	B	Hm
4	A	Non / la perception donc ils ont la même hauteur et ils ont la même volume sonore /
5	B	Ah oui c'est la perception ça + Si deux sons possèdent la même hauteur et le même volume sonore, on peut alors dire qu'ils sont identiques. Pour continuer l'expérience avec un autre son de référence il faut cliquer sur 'Suite'.
6	A	Oh oh /

Tâche 17 : expérience 1

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

7	B	Retrouvez le son de référence à l'aide de deux potentiomètres (... ?) / aller vas y hm hm écoute déjà celui qu'on a écoute déjà celui qu'on a
8	A	attends mais non il est aigu déjà
9	B	Oh pas trop /
10	A	Oh ben (... ?)
11	B	Ecoute déjà la référence qu'on a
12	A	Mais non mais ça sert à rien
13	B	Mais si
14	A	Ils étaient au minimum
15	B	Mais si /
16	A	trop aigu /
17	B	Redescends entre les deux
18	A	Ouais /
19	B	Va vers le moins
20	A	Ouais mais attends j'arrive pas
21	B	Ouais non là maintenant tu mets plus fort lui
22	A	faut mettre plus fort
23	B	Non non il était bien hein /
24	A	Non j'arrive pas
25	B	Plus fort encore encore plus fort c'est pareil là
26	A	Ouais +
27	B	Non c'est bon on en a déjà fait 10
28	A	Aller encore une comme t'as des mauvaises oreilles (rires)
29	B	j'ai plus d'oreilles là (rires) /
30	A	Non
31	B	Ah mais y a un son là (?) / il est grave
32	A	Attend attends il est pas fort
33	B	Mets d'abord le grave et puis après on verra + si ça se trouve c'est au minimum t' sais + là là là aller / un peu plus fort / moins fort c'est pareil / en fait ils nous disent pas (... ?)

Tâche 18 : expérience 2

34	A	Expérience 2
35	B	A l'aide des boutons fréquence et (murmure) voilà
36	A	(rires)
37	B	(rires) / vas y
38	A	Ça on peut le faire
39	B	Mets le son quand même avant
40	A	Ben c'était ça le son
41	B	Ouais mais je l'ai pas entendu tellement c'était fort / oui donc (rires) (... ?)
42	A	(... ?) / amplitude tac tac tac / non
43	B	Comme ça
44	A	Ouais
45	B	Plus / comme ça c'est bon
46	A	Comme ça
47	B	Là
48	A	Un peu plus serré non un peu plus / comme ça (?)
49	B	Ouais
50	A	Ouais comme ça
51	B	Ouais c'est
52	A	Si c'est exactement la même
53	B	Mais écoute le son d'abord euh / écoute le son / appuie là
54	A	Et c'est le même tu vas où (?)
55	B	Ben je sais pas trop justement / ben nouvelles expérience ah non c'est là /
56	A	Bon alors c'était facile ça bon tu mets euh / alors il faut avoir des bonnes oreilles parce qu'autrement on peut pas (rires)
57	B	C'était création d'un oscillogramme ça (?) +

Influence de la position du récepteur par rapport à l'émetteur au niveau des grandeurs caractéristiques du son

Tâche 19 : Introduction

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	A	(... ?) comparaison / non en fait +
2	B	C'est quoi ça (?) +
3	A	Bon attends c'est pas grave on mettra à la fin

Tâche 20 : expérience 1

4	B	Ouais / Polo et Cardi habitent à deux kilomètres l'un de l'autre + chez Cardi
5	A	Mais non (... ?)
6	B	Alors chez Cardi le son de la cloche entendu sera
7	A	Euh
8	B	Plus fort
9	A	Plus fort ouais ben oui plus fort et autrement (?)
10	B	Encore plus faible là bas chez polo
11	A	Et plus faible
12	B	et plus grave
13	A	ah ben non
14	B	non je sais pas
15	A	Non c'est pareil /
16	B	non non mais le son il sera
17	A	Non non mais y a juste la
18	B	la distance
19	A	La
20	B	Tu as raison
21	A	l'amplitude / Ah ben non
		Votre réponse est incorrecte. Imaginez ce que l'on entendrait à 10, 20 ou 30 kilomètres du village.
22	B	oui ça sera plus grave je pense /
23	A	attends + non ben non plus faible encore plus faible / c'était pas plus fort c'était c'est con quand même
		Plus on s'éloigne de la source de son, plus on perçoit un son dont le volume sonore est faible.
24	B	Ben aide hein + valide vas y /
25	A	on a pas besoin d'aide
26	B	Ouais ouais +

Tâche 21 : expérience 2

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

27	A	Alors l'amplitude est plus petite
28	B	Hm hm
29	A	et / la fréquence est identique / non (?)
30	B	la fréquence c'est (?)
31	A	la fréquence c'est euh aigu ou grave +c'est encore plus petit + aller ++

Tâche 22 : expérience 3

32	B	attends j'ai pas eu le temps de lire ouais (murmure) l'amplitude de vibration c'est bon +++
		En effet, précédemment nous avons pu constater que plus on s'éloigne de la source sonore, plus le son perçu est faible. Ainsi, seule l'amplitude de vibration diminue suivant la distance par rapport à la source.
33	A	oui j'ai pas compris faut faire quoi (?)
34	B	je sais pas / ben (... ?) enfin je sais pas t'as fais quoi (?) / non non attends
35	A	(... ?)
36	B	Attends le microphone +++ mais non mais faut mettre le truc il faut le coincer là non (?)
37	A	Ben oui mais tu peux
38	B	ça se déplace
39	A	Tu peux mettre tu peux mettre n'importe lequel
40	B	Ben oui mais faut voir parce que t'as déjà ça /
41	A	et ben (?)
42	B	Non je sais pas (rires)
43	A	je comprends pas
44	B	Hm hm hm ++Mets aide voir / arrête tu mets n'importe quoi
45	A	(rires)
46	A	Ah mais / ben attends
47	B	Oui mais on ne sait pas pourquoi
48	A	On sait pas pourquoi / microphone /
49	B	Non c'est pas ça
50	A	Animation + et le deuxième micro il est plus loin en fait j' crois que j'ai compris y a un micro qui est près et un deuxième micro qui il est plus loin donc

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

32	B	attends j'ai pas eu le temps de lire ouais (murmure) l'amplitude de vibration c'est bon +++
		Animation (Microphone)
51	B	Mais on avait déjà le premier micro
52	A	Oui donc d'accord alors / donc en fait c'est / entre les deux faut que se soit entre ça et ça
53	B	Ouais
54	A	Faut que se soit la même fréquence / attends enlève tes doigts je vois rien
55	B	c'est oui mais il y en a pas
56	A	C'est elle la bonne la bonne fréquence
57	B	la même fréquence 1 2 3
58	A	là la fréquence elle est plus
		Lorsqu'on s'éloigne de la source de son, la fréquence est conservée alors que l'amplitude diminue.
59	B	oui oui

Tâche 23 : en résumé

60	X	Observons les tensions des grandeurs caractéristiques du son produit par le microphone quand on l'éloigne du haut parleur +
61	A	C'est bon (?) +++

Expérience : reproduction du son du diapason avec un Haut Parleur

Tâche 24 : expérience

1	B	(... ?) ++
2	A	C'était celui-là
3	B	T'as raison
4	A	Hm +++
5	B	Attends ++ / c'est quoi le premier (... ?) (?)
6	A	Ben c'est (... ?) (?)
7	B	C'est lui là (?)
8	A	Ouais / tu mets qu'on a pas compris ce qu'il fallait faire au début
9	B	Pas compris l'énoncé
10	A	Ouais on n'a pas compris ce qu'il fallait faire pour l'expérience +++ mais faut régler euh attends regarde
11	B	Attends mais j'ai pas compris euh +
12	A	T'as fait quoi avec le son (?) déjà il faut régler la fréquence / non / comme ça (?)
13	B	Attends elles sont identiques là
14	A	Ouais c'était ça /
15	B	(... ?)
16	A	Après ça ça dépend +
17	B	Un peu plus haut
18	A	Ouais mais ça dépend à quel moment tu le prends là c'est pareil
19	B	Non non regarde ça / c'est pas pareil regarde remets le truc tu vois au départ déjà les trucs ils sont pas en face lui il est trop grand lui là ouais c'est bon / mets le encore un tout petit peu trop grand
20	A	Ouais mais regarde si tu regardes ce bout et regarde le pic ils sont ils sont au même endroit
21	B	mais oui mais tu regardes carrément en face / tu vois là les pattes qui partent
22	A	Euh
23	B	Là et là c'est pas en face / là

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	B	(... ?) ++
		c'est bon / non
24	A	Vas y encore un tout petit peu
25	B	Y a en a trop +
26	A	D'accord (rires)

Tâche 24 : conclusion

27	B	(rires) conclusion (... ?)
28	A	On se base sur la fréquence
29	B	Fréquence
30	A	Euh visualisée à l'oscilloscope +++ euh visualisée à l'oscilloscope + sur l'oscilloscope car euh: on a + vous avez fini (?) nous c'est finit là / car l'amplitude varie ++
31	B	Elle varie
32	A	Car l'amplitude varie
33	B	Aller c'est bon (?) /
34	A	Ok +
35	B	(murmure) et donc ne sont pas identiques /
		Les deux sons que vous venez de créer ont la même hauteur, mais n'ont pas le même volume sonore. En effet, vous avez pu remarquer que le volume sonore du diapason diminue au cours du temps. Les deux sons n'ont pas les mêmes caractéristiques. et donc, ne sont pas identiques.
36	A	C'est bon (?)
37	B	Oui / oreille ça s'écrit comme ça (?)
38	A	Ouais
39	B	Un seul r
40	A	Un seul r (rires) si y en a qu'un +++ (... ?) +++++ hein (... ?)

II.4 Dyade 8

II.4.1 TP 0 Chaîne sonore

Tâche 1 Introduction

1	B	Tu veux que j'écrive (ils remplissent la feuille)
2	A	Tiens prends un stylo
3	B	Introduction de la chaîne sonore à partir duquel vous allez corriger l'exercice réaliser à la maison
4	A	Monsieur monsieur une fois une fois qu'on est là on fait quoi en fait
5	B	Démarrer
6	A	Démarrer on fait
7	I	Oui c'est ça pour commencer l'exercice vous faites démarrer
8	A	D'accord
9	B	T'inquiète pas
10	A	Alors
11	X	Tout d'abord lisez cette introduction puis si vous êtes prêt à déterminer les éléments de la chaîne sonore dans différentes situations alors tourner la page
12	B	Bon tu veux que j'écrive / tourne la page / hum
13	A	Oui

Tâche 2 : La chanteuse

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

14	B	Bon alors vas y il faut que tu prennent tu sais le truc émetteur
15	A	Emetteur / récepteur / milieu
16	B	C'est pas milieu à la fin ?
17	A	Si c'est milieu là / tu peux l'enlever de toute façon
18	B	Non c'est milieu de
19	A	Milieu de propagation
20	B	Oui
21	A	Ah dans cette situation
22	B	Chanteuse
23	A	Emetteur chanteuse / récepteur public / et le milieu c'est heu la salle
24	B	La salle ! c'est l'air
25	A	C'est l'air ?
26	B	Bein oui
27	A	Le milieu de propagation + c'est pas la salle
28	B	Monsieur
29	A	Monsieur
30	B	C'est le milieu de propagation ou le moyen de propagation qu'il faut mettre
31	A	Parce que le milieu c'est
32	I	On vous demande de construire la chaîne à partir de la situation à droite / et de déterminer la milieu qui permet au son de se propager
33	A	Bein là c'est la salle ou c'est l'air ?
34	I	Là je vous laisse décider et discuter tous les deux pour déterminer le milieu et ensuite vous vérifierez votre réponse en validant
35	A	Oh lala/ allez mets la salle
36	B	Là comme tu veux /
37	A	bon allez (soufflement)
38	B	Allez on l'y met
39	A	Bon allez vas y + (valide)
40	B	Tu vois
		la chaîne sonore est

14	B	Bon alors vas y il faut que tu prennent tu sais le truc émetteur
		incomplète ou incorrecte
41	A	Bon mets
42	B	air

Tâche 3 : Le public

43	A	Oui c'est ça validation / vous avez bien construit la chaîne sonore cependant / j'ai vu / j'ai vu / bein suivant (page suivnate) / bein là c'est / vas y / milieu / récepteur / dans cette situation / bein chan / public / récepteur chanteuse /
44	B	C'est pareil c'est l'air
45	A	Chapeau on va mettre
46	B	Non c'est l'air
47	A	Oui allez vas y / vas y / c'est pas l'air / mais bon
48	B	Tu mettrais quoi toi
49	A	Vas y mets
50	B	C'est l'air qui conduit le bruit

Tâche 4 : L'indien

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

51	A	Ah oui / c'est vrai / ah c'est ce que l'on avait fait / bein attend tu le fais après / émetteur / récepteur / et milieu / tu ne l'a pas mis
52	B	Oh salaud
53	A	Milieu / alors
54	B	L'émetteur
55	A	Train / ah non pas sur / ça peut être le rail / parce que c'est le rail qui émet
56	B	Le rail c'est le moyen
57	A	Ah oui c'est le moyen / donc rail l'émetteur / oui train émetteur / rail milieu / et récepteur c'est l'indien
58	B	Il n'y a pas l'oreille
59	A	C'est l'indien
60	B	oui je sais

Tâche 5 : Le malade

61	A	passé passe / ah bein pareil /
62	B	émetteur
63	A	Emetteur / récepteur / milieu
64	B	C'est bien comme logiciel
65	A	Oui il est franchement bien / bon ensuite là en dessous d'émetteur c'est le c'est le c'est le malade / et le moyen de propagation c'est le stéthoscope
66	B	Oui / là c'est déjà le stéthoscope
67	A	Malade émetteur / et récepteur médecin
68	B	Emetteur
69	A	Franchement le drap
70	B	Oui / même la chambre
71	A	J'ai vu / tu passes / (murmure) : y pas de question / si là il y a des questions là (feuilles distribuées)
72	B	Remarques à formuler / facile
73	A	Je mets quoi
74	B	Facile et un peu
75	A	En fait ça apprend bien
76	B	Oui
77	A	Facile et un peu quoi
78	B	Un peu répétitif quand même
79	A	Ah oui / que facile / très compréhensible + oui / répétitif
80	B	Répétitif tout court / vous êtes vous servi des aides / bein non
81	A	Bein
82	B	Mets rien
83	A	Bein si pourquoi / le mini dico non / le cours non / dictionnaire non
84	B	On pourrait mettre parce que l'on avait compris
85	A	Bein vas y passe au deuxième
86	B	Oui je t'attends

II.4.2 TP 1 : Les différents éléments de la chaîne sonore

Tâche 1 : Activité expérimentale

1	A	Bon les différents éléments de la chaîne sonore
2	B	On passe directement au TP ou on regarde un peu
3	A	Bein TP1
4	B	On passe directement au TP
5	A	Oui oui démarrer le TP + oui on aurait pu regarder oui remarque que
6	B	Augmente un petit peu le son
7	X	Pour répondre à la question quel est le phénomène à l'origine du son nous vous proposons une tâche expérimentale réaliser au minimum trois expériences puis si vous vous en sentez capable concluez
8	A	Nous vous proposons, de réaliser différentes expériences proposées dans la page ci-contre un minimum de trois / Lorsque vous serez prêt, cliquez sur conclusion pour répondre à la question / ces sources de son
9	B	Instrument de musique
10	A	Vous allez déterminer la source de son / alors vas y instrument de musique

Tâche 1a : Observation de l'expérience du diapason

11	B	On essaye le diapason
12	X	Frappons un diapason approchons le lentement de la balle suspendue et observons son comportement
13	A	Elle bouge
14	X	elle sursaute
15	B	C'est qu'ils vont faire + + alors attends / on regarde le ralenti
16	A	Pourquoi / parce que là il faut répondre à quelque chose
17	B	Non pas encore
18	A	Non il faut juste observer / bein c'est bon / en fait c'est l'onde qui fait / t'es d'accord
19	B	Oui (page précédente)
20	X	Pour répondre à la question quel est le phénomène à l'origine du son nous vous proposons une tâche expérimentale réaliser au minimum trois expériences puis si vous vous en sentez capable concluez
21	B	Ah on regarde le ballon
22	A	Tu peux faire la guitare encore pour regarder les instruments de musique
23	I	Attention normalement après la page écran observation il faut faire page suivante pour avoir l'tâche suivante à propos de la même expérience

Tâche 1a : Observation de l'expérience de la guitare

24	A	Ah oui / d'accord parce qu'on avait
25	X	Après avoir placé des cavalier de papier sur les cordes pinçons l'une d'entre elle et observons +++

Tâche 1c : Description de l'expérience

26	A	Bein passes il faut faire continues (page suivante)
27	B	Tu veux le faire ou j'écris
28	A	Si tu veux j'écris
29	B	On écrit chacun son tour
30	A	Oui / alors j'écris quoi
31	B	Et bein grâce aux vibrations de la / de la corde
32	A	Oui mais ça absorbe pas là
33	B	Regarde à nouveau le truc regarde / là c'est les vibrations de la corde qui ont fait bouger le papier
34	X	Après avoir placé des cavalier de papier sur les cordes pinçons l'une d'entre elle et observons
35	B	Regarde / il pince la corde et ça fait bouger le papier
36	A	Mais c'est le son qui fait bouger le papier
37	B	C'est le vibrations /
38	A	Oui mais
39	B	Les vibrations elles font le son avec l'air / mais elles font bouger le papier / vue que la corde bouge / le papier reste pas stable +
40	A	Bon
41	B	Alors (ils tapent) ++ / ah oui d'accord
42	A	C'est trop long ce que tu as mis
43	B	Heu / bon
44	A	Il faut mettre un truc plus court
45	B	Mais je +
46	A	Vas y / provoqué par la corde font bouger / oui c'est pas mal / oui mais attend / c'est le son / t'es d'accord avec moi / c'est le son qui sort de la corde /
47	B	Oui mais c'est pas le son qui fait bouger
48	A	Bon oui d'accord / mais c'est font bouger le papier / mais

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

26	A	Bein passes il faut faire continues (page suivante)
		c'est bon tu peux / font bouger le papier / valider/ on va voir si c'est ça / la réponse est mémorisée / on fait comment pour savoir si c'est juste / vas y
49	X	Pour répondre à la question quel est le phénomène à l'origine du son nous vous proposons une tâche expérimentale réaliser au minimum trois expériences puis si vous vous en sentez capable concluez

Tâche 1a : Observation de l'expérience du diapason

50	A	Allez vas y diapason
51	B	Non trop dur
52	A	Allez on refait diapason quand même
53	B	Ça je ne saurai pas l'expliquer ça par contre
54	A	Bien si c'est le / vas y allez remet diapason / on regarde à nouveau la vidéo / allez vas y met le
55	X	Frappons un diapason approchons le lentement de la balle suspendue et observons son comportement
56	A	Oui c'est ça c'est les vibrations qui font
57	X	elle sursaute
58	A	C'est quoi / bein vas y / bein remets play (ralenti) + oui c'est ça ça a touché
59	B	Les vibrations font bouger les lamelles du diapason et ça a touché le
60	A	Oui mais c'est les vibrations
61	B	Oui
62	A	Alors vas y (page suivante) + +
63	B	Hum
64	A	Quoi (page précédente)
65	I	Avant / la page précédente / on vous demandait de déterminer la source de son
66	A	Oui en fait on est revenu parce qu'on a pas répondu à / mais quand on y va ils nous disent que l'on a pas
67	B	On a fait la tortue ensuite on a fait page suivante
68	I	Oui

Tâche 1 b : Détermination de la source

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

69	A	Vas y fait page suivante / voilà il nous dit la réponse est donnée dès que vous cliquer sur l'image alors concentrez vous
70	I	Oui / vous déterminez la source de son en cliquant sur l'image
71	A	Ah
72	B	Ah mais il faut mettre la source du son
73	I	Voilà / vous déterminez la source de son en cliquant sur une partie de l'image
74	A	Bon d'accord alors recul / on peut le faire encore
75	I	Oui oui bien sure
76	A	On sait ce que c'est / c'est le diapason / ah non non non
77	B	Si
78	A	Oui / donc j'avais raison / page suivante

Tâche 1c : Description de l'expérience

79	B	Oui
80	A	Moi je n'avais pas compris / mais sur l'autre on avait pas fait ça
81	B	T'écris
82	A	Ah / oui / ah mais c'est le comportement de la source sonore // c'est pas le / la source sonore c'est le diapason
83	B	Oui
84	A	Bein le diapason vibre c'est tout
85	B	Hum
86	A	Attends je suis mal là
87	B	Qu'est ce qui se passe
88	I	Vous n'oubliez pas de valider à la fin
89	B	Oui
90	A	Oui mais en fait tout à l'heure on s'est trompé on avait pas vu que s'était la source sonore / donc en fait on avait mis / si en fait on avait mis quoi
91	B	C'est bon on a mis le diapason
92	A	Ah bon / mais avant / vire / c'est pas très
93	B	Français
94	A	Vibre c'est bon / hop
95	B	J'ai envie de dire que le diapason vibre et fait bouger la balle
96	A	Le comportement de la
97	B	Oui remarque c'est bon
98	A	C'est bon touche à rien / la réponse est mémorisée / le diapason vibre / bein passe (page suivante)
99	B	Bon on va en faire une autre
100	X	Pour répondre à la question quel est le phénomène à l'origine du son nous vous proposons une tâche expérimentale réaliser au minimum trois expériences

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

79	B	Oui
		puis si vous vous en sentez capable concluez
101	B	Lequel
102	A	Ah bein deux ou trois expériences / bein fait le / le ballon

Tâche 1a : Observation de l'expérience du ballon

103	B	Faut faire au minimum trois
104	A	On peut en faire quatre (lancement de la vidéo) / heu met / ah il n'y a pas de ralenti / non ne fait pas page suivante / on gonfle un ballon et on le tient / ce dernier par le col / on laisse échapper l'air et un sifflement se produit / observer
105	B	Bein le col du ballon il siffle
106	A	Oui c'est une vibration encore
107	B	Oui / Heu il vibre plutôt
108	A	Oui ça vibre et ça forme // et c'est ça qui forme le son
109	B	Oui
110	A	C'est les vibrations / bein oui c'est ça
111	B	C'est les vibrations dans l'air

Tâche 1c : Description de l'expérience

112	A	Bein vas y
113	B	Le col du ballon vibre et fait du bruit
114	A	Et / t'es sur / mais c'est juste le comportement / oui bon allez vas y / et fait du bruit / c'est vachement tu n'aurais pas pu dire et fait un son
115	B	Je ne sais pas
116	A	Parce que fais du bruit ce n'est pas très
117	X	Pour répondre à la question quel est le phénomène à l'origine du son nous vous proposons une tâche expérimentale réaliser au minimum trois expériences puis si vous vous en sentez capable concluez
118	B	On en fait une autre ou pas / hein

Tâche 1a : Observation de l'expérience du haut-parleur

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

119	A	Oui oui on en fait encore une autre / fait haut-parleur + bein vas y
120	X	Alimentons ce haut-parleur et observons sa membrane /
121	B	Il vibre
122	A	Oui c'est ça il vibre
123	X	Changeons la fréquence de la tension d'alimentation du haut-parleur on perçoit un son
124	A	Oui c'est ça elle vibre
125	B	Mais laisse là aller jusqu'au bout
126	X	Déposons des morceaux de polystyrène sur la membrane et observons
127	B	Hum
128	A	Vuvuvuvuvu / oui c'est ça ça vibre
129	B	Oui
130	X	Ils sursautent
131	A	Quoi
132	B	Ils sursautent

Tâche 1b : Détermination de la source de son

133	A	Oui (page suivante) / ah zut
134	B	On a rien fait
135	A	la réponse est donnée / mais non il faut cliquer
136	B	La source du son
137	A	Oui
138	B	Bravo (page suivante)
139	A et B	La membrane

Tâche 1c : Description de l'expérience

140	B	Du diapason vibre
141	A	Du haut-parleur / du haut-parleur
142	A et b	Vibre
143	A	C'est tout
144	B	Oui
145	A	Non attend / oui c'est ça c'est une observation
146	B	On dit exactement la même chose
147	A	Oui c'est bon je pense que l'on peut passer (page suivante)
148	X	Pour répondre à la question quel est le phénomène à l'origine du son nous vous proposons une tâche expérimentale réaliser au minimum trois expériences puis si vous vous en sentez capable concluez

Tâche 1d : Conclusion

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

149	A	Conclusion / attends observer / déterminer / observer / c'est bon / conclusion / le diapason vibre / les vibrations nana font bouger le papier / la membrane vibre + de l'ensemble des sources / de son: tu as mis quoi là / tu ne veux pas mettre
150	B	Si
151	A	L'ensemble des sources de son vibrent
152	B	Vibrent et font du bruit dans l'air et font
153	A	Provoquent / oui provoquent
154	B	Oui
155	A	Provoquent un son dans l'air qui se propage dans l'air / mais il n'y aura pas assez de place
156	B	Oh
157	A	Et provoquent + un son
158	B	Avec l'air
159	A	Non qui se propage dans l'air / non qui se propage dans l'air
160	B	On n'a plus la place
161	A	Je sais/ mais on pourra le mettre / et bein provoquent un son voilà c'est tout / on le mettra sur la feuille / vas y valide / l'ensemble des sources
162	B	Bein réponse
163	A	Chaque source de son possède une de ses parties qui vibrent / vérifier dans vos réponses que vous avez évoqué / c'est ça ça vibre tout le temps
164	B	Vibre / Vibre / Vibre / Vibre

Tâche 2 Définition de la fréquence et de l'amplitude

1	A	J'ai vu / ok / c'est ça (page suivante) / alors la fréquence de vibration c'est le nombre d'aller retour effectuée en une seconde par la partie vibrante de la source
2	B	Oui normale + + (ils murmurent) / c'est bon
3	A	Heu attends/ voici deux animations / oui c'est bon / et là c'est quoi / voici deux animations illustrant la notion d'amplitude de vibration
4	B	Oulà c'est pareil

Tâche 3 : Mesure de la fréquence

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

5	A	c'est bon / c'est bon (page suivante) / vas y met l'aide pour voir ce qu'il dit / l'aide c'est quoi l'aide déjà (va chercher la feuille d'explication) + / la fréquence est fixer par l'ordinateur / mesure 2 vous fixer vous même la fréquence à l'aide d'un bouton / tu fixe quoi là
6	B	La fréquence
7	A	Heu t'es sur là
8	B	Heu je ne comprend pas comment il marche son truc
9	A	Mais non ce n'est pas ça / je n'est pas compris ce qu'il fallait faire là / mais aide pour voir / vas y mais aide
10	B	Deux secondes il met (le chrono)
11	A	Oui mais met aide / regarde met aide / d'accord / la fréquence de vibration / définition animation formule / formule + F bein on s'en sait / T la période en seconde
		Btn Formule (Fréquence de vibration)
12	B	T est en seconde si F est en Hertz
13	A	Oui bein
14	B	Aller retour définition animation je ne sais pas moi
15	A	Bon fais ce que tu veux / mesure 1
16	B	Avez vous des remarques à formuler pour cette séance
17	A	Attends ce n'est pas fini / c'est toujours le / TP1 les différents éléments de la chaîne sonore
18	B	Une seconde
19	I	Vous avez un problème
20	B	Non
21	A	Non en fait / là on ne

5	A	c'est bon / c'est bon (page suivante) / vas y met l'aide pour voir ce qu'il dit / l'aide c'est quoi l'aide déjà (va chercher la feuille d'explication) + / la fréquence est fixer par l'ordinateur / mesure 2 vous fixer vous même la fréquence à l'aide d'un bouton / tu fixe quoi là
		comprend pas / enfin il faut que l'on fasse le calcule là
22	I	Voilà on vous demande de déterminer la fréquence de vibration
23	B	C'est une seconde / Compter le nombre d'aller retour effectués par la membrane du haut-parleur
24	A	Attends on va faire
25	B	Un faire / un aller retour en une seconde
26	A	Attends vas y / je peux essayer s'il te plait
27	B	Vas y / tu cliques sur le chrono pour le faire partir / là quand tu cliques ça part
28	A	Heu / qu'est ce qui se passe + ce n'est pas deux
29	B	Oui mais toi tu as pris après / je ne sais pas ce que tu fais
30	A	Attends / un deux / oui deux secondes
31	B	Tu ne prends pas au bon moment/ vas y re-essaie
32	A	Pourquoi / regarde / mince
33	B	He bein
34	A	Non mais j'ai / là on est là
35	B	Arrête le +
36	A	Mais si c'est ça deux secondes
37	B	Oui
38	A	Alors préciser la fréquence trouvée et appuyer sur validation / attends deux / un

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

5	A	c'est bon / c'est bon (page suivante) / vas y met l'aide pour voir ce qu'il dit / l'aide c'est quoi l'aide déjà (va chercher la feuille d'explication) + / la fréquence est fixer par l'ordinateur / mesure 2 vous fixer vous même la fréquence à l'aide d'un bouton / tu fixe quoi là
		sur deux / ça fait un demi / ça fait 0,5 / 0,5 Hertz / c'est où déjà la virgule / oh punaise / 0 point 5
39	B	Valide
		Très bien vous avez réussi
40	A	Bein oui / Hé / mesure 2 / t'as vu un peu ce physicien
41	B	Réglage de la fréquence / oui
42	A	Pensez vous pouvoir compter le nombre d'aller retour de la membrane à cette fréquence
43	B	D'accord
44	A	Bouger le potentiomètre à cette fréquence / vas y / monte un peu plus / ah non c'est trop fort / là là stop / une une oui une une seconde / même pas/ vas y pour voir
45	B	Non c'est trop dur
46	A	Bein passe / je fais le réglage
47	B	mets au minimum
48	A	voilà c'est bien ça me va bien / qu'est ce qui se passe /
49	B	faut que tu arrêtes
50	A	Mince c'est un peu trop vite là / trop vite / mince mais / mais ça ne marche plus
51	B	Une seconde
52	A	Une seconde / bein ça fait un sur un / ça fait un Hertz
53	B	Un hertz
54	A	Sur ! bizarre / validation / ça je ne trouve pas ça évident / ah

5	A	c'est bon / c'est bon (page suivante) / vas y met l'aide pour voir ce qu'il dit / l'aide c'est quoi l'aide déjà (va chercher la feuille d'explication) + / la fréquence est fixer par l'ordinateur / mesure 2 vous fixer vous même la fréquence à l'aide d'un bouton / tu fixe quoi là
		mais si (rire) / bein voilà on passe
		Très bien vous avez réussi
55	B	Oui

Tâche 4 : Mesure de l'amplitude

1	A	Mesurer la valeur de l'amplitude de la vibration / mais attends on est où là / on a changé
2	B	Mais on est situation TP1
3	A	Oui mais situation 3 là
4	B	Non on est à la situation 1
5	A	2 (par rapport à la feuille) / 2 / 2
6	B	Non / TP1 attends
7	A	Situation une c'était les trucs avec les chaîne sonore c'est là / situation deux c'était le truc avec les cordes / bon on fera les remarques après hein
8	B	Oui
9	A	Alors l'amplitude de vibration
10	B	La valeur de l'amplitude +
11	A	Ah il faut faire quoi là
12	B	Deux millimètres
13	A	Oui vas y met/ je te crois / oui
14	B	Oui / on est fort
15	A	Oui mais c'est pas dur / mais c'est bien expliqué je trouve

Tâche 5 : Test 1

1	B	Test
2	A	Haut-parleur de référence / haut-parleur à étudier
3	B	Oh
4	A	Lancement / alors le haut-parleur à étudier à la même fréquence et la même amplitude
5	B	Ah d'accord
6	A	Alors attends / a la même fréquence et la même amplitude /
7	B	Non
8	A	heu faux / la même fréquence et une amplitude différente
9	B	Non
10	A	Faux / une fréquence différente et la même amplitude que le haut-parleur de référence
11	A et B	Oui
12	A	Une fréquence et une amplitude différente / oui suite suite / un sur six
		diode verte
13	B	Oui
14	A	La même fréquence / oui/ et la même amplitude / oui / ils ont la même amplitude tu es d'accord
15	B	Oui / suite
		diode verte
16	A	Ils n'ont pas la même fréquence
17	B	ils n'ont pas la même amplitude
18	A	et pas la même amplitude (suite) / ils ont
		diode verte
19	B	La même fréquence et pas la même amplitude
20	A	La même fréquence et pas la même amplitude / oui c'est ça (suite) / là ils ont
		diode verte
21	B	Même fréquence

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	B	Test
22	A	Oui
23	A et B	Et même amplitude
24	A	Non ils non pas/ ah oui mais ils sont inversés ah oui c'est ça (suite) / la même fréquence et la même amplitude non attends
25	B	Ils ont la même fréquence mais pas la même amplitude
26	A	Oui voilà (suite) / vous avez eu au moins cinq bonnes réponses sur six c'est très bien vous pouvez soit refaire cette exercice
		diode verte
27	B	On passe
28	A	Mais on a tout juste / on continue / attends
29	B	Non c'est bon
30	A	Non mais il fait la tête à chaque fois
31	B	Il est jaloux parce qu'on est fort (page suivante)
32	A	On est trop fort /

Tâche 5 : Expérience

1	B	Que voyez vous et qu'entendez vous
2	A	Mets fripini pour voir ce qu'il dit là
3	B	Mais il y a rien
4	A	Avec la souris positionnez vous sur l'un des boutons de réglage / la main / a très basse fréquence on peut observer le mouvement de la membrane du haut-parleur (lecture encadrée) / oui c'est bon / allez règle l'amplitude normalement / ne fais pas le / voilà ça c'est bien met la haute / et fréquence / non met la à 3 à 2 à 2 à 2
5	B	J'ai 0 / je ne peux pas mettre 2
6	A	Passe je vais te montrer
7	B	Attends j'étais à 2
8	A	Non / je vais te montrer / je te montre
9	B	D'accord /
10	A	A basse fréquence on observe plus le mouvement de la membrane du haut-parleur / le son émis est inaudible
11	B	Baisse on voit trop
12	A	Alors attends
13	B	on met plus d'amplitude
14	A	Attends / entre 5 et 20 et pour diverses amplitudes / au delà de trente Hertz et pour un // mais on entend rien là
15	B	Attends mets entre 0 et 3
16	A	Entre 0 et 3
17	B	Hein / Met une grande amplitude / non
18	A	Si c'est une forte amplitude voilà / hé /Si elle vibre (F = 1Hz) / mais on ne la voit pas trop vibrer quoi (vers 85 Hz)
19	B	Je n'entends rien moi
20	A	Non on est à fond
21	I	(j'interviens pour régler le

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	B	Que voyez vous et qu'entendez vous
		volume sonore et)
22	A	En fait voilà c'est que là en forte / monte l'amplitude non voilà reste là et monte l'amplitude / t'as vu / bon allez vas y t'as compris entre 0 et 3 Hertz nanana et vas y (arrêtes de modifier la fréquence) (page suivante) / la perception sonore

Tâche 7 : Définitions de la perception sonore

23	B	Mais c'est toujours le TP1 / c'est leTP1
24	A	Ah bon
25	A et B	(ils s'amuse avec la simulation)
26	A	C'est trop fort / vas y baisse /
27	B	C'est très éducatif
28	A	On va faire ingénieur du son
29	B	C'est quoi ça la fréquence de vibration
30	A	Vas y clique dessus pour voir ce que c'est
		Fréquence de vibration
31	B	Plus on augmente la fréquence plus le son se fait aigu
32	A	Une source de son / c'est le nombre d'aller retour effectué en une seconde par une surface vibrante
33	B	Ah mais il bouge peut être le truc
34	A	Ah oui il bouge / oh (ils s'amuse) ++ / bon allez vas y passe
35	B	C'est bon
36	A	Attends passe non ça je veux voir /plus
37	B	Plus l'amplitude augmente plus c'est aigu / plus la fréquence augmente plus c'est aigu
38	A	Oui c'est normal (page suivante)

Tâche 8 : Test 2

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	B	Il nous dit quoi fripini là
2	A	Ecoutez bien les deux sons et déterminer si le son émis par le haut-parleur à étudier est plus grave plus aigu plus fort / que le haut-parleur de référence enfin imaginez la vibration de la membrane
3	B	Pas besoin de se servir de l'aide
4	A	Cette fois n'hésitez pas à vous servir de l'aide / Bein si regardes quand même
5	B	C'est bon on va voir quoi
6	A	Moi je veux que tu regardes / bon on fait l'essai et si cela ne va pas on (lancement un son) / oui
7	B	Qu'est ce que je fais moi
8	A	Mais non (lance les deux sons)
9	B	Attends / Plus fort
10	A	Ils sont pareils là / j'entends pareil / je ne dois pas être normal mais / ah oui plus fort oui /
11	B	identique
12	A	Comment ça plus fort identique
13	B	Plus grave plus aigu c'est identique / plus fort plus faible c'est plus fort
14	A	Ah oui oui
15	B	Ah c'est un son
16	A	un son émis / le son il est identique / mais il est plus fort / oui c'est ça c'est ça c'est ça
17	B	Bon amplitude et fréquence identique / je ne sais pas non
18	A	Une amplitude heu
19	B	Plus grande
20	A	Oui mais ah oui oui
21	B	Ah attends quoi que
22	A	Non attends on avait dit / mets aide pour voir (relance les sons)
23	B	Plus grande

1	B	Il nous dit quoi fripini là
24	A	(?) oui plus grande là / suite
25	B	Gagner (suite) / plus grave
		Diode verte
26	A	Bein plus grave là / c'est c'est
27	B	Oui mais
28	A	C'est moins fort
29	B	C'est plus grave
30	A	Non attends remets / Bein (souffle) c'est identique / le son / la force c'est identique non
31	B	Hum
32	A	Vas y remets
33	B	Ah bein on va voir
34	A	Ah pas tout à fait
35	B	Plus grande / non ?
36	A	Donc il est plus fort
37	B	Oui
38	A	Non plus faible si l'amplitude est plus haute
39	B	Non plus fort
40	A	Plus fort oui (relance les sons) (suite) +
		Diode rouge
41	B	Oups raté
42	A	c'est plus aigu c'est plus clair / je ne vois pas là fort et plus fort / je ne comprends pas // vas y remets (relance sons)
43	B	oui
44	A	Plus faible ça c'est obligé / une fréquence
45	B	Plus petite
46	A	Oui plus grande
47	B	planté (suite)
		diode rouge
48	A	Ohohoh
49	A et B	Bein identique identique / identique identique
50	B	Ça va être juste
51	A	Ah oui
52	B	Ah (suite)
		Diode verte
53	A	Ah donc heu

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	B	Il nous dit quoi fripini là
54	B	plus faible
55	A	Plus faible / vas y
56	B	Identique
57	A	Identique
58	B	plus petite
59	A	Identique / plus petite / ah (suite)
		Diode verte
60	B	Le dernier
61	A	Oh
62	B	Non
63	A	Bein plus faible / plus faible
64	B	Je dirai identique moi
65	A	Moi je dis plus faible / plus grande / plus petite / pouf (suite) / bon moi je / mets l'aide / perception sonore aigu / non non en fait c'est faible ou fort nous surtout
		diode rouge
66	X	Ecoutons un son de plus en plus grave
		Btn Aigu (Perception sonore aigu/grave)
67	X	Ecoutons un son de plus en plus aigu
		Btn Aigu (Perception sonore aigu/grave)
68	X	Ecoutons un son de plus en plus faible
		Btn Faible (Perception sonore faible/fort)
69	X	Ecoutons un son de plus en plus fort
		Btn Fort (Perception sonore faible/fort)
70	B	Ah d'accord
71	A	Animation
		Btn Animation (Fréquence)
72	B	Fréquence plus haute
73	A	Bou / on sait ça
		Btn Animation (Amplitude)
74	B	On revient

1	B	Il nous dit quoi fripini là
75	A	Non en fait je
76	B	On revient
77	A	Je trouve que l'aide là dans celui là elle aide pas trop hein
78	B	Oui
79	A	Si elle aide mais / pas / (nouveau) bon là
80	B	Plus fort
81	A	plus fort identique / identique plus grande
82	B	La vache (suite) / diode verte
83	A	bien plus fort / non pareil / attends
84	B	Plus aigu
85	A	Oui Plus fort
86	B	Plus faible / t'entends pas ça te pête les oreilles
87	A	Ah si oui oui tu as raison / plus faible / plus petite / plus petite / ah ...(suite) / on arrête pas d'avoir faux à celui là diode rouge
88	B	Marche arrière
89	A	On ne peut pas / bein si
90	B	Marche arrière
91	A	Bein si marche arrière
92	B	(nouveau) / plus aigu / plus faible diode rouge
93	A	Oui (fin de la cassette) (autre son) / allez vas y
94	B	Allez tout faux / on a eu juste tout à l'heure diode rouge
95	A	Attends / non mais attends regardes si il y a possibilité de revenir
96	B	Oui mais après
97	A	Non mais tout de suite
98	B	Après
99	A	Ça peut être important

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	B	Il nous dit quoi fripini là
100	B	Oui juste diode rouge
101	A	Vas y je le fait / alors
102	B	Quatre sur deux / un sur six / non deux sur six c'est pas mal (suite)
103	I	Oui mais si vous avez besoin de renseignement vous avez des aides / un cours
104	B	Oui mais il n'explique pas bien je trouve
105	A	oui
106	A	(nouveau sono) Identique
107	B	Identique
108	A	Pour le stopper / il faut cliquer dessus
109	B	Non cela s'arrête tout seul
110	A	Alors une fréquence
111	I	Pour tant d'autres élèves ne m'ont pas dit ça
112	B	Oui ça sert
113	A	Oui mais les aides elles servent / oui mais il y a certains trucs que l'on voit avant et que
114	B	Que l'on arrive pas à observer là
115	A	Bein une amplitude plus grande / tiens écoute
116	B	C'est clair qu'elle est plus grande
117	A	J'ai juste
118	B	Ah gagné (suite) / plus grave diode verte
119	A	Plus grave / plus faible/ plus petite
120	B	Hum
121	A	Heu plus grande / mais à chaque fois on a faux diode rouge
122	B	Hé vous avez mis un programme pour faire tromper les élèves là / je suis sure / cela fait trois fois qu'on le fait

1	B	Il nous dit quoi fripini là
		on y arrive pas
123	A	En plus ce n'est jamais les mêmes
124	B	Ce n'est même pas les mêmes en plus
125	A	Ça c'est bien ça
126	B	Ça c'est de la gruge
127	A	Non ça c'est bien
128	B	Bein
129	A	Identique
130	B	Plus fort
131	A	Plus faible
132	B	Plus fort
133	A	Ah oui plus fort / identique / plus grande
134	B	T'as recommencé
135	A	Oui/ le premier on a juste
		diode verte
136	B	Tricheur
137	A	(Nouveau) / allez plus aigu
138	B	Remets la une / remets la une svp
139	A	Celui là il est plus aigu
140	B	Oui
141	A	Plus aigu / donc plus petite
142	B	Oui // retest là
143	A	Plus faible / donc plus petite / donc suite
144	B	Donc faux (suite)
		diode rouge
145	A	Bein plus aigu ça c'est sur
146	B	Plus fort
147	A	Donc fréquence plus petite
148	B	Plus fort
149	A	Plus fort oui aussi / donc plus grande
150	B	Bein oui
151	A et B	Faux (suite)
		diode rouge
152	A	On doit se planter quelque part / vas y remets l'aide
153	B	Alors
154	A	Aigu

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	B	Il nous dit quoi fripini là
155	X	Écoutons un son de plus en plus aigu
		Btn Aigu (Perception sonore aigu/grave)
156	X	Écoutons un son de plus en plus faible
		Btn Faible (Perception sonore faible/fort)
157	A	Ça d'accord
		Btn Fort (Perception sonore faible/fort)
158	B	Non moi c'est faible et fort
159	A	Non moi ce que je n'arrive pas à comprendre c'est que quand c'est faible la fréquence elle est basse / ou c'est l'inverse
160	B	Non / quand c'est faible l'amplitude est basse
161	X	Écoutons un son de plus en plus fort
162	A	Oui
163	A	Voilà / amplitude de vibration / amplitude de déplacement nanana / j'ai vu / bon on y retourne d'accord
		Btn Dessin (Amplitude)
164	B	Ah moi
165	A	On y retourne
166	B	Oui
167	A	Exercice
168	B	Ah moi
169	A	Refait
170	B	Non mais / je ne veux pas 3 sur six moi
171	A	Alors
172	B	Alors (son)
173	A	Identique / plus fort
174	B	Faux
175	A	Oui
176	B	Juste (suite)
		Diode verte
177	A	Tu vas trop vite (pour écouter les sons)

1	B	Il nous dit quoi fripini là
178	B	Faux diode rouge
179	A	tu vois trop vite je te dis suite ++ oui c'est plus grande identique diode rouge
180	B	Elle est faux je parie
181	A	Faux (rire) (suite)
182	B	L'aigu et les graves c'est facile à trouver + c'est l'amplitude (lance les sons) // plus fort moi je dirai plus petite et plus grande Diode rouge
183	A	On se fait une / c'est celui qui fera le plus fort (joue avec l'autre groupe) / vas y arrêtes / arrêtes
184	B	Faux
185	A	Oui (suite) / attends on va recommencer et là on se concentre / parce que là c'est grave
186	B	Passe
187	A	On ne peut pas travailler nous on entend rien (son) /
188	B	identique plus fort
189	A	Oui juste diode verte
190	B	Plus grave
191	A	Plus grave ça c'est sur / donc plus grande / ça c'est sur / mais là
192	B	Oui / refait écouter + monsieur comment vous voyez que la fréquence est plus faible / heu si l'amplitude est plus faible / parce que cela monte qu'en haut là
193	I	Je ne peux pas te répondre / je peux simplement te proposer d'aller dans le cours dans les aides
194	B	Oui mais

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	B	Il nous dit quoi fripini là
		Btn Fort (Perception sonore faible/fort)
195	A	Le but c'est de voir / si + / non mais d'accord mais / on ne va pas sécher pendant une heure hein (nouveau)/ identique
		diode rouge
196	B	Perdu (suite)
		diode rouge
197	A	Plus aigu / plus na / je te paris que c'est faux / attends là tu n'as pas mis plus aigu / allez on a rien à perdre
198	B	Perdu
		diode rouge
199	A	Allez à moi
200	B	Tu passes
201	A	C'est le même son
202	B	Identique
203	A	Identique / attends
204	B	Si tout à l'heure ce n'était pas plus faible /
205	A	Faux
		diode rouge
206	B	C'était plus fort (suite)
207	A	Ah bein là / là il n'y a pas photo là
208	B	Faux
		diode rouge
209	A	Comment ça faux / c'est pas normal
210	B	Oui (suite)
211	A	Bon on recommence une fois
212	B	(écoute son) / bon plus fort identique plus fort
213	A	Identique plus fort / plus grand
214	B	Oh juste
215	A	Juste (suite) /
		diode verte
216	B	Identique identique non
		diode verte
217	A	Identique de partout c'est le même son / oui ça y est (suite)

1	B	Il nous dit quoi fripini là
		/ c'est identique
218	B	Non grave
219	A	Remets / remets // c'est le même son mais sauf que c'est plus faible +
220	B	Oui
221	A	Tiens tu vois (suite) / attends refais parce que l'on entend rien /
		diode verte
222	B	?
223	A	Oui et plus faible + non c'est pareil c'est pareil
224	B	Si avant c'était pas plus faible c'était identique / donc là c'est plus fort
225	A	Allez vas y vas y
226	B	Faux boum (uite)
		diode rouge
227	A	Tiens j'avais raison
228	B	C'est quoi là
229	A	Refais / c'est identique
230	B	Faux (nouvelle série)
		diode rouge
231	A	C'est le même son et c'est plus fort / ça c'est plus fort c'est sur
232	B	Identique plus fort / juste / le premier ça va (suite)
		diode verte
233	A	Heu ce n'est pas évident / refais encore / identique moi je dirai / mais je ne suis pas très
234	B	Moi non plus / oh comme par hasard
235	A	Bon je pense que c'est clair là /
236	B	faux tu vas voir (suite) / boum tiens
		diode verte
237	A	Vas plus lentement / là c'est le même / non c'est identique / écoute moi je te dis que c'est identique mais plus faible / identique plus faible / plus petit / allez tu ne l'as pas mis/ tu

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	B	Il nous dit quoi fripini là
		vois (suite) / là c'est identique identique là / oh / (suite) / c'est le même son / et là ça va être faux
238	B	Non
239	A	A chaque fois on a trois bonne réponse
240	B	Combien on doit avoir de bonnes réponses
241	A	Cinq
242	B	Quatre ou cinq
243	I	Cinq / mais vous pouvez peut être aller dans l'aide
244	A	Oui mais à chaque fois on y va
245	I	Mais qu'est ce que vous y cherchez
246	A	Si si si c'est plus fort ou plus faible
247	I	Et vous cliquez sur uoi
248	A	Aide / perception sonore faible fort
249	I	On entend un son
250	A	En fait on entend un son et en fait on entend un son qui part de grand et qui faiblit / et en fait nous ce qu'on aimerait avoir c'est en fait la comparaison avec deux sons différents / parce que pour avoir une sorte d'exemple en fait / parce que parfois ce n'est pas évident quand on a un son grave et un son aigu de voir la différence
251	I	tu sais définir ce que l'on entend pas par un son grave un son fort
252	A	Un son faible c'est un son qui a une amplitude basse
253	I	Oui
254	A	Et heu / si c'est aigu / c'est une fréquence élevée et grave une fréquence basse / non non

1	B	Il nous dit quoi fripini là
		c'est l'inverse / heu aigu c'est fréquence basse et grave une fréquence élevée / heu définition / un son est d'autant plus grave que la fréquence de vibration de l'élément matériel / ah oui j'avais raison au début / perception d'un son aigu / bon ça d'accord / plus grave faible / si c'est grave c'est faible
255	B	Allez je commence
256	A	Hé ho / grave petite / c'est pour ça que c'est faux
257	B	Identique identique
258	A	Là on est d'accord /
259	B	Faux tiens
260	A	oh attends on va se faire un truc (suite) / c'est identique
261	B	Oui
262	A	Oui allez mets identique / non plus fort / oui oui non non ce n'est pas plus fort
263	B	L'amplitude si
264	A	Bon alors plus faible / oui tu as raison / oui oui oui plus grande
265	B	Faux
266	A	Bon allez suite
267	B	Ça soule
268	A	Synthèse
269	B	La chaîne sonore / le son se propage d'une source de son vers un récepteur à travers un milieu de propagation c'est ce qu'on appelle la chaîne sonore / lorsqu'on entend un son
270	A	(Ils remplissent la feuille)/ avez vous des remarques
271	B	Eh bein oui / facile sauf le dernier exercice
272	A	Attends / bonnes explication

II.4.3 TP 2 : Le milieu de propagation

Tâche 1, 2, 3, 4 : Introduction

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	X	Dans la première séance vous avez étudié la phénomène à l'origine du son / maintenant vous allez déterminer quelle est la condition pour qu'un son existe (page suivante)
2	A	Situation trois une condition pour qu'un son existe / reviens avant svp je n'ai pas vu /
3	B	Y a rien d'autre avant
4	A	Reviens avant encore / voilà
5	B	Oui
6	A	les éléments de la chaîne sonore qui n'existe pas / situation 1 l'indien est en train d'écouter le train /
7	B	ça on le sait
8	A	ouais (page suivante) / oui /// train aucun aucun / hum !
9	B	Oui / le rail il est coupé / du coup /
10	A	Ah oui je n'avais pas vu / c'est bon

Expérience de la cloche à vide

Tâche 5 : Prévoir le résultat de l'expérience

1	B	inaudible il n'y a pas d'air pas de son
2	A	Oui / pas de son / je suis d'accord

Tâche 6 : Observation de l'expérience

3	B	Valider / ah on va faire une expérience en fait
4	A	Alors sous une cloche en verre
5	B	Ah
6	A	On avait raison
7	B	Je suis un as / il est où le coussin de mousse? Il y en a pas (tricheur)

Tâche 7 : Interprétation de l'expérience

8	A	Interprétation de l'expérience / alors lorsque le vide est réalisée construire la chaîne sonore / donc émetteur / récepteur
9	B	Pas aucun / je met milieu
10	A	Milieu
11	B	Milieu
12	A	Récepteur / là on a émetteur
13	B	Emetteur c'est le réveil
14	A	Le réveil / dans cette situation la chaîne sonore est constituée par
15	B	Aucun milieu
16	A	Mais pourquoi / ah oui / ah oui c'est coupé
17	B	Aucun récepteur
18	A	Validation / c'est juste / regarde la réponse du professeur
		Vous avez bien construit la chaîne sonore. Cependant, il vous est conseillé de consulter la réponse du professeur pour en savoir plus.
19	B	Monsieur la réponse du professeur c'est où / je veux en savoir plus
20	A	Bein
21	I	Ici vous avez un bouton réponse
22	A	Ah oui
23	B	Ah oui / lecture de la réponse (en murmurant) / bein oui chaîne sonore c'est simple (page suivante)
		La chaîne sonore est incomplète. Il semble que la présence de l'air soit nécessaire à l'existence du son.

Tâche 8 : En résumé

24	A	Bein c'est ce que l'on avait (page suivante)
25	B	La cloche on fait plus rien / cloche à vide
26	A	Ensuite lorsqu'on nanan / oui (page suivante) / oulà

Expérience 2 : Ajoutons du dihydrogène

Tâche 9 : Prévoir le résultat de l'expérience

1	B	Dihydrogène / coussin / bouteille contenant du dihydrogène
2	A	Mets aide / Mets aide
3	B	Je veux voir / je veux voir le truc
4	A	Je veux que tu mettes aide
5	B	Poupoupoupou ça / et lui il pompe
6	A	Je veux voir l'aide je voir si il y a quelque chose à partir de l'hydrogène
7	B	Il fallait deviner
8	A	Milieu chaîne sonore
9	B	chaîne sonore
10	A	Mets milieu svp / définition / support matériel eau les solides le bois l'acier
		Milieu
11	B	Oh cool il y a le dihydrogène
12	A	Et chaîne sonore
13	B	Donc
14	A	Alors / t'es sur
15	B	Oui +
16	A	Moi j'aurai mis faiblement /
17	B	Bein la il met/
		Vous allez observer l'expérience dans la page suivante et comparer votre réponse à ce qui se passe réellement.
18	A	On verra on verra
19	B	faible ou fort j'en sais rien (page suivante)

Tâche 10 : Observation de l'expérience

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

20	A	Ah
21	B	Attends / il met l'hydrogène
22	A	Tu avais raison
23	B	Je suis un as
24	A	Mais non tu es un élève qui travail
25	B	Oui / faut dire que j'ai tout compris
26	A	Sauf les trucs des sons
27	B	Oui mais je suis persuadé que le monsieur il triche

Tâche 11 : Interprétation de l'expérience

28	A	Alors émetteur la mousse / mais non le réveil qu'est ce que je dis
29	B	Il est où le réveil
30	A	Là
31	B	Alors gaz / oreille
32	A	Vous avez bien construit la chaîne
		Vous avez bien construit la chaîne sonore. Cependant, il vous est conseillé de consulter la réponse du professeur pour en savoir plus.
33	A et B	Le dihydrogène est le milieu de propagation / il est nécessaire pour que le son se propage /
		Le dihydrogène est le milieu de propagation. Il est nécessaire pour que le son se propage du réveil à nos oreilles.
34	A	ah oui d'accord donc si il n'y a de dihydrogène il n'y a pas de son
35	B	Voilà
36	A	A mon avis cela va nous servir pour après

Tâche 12 : En résumé

37	B	Fait le vide (page suivante)
37	B	Fait le vide (page suivante)

Tâche 13 : En conclusion

38	A	Conclusion / non attends retourne en arrière svp
39	B	C'est exactement la même chose
40	A	Tu as loupé quelque chose
41	B	Non
42	A	Si
43	B	Ça
44	A	Non mais je veux voir faisons le vide dans la cloche
45	B	Mais on l'a déjà fait tout à l'heure
46	A	Oui mais je veux le revoir
47	B	C'est vrai que c'est jolie / maintenant à présent introduisons du dihydrogène (animation)
48	A	Ah bein voilà c'est tout
49	B	Et c'est cool (page suivante) / Réveil air oreille / normal
50	A	Ah mais c'est bon ça on a compris / ah milieu matériel
51	B	C'est pareil
52	A	Support matériel / oui c'est bon
53	B	?

Tâche 14 : Applications

Tâche 14 b1 : Chaîne sonore Pots de yaourt

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	A	Voici différentes expériences à partir desquelles vous allez :
2	B	1 déterminer la chaîne sonore / 2 Etudier l'influence du milieu sur la propagation du son
3	A	Hum
4	B	tiens pots de yaourt / on lui fait confiance à celui là
5	A	Allez / polo parle à cardi à l'aide du système des pots de yaourt /
6	B	Cardi
7	A	Cardi / construire la chaîne sonore en déplaçant les éléments de la liste ci dessous / bon émetteur milieu récepteur
8	B	Polo parle à cardi / c'est où le pot de yaourt / polo cardi
9	A	Polo c'est le nom du gars
10	B	C'est le fil ?
11	A	Allez / réfléchis
12	B	Attends / oui je réfléchis
13	A	A t'on avis le milieu / support matériel qui fait passer le son / c'est le fil
14	B	Bein moi je ne suis pas sur que cela soit le fil justement
15	A	bein met le fil tu vas voir
16	B	Oui / le son émis par polo se propage par le fil tendu et est reçu par Cardi
		Le son émis par Polo se propage par le fil tendu et est reçu par Cardi.
17	A	J'avais raison / validation / heu passe passe (page suivante)

Tâche 14 b2 : Prévoir

18	B	Prévoir
19	A	Vas y on continue
20	B	Polo c'est lui
21	A	il parle à
22	B	Cardi / et bein plus faible
23	A	Oui parce qu'il est en hauteur et que le son il monte
24	B	Et là ni plus aigu ni plus grave
25	A	Validation

Tâche 14 c : Collision intersidérale

26	B	Oui / collision intersidérale / vu le choc notre ami
27	A	Vu le choc notre ami
28	B	A 5000m à 500 + + +
29	A	Va voir l'aide svp
30	B	Zut j'ai faux
		Nous vous proposons de vous reporter aux différentes définitions de la boîte 'Aide'.
31	A	Espace intersidérale / il n'y a pas de matière donc
		Définition (Espace intersidéral)
32	B	Ah donc y a il entend rien
33	A	Voilà / prévoir
34	B	Hé comment on le sait nous ça
35	A	Bein il faut regarder / compte tenu de
		Dans l'espace (espace dépourvu de matière), il n'y a pas de propagation du son. L'extra terrestre n'entend pas la collision entre les comètes. Sur terre (espace constitué d'atmosphère), l'enfant a entendu la voiture heurter le poteau.
36	B	Bon bein j'y vais
37	I	Vous avez fait l'application dans l'eau

Tâche 14 d : Collision sous l'eau

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

38	A	Est ce que l'on entend quelque chose
39	B	Il y a de l'oxygène dans l'eau
40	A	Met l'aide
41	B	Normalement oui
42	A	C'était /
43	B	Ah mais il y a pas / dès que il y a de l'oxygène
44	A	Non c'est avec l'hydrogène / il y en a de l'hydrogène puisqu'on est dans l'eau / donc oui + c'est exact
		L'eau est un milieu de propagation. Le plongeur entendra donc le choc.
45	I	Oui pour vous quelle est la condition pour entendre un son
46	A	Et bein qu'il y ait de l'hydrogène
47	B	Qu'il y ait de l'air de l'hydrogène / que le son soit dans un milieu qui permette de
48	A	Oui il y a un support matériel
49	B	Qui permette de faire déplacer le son

II.4.4 TP 3 : La propagation du son dans l'air

Tâche 1 : Introduction

1	A	C'est bon alors vas y / dans le TP précédent vous avez étudié le milieu de propagation (murmure) / met la vidéo s'il te plait
2	X	Voici un tambourin dont la membrane est recouverte de morceaux de polystyrène / frappons sur un second tambourin placé sous la table et observons l'effet produit / (bruit du tambourin) ++++++

Expérience des deux tambourins et de la balle

Tâche 2 : Réalisation de l'expérience des deux tambourins

3	A	T'as vu on va répondre à la question / vas y met deux tambourins (image) (page suivante) / alors attends pour répondre à la question posée (murmure) / vas y met le truc
4	X	Frappons le tambourin de gauche et observons le comportement de la balle + (bruit du tambourin)
5	A	Ah ouais ok +++ / Il y a des vibrations qui va jusqu'à la l'autre tambourin (montre du doigt de gauche à droite)
6	B	Hum (page suivante)

Tâche 3 : Exploitation de l'expérience (chaîne sonore)

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

7	A	donc milieu / émetteur +
8	B	Air
9	A	/ euh émetteur c'est le tambour / hein
10	B	Oui c'est ça c'est ça / receptrer c'est la balle ou l'oreille ? ++ hein
11	A	Balle
12	B	Balle / ou l'oreille
13	A	Ben ça dépend ça peut être (?) les deux à mon avis + on met quoi ? +
14	B	Emetteur
15	A	Si on met balle à ce moment là faut baguette donc euh
16	B	Ouais / on met quoi alors ?
17	A	Je sais pas je sais pas trop / baguette à la place de tambour / met balle à ce moment là(?) / faux
		La chaîne sonore est incomplète ou incorrecte
18	B	Ah bon
19	A	bon alors tambour / tambour / ben met oreille / ça doit être toujours l'oreille qui reçoit (validation) / même non c'était tambour + je croyais que c'était (page suivante) regarde / regarde encore
		Le son émis par le tambourin de gauche se propage dans l'air jusqu'à nos oreilles. Le tambourin de droite transforme le son émis en un signal observable : le sursautement de la balle. Nous pouvons dire que le tambourin de droite est un récepteur.

Tâche 4 : Interprétation de l'expérience

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

20	X	Frappons le tambourin de gauche et observons le comportement de la balle + (bruit du tambourin)
21	A	Il tape (désigne le tambourin)
22	B	En frappant les vibrations elles vont vers la droite (suit avec le doigt) / et les vibrations font bouger la peau qui font bouger la balle
23	A	Les vibrations les vibrations / les vibrations se trans- se / ça fait les vibrations elles passent dans l'air en quelque sorte
24	B	Ouais elles sont transportées par l'air jusqu'au tambourin de droite et
25	A	Ouais mais c'est l'air qui vibre (...?)
26	B	L'air il vibre pas il transporte c'est les ondes qui vibrent
27	A	Alors les vibrations sont transportées euh /
28	B	J'écris ou t'écris ?
29	A	Ouais vas y + elles sont transportées par l'air / je pense qu'on peut dire comme ça
30	B	Ouais j'ai mis émises par le tambourin
31	A	Non tu mets transportées par l'air ouais ou euh émises par / non non mais mets pas transportées tu n'auras pas assez de place
32	B	Si
33	A	Après t'auras pas assez de place ++l'air vibre
34	B	Ouh là ++
35	A	Par l'air du + du tambourin / de / non de gauche
36	B	Ouais mais
37	A	Du tambourin de gauche à celui de droite +++
38	B	De gauche / reviens toi
39	A	Voilà faisant vibrer euh +

20	X	Frappons le tambourin de gauche et observons le comportement de la balle + (bruit du tambourin)
		qu'est-ce que tu fais ?
40	B	Ça tiens pas sur la ligne
41	A	Bon à celui de droite + ouais c'est pas grave /
42	B	Je refuse moi on perd des lignes +
43	A	(soupir) (...?) voilà
44	B	Celui de droite / ils font bouger la peau qui font bouger la balle + (rires) quoi ?
45	A	Non en fait c'est les vibrations /
46	B	Mmm /
47	A	De la / de la peau du tambourin / de gauche
48	B	Oui
49	A	Ouais non mais c'est ça / faut dire de la peau / arrivent à ceux de la peau du tambourin de droite
50	B	Ouais mais c'est
51	A	Mais non parce que ça t'évite de dire et fait bouger la peau qui fait bouger la membrane
52	B	Ouais mais alors on met les vibrations sont transportées par la membrane de gauche à celui de droite / et font bouger la balle
53	A	Par l'air de la peau du tambourin de gauche puisque c'est la peau qui est tapée pas le tambourin
54	B	Par l'air
55	A	La peau du tamb- de la peau du tambourin de gauche + non là ça va tu mets de la peau / vas y je pense que +
56	B	Je peux pas (rires)
57	A	(...?) la peau du tambourin de gauche
58	B	A celle

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

20	X	Frappons le tambourin de gauche et observons le comportement de la balle + (bruit du tambourin)
59	A	A celle / du tambourin de droite
60	B	Celle celui de droite
61	A	Non celle du tambourin de droite ouais celle + de droite::: voilà / ce qui fait
62	B	En bas
63	A	Non euh ouais
64	B	Et font bouger la balle
65	A	Ce qui fait bouger la balle
66	B	Y aura pas assez de place
67	A	(...?)
68	B	Et balle on l'écrit où ?
69	A	Oh non / bon alors vas y / raccourcis un peu
70	B	(murmure)
71	A	Faisant bouger la balle /
72	B	Merde faut entrer /
73	A	Enlève le et / non enlève le et
74	B	Ouais mais faisant bouger la balle ça sera encore plus grand
75	A	C'est où / faisant / ah ouais / ouais t'as raison
76	B	C'est pareil /
77	A	Tu mets virgule la balle vibre / la balle bouge / parce qu'on a pas assez de place +++++
78	B	C'est bon ?
79	A	Euh ouais vas y / valide
80	B	Euh attends / je peux gagner de l'espace
81	A	Et ben mets une virgule là haut
82	B	Ben on s'en fout de ça
83	A	Si / par l'air virgule / ouais non mais t'as raison aller vas y + aller vas y valide + réponse (lecture murmurée) ben c'est ça
		Le milieu entre les deux tambourins, constitué par l'air, vibre et entraîne la vibration de

20	X	Frappons le tambourin de gauche et observons le comportement de la balle + (bruit du tambourin)
		la peau du tambourin de droite. La vibration de la peau fait sursauter la balle.
84	B	Ouais /
85	A	y a pas assez de place /

Tâche 5 : En résumé

86	B	En résumé / lorsque nous frappons sur le tambourin de gauche la vibration de la peau du tambourin met en vibration l'air en son contact qui lui-même met en vibration la peau / du second tambourin en effet le mouvement de la balle met en évidence la vibration de la peau du tambourin de droite / maintenant essayons de comprendre ce qui ce passe dans l'air lorsque le son est émis / c'est bon ?+ à partir des animations ci-contre et de leurs explications respectives choisissez celle qui rend le mieux compte de la propagation du son dans l'air / les trois autres n'étant pas correctes /
86	B	En résumé / lorsque nous frappons sur le tambourin de gauche la vibration de la peau du tambourin met en vibration l'air en son contact qui lui-même met en vibration la peau / du second tambourin en effet le mouvement de la balle met en évidence la vibration de

86	B	<p>En résumé / lorsque nous frappons sur le tambourin de gauche la vibration de la peau du tambourin met en vibration l'air en son contact qui lui-même met en vibration la peau / du second tambourin en effet le mouvement de la balle met en évidence la vibration de la peau du tambourin de droite / maintenant essayons de comprendre ce qui ce passe dans l'air lorsque le son est émis / c'est bon ?+ à partir des animations ci-contre et de leurs explications respectives choisissez celle qui rend le mieux compte de la propagation du son dans l'air / les trois autres n'étant pas correctes /</p>
		<p>la peau du tambourin de droite / maintenant essayons de comprendre ce qui ce passe dans l'air lorsque le son est émis / c'est bon ?+ à partir des animations ci-contre et de leurs explications respectives choisissez celle qui rend le mieux compte de la propagation du son dans l'air / les trois autres n'étant pas correctes /</p>

Interprétation microscopique de la propagation du son

Tâche 6 : Question

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	B	En résumé / lorsque nous frappons sur le tambourin de gauche la vibration de la peau du tambourin met en vibration l'air en son contact qui lui-même met en vibration la peau / du second tambourin en effet le mouvement de la balle met en évidence la vibration de la peau du tambourin de droite / maintenant essayons de comprendre ce qui se passe dans l'air lorsque le son est émis / c'est bon ?+ à partir des animations ci-contre et de leurs explications respectives choisissez celle qui rend le mieux compte de la propagation du son dans l'air / les trois autres n'étant pas correctes /
2	A	Ah y en a une qui est bonne
3	B	Ouais
4	A	Alors attends / celle qui rend le mieux / celle qui rend le mieux compte (lecture murmurée) bon alors vas y animation 1
5	B	Attends faut lire là
6	A	c'est quoi ça c'est l'air (?)
7	B	Non c'est là (ouvre l'animation)
8	A	Ah bon + (bruit du tambourin anim1) / ah lui je le trouve pas vrai non mais
9	B	Ah mon avis c'est pas ça (bruit du tambourin anim2)
10	A	Non je pense pas + vas y (bruit du tambourin anim 3) / non plus ++ (bruit du tambourin anim4) c'est pareil / refais (bruit du tambourin anim4) / ah peut-être plus ça parce que ça fait un va et vient / là (anim 4)
11	B	Mmm +

1	B	<p>En résumé / lorsque nous frappons sur le tambourin de gauche la vibration de la peau du tambourin met en vibration l'air en son contact qui lui-même met en vibration la peau / du second tambourin en effet le mouvement de la balle met en évidence la vibration de la peau du tambourin de droite / maintenant essayons de comprendre ce qui se passe dans l'air lorsque le son est émis / c'est bon ?+ à partir des animations ci-contre et de leurs explications respectives choisissez celle qui rend le mieux compte de la propagation du son dans l'air / les trois autres n'étant pas correctes /</p>
12	A	là la boule elle fait tac / ah oui ++ (bruit du tambourin anim3) Ah mais non là il y a du son donc c'est plus ça
13	B	La 1 / le son est causé par une vibration il est alors transporté
14	A	Animation
15	B	Attends je lis (lecture murmurée)
16	A	C'est la une
17	B	Moi j'hésiterais entre la 1 et la 3
18	A	Remets la 3 + (bruit du tambourin anim3) ouais remarque / vas y fais voir l'explication / le son est causé par une vibration
19	B	Non je pense quand même que c'est la une
20	A	Attends / le son est causé + je suis plus d'accord avec la une hein

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	B	En résumé / lorsque nous frappons sur le tambourin de gauche la vibration de la peau du tambourin met en vibration l'air en son contact qui lui-même met en vibration la peau / du second tambourin en effet le mouvement de la balle met en évidence la vibration de la peau du tambourin de droite / maintenant essayons de comprendre ce qui ce passe dans l'air lorsque le son est émis / c'est bon ?+ à partir des animations ci-contre et de leurs explications respectives choisissez celle qui rend le mieux compte de la propagation du son dans l'air / les trois autres n'étant pas correctes /
21	B	Alors attends
22	A	Mets validation
		Non, le son n'est pas une chose transportée par les particules.
23	B	Oh
24	A	Ah oui
25	B	Ah oui
26	A	Met l'aide + vibration met tout + ah y a pas déplacement de matière ils mettent (def, anim)++ça non (def vibration, anim vibration)++
		Définition propagation Animation Propagation Definition vibration
27	X	Une lame de scie placée dans un étau / tendons la lame de scie et observons son comportement (bruit de l'expérience)++++++
		Animation vibration

1	B	<p>En résumé / lorsque nous frappons sur le tambourin de gauche la vibration de la peau du tambourin met en vibration l'air en son contact qui lui-même met en vibration la peau / du second tambourin en effet le mouvement de la balle met en évidence la vibration de la peau du tambourin de droite / maintenant essayons de comprendre ce qui se passe dans l'air lorsque le son est émis / c'est bon ?+ à partir des animations ci-contre et de leurs explications respectives choisissez celle qui rend le mieux compte de la propagation du son dans l'air / les trois autres n'étant pas correctes /</p>
28	B	(def emtteur et anim) C'est pas pour
		définition émetteur Animation émetteur
29	A	C'est pas transporté par des particules / non +
30	B	Celle là ? (anim 4)

Tâche 7 : Interprétation microscopique (explication)

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

31	A	Ouais aller / c'est bon + met la réponse du professeur + la peau du tambourin (lecture murmurée) (page suivante) +(murmure) +(bruit du tambourin) + ça c'est (?) attends attends attends +++ reviens en arrière s'il te plaît je veux voir la remarque + ah d'accord +(page suivante) ++
		La partie vibrante de l'émetteur (la peau du tambourin) pousse les particules à son contact. La perturbation du mouvement de ses particules se propage de proche en proche. Il n'y a pas de déplacement global des particules, donc de la matière.
32	A	On va on va répondre + (lecture murmurée)
33	B	c'est pas dur il faut réfléchir / faut pas se précipiter ++++++(ils remplissent les feuilles)
34	A	C'est bien expliquer attend s'il te plaît / (bruit de l'exercice) on a utilisé les deux
35	B	Mmm (bruit de l'exercice)
36	A	c'était pourquoi c'était pour le propagation du son dans l'air (?)
37	B	Mmm +
38	A	Ah non c'était pour après / je me suis trompé / ouh la la / (... ?)
39	B	Non regarde (rires) (bruit de l'exercice)
40	A	Propagation du son et après c'est ça (bruit de l'exercice) / c'est pour l'autre qu'il faut mettre ça
41	B	Mmm +++
42	A	Aller hop c'est parti / alors

31	A	<p>Ouais aller / c'est bon + met la réponse du professeur + la peau du tambourin (lecture murmurée) (page suivante) +(murmure) +(bruit du tambourin) + ça c'est (?) attends attends attends +++ reviens en arrière s'il te plait je veux voir la remarque + ah d'accord +(page suivante) ++</p>
		<p>ensuite / fripini s'il te plait / tu peux mettre (... ?)</p>

Tâche 9 : Etude du son émis par le haut-parleur

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	B	Attends tu veux lequel ? à partir de quand t'entends un son ?
2	A	à partir de quand j'entends ?
3	B	Un son / là +
4	A	j'entends rien moi
5	B	On entend un truc sourd
6	A	Vas y mets le truc
7	B	t'entends pas / regarde chut / faut pas que tu bouges sinon ça va rater +
8	A	Oh attends + ah écoute
9	B	c'est 30 là (la réponse)
10	A	Attends + là y a rien
11	B	Ouais mais ils disent à partir de / regarde monte
12	A	Ecoute
13	B	à partir de 30 hertz / on observe pas de mouvements mais on perçoit un son / donc là c'est 30 +
14	A	Ensuite comment appelle t'on
15	B	Les sons dont la fréquence est inférieure à la valeur précisée
16	A	Ah ben d'accord / comment appelle-t'on les sons
17	B	Et descends le truc +
18	A	Audible /
19	B	Je sais pas si c'est inaudible ou à basse fréquence / ou si c'est autre chose (modifie la fréquence)
20	A	Attends / ouais mais bon / parce que c'est quoi ? réglage de l'amplitude / ah oui on va régler l'amplitude + (bruit de l'exercice) c'est excellent / bon + ah mais non qu'est-ce que j'ai fait (sont parti dans le cours)
21	B	Quitter
22	A	Quitter ? ouais c'est ça
23	B	Non reviens là + oh j'en sais rien je crois + retour
24	A	Oui retourne / et mince:::

1	B	Attends tu veux lequel ? à partir de quand t'entends un son ?
25	B	Fais voir
26	A	Retour dans l'tâche
27	B	Voilà
28	A	c'est où si on veut voir un (...?)
29	B	Et ben c'est ça
30	A	Ah bon
31	B	Mmm
32	A	Bon ben écoute euh
33	B	Fais voir +
34	A	Ah ben inaudible ben remets 30 hertz et là c'est inaudible / attends / là tu mets inaudible +
35	B	b l e
#	A	Non mais ce que c'est c'est que je crois que (...?) + regarde dans le mini dictionnaire là + ben ça doit être ça le dico / oui c'est ça (le dictionnaire) / c'st quoi que l'on cherche ah oui inaudible
37	B	Non c'est pas ça /
38	A	Aller vas y sors de là vas y quitter ++ mais non mais ça c'est pas grave / retourne dans le truc +++++ ah non ça on ne l'a pas vu / vas y retourne s'il te plait ++++++ (murmure) ++
39	B	Ah non (ils sont dans la page aide du logiciel)
40	A	Je sais / je sais c'est pas ça ++ ça je suis d'accord / mais j'aimerais bien savoir ce que c'est (...?) ++ non pff toute façon on peut pas
41	B	Faut aller dans le dico
42	A	Ah oui / mais on connaît pas le terme exact + audiofréquence / ah le dictionnaire ++ mets fréquence / audiofréquence / non mais c'est audiofréquence bon c'est pas grave /

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	B	Attends tu veux lequel ? à partir de quand t'entends un son ?
		fréquence
43	B	(...?) +
44	A	Ouais mais ils nous disent pas ce qu'on veut + audiofréquence c'est a / vas y / tu mets a + a audiofréquence / ah ok ouais ++ (...?) +++++ alors on met quoi ? + isononique
45	B	Pourquoi il est prévu ? ++
46	A	c'est quoi ces isononiques ?
47	B	c'était écrit dans le truc
48	A	c'était pas isononique ? +++++++ (...?) t'as vu ça où toi isono-machin ?
49	B	c'était dans le truc là +++++
50	A	Perception sonore +++++
51	I	Vous avez des problèmes ?
52	B	c'est un mot
53	A	On trouve pas on trouve pas le mot qui caractérise le son euh c'était quoi déjà le son euh / non c'est la question exacte / c'est quoi la question exacte ?
54	B	Je sais plus
55	A	Ben remets + voilà / les sons dont la fréquence est inférieure à la valeur précisée +
56	I	Et vous pensez à quoi ?
57	A	Inaudible +
58	I	Inaudible / c'est infrason
59	A	Infrason
60	I	Vous pouvez aller voir la définition dans le dico
61	A	Ouais parce qu'on est allé chercher dans le dico mais on trouvait pas / c'est 30 + merci ++++++ attends (murmure) tu vois ?
62	B	Hein ?
63	A	Bon aller laisse / alors attends on remplit

1	B	Attends tu veux lequel ? à partir de quand t'entends un son ?
64	B	Mmm +
65	A	Ben quoi c'est inférieure (murmure)
66	B	Et ben c'est difficile et / ça fait travailler les élèves
67	A	(rires)
68	B	c'est vrai
69	A	d'accord + (...?) ++ car il faut qu'on mette / le vocabulaire
70	B	Hein ?
71	A	Car il faut qu'on mette le vocabulaire
72	B	Mmm
73	A	(murmure)
74	B	Ouais on a utilisé le dictionnaire de la bibliothèque /
75	A	c'est le dictionnaire /
76	B	Non
77	A	Non c'est pas pareil ?
78	B	Non ben je pense pas
79	A	c'est quoi la différence (...?)
80	B	On va dans bibliothèque et après on va dans dictionnaire
81	A	c'est pareil
82	B	c'est le dictionnaire de la bibliothèque + plusieurs +
83	A	(...?)
84	B	Je sais pas moi 7 non 5
85	A	Ouais on met plusieurs
86	B	Plusieurs tu mets entre parenthèses 5 /
87	A	Pourquoi ?
88	B	Parce qu'on s'est mis sur vocabulaire
89	A	Pour / trouver / infrason +
90	B	c'est bon ?

Expérience du haut-parleur et de la bougie

Tâche 10 : Prévoir le résultat de l'expérience

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	A	La bougie +
2	B	Là je crois savoir
3	A	Attends attends attends attends / ben moi je pense que qu'elle va s'éteindre
4	B	Parce que
5	A	Attends attends attends / non c'est après
6	B	Ça on s'en fout c'est pareil mais en une autre couleur + je crois que c'est ça
7	A	Elle va s'éteindre / moi je pense qu'elle va s'éteindre / ouais ou alors ou peut-être elle va bouger
8	B	Alors (?)
9	A	Ouais mets ça c'est faux ++
		la réponse est mémorisée

Tâche 12 : Observation de l'expérience

10	X	Une bougie placée devant la membrane du haut-parleur / alimentons le haut-parleur +
11	A	Je crois que t'avais raison / parce qu'il faut vraiment que ça soit fort pour que ça
12	X	Faisons varier la fréquence du générateur jusqu'à l'émission d'un son / et observons la flamme de la bougie +
13	A	Ouais t'avais raison / augmente / han ça bouge ++ bouge + si elle bouge + retourne en arrière / tu changes
14	B	Mais on s'en fiche de derrière / le son est audible déjà / à la membrane elle bouge / et la flamme / bouge ou elle bouge pas
15	A	Si elle bouge
16	B	Bouge +
17	A	Ben valide +
		La réponse est incomplète ou incorrecte : observez attentivement l'expérience.
18	X	Une bougie placée devant la membrane du haut-parleur / alimentons le haut-parleur + faisons varier la fréquence du générateur jusqu'à l'émission d'un son
19	A	Voilà là là ça va là / non c'est trop on voit rien / regarde si elle bouge ++++ elle bouge +++ si elle bouge + ça remue le truc +++ (grésillements) bon la flamme elle bouge (B est sceptique et regarde lentement la vidéo)
20	B	Attends (relance la vidéo)++ elle bouge au début mais elle bouge de moins en moins + la membrane elle bouge /
21	A	Ben oui c'est normal

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

10	X	Une bougie placée devant la membrane du haut-parleur / alimentons le haut-parleur +
22	B	Le son est inaudible
23	A	Le son est inaudible mais on peut le voir
24	B	Elle vibre
25	A	Ben on l'entend mais / non laisse le / en fait c'est de 0 à 10 hertz et là on dépasse les 10 hertz +
26	B	Ah ben voilà pourquoi / regarde bien
27	X	Faisons varier la fréquence du générateur jusqu'à l'émission d'un son et observons la flamme de la bougie
28	A	De 0 à 10 hertz voilà /
29	B	2, 4 Là elle bouge / la membrane aussi
30	A	7 8 9 10
31	B	Donc là on voit elle bouge et y a pas de son +
32	A	Ouais t'as vu que je suis une (...?) / parce qu'en fait fallait lire faut
		La flamme de la bougie est animée du même mouvement de va et vient que la membrane du haut-parleur. Quand le mouvement est visible, le son est inaudible.
33	B	Mmm +
34	A	Donc c'était bien à cause de ça
35	B	Quand on voit on entend pas
36	A	Hein ?
37	B	c'est ce qui est écrit là
38	A	Ouais ouais
39	B	(...?) moins visible le son est inaudible

Tâche 12 : Interprétation de l'expérience

40	A	Interprétation
41	B	La façon dont le milieu se comporte quand le son se propage + la façon dont le milieu se comporte ++
42	A	C'est-à-dire ? +
43	B	La façon dont le milieu se propage ++
44	A	Qu'est-ce qui se passe ?
45	B	Ben la façon du milieu
46	A	Non / le son
47	B	Non la façon dont le milieu se comporte / ben l'air fait transporter les ondes
48	A	Ben vas y écrit +++ L'air transporte les ondes +
49	B	L'air fait transporter les ondes émises par le haut-parleur + et font bouger la bougie +
50	A	Mais oui mais ça on l'avait dit ça + aller hop valide / mais bon
51	B	Attends ++++ fais voir là / l'air fait transporter les ondes émises par le haut-parleur font bouger la bougie jusqu'à une certaine limite
52	A	Ouais allez vas y / j'ai vu réponse
53	B	Ah +
		Lors de l'émission du son, la vibration se propage de la source à l'émetteur. Le milieu de propagation vibre.
54	A	Ouais c'est plus que des ondes c'est les vibrations +

Tâche 12 : Question (la propagation du son)

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	B	Parmi les proposition ouais parmi les propositions suivantes laquelle ou lesquelles permettent de présenter la façon dont le son se propage / 2 réponses maxi +
2	A	Alors d'abord on va remplir le haut-parleur et la bougie + je mets quoi ? facile / mais ++
3	B	Hein ?
4	A	Alors attends facile mais il faut faire attention tu sais au truc là aux
5	B	Ben à la consigne / à l'énoncé ++
6	A	Jusqu'à / c'est 60 hertz ? ouais / jusqu'à 60 hertz ++ faut observer
7	B	Tiens tu regardes
8	A	Attends +
9	X	Une bougie placée devant la membrane du haut-parleur / alimentons le haut-parleur
10	B	Moi je voulais que tu regardes ça
11	A	Ben attends deux secondes +
12	X	Faisons varier la fréquence du générateur jusqu'à l'émission d'un son et observons la flamme de la bougie +++
13	A	Ça c'est ce qu'on a vu ++ alors (murmure) d'accord
14	X	Une bougie placée devant la membrane du haut-parleur / alimentons le haut-parleur
15	A	Ouais d'accord / ben valide + ah + j'ai vu (appel de l'aide def propagation)+++
		Vous souvenez vous de ce que vous avez répondu lors de l'interprétation microscopique ? Vous pouvez utiliser l'aide dans la page ci contre, le cours ou le dictionnaire de la

1	B	Parmi les proposition ouais parmi les propositions suivantes laquelle ou lesquelles permettent de présenter la façon dont le son se propage / 2 réponses maxi +
		bibliothèque avant de répondre à nouveau.
		definition Propagation
16	B	On l'a déjà vu (anim propa)
		Anim Propagation
17	A	(explication interprétation microscopique) d'accord
		explication interprétation microscopique
18	B	Donc ça +(rep 3)
19	A	Ben voilà c'est tout / ah deux réponses au maximum
20	B	Au maximum
21	A	Ouais valide vire ça + + je ne suis pas d'accord (rep1) ça déjà / ça (rep2) c'est vrai ? bein oui /non? le son / à ce moment là oui
		Vous souvenez vous de ce que vous avez répondu lors de l'interprétation microscopique ? Vous pouvez utiliser l'aide dans la page ci contre, le cours ou le dictionnaire de la bibliothèque avant de répondre à nouveau.
22	B	Quoi ?
		Vous souvenez vous de ce que vous avez répondu lors de l'interprétation microscopique ? Vous pouvez utiliser l'aide dans la page ci contre, le cours ou le dictionnaire de la bibliothèque avant de répondre à nouveau.
23	A	Ben elle (rep4)
24	B	C'est pas / y a pas de déplacement de matière +

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	B	Parmi les proposition ouais parmi les propositions suivantes laquelle ou lesquelles permettent de présenter la façon dont le son se propage / 2 réponses maxi +
25	A	Bon aller mets ça (valide) / non ++ moi je pense qu'il y a déjà celle là (rep3) + et non parce que là / la bougie elle euh / Non le volume il a rien à voir / non ça a rien à voir / bein met aucune des propositions pour voir (rire)
26	B	(...?) ++ j'ai vu
		C'est la bonne réponse. Le son est causé par une vibration qui se propage au travers du milieu de propagation de la source au récepteur sans déplacement de matière. C'est ce que l'on appelle l'onde sonore.
27	A	t'énerves pas
28	B	Ah mais je m'énerve pas
29	A	C'est pas grave
30	B	(rires)

Tâche 14 : L'onde sonore (en résumé)

31	A	Aller + en résumé / la vibration de la source modifie le milieu cette modification se produit + c'est ce qu'on appelle une onde ouais / l'onde sonore se propage à partir de l'émetteur et cette propagation de l'onde sonore permet (murmure) ah ok (...?) ++
31	A	Aller + en résumé / la vibration de la source modifie le milieu

31	A	<p>Aller + en résumé / la vibration de la source modifie le milieu cette modification se produit + c'est ce qu'on appelle une onde ouais / l'onde sonore se propage à partir de l'émetteur et cette propagation de l'onde sonore permet (murmure) ah ok (...?) ++</p>
		<p>cette modification se produit + c'est ce qu'on appelle une onde ouais / l'onde sonore se propage à partir de l'émetteur et cette propagation de l'onde sonore permet (murmure) ah ok (...?) ++</p>

II.4.5 TP 4 : Deux grandeurs caractéristiques du son

Tâche 1 Introduction

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	A	Oui ++ TP4 + démarrer le TP
2	X	Vous allez chercher à comprendre le lien qui existent entre les caractéristiques du son que nous percevons et les grandeurs physiques qui caractérisent le comportement de la source +
3	I	Si vous voulez vous rapprocher de l'écran vous pouvez hein /
4	A	Ouais ouais
5	I	Là vous vous installez comme vous voulez
6	B	Non ça aller bien
7	I	C'est bon (?)
8	A	Attends tu veux pas euh cliquer là-dessus / là où t'es la hauteur t' sais qu'on sache un peu ce que c'est quoi / la hauteur d'un son (murmure) se définit par la perception plus ou moins aigu ou grave du son / ouais / ouais volume volume sonore (murmure) / ouais / ça on sait ça / retour des (... ?) ouais / alors une vibration est caractérisée par / la hauteur la fréquence l'amplitude ben la fréquence et l'amplitude + t'es d'accord (?)
		appel popup (hauteur, volume, fréquence, amplitude)
9	B	Hm
10	A	C'est la vibration + fallait peut-être mettre euh validation non (?)
11	B	Après
12	A	T'es sûr (?) ah oui c'est bon ben vas y non non non + le son en tant que sensation sonore est caractérisé par / la hauteur et le volume / voilà / validation + c'est exact / oui et test 1 pour voir si on avait juste

1	A	Oui ++ TP4 + démarrer le TP
		+ bon alors réponse / le son en tant que phénomène (murmure)
		Le son en tant que phénomène physique est associé à une vibration qui est caractérisée par sa fréquence et son amplitude.
13	B	Ah ben si on l'a à côté de nous
14	A	On l' a déjà fait ça / ben c'est ça (?)
15	B	Ouais

Deux expériences de sensibilisation

Tâche 1 Expérience 1

1	A	Alors + l'tâche proposée se déroule en deux parties / augmenter puis diminuer l'amplitude de la tension / à l'aide du bouton amplitude du générateur basse fréquence attention / la fréquence / de la tension reste constante / étude ++ bon ben vas y / choix de la fréquence réglage +
2	B	Hum
3	A	Il se passe quoi ? Ah oui à 1 Hz on entend pas +++ laisse ouais ben elle est de plus en plus grande + non vas y mets le à 500 (augmente et diminue l'amplitude) ++ c'est bon oh la la alors étude 1 étude du mouvement de la membrane visuelle perception visuelle
4	B	Ouais donc l'étude 1 c'est avec la fréquence 1 Hz /
5	A	Etude de la sensation sonore /

Tâche 3 : Etude 1

6	B	Etude 2 c'est avec 500 Hz
7	A	Alors vas y mesure 1 / non ah oui mesure 1 / qu'est-ce t'as fait (?) + ah ouais on s'est trompé (on fait page suivante) + alors au cours des 5 expériences + pour laquelle de ces 5 expériences le manipulateur ne fait qu'augmenter le bouton d'amplitude (?) / cliquez ci-dessous ++ ah non là il bouge pas là il bougeait fréquence / ah si il bouge l'amplitude aussi
8	B	Ouais il bouge l'amplitude / ouais là il diminue la fréquence aussi
9	A	Ouais mais ne fait qu'augmenter donc non / il fait pas que ça +
10	B	La fréquence c'est la fréquence /
11	A	l'autre / non c'est la fréquence qui augmente /
12	B	l'amplitude aussi /
13	A	La fréquence euh l'amplitude là elle est grande là elle devient de plus en plus basse +++ vas y + non c'est la fréquence ++
14	B	c'est celle là(choix 5) / non ? / Il me semble ouais ++
15	A	j'ai pas vu remets / non là c'est bizarre t'as vu ça va pas vite et là hop ça remonte vite
16	B	C'est normal
17	A	Ah bon + c'est celle là où il augmente (?) / non ah non
18	B	Si tu veux si il a une plus grande amplitude /
19	A	Attends / ah et parfois de la fréquence alors remets lui (choix 1) + non non c'est celui-là + si c'est celui-là (choix 1) regarde là / au début il

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

6	B	Etude 2 c'est avec 500 Hz
		démarre gna gna et vroum
20	B	Ouais ++ hm hm
		Revenez à l'expérience et observez à nouveau le mouvement de la membrane du haut-parleur.
21	A	Ah bon mais je vois pas ++++ attends enlève celui-là aussi +++ euh
22	B	Un aller retour en une seconde /
23	A	Mais le truc c'est l'amplitude pas la fréquence non (?) l'amplitude
24	B	hein
25	A	Amplitude plus ça va haut
26	B	Non mais là il doit garder la même fréquence
27	A	Non
28	B	Si
29	A	Et parfois la fréquence /
30	B	Ouais mais pour laquelle de ces 5 expériences le manipulateur ne fait qu'augmenter le bouton amplitude / quand on regarde (retour tâche expérience) / le machin non ++
31	A	Ça t'éclates / (... ?)
32	B	non je n'arrive pas
33	A	Ben parce qu'il faut saisir avec le bouton /
34	B	Mais non mais c'était regarde /
35	A	Bouton gauche bouton droit
36	B	Ah
37	A	Gauche c'est le gros + le gros le gros ++ bon vas y retourne dans la mesure 1
38	B	Attends ++++++
39	A	Aller vas y c'est bon + là remets mesure 1 +++ c'est elle (?) +
40	B	hum / y en d'autres peut-être ++++

6	B	Etude 2 c'est avec 500 Hz
41	A	Ah je serai bien tenté de dire que c'est celle là
42	B	oui

Tâche 4 : Etude 2

43	A	Mets validation / ouais +++ j'ai vu / alors le son en quoi le son est (murmure) /
		Le déplacement de la membrane du haut-parleur sera d'autant plus grand que l'amplitude de la tension est grande, pour une même fréquence. A aucun moment, la fréquence change si l'on augmente l'amplitude : c'est à dire, si le déplacement est plus petit ou plus grand.
44	B	quand on augmente l'amplitude / de plus en plus fort

Tâche 5 : Interprétation

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

45	A	Ouais + ouais c'est bon bon ben c'est bon tu peux passer ++++ de faire le lien entre la vibration et la +
		C'est exact. Le volume sonore augmente plus l'amplitude de la vibration augmente.
46	X	Fréquence de la tension reste constante augmentons puis diminuons l'amplitude de la tension électrique et écoutons le son émis +
47	A	Ben plus
48	B	Et ben le volume du son augmente ou baisse +
49	A	Ben lorsqu'on fait varier ouais plus plus l'amplitude euh
50	B	Est grande
51	A	Plus le son
52	B	Plus le volume du son est fort
53	A	Est fort plus oui ben voilà mets ça ++ plus / hm / l'amplitude / est euh / élevée /
54	B	Ben grande
55	A	Si tu veux + plus l'amplitude est grande virgule où elle est d'ailleurs la virgule (?) / euh plus le volume est élevé / c'est ça (?)
56	B	Hm +
57	A	Le volume / mmm / je tape pas très vite hein
58	B	Non oui
59	A	Ouais
60	B	Et l'inverse tu mets /
61	A	Ouais + et inversion ++ bon hop / non attends attends attends j'aime bien quand c'est bien fait ++++
		La variation de l'amplitude de la tension modifie l'amplitude de la vibration de la source de son. La perception sonore associée est un son plus ou moins fort ou faible (variation

45	A	Ouais + ouais c'est bon bon ben c'est bon tu peux passer ++++ de faire le lien entre la vibration et la +
		du volume sonore). Comparer votre réponse à cette dernière et revenez alors à l'expérience pour vérifier.
62	B	Ouais c'est ça +
		La variation de l'amplitude de la tension modifie l'amplitude de la vibration de la source de son. La perception sonore associée est un son plus ou moins fort ou faible (variation du volume sonore). Comparer votre réponse à cette dernière et revenez alors à l'expérience pour vérifier.

Tâche 6 : Expérience 2

1	A	C'est ça (?) ouais on l'a dit / alors ben c'est bon ça on sait ++ alors nouvelle tâche expérimentale se déroule en deux parties / la fréquence de la tension à partir du bouton / dans cette nouvelle expérience / l'amplitude est constante d'accord ++ d'accord (?)
2	B	C'est bon

Tâche 7 : Etude 1

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

3	A	Ben oui ++++Non il fait qu'augmenter l'amplitude +
4	B	Il augmente l'amplitude
5	A	Il augmente l'amplitude et la fréquence +
6	B	Il augmente rien
7	A	Il bouge pas / il augmente la fréquence il augmente la fréquence
8	B	C'est celle-là
9	A	Regarde l'amplitude + j'ai plus de facilité avec celui-là qu'avec l'autre
10	B	Ouais

Tâche 8 : Etude 2

11	A	La variation de la fréquence de la tension modifie la fréquence de vibration et le son (murmure) ouais ça on le sait + en quoi le son mmm mmm le son est de plus en plus aigu /
		La variation de la fréquence de la tension modifie la fréquence de vibration de la source de son. La perception sonore associée est un son plus ou moins aigu ou grave (variation de la hauteur). Revenez à l'expérience pour vérifier.
12	B	Quand t'augmentes ouais
13	A	Ben oui ++
		C'est exact. Plus la fréquence de la vibration est grande, plus le son perçu est aigu.

Tâche 9 : Interprétation

14	B	En haut
15	A	Hein (?)
16	B	On a dit en haut
17	A	Non (... ?) / maintenant il vous est demandé de faire le lien entre la vibration et la perception sonore relier la variation / vas y mais je pense déjà ce qui faut mettre
18	B	(... ?)
19	X	L'amplitude de la tension d'alimentation reste constante augmentons puis diminuons la fréquence de la tension électrique et écoutons le son émis +
20	A	Fréquence ne / pas + et le son / est (... ?) / c'est ça (?)
21	B	Ouais y a (... ?) là +
22	A	(... ?) c'est moi qui est le tapis
23	B	(rires) +
24	A	Réponse / la variation de la fréquence de la tension modifie la fréquence de vibration de la source de son ceci est un son dont la hauteur varie ah oui c'est la hauteur / ce son est de plus en plus aigu ou grave selon / c'est ça mais en fait ce qu'il fallait dire c'est que c'était plus que la hauteur variait / la hauteur du son / en fait la hauteur c'est si c'est aigu ou grave (?) oui (?)
		La variation de la fréquence de la tension modifie la fréquence de vibration de la source de son. La perception sonore associée est un son dont la hauteur varie. Ce son est de plus en plus aigu ou grave selon que l'on augmente ou diminue la fréquence. Comparer votre réponse à cette dernière et revenez à

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

14	B	En haut
		l'expérience pour vérifier.
25	B	Ouais

Tâche 10 : Une petite pause

26	A	Vous devez vous venez d'étudier les caractéristiques du son à partir d'un GBF et d'un haut-parleur maintenant vous allez utiliser un oscilloscope (rires)
27	B	Pouf pouf (rires)
28	A	Pouf pouf (rires)
29	B	tu parles d'une pause plus qu'une demi-heure non une heure ouh j'ai peur / branché aux bornes d'un

Etude des grandeurs caractéristiques du son à l'oscilloscope

Tâche 11 : Définition de l'oscilloscope

1	A	Attends regarde un oscilloscope branché aux bornes + / augmenter puis diminuer (murmure) ben vas y d'abord la fréquence c'est (?) / Ben oui donc la fréquence on a / l'amplitude +
2	B	Voilà c'est pas dur quand même / que représente la courbe (?) vas y vas y vas y /
3	A	ben le son / ah l'image du son
4	B	L'image du son
		Avez vous bien lu la définition d'un oscilloscope dans la page de gauche ?
5	A	ah oui mais non on est bête c'est la tension délivrée par / tension / eh oui / nous enfin c'est / ça peut représenter mais c'est / réponse ++ j'ai vu / on est bête / on est bête c'est clair + alors / volume sonore hauteur / à l'oscilloscope / par rapport au son émis par le haut-parleur + valider et vérifier votre réponse en comparant les deux sons / remarque la sensibili- / ouais vas y / cliquer +++++ hein attends / par rapport à l'oscillogramme de référence c'est celui-là (?)
		La courbe visualisée est la représentation graphique de la tension électrique délivrée par le générateur au haut-parleur en fonction du temps.

Tâche 12 : Expérience étude des caractéristiques du son à l'oscilloscope

1	A	L'image du son / ah oui mais non on est bête c'est la tension délivrée par / tension / eh oui / nous enfin c'est / ça peut représenter mais c'est / réponse ++ j'ai vu / on est bête / on est bête c'est clair + alors / volume sonore hauteur / à l'oscilloscope / par rapport au son émis par le haut-parleur + valider et vérifier votre réponse en comparant les deux sons / remarque la sensibili- / ouais vas y / cliquer ++++++ hein attends / par rapport à l'oscillogramme de référence c'est celui-là (?)
2	B	oui
3	A	Le son associé à l'oscillogramme à étudier est /
4	B	Il est plus aigu
5	A	Euh
6	B	Parce qu'il va plus vite / il fait comme ça
7	A	Non c'est lui qui va plus vite /
8	B	Ouais
9	A	Donc lui il est
10	B	Donc plus grave
11	A	Il est plus grave et moins fort et plus faible + validation /
		diode verte
12	B	C'est encore des trucs comme ça +
13	A	Oscillogramme de référence / mets le en route / ouais tu peux le mettre euh / voilà alors / il est
14	B	Plus grave
15	A	Attends attends attends / oui plus grave
16	B	Et identique
17	A	Et identique / validation / suite là c'est relativement simple /

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	A	L'image du son / ah oui mais non on est bête c'est la tension délivrée par / tension / eh oui / nous enfin c'est / ça peut représenter mais c'est / réponse ++ j'ai vu / on est bête / on est bête c'est clair + alors / volume sonore hauteur / à l'oscilloscope / par rapport au son émis par le haut-parleur + valider et vérifier votre réponse en comparant les deux sons / remarque la sensibili- / ouais vas y / cliquer ++++++ hein attends / par rapport à l'oscillogramme de référence c'est celui-là (?)
		(... ?)
		diode verte
18	B	?
19	A	Il est plus aigu
20	B	Plus aigu et identique
21	A	Et identique ouais / là shit attends là c'est bon y a pas besoin de mettre ça euh
		diode verte
22	B	Plus aigu / et plus faible
23	A	Ouais / plus qu'une heure
		diode verte
24	B	Plus identique
25	A	Là il est attends attends attends 2 / 2 2 ouais non ouais c'est bon + ben plus
		diode verte
26	B	Identique
27	A	Attends attends attends attends attends / non mais ça je suis d'accord mais au niveau de la attends l'amplitude déjà c'est (?)
28	B	Plus faible
29	A	C'est plus faible ou plus fort donc là c'est plus faible /

1	A	L'image du son / ah oui mais non on est bête c'est la tension délivrée par / tension / eh oui / nous enfin c'est / ça peut représenter mais c'est / réponse ++ j'ai vu / on est bête / on est bête c'est clair + alors / volume sonore hauteur / à l'oscilloscope / par rapport au son émis par le haut-parleur + valider et vérifier votre réponse en comparant les deux sons / remarque la sensibili- / ouais vas y / cliquer ++++++ hein attends / par rapport à l'oscillogramme de référence c'est celui-là (?)
		identique / on a tout juste
		diode verte
30	B	Encore une fois
31	A	Vous avez eu au moins 5 réponses sur 6 / on a eu 6 réponses /
32	B	Parfait / on est fort

Tâche 13 : Expérience étude des caractéristiques de la vibration à l'oscilloscope

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

33	A	C'est nous les meilleurs / j'ai même pas lu ce que / c'est le même là non (?)
34	B	Non je pense pas /
35	A	Ben vas y mets le truc en route dessus / si c'est le même / c'est le même là
36	B	C'est le même exercice (?)
37	A	Ben oui regarde + ouais c'est le même / vas y mets suite on l'a déjà fait c'est bizarre
38	B	Ben on a deux fois le même exercice (?)
39	I	Non y en a un seul c'est euh (... ?)
40	A	Ben on l'a fait on a déjà fait celui-là on a déjà eu tout juste on met on met page suivante et
41	I	non celui là c'est avec amplitude et fréquence
42	A	Ah c'était fort faible / décidément
43	B	Ah oui d'accord
44	A	Bon ben c'est bon / l'amplitude identique fréquence euh
45	B	Attends attends attends
46	A	Si amplitude identique identique
		diode verte
47	B	Oui oui l'amplitude d'accord
48	A	Et fréquence plus faible / plus petite quoi / ben oui plus petite
49	B	Ouais /
		diode verte
50	A	Amplitude
51	B	Amplitude identique
52	A	Amplitude identique / aller euh amplitude identique fréquence plus grande / amplitude ah oui amplitude plus petite fréquence identique euh
		diode verte
53	B	Si si
		diode verte

33	A	C'est nous les meilleurs / j'ai même pas lu ce que / c'est le même là non (?)
54	A	Oui identique / ben tout tout plus petit / et plus grand
		diode verte
55	B	Identique
56	A	Et pareil / amplitude grande et identique / voilà hop c'est bon suite +
		diode verte
57	B	Encore une fois on a tout juste / on va pas s'en priver /

Tâche 14 : En résumé

58	A	En résumé la hauteur d'un son est essentiellement liée à la fréquence de vibration le volume ou niveau sonore d'un son (rires) à l'amplitude de vibration +
59	X	Augmentons et diminuons la fréquence de la tension électrique et observons la courbe sur l'écran de l'oscilloscope
60	B	(... ?)
61	A	(... ?) / vas y +
62	X	Augmentons et diminuons l'amplitude de la tension électrique et observons la courbe sur l'écran de l'oscilloscope
63	A	Non c'est stop nous on (... ?) suite

Tâche 15 : Application création d'un oscillogramme

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

1	B	Y avait un bug la dernière fois
2	A	Ah bon + c'est nous ça (?)
3	B	Oui c'est nous non c'est pas comme ça je fais ça /
4	A	Mets en route le truc / voilà et augmente les machins (rires) on s'éclate comme des petits fous
5	B	Silence ça va faire du bruit
6	A	Aller aller (rires) c'est nous qui faisons ça ou c'est eux (?)
7	B	C'est eux
8	A	Vous pouvez baisser le son un peu s'il vous plait
9	B	Baisse ta musique
10	A	Bon alors écouter le son émis ah faut refaire +++ de quoi il faut régler jusqu'à ce que ce soit pareil que le haut-parleur de référence (?) + mais t'es t'as appuyé là +
11	B	C'est normal qui disent rien (?) /
12	A	Haut-parleur test
13	B	Pour faire le même le même son que le haut-parleur de référence
14	I	Haut-parleur de référence y a rien (?)
15	B	Non
16	I	Ok c'est que ça marche pas
17	A	Non vas y reclique ++ (bruit) ah c'est le son qui était (... ?) (bruit) d'accord attends on s'amuse comme des petits fous
18	B	(... ?)
19	A	Baisse un peu baisse voilà on y est / on y est / si non y était il est plus bas plus bas voilà comme ça non (?) ouais c'est ça c'est ça c'est ça ouais des bugs / vous avez réussi +
		Vous avez réussi à obtenir

1	B	Y avait un bug la dernière fois
		l'oscillogramme de la tension délivrée par le générateur basse fréquence. Vous pouvez appuyer sur 'Suite' pour recommencer l'expérience avec un autre son de référence.
20	B	On recommence pas (?)

Reproduire le même son

Tâche 16 : Question

1	A	Ben non + (murmure) / attends donc euh ils ont la même hauteur et le même volume sonore parce qu'on parle de de son et pas de fréquence et pas de / tension + eh oui qu'est-ce que tu crois / écoutons le son émis (murmure)
		Si deux sons possèdent le même volume sonore et la même hauteur, on peut alors dire qu'ils sont identiques.

Tâche 17 : Expérience 1

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

2	B	C'est pareil que tout à l'heure
3	A	Non ça d'abord / attends vas y arrête voilà voilà
4	B	Validation
5	A	On est trop fort à ça
6	B	Validation c'est bon (?)
		Si deux sons possèdent la même hauteur et le même volume sonore, on peut alors dire qu'ils sont identiques. Pour continuer l'expérience avec un autre son de référence il faut cliquer sur 'Suite'.
7	A	Ouha + c'est bon +
8	B	Excusez nous

Tâche 18 : Expérience 2

9	A	Refais ++ voilà comme ça non plus plus fort il est avec l'amplitude voilà là c'est pareil non peut-être un peu ouais pareil validation là on est pareil + ah mais oui y avait l'oscillogramme
10	B	Hm +
11	A	Bon ben c'est bon (?)
12	B	Ouais
13	A	Ben si
14	B	Fréquence amplitude
15	A	Attends
16	B	C'est pour
17	A	Attends les deux sons émis +
		Les deux sons émis ont la même hauteur et le même volume sonore. Les fréquences de vibration et les amplitudes de vibration des deux haut-parleurs sont identiques.

Influence de la position du récepteur par rapport à l'émetteur au niveau des grandeurs caractéristiques du son

Tâche 19 : Introduction

1	A	<p>Dans cette dernière partie vous allez observer et analyser l'influence de la position du récepteur par rapport à l'émetteur au niveau des grandeurs caractéristiques de la vibration du son / puis des grandeurs caractéristiques de la vibration ah mais tout à l'heure j'ai dit tension c'est vibration je suis con / et enfin de la représentation de la tension si c'est ça (rires) de la tension à l'oscillo à l'oscilloscope / nous vous proposons dans les pages suivantes 3 expériences à partir desquelles vous allez étudier / ce phénomène le truc euh c'est quoi ça (?)</p>
2	B	Ah c'est moi

Tâche 20 : Expérience 1

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

3	A	C'est toi + chez Cardi
4	B	Cardi Polo /
5	A	Alors Polo et Cardi habitent à deux kilomètres / l'un de l'autre dans le village situé à un kilomètre de chez Cardi la cloche de l'église sonne / comparer les caractéristiques du son hauteur et volume émis par la cloche de l'église entendue par Cardi et entendue par Polo au son entendu dans le village / non faut cliquer ah oui / ben je sais pas +
6	B	(rires) monsieur
7	A	Attends attends
8	B	On l'avance comment y a pas de
9	I	Y a pas d'animations
10	B	Y a pas d'animations / non y a pas d'animations
11	A	Et y a pas de son (?)
12	B	Non /
13	A	Ah il faut réfléchir
14	B	Donc chez Cardi
15	A	C'est à toi le stylo (?) /
16	B	Euh oui
17	A	t'as fait comme moi le haut il s'est barré
18	B	Non je l'ai perdu
19	A	Ouais ben comme moi
20	B	Je faisais bing /
21	A	Alors attends euh il sera / attends
22	B	Plus faible
23	A	Non mais attends oui non mais / chez Cardi / il sera
24	B	Moi je dirais plus grave et plus faible
25	A	Cardi il est à un kilomètre /
26	B	Oui mais on s'en fiche du du
27	A	Non mais si non mais il est un peu plus loin donc il sera forcément plus faible /

3	A	C'est toi + chez Cardi
28	B	Ouais moi je dirais plus faible et plus grave / il peut pas être plus aigu
29	A	Ben vas y alors plus grave / oui ben oui oui oui
30	B	Et encore plus grave et encore plus faible
31	A	Et encore plus grave et encore plus faible /
32	B	Ah
33	A	Euh / ah d'accord /
		Votre réponse est incorrecte. Imaginez ce que l'on entendrait à 10, 20 ou 30 kilomètres du village.
34	B	(... ?) à un kilomètre d'un village / j'entends rien +++
35	A	Ah il vont entendre la même chose / mais non +
36	B	Ils sont à combien (?)
37	A	1 et 2 kilomètres + ben si c'est pas ça c'est identique alors
38	B	On va aller voir +
39	A	Oui mais ça ça on sait ça
		Définition (Onde sonore)
40	B	Fréquence non modifiée
		Définition (Volume sonore)
41	A	Oui +
		Définition (hauteur)
42	B	(... ?) ++++
43	A	(... ?) +
44	B	Bon et l'aide +
45	A	Vas y identique mets identique /
		Votre réponse est incorrecte. Imaginez ce que l'on entendrait à 10, 20 ou 30 kilomètres du village.
46	B	Hop + une violation de partage
47	A	(rires) et monsieur c'est quoi (?)
48	B	Monsieur
49	A	C'est quoi une violation de partage (?)

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

3	A	C'est toi + chez Cardi
50	B	On a une violation de partage
51	I	(... ?) (bruit de micro)
52	A	C'est venu d'un coup / on a fait une fausse manip (?) /
53	I	Voilà
54	A	D'accord ouais ouf / si on est loin du village / on va entendre forcément euh
55	B	Rien
56	I	On me demande pas / je ne sais pas moi
57	A	(... ?) / bon ben t'as qu'à mettre identique et puis ouais mais bon c'est bizarre
58	B	On est con
59	A	Quoi (?) /
60	B	Y a pas de plus grave ou de plus aigu
61	A	Mais oui mais / mais oui oui
62	B	par contre à un kilomètre
63	A	On mettait deux trucs nous Plus on s'éloigne de la source de son, plus on perçoit un son dont le volume sonore est faible.
64	B	Je sais pas un kilomètre /
65	A	(... ?) (bruit de micro)
66	B	Là il disait qu'il fallait mettre grave et aigu aussi
67	A	Parce que la le plus grave le plus faible j'avais compris mais je ne voyais pas pourquoi heu //

Tâche 21 : Expérience 2

68	B	N'importe quoi
69	A	(Murmure)
70	B	Ouais (... ?) / chez cardi
71	A	Alors attends / l'amplitude
72	B	C'est la hauteur
73	A	Ben il sera toujours pareil
74	B	Non
75	A	Ben si
76	B	Plus petite + si on entendra le même son
77	A	Ah mais oui ah oui oui oui / la fréquence / ah oui oui oui
78	B	Identique
79	A	Mais non plus petite
80	B	Mais non /
81	A	Ah oui ah oui la fréquence oui d'accord j'avais pas vu / oui oui / je savais pas
		En effet, précédemment nous avons pu constater que plus on s'éloigne de la source sonore, plus le son perçu est faible. Ainsi, seule l'amplitude de vibration diminue suivant la distance par rapport à la source.
82	B	C'est bon (?)
83	A	Attends / ouais c'est bon + y a que la fréquence qui change non y a que l'amplitude

Tâche 22 : Expérience 3

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

84	B	l'amplitude / Récepteur sonore il reçoit un son émis par un récepteur déterminer la forme de la tension (murmure) +++
85	A	alors attends / Qu'est-ce tu fais là (?)
86	B	Ben on entend rien
87	A	Ah mais c'est / c'est normal c'est l'oscillogramme
88	B	là c'est pareil y a pas de
89	A	C'est l'oscillogramme non c'est l'oscillogramme / c'est par rapport au temps c'est par rapport au temps
90	B	Enlève ton bras + (... ?) +
91	A	j'ai pas compris là + déterminer la forme de la tension ++ en fonction du temps / aux bornes des microphones + pas compris / reste comme ça + c'est les mêmes / y a pas de raison /
92	B	Oui y a oui ben oui ou alors c'est lui alors
93	A	Ou alors comme ça comme ça +++++
94	B	Non mais bon c'est bon ça + animation fais + attends / (... ?)
		Définition (Microphone) Dessin (Microphone) Définition (Récepteur)
95	A	Attends / oui + non j'ai pas vu ++ oh + ben ils ont la même euh fréquence / et la même amplitude non la même fréquence + ils ont la même fréquence mais ils ont
		Animation (Microphone) Animation (Microphone)
96	B	La fréquence
97	A	Mais ils ont pas la même / amplitude / (... ?) doivent avoir la même fréquence
98	B	Ouais donc c'est déjà ni lui ni

84	B	l'amplitude / Récepteur sonore il reçoit un son émis par un récepteur déterminer la forme de la tension (murmure) +++
		lui
99	A	Ni lui il faut qu'il est les deux
100	B	Ni lui
101	A	Euh ouais ben c'est lui
102	B	Ça c'est 3
103	A	Lui et lui
104	B	j'ai lui et lui
105	A	Pas lui non plus enfin lui
106	B	Pourquoi pas lui (?) /
107	A	Ouais ben lui lui ouais ++ l'autre raison (murmure) oui ben c'est ça c'est ce qu'on / merde
108	B	(rires) Lorsqu'on s'éloigne de la source de son, la fréquence est conservée alors que l'amplitude diminue.
109	A	(... ?) quand je parle / la fréquence est conservée oui mais la oui ben oui / en fin de compte plus on est loin c'est
110	B	C'est pareil / la fréquence elle diminue euh
111	A	Oui c'est ça / non la fréquence c'est pareil
112	B	non la fréquence elle reste c'est l'amplitude qui /

Tâche 23 : En résumé

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

113	A	Nous venons de voir que la fréquence de l'onde sonore est déterminée par l'émetteur et ne change pas suivant la distance séparant le récepteur de l'émetteur en effet la hauteur du son n'est jamais modifiée quelle que soit position enfin l'amplitude de l'onde sonore + (murmure) vas y
114	X	Observons l'évolution des grandeurs caractéristiques du son reçue par un microphone quand on l'éloigne du haut-parleur /
115	A	Ah ouais
116	B	Ah cool
117	A	La fréquence c'est toujours la même mais l'amplitude diminue
118	B	Ouais
119	A	Bon ben voilà / c'est fini non ça encore +

Expérience : Reproduction du son du diapason avec un haut-parleur

Tâche 24 : Expérience

1	B	Même son
2	A	Putain eux ils ont fini depuis
3	B	Avec le haut-parleur
4	A	Alors application on souhaite obtenir le même son avec le haut-parleur et le diapason et le vérifier avec une mesure classique / utilisez le système ci-contre pour reproduire le même son ensuite nous vous proposons d'aller conclure sur la page suivante + la fréquence c'est la même mais l'amplitude diminue ++
5	B	Comme si le son s'éloignait
6	A	bon ben c'est bon c'est ça + vas y c'est bon hein + c'est bon +

Tâche 25 : Conclusion

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

7	B	Conclusion
8	A	Conclusion +
9	Autre	Le même son c'est fréquence amplitude ?
10	A	Ah on a pas le droit de lui dire y a des micros en plus
11	B	Le même son ?
12	A	Et vous êtes filmés
13	B	Le même son c'est hauteur et euh
14	?	(... ?)
15	B	Non hauteur et volume le même son
16	A	Ouais le même son c'est hauteur et volume et la même la même fréquence c'est
17	B	Vibration
18	A	Ouais la même vibration c'est même fréquence et même amplitude
19	B	Indiquez sur quels critères vous vous basez pour considérer que vous avez obtenu le même son +
20	A	Et ben sur la hauteur et
21	B	Ouais ++
22	A	Sur deux points + alors teur / hauteur / et ah non la hauteur et la / et le volume du son + turet ah oui et le volume du son ou sonore / du son / et la la fréquence et l'amplitude
23	B	Non ça c'est la vibration
24	A	De la vibration ben oui / pour considérer qu'on a le même son
25	B	Ouais
26	A	Faut aussi que la tension du truc soit
27	B	Ben non /faut que
28	A	Bon ben mets valide tu vas voir / valide ++ les deux sons que vous venez de créer ont la même hauteur mais n'ont pas le même volume sonore / en

7	B	Conclusion
		effet vous avez pu remarquer (murmure) / ben c'est bon
		Les deux sons que vous venez de créer ont la même hauteur, mais n'ont pas le même volume sonore. En effet, vous avez pu remarquer que le volume sonore du diapason diminue au cours du temps. Les deux sons n'ont pas les mêmes caractéristiques. et donc, ne sont pas identiques.
29	B	Ouais
30	A	Pour considérer qu'on a le même son
31	B	il faut une même hauteur

Annexe E : Les quatre données de l'analyse globale

Dans cette section, nous fournissons les quatre données permettant l'analyse 'globale' de l'activité des élèves (Chapitre 8) : la durée de réalisation des différentes tâches des TP, le nombre de réponses inexactes, le nombre d'appels aux ressources et le nombre d'informations sélectionnées dans l'onglet Aide.

I. Les durées de réalisation de chacune des tâches des cinq TP

I.1 Durée de réalisation des tâches du TP0

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

	N° Dyade																			
Intitulé Tâche	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Introduction (0)	0:39	0:34	0:23	0:58	1:09	0:18	1:18	0:23	2:37	0:21	0:23	0:24	0:36	0:31	0:40	0:31	0:47	0:29		
La chanteuse	3:13	4:50	2:42	4:07	2:34	3:39	2:16	1:55	3:05	1:44	2:38	1:36	2:27	2:29	4:17	2:16	3:51	2:35	3:22	
Le public	0:53	1:17	1:06	1:06	1:38	1:13	0:51	0:44	0:54	0:50	0:15	1:18	1:13	0:54	1:07	1:19	1:13	1:35	1:04	
L'indole	0:53	2:10	1:03	1:03	0:43	1:01	0:44	0:42	0:55	0:48	1:18	0:46	0:53	0:49	1:01	0:57	0:47	1:25	1:27	
Le malade	0:41	1:00	0:49	1:08	0:49	0:45	0:46	1:09	0:35	0:55	0:02	0:44	0:51	0:51	1:02	0:48	0:40	1:12	0:42	

I.2 Durée de réalisation des tâches du TP1

Tableau 54 : Durées de réalisation des tâches du TP1

		N° Dyade																			
N°	Intitulé	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
T	Tâche																				
1	Activité expérimentale	0:40		2:34	2:04	3:22	3:16	2:09	2:02	1:42	2:18	2:13	3:14	1:32	2:12	1:52	2:28	2:05	1:50	4:07	1:49
	Tambourin observation	5:05				2:33	2:32			1:21	1:29	1:44	3:04			2:06	1:21				2:26
	Tambourin détermination	0:55				0:26	0:10			0:04		0:27	0:16			1:14	0:27				1:05
	Tambourin description	0:13					0:15			0:03		1:17	0:04			0:51	1:07				0:13
	diapason observation	1:25		0:42	1:13	1:18	2:13	1:10	2:03	0:59	1:20	1:25		1:31	3:01	1:08	1:31	0:29	1:23	2:28	
	Diapason détermination de la source	0:29		0:37	0:37	0:40	0:52		0:49	0:34	0:39	0:32		0:22	0:23	0:31	0:26	0:23	0:29	0:19	
	Diapason description	2:50		1:16	2:11	1:53	8:52	1:12	1:20	2:40	3:46	2:39		1:27	2:11	3:39	3:02	2:03	0:54	1:05	
	Guitare observation	0:22		0:30	0:35		1:27	0:40	0:39		0:32	0:30	0:48	0:32	2:25	0:52	0:36	0:24			
	Guitare description	0:32		0:55	1:44		1:19	0:59	2:58		2:29	0:47	1:01	1:24	0:44	2:08	0:49	1:12			
	Hautbois observation	0:56		1:13	0:57	1:01	1:09	1:27	0:59	0:57	1:07		3:05	1:18	2:40	1:37	1:15	1:05	1:29	2:13	1:12
	Hautbois détermination de la source	0:16		0:23	2:25	0:35	0:13	0:19	0:14	1:51	0:39		0:50	0:27	1:31	0:36	0:37	0:15	0:34	0:50	0:34
	Hautbois description	0:28		0:39	0:26	7:05		1:33	0:48	3:56	0:59		1:44	1:15	1:16	5	0:46	1:48	0:22	1:27	2:34
	Ballon observation			0:57	0:28		0:16	0:43	0:37		0:24	0:37		0:32	0:22	0:48	0:31	0:17	0:38		0:23
	Ballon détermination			2:05	0:30		5:18	1:28	0:37		1:55	4:32		1:37	1:30	2:35	1:08	1:09	0:15		1:23
	Scie observation			0:45		0:29	0:37	0:45		0:26			0:33	0:58		0:26		0:37	0:36		
	Scie détermination de la source			0:22		0:32	0:39	0:27		0:07			0:17	0:17		0:13		0:15	0:10		
	Scie			0:57		0:59		1:02		1:37			0:42	1:18		0:52		0:27	0:36		

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

		N° Dyade																	
	description																		
	Cordes vocales observation	0:31		0:09	0:24	0:24	0:50	0:24	0:14		0:12	0:16	0:23						
	Cordes vocales description	1:03		1:44	1:28	1:50	1:03	1:08		1:05	0:41	0:56							
	Conception TP1	1:15	0:49	0:39	0:15	1:40	1:36	2:49	1:33	3:50	4:15	3:45	1:15	1:42	1:31	1:53	1:11	1:59	
2	Définition (A et)	0:50	2:25	1:27	2:14	1:35	1:03	0:55	1:10	0:56	1:34	1:18	1:39	0:31	1:56	1:30	2:12	3:53	1:06
3	Mesure de la fréquence	9:58	3:35	3:14	5:51	2:29	0:98	1:19	4:34	1:11	3:20	7:51	7:40	1:18	6:36	7:37	12:36	0:12	1:14
4	Mesure de l'amplitude	0:29	1:23	1:51	0:37	1:48	1:02	2:07	1:10	1:36	3:01	0:57	3:05	4	2:09	1:39	0:41	2:33	1:27
5	Test (1)	3:07	3:19	4:59	1:45	2:39	1:37	3:50	2:24	2:54	6:16	2:39	2:19	4:26	3:44	1:45	2:09	2:44	3:01
6	Expérience	2:27	2:16	2:29	2:51	1:50	3:07	3:09	5:02	2:44	2:42	2:33	2:07	1:48	2:21	2:02	3:14	1:52	1:54
7	Perception sonore	0:43	1:15	1:43	1:15	2:21	2:24	1:17	1:50	1:05	1:46	1:50	2:06	1:08	1:28	1:32	1:21	1:56	1:09
8	Test 2	5:50	24:53	30:27	169:17	22:40	29:30	30:55	19:46	1:04	2:83	3412:40	5210:44	344:04	44:24				

I.3 Durée de réalisation des tâches du TP2

Tableau 55 : Durées de réalisation des tâches du TP2

N° T	N° Dyade																				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Intitulé activité																				
	Introduction (TP2)	0:15	0:36	0:23	0:17	0:08	0:38	0:26	0:17	0:33	0:24	0:13	0:20	0:18	0:08	0:17	0:15	0:33	0:20		
	Rappel 1 (indien)	0:15	0:19	0:14	0:17	0:59	0:30	0:11	0:12	0:20	0:15	0:12	0:16	0:14	0:09	0:18	0:14	0:20	0:11		
	Situation 2 (rail coupé)	0:10	0:18	0:20	0:09	0:18	0:32	0:13	0:08	0:13	0:20	0:13	0:10	0:03	0:13	0:11	0:19	0:27	0:14		
	Etude 12 du phénomène (indien)	0:08	0:05	0:13	0:06	0:26	0:48	0:05	0:14	0:13	0:16	0:35	0:13	0:12	0:11	0:09	0:12			0:08	
	Prévoir 3 (réalisation du vide)	0:54	1:11	0:50	0:39	0:30	0:57	0:41	0:36	1:15	0:36	0:34	0:25	0:47	0:27	0:40	0:22	0:25	0:33		
	Expérience de la cloche à vide	0:21	0:19	0:33	0:37	0:25	0:17	0:13	0:27	0:38	0:41	0:28	0:15	0:33	0:21	0:26	0:18	0:48	0:21		
	Chaine 3 sonore (réalisation du vide)	1:30	1:00	1:52	3:28	1:11	1:06	1:02	1:06	1:25	1:09	0:42	1:44	1:55	1:25	1:24	0:57	1:23	1:41		
	Résultat 14 (réalisation du vide)	0:25	0:14	0:19	0:28	0:36	0:14	0:33	0:25	0:03	0:33	0:15	0:27	0:21	0:29	0:14	0:28	0:20	0:42		
	Prévoir 9 (hydrogène)	0:53	0:58	0:34	0:40	0:50	0:53	0:57	0:40	0:58	0:40	1:05	0:41	0:49	1:23	0:36	1:04	1:03	0:44		
	Expérience (hydrogène)	0:38	0:20	0:19	0:21	0:33	0:22	0:16	0:23	0:19	0:26	0:40	0:24	0:33	0:33	0:17	0:18	0:33	0:18		
	Chaine 7 sonore (hydrogène)	0:40	0:52	0:35	0:44	0:40	0:56	0:58	0:47	0:37	1:10	0:44	0:44	0:50	0:46	0:57	0:52	1:06	0:34		
	Résultat 7 (hydrogène)	0:21	0:03	0:21	0:19	0:38	0:35	0:11	0:31	0:05	0:24	0:15	0:16	0:27	0:17	0:18	0:11	0:24	0:11		
	Conclusion	0:05	0:05	0:23	0:13	0:13	0:26	0:09	0:15	0:03	0:40	0:24	0:11	0:39	0:27	0:25	0:14	0:35	0:15		

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

N° T	N° Dyade																				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	(tp2)																				
	Applications (tp2)	0:51	1:03	0:24	0:46	0:34	1:43	0:17	0:59	0:54	0:47	0:38	1:04	1:17	0:35	0:32	0:30	1:55	0:00		
14a	Prévoir (cloche sans mousse)	0:08	2:41			0:47		0:38			0:24	0:23						0:26			
14a	Expérience (cloche sans mousse)		0:13			0:17		0:16			0:18	0:23						0:19			
14a	Chaîne sonore (cloche sans mousse)		0:46			0:31		0:44			1:04	1:14						0:37			
14a	Résumé (cloche sans mousse)		0:03			0:22		0:05			0:04	0:06						0:08			
14b	Pots de yaourt (chaîne sonore)	0:49		0:42	0:54	0:50	0:59	1:12	0:43	0:53	1:29	1:12	0:31	0:51	1:23	1:20	0:42	0:44	0:55		
14b	Pots de yaourt (prévoir)	2:28		0:32	3:51	0:55	3:16	0:31	1:05	0:38	1:42	0:48	0:26	0:45	1:43	0:36	1:54	0:33	1:55		
14c	Chod intersidéral	0:17		0:24		0:32	0:34	1:04		1:03		1:01	0:25	1:12		0:39	0:51	0:28	1:22		
14d	Dans l'eau	0:13		0:44		0:23	0:15	0:25	0:17	0:20	0:25	0:28	0:19	0:22	0:52	0:17		0:21	0:45		
14 ^e	Navettes	0:15		0:31		0:35		1:43		1:32	0:44	0:53	0:41	0:27		0:31	0:48				

I.4 Durée de réalisation des tâches du TP3

Tableau 56 : Durées de réalisation des tâches du TP3

Intitulé	N° Dyade																			
	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		

N° Dyade																			
activité																			
Introduction TP3	0:54	0:44	1:13	1:02	1:11	0:54	1:24	0:47	1:09	0:46	1:18	1:20	1:27	1:05	1:17	0:36	0:49	0:45	
Expérience des deux tambourins (observation)	0:54	0:38	0:25	0:33	0:55	0:38	0:30	0:37	0:39	0:34	0:51	0:35	0:32	1:54	0:28	0:27	0:28	0:35	0:24
Expérience des deux tambourins (chaîne sonore)	1:47	1:22	1:19	0:54	1:29	2:14	0:44	2:02	1:31	1:56	1:45	0:44	1:15	1:47	2:04	1:06	2:08	2:24	1:41
Expérience des deux tambourins (explication)	5:14	4:57	2:15	2:26	6:01	6:38	6:14	6:41	2:39	5:25	2:38	1:47	2:00	4:10	2:36	4:14	2:17	4:23	3:28
Expérience des deux tambourins (résumé)	0:47	0:25	0:11	0:35	0:28	0:18	0:29	0:26	0:21	1:29	1:28	0:16	0:18	0:21	0:22	0:19	0:22	0:24	0:16
Interprétation microscopique (question)	4:58	4:20	4:58	3:06	5:44	2:46	2:30	5:16	4:04	6:02	1:52	1:56	3:44	4:40	5:24	3:43	2:51	2:52	1:22
Interprétation microscopique (explication)	2:41	2:02	0:24	0:16	1:35	0:21	0:33	0:58	0:36	0:41	0:35	1:18	1:05	1:12	0:43	0:29	0:37	0:55	0:47
Une petite pause	0:11	0:20	0:13	0:25	0:18	0:11	0:12	0:16	0:11	0:09	0:37	0:07	0:11	0:11	0:35	0:08	0:11	0:12	0:10
Etude du son émis par le haut-parleur (observation)	7:53	8:13	7:41	3:59	2:32	12:41	11:13	13:06	6:18	6:26	7:54	7:13	8:59	5:00	6:48	6:56	10:47	7:04	8:28
Expérience de la	1:02	0:12	0:53	2:46	1:16	1:02	1:16	3:15	1:56	1:42	2:54	3:24	1:02	1:00	1:37	1:17	2:07	1:51	0:55

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

	N° Dyade																		
bougie (prévision)																			
Expérience de la bougie (observation)	2:56	2:22	3:20	3:36	1:48	4:01	1:07	5:15	3:18	4:13	4:11	7:11	2:11	2:41	3:24	2:07	2:32	1:53	3:28
Expérience de la bougie (interprétation)	2:46	3:06	4:27	1:15	10:16	5:34	2:39	3:18	3:57	1:51	2:36	3:30	3:18	3:16	3:03	2:39	1:47	2:26	1:53
Questions (propagation du son dans l'air)	10:18	8:02	3:42	10:45	5:37	3:05	5:22	6:02	7:51	2:11	5:42	2:14	5:18	3:19	5:31	3:09	3:06	2:25	2:53
L'onde sonore (explication)	1:29	2:13	0:44	0:09	0:34	0:27	0:25	1:49	0:40	0:20	1:02	0:42	0:22	1:02	1:44	0:23	2:10	1:05	0:32

I.5 Durée de réalisation des tâches du TP4

Tableau 57 : Durées de réalisation des tâches du TP4

N° Dyade																				
Intitulé Tâche	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Introduction du TP4	1:10	1:07			3:39	1:28	2:12	2:15	3:02	1:40	2:21	1:04	2:00	1:33	1:18	1:21	0:52	1:00	1:36	1:20
Expérience 1	1:56	1:04	1:04		2:55	0:58	0:24	3:33	1:04	0:38	1:41	2:19	1:25	2:02	1:39	2:11	1:01	1:40	1:10	1:04
Etude 1	2:21	4:02	4:35		3:03	1:54	1:51	4:18	3:41	2:07	3:15	3:34	3:27	2:24	0:04	2:27	2:37	2:03	2:01	2:31
Etude 2	0:22	0:33	2:34		3:05	1:38	0:43	0:21	1:17	0:30	1:02	1:40	0:26	0:19		0:30	0:54	0:38		0:12
Prendre expérience (interprétation)	2:16	6:00	3:17		6:39	5:16	1:58	3:14	3:56	6:09	3:14	3:13	1:25	1:52	3:47	5:27	1:25	2:22	3:08	2:14
Expérience 1	1:04	1:05	1:05		1:49	1:19	0:43	0:53	1:00	0:18	1:18	1:10	0:43	1:31	1:02	1:25	1:04	1:05	0:42	0:45
Etude 1	1:46	1:29	1:25		1:40	1:54	1:56	0:57	2:28	0:50	1:31	1:30	1:23	1:40		1:12	1:57	1:27	1:23	1:57
Etude 2	0:09	0:29	0:15		0:57	0:06	0:51	0:14	0:21	0:33	0:19	0:26	0:10	0:11		0:18	0:45	0:28		0:09
Deuxième expérience (interprétation)	1:04	1:50	6:30		7:03	3:43	2:55	1:49	2:35	2:59	2:30	4:36	1:20	2:07	4:07	1:57	1:33	1:51	1:06	2:34
une petite pause (TP4)	0:39	0:37	0:11		0:16	0:14	0:14	0:11	0:15	0:11	0:12	0:27	0:09	0:16	0:11	0:10	0:08	0:08	0:12	0:08
Etude des grandeurs caractéristiques à l'oscilloscope	1:21	1:33	2:04		2:20	4:13	1:16	1:21	1:08	1:07	6:26	2:44	1:07	1:48	1:54	2:26	2:24	2:14	1:24	2:42
Expérience (grandeurs caractéristiques du son)	7:16	6:43	3:02		3:07	7:18	6:47	2:52	9:24	3:00	5:54	5:43	3:06	8:58	4:39	7:47	4:18	4:06	3:57	2:36
Expérience (grandeurs caractéristiques de la vibration)	4:16	4:29	3:51		4:07	4:45	1:20	1:49	1:57	2:16	2:20	2:52	2:15	2:03	0:02	1:56	1:54	2:56	2:04	1:26
Compara- à	2:12	2:22	1:43		1:28	1:33	1:42	1:23	1:28	1:17	1:23	0:25	1:15	2:10	1:42	0:47	0:23	1:02	0:16	1:24

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

N° Dyade															
l'oscilloscope (résumé)															
Création de l'oscillogramme	2:35:14	4:08	3:15	2:47	1:40	2:58	7:54	7:18	8:48	5:33	6:12	2:43	3:18	2:28	3:34
Questions	2:00:57	1:29	1:27	1:14	2:07	0:39	1:27	0:48	0:52	2:11	0:43	2:39	0:58	0:36	2:29
EXP1	1:05:34	1:34	2:15	1:22	1:58	0:38	1:05	1:20	2:26	0:50	1:56	0:49	1:14	2:36	0:52
EXP2	0:51:11	1:47	1:13	0:54	0:51	1:21	0:40	0:52	1:09	1:03	1:00	1:40	2:06	0:53	0:11
Influence de la position du récepteur	1:10:20		0:16	0:20	0:16	0:45	0:39	0:20	2:00	2:40	0:22	0:34	1:19	0:48	0:18
Expérience 1	1:50:29	8:29	7:57	1:47	1:09	4:27	1:57	1:55	3:09	2:35	1:17	2:47	2:09	2:05	2:09
Expérience 2	0:46:22	0:58	1:22	1:17	0:56	0:54	1:08	0:37	1:39	2:47	0:46	1:28	1:23	0:46	0:31
Expérience 3	5:04:06	1:57	2:35	1:49	1:14	3:48	1:15	3:34	2:29	3:29	1:04	2:51	7:22	2:16	2:17
En résumé TP4	1:56:40	8:23	0:35	0:24	0:40	0:49	3:43	0:33	0:51	0:39	0:45	0:44	2:12	2:04	0:35
Reproduction du son du diapason	0:21:16	1:32	2:35	2:45	2:15	1:45	2:40	1:20	2:16	2:09	1:10	4:46	6:50	1:20	3:13
Conclusion TP4	3:07:09	3:25	3:14	2:02	1:16	4:16	2:13	1:18	2:45	1:55	2:05	4:07	4:44	1:15	2:00

II. Le nombre réponses inexactes

Deux tableaux sont donnés :

Tableaux présentant un classement des tâches par ordre décroissant du nombre moyen de réponses inexactes par dyade,

Tableaux présentant le nombre de réponses inexactes par dyades et par tâches au

cours des cinq séquences de TP.

Tableau 58 : Classement des tâches par ordre décroissant du nombre moyen de réponses inexactes par dyade

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

N°TP	Intitulé de la Tâche	Onglet	Nbre de dyades	Nbre moyen par dyade
TP1	Test Lien vibration perception	Exercice	18	7,68
TP3	Questions (propagation du son dans l'air)	Interprétation	18	4,84
TP1	Mesure de la fréquence	Total	15	4,47
TP1	Mesure de la fréquence	Mesure 1	14	3,26
TP2	Pots de yaourt (prévoir)	Prévoir	9	3,26
TP4	Expérience 1 (Prévoir)	Expérience 1	13	3,1
TP4	Reproduire le même son	Question	11	2,15
TP4	Création de l'oscillogramme	Expérience	13	2,05
TP3	Interprétation microscopique (question)	Question	10	1,26
TP1	Mesure de la fréquence	Mesure 2	7	1,21
TP4	Expérience (grandeurs caractéristiques du son)	Expérience	9	1,21
TP4	Expérience 3	Expérience 3	14	1,1
TP2	Chaîne sonore (réalisation du vide)	Chaîne sonore	10	1
TP4	Première expérience (expérience)	Etude 2	6	0,95
TP1	Mesure de l'amplitude	Mesure	8	0,84
TP4	Expérience (grandeurs caractéristiques de la vibration)	Expérience	10	0,84
TP1	La chanteuse	Chaîne sonore	13	0,79
TP3	Expérience des deux tambourins (chaîne sonore)	Chaîne sonore	13	0,74

N°TP	Intitulé de la Tâche	Onglet	Nbre de dyades	Nbre moyen par dyade
TP3	Expérience de la bougie (observation)	Observation	6	0,68
TP4	Première expérience (expérience)	Etude 1	10	0,68
TP4	Reproduire le même son	Exp 1	10	0,63
TP1	Test (1)	Test	7	0,57
TP4	Introduction du TP4	Test 2	4	0,52
TP4	Introduction du TP4	Test 1	5	0,47
TP4	Deuxième expérience (expérience)	Etude 1	5	0,32
TP4	Deuxième expérience (expérience)	Etude 2	3	0,32
TP1	Le public	Chaîne sonore	3	0,26
TP2	Choc intersidéral	Prévoir	4	0,21
TP2	Dans l'eau	Prévoir	4	0,21
TP2	Pots de yaourt (chaîne sonore)	Chaîne sonore	3	0,16
TP4	Etude des grandeurs caractéristiques à l'oscilloscope	Question	3	0,16
TP4	Expérience 2	Expérience 2	1	0,1
TP1	L'indien	Chaîne sonore	1	0,05
TP2	Chaîne sonore (hydrogène)	Chaîne sonore	1	0,05
TP2	Chaîne sonore (cloche sans mousse)	Chaîne sonore	1	0,05
TP1	Le malade	Chaîne sonore	0	0

Tableau 59 : Nombre de réponses inexactes par dyades lors des cinq séquences de TP

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

N°	Titre de la tâche	N° Dyade																			
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
TP0	La chanteuse	1	X	2	1	2	1	1	1		1			1		1	1	1	1		
TP0	Le public		X	1			3											1			
TP0	L'indien	X	1																		
TP1	Mesure de la fréquence (Mesure 1)	X	9		1	2	19		1		5	2	2	4				3	1	1	8
TP1	Mesure de la fréquence (Mesure 2)	X					4				1	4				2			2	1	6
TP1	Mesure de l'amplitude	X			1		1		5		2		4							1	1
TP1	Test (1)	X	3		2						1		1	2	1						1
TP1	Test 5 Lien vibration perception	X	5	27	5	4	11	28	17	4	14	1	3	1	8			9	2	1	1
TP2	Prévoir (hydrogène)	X	1	2		1	1	1	1		1	1	1		1	1	1	1	1		1
TP2	Pots de yaourt (prévoir)	X			6		18		7	1	6				5			12		2	
TP2	Choc intersidéral	X						1						1				1			
TP2	Dans l'eau	X		1		1									1						
TP3	Interprétation microscopique (question)	X	2		3	2		1			1			3	3			3	1		
TP3	Expérience	X	1	2	1	1	1						1	2		1	1	1	1	1	2

N°	N° Dyade																		
TP	de																		
	la																		
	bougie																		
	(prévision)																		
TP3	Expérience								1										
	de																		
	la																		
	bougie																		
	(observation)																		
TP3	Expérience	3	6			8		2						2	4				1
	de																		
	la																		
	bougie																		
	(observation)																		
TP3	Questions	4	5	4	6	2	7	3		11	4	4	1	11	1	2	11	5	2
	(propagation																		
	du																		
	son																		
	dans																		
	l'air)																		
TP4	Introduction			X			X		1		2		1						
	du																		
	TP4																		
TP4	Introduction			X	2		X		1	1									
	du																		
	TP4																		
TP4	Première	2	2	X	1		X	1			2	1	1			1			1
	expérience																		
	(expérience)																		
TP4	Première	5	X	6	1	X				3	2					1			
	expérience																		
	(expérience)																		
TP4	Deuxième		X		1	X		1					2			1			
	expérience																		
	(expérience)																		
TP4	Deuxième		X	2		X										3			
	expérience																		
	(expérience)																		
TP4	Etude		X		1	X	1									1			
	des																		
	grandeurs																		
	caractéristiques																		
	à																		
	l'oscilloscope																		
TP4	Expérience		X		3	X		3		1	1		4	1		2			
	(grandeurs																		

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

N°	N° Dyade																			
TP	caractéristiques du son)																			
TP4	Expérience (grandeurs caractéristiques de la vibration)	5	X	2	2	X		1	1		1		1		1			1		
TP4	Création de l'oscillogramme	3	4	X		1	X		9	1	4	5	3		1		2	1	4	
TP4	Reproduire le même son	2		X	1		X		2		1		1		1	1	1		1	
TP4	Reproduire le même son	3	2	X	4	2	X		3		1	1		9			8			
TP4	Expérience 1	23	X	15			X	2	1	1		1		3	1		10	1	1	
TP4	Expérience 2		X				X				2									
TP4	Expérience 3	1	X	1	2	X			1	1				2	5		2	1	1	1

III. Les ressources utilisées

Nous présentons dans les six tableaux suivants le nombre d'appels aux ressources externes et internes.

III.1 Les ressources externes

Les ressources externes sont au nombre de quatre : la salle de cours, la bibliothèque et la salle d'expériences libres.

Tableau 60 : Nombre de fois qu'une dyade fait appel à la salle de cours

		N° dyade																			
N°T	Titre de la tâche	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
TP1	Définition de la fréquence et de l'amplitude																			1	
TP1	Mesure de la fréquence									1											
TP2	Prévoir (hydrogène)									1											
TP3	Etude du son émis par le haut-parleur																	1	1	1	
TP3	Interprétation microscopique					1															
TP3	Questions (propagation du son dans l'air)					1						1									
TP4	Etude des grandeurs caractéristiques du son à l'oscilloscope																	1			

Tableau 61 : Nombre de fois qu'une dyade consulte le contenu de la bibliothèque

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

		N° Dyade																			
N° TP	Titre de la tâche	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
TP1	Mesure de l'amplitude					1															
TP3	Etude du son émis par le haut-parleur		2			3		5		1					1	1	1	1	3	1	1

Tableau 62 : Nombre de fois que les élèves consultent le contenu de la salle d'expériences libres

		N° Dyade																			
N° TP	Titre de la tâche	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
TP1	Tambourin observation										1										
TP1	Guitare observation														2						
TP1	Haut-parleur observation																			1	
TP3	Etude du son émis par le haut-parleur					1															
TP4	Reproduction du son du diapason												2								

III.2 Les ressources internes

Nous rappelons que les ressources internes sont au nombre de trois : les escamots, le mini-dictionnaire et l'onglet Aide. Pour l'ensemble des 20 dyades voici les données recueillies relatives au mini-dictionnaire et à l'onglet Aide.

Tableau 63 : Nombre d'appels à l'onglet Aide et nombre moyen d'appel à l'onglet Aide

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

N°	Inti de la Tâc	N° Dyade																			Nombre moyen d'appel à l'onglet Aide	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		20
TP1	Mesure de la fréquence			4		1		1	1	1		1	1		3		2	4	4	1	6	1,63
TP1	Test1 Lien vibration perception				3	2	1	1	3	3		3	1			1		2	5	2		1,47
TP1	Mesure de l'amplitude									2		1	1			1	1		2	1	0,47	
TP3	Questions (propagation du son dans l'air)				1			1	1				1		1	1	1	?	?	?	0,42	
TP4	Expérience 1		4			1			1												0,32	
TP1	Test (1)									1			1			2					0,21	
TP3	Interprétation microscopique		1						1									1			0,21	
TP4	Expérience (grandeurs caractéristiques du son)						1						1			1					0,21	
TP4	Expérience 3								1			1								1	0,21	
TP2	Choc intersidéral								1						1			1			0,16	
TP2	Prévoir (réalisation du vide)									1		1									0,11	
TP2	Prévoir (hydrogène)								1								1				0,11	

N°	Inti	N° Dyade														Nombre moyen d'appel à l'onglet Aide				
TP4	Introduction du TP4										1		1							0,11
TP2	Pots de yaourt (prévoir)					1														0,05
TP2	Dans l'eau													1						0,05
TP4	Création de l'oscillogramme									1										0,05
TP4	Reproduire le même son					1													1	0,11

Tableau 64 : Nombre d'appel au mini dictionnaire

		N° Dyade																		
N° TP	Titre de la tâche	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
TP1	Mesure de la fréquence						1		1											
TP1	Perception sonore								1											
TP3	Etude du son émis par le haut-parleur	1	1	1			1				1	1	1	1			1	1	1	1
TP3	Questions (propagation du son dans l'air)													1						

IV. Le nombre d'informations sélectionnées dans l'onglet Aide

Les quatre tableaux suivants présentent les informations sélectionnées par dyade dans l'onglet Aide ainsi que le nombre moyen de sélections pour chacune des informations sélectionnées.

Tableau 65 : Informations sélectionnées lors du TP1

N°	Int	Ty	N° Dyade																	Moy	Somme					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20								
TP1	Mes tâche	Dessin (Amplitude)									2	1	1					1	1		1	0,37	20			
			l'amplitude	Animation (Amplitude)								2	1	1										0,21		
				Définition (Amplitude)									2	1	1					1	1		2	1	0,47	
TP1	Mes de la fréq	Formule (Fréquence de vibration)	4		1			1	1	1	2					2		1	5	4		3	1,32	66		
			Animation (Aller/Retour)	2								1	1												0,21	
			Animation (Fréquence de vibration)	2		1			1			1	1												0,37	
			Définition (Aller/Retour)	1								1	1	1			1		1	1	1		1		0,47	
			Définition (Fréquence de vibration)	1		1				1			1	1			1				5	3	1	5	1,11	
TP1	Test (1)	Animation (Fréquence de vibration)									1												0,05	5		
			Définition (Amplitude)																1						0,05	
			Définition (Fréquence de vibration)									1		1					1						0,16	
TP1	Test Lien vibratoire percep	Fort (Perception faible/fort)		1						3	1	1					1						0,37	85		
			Aigu (Perception aiguë/grave)		1						4	2	1	1				1							0,53	
			Faible (Perception faible/fort)									2	1	1				1							0,26	
			Grave (Perception		4							1	1	1	1			1								0,47

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

N° TP	Int de la tâche	Ty	N° Dyade															
			réponse aiguë/grave)															
	Dessin (Amplitude)						1		1									0,11
	Formule (Fréquence)				1				1									0,11
	Animation (Amplitude)						1	1	1									0,16
	Animation (Fréquence)				1		1	2	1									0,26
	Définition (Amplitude)								1									0,05
	Définition (Fréquence)			1	1				1	1				1	1	1		0,42
	Définition (Perception Aiguë/grave)		2	2		1	1	3	2	1				1	3	1		0,95
	Définition (Perception faible/fort)		3	1		1	4		1				2	2	1			0,79

Tableau 66 : Informations sélectionnées lors du TP2

N° TP	Int de la tâche	Ty de réponse	N° Dyade	6	7	8	9	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Moy	Somme
TP2	Choix de la tâche	Définition (Milieu intersidéral)						1						1					0,13
		Définition (Milieu)														1			0,05
TP2	Dans l'eau	Définition (Milieu)													1				0,051
TP2	Pots de yaourt	Dessin (Chaîne sonore)					1												0,053
	(prévidéo)	Définition (Chaîne sonore)					1												0,05
		Définition (Milieu)					1												0,05
TP2	Prévidéo	Définition (hydrogène)						1								1			0,112
TP2	Prévidéo (réaction du solide)	Dessin (Chaîne sonore)									1								0,053
		Définition (Milieu)								1	1								0,11

Tableau 67 : Informations sélectionnées lors du TP3

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

N°	Int	Ty	N° Dyade																							
TP	de	réponse		6	7	8	9	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Moy	Somme							
TP3	la	Définition							1								2									0,21
	l'inter-	(propagation)																								
	micro-	Animation	1						1								1									0,21
	tâche	(propagation)																								114
		Définition							1																	0,11
		(Vibration)																								
		Animation							1																	0,11
		(Vibration)																								
		Définition							1																	0,11
		(Emetteur)																								
TP3	Que	Définition			1		1					1					?		?							0,16
	l'inter-	(propagation)																								25
	micro-	Animation		1	1			1	1							1	?	?	?							0,26
	tâche	(propagation)																								
		Définition										1					?	?	?							0,05
		(Vibration)																								
		Animation		1	1			1								1	?	?	?							0,21
		(Vibration)																								
		Explication							1			1		1	1	1	?	?	?							0,32
		(Interprétation																								
		microscopique)																								
		Animation		1	1			1						1		1	?	?	?							0,32
		(Interprétation																								
		microscopique)																								

Tableau 68 : Informations sélectionnées lors du TP4

N°	Int	N° Dyade																		Moy	Somme		
Type de tâche	réponse	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20				
TP4	Création de fort l'oscillogramme											1										0,05	0,52
	(Exemples d'oscillogrammes)											1										0,05	
TP4	Expérience (graphique)																					0,05	0,05
	caractéristique																					0,05	0,13
	du Faible son															1						0,05	0,21
	(Perception Faible/Fort)							2				1				1						0,21	0,16
	Définition (Oscilloscope)											2										0,16	0,05
	Définition (Perception Aiguë/Grave)											1										0,05	0,05
	Définition (Perception Faible/Fort)											1										0,05	0,05
	Définition (Rappel)											1										0,05	0,05
	Dessin n°1 (Oscilloscope)															1						0,05	0,05
	Dessin n°2 (Oscilloscope)															1						0,05	0,05
TP4	Expérience 1				2		1			1												0,21	0,112
	Définition (Définition)				2		1			1												0,21	0,26
	Définition (Onde sonore)				3		1			1												0,26	0,16
	Définition (Volume sonore)				1		1			1												0,16	0,119
TP4	Expérience 3									1		1										0,119	0,21
	Dessin (Microphone)									1		1										0,119	0,21
	Animation (Microphone)									2		1										0,21	0,21
		"Cyberthèses ou Plateforme" - © Celui de l'auteur ou l'autre																				1005	

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

N° TP	Int de la tâche	N° Dyade																
	Définition (Microphone)						1		1									0,11
	Définition (Récepteur)						1											0,05
TP4	Introduction du (Hauteur)													1				0,05
TP4	Définition (Fréquence)													1				0,05
	Définition (Hauteur)								1		1							0,11
	Définition (Volume)										1							0,05
TP4	Reproduire le même son d'oscillogrammes (Question)						1										1	0,05

Annexe F

Cette annexe se découpe en trois sections. D'abord, nous présentons le tableau regroupant l'ensemble des codages des verbalisations des élèves selon les niveaux de savoir. Ensuite, nous présentons les différents tableaux catégorisant les tâches selon les niveaux de savoir mis en oeuvre et les relations construites par les élèves. Enfin, nous présentons l'analyse détaillée permettant de déterminer les caractéristiques des tâches conduisant à des connaissances non attendues. Les connaissances non attendues peuvent être représentatives des difficultés des élèves à s'approprier le savoir en jeu.

I. Tableau permettant la comparaison entre l'analyse *a priori* et l'analyse de l'activité effective des élèves

TP0 : Introduction de la chaîne sonore

Figure 138 : Comparaison analyse *a priori* et effective lors du TP0

N°	Intitulé de la tâche	Niveau de savoir attendu	Relation construite	Dyade 1						Dyade 2						Dyade 3						Dyade 4					
				2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

					Dyade 1				Dyade 2				Dyade 3				Dyade 4			
tâche																				
TP0																				
1	Introduction																			
2	La chaîne	TM	Re	(TM-CE)	7	1	2	3		7	8			7		8				
3	le public	TM	Re	(TM-CE)	2					3	6			1		4	1			
4	L'inter	TM	Re	(TM-CE)	4	1	2	5		2	5	1	3		4					
5	Le ma	TM	Re	(TM-CE)	3					3	1			2		3				

TP1 : les différents éléments de la chaîne sonore

Figure 139 : Comparaison analyse *a priori* et effective lors du TP1

TI		Dyade 1						Dyade 2						Dyade 3						Dyade 4					
N°	Intitulé de la tâche	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	Activité expérimentale																								
7	Observation		5				4			1			6					6		1	1				12
8	Détermination CE					4		1		3							6	2		1			1		1
9	Détermination CE				1		15			2		4					2	16					1		12
10	Coût de CE				1					1							2	4					2		
2	Détermination de la fréquence et de l'amplitude	1	2	5																					
3	Mesure de la fréquence	1	2	5			1	10	19	5			1	13	30	18		1		3	10	2			
4	Mesure de l'amplitude							7	6	2				2	4	2				2					
5	Test 1 :							19	2	3				16	5	2				15	1				
6	Expérience									9						6				1	9				
7	Perforation				4		1		8	2						3				2	1		2		
8	Test 2 :				2			1	25	8	8			4	18	5	1			3	59	22	3		

légende 1 : Théorie-modèle 3 : relation Théorie-modèle et Objets événements simulés 5 : relation Objets événements simulés et champ expérimental 2 : Objets événements simulés 4 : relation Théorie-modèle champ expérimental 6 : Champ expérimental

TP2 : Le milieu de propagation

Figure 140 : Comparaison analyse *a priori* et effective lors du TP2

TI		Dyade 1						Dyade 2						Dyade 3						Dyade 4					
N°	Intitulé de la tâche	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	Introduction																								
2	Situation 1 Re(TM-CE) : Rappel de la situation de l'indien																								
3	Situation 2 Re(TM-CE) : Le rail coupé					1				1								1							1
4	Etude du CE phénomène																								
5	Prévoir « CE cloche à vide »					3				1		3					2		2						1
6	Réalisation de l'expérience									1		4							1						1
7	Changement source CE cloche à vide				3			4		4				10		7				5			4		1
8	EnCE résumé							1				2													
9	Prévoir « CE Introduisons de				3		3	2		1				1					5		1			1	

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

TI																				
	l'hydrogène »																			
10	Réalisation de l'expérience								1											
11	Châtaignes sans ajoutons du dihydrogène	Re(TM-CE)	2		2	2		3	2									2		
12	EnCE résultats	Re(TM-CE)																		
13	CoRe(TM-CE)								1											
14	Application		2	5	1	3	8	7										2	4	8
14	Pré CE « enlevons la mousse sous le réveil »	Re(TM-CE)																		
33	Réalisation de l'expérience																			
34	Châtaignes sans mousse	Re(TM-CE)																		
35	EnCE résultats	Re(TM-CE)																		
14	Châtaignes : pots de yaourt	Re(TM-CE)	3		2	2	3											2	2	1
14	Pots de yaourt	Re(TM-CE)			1			2												3
14	Pré CE « CE	Re(TM-CE)	1				1	1												1

TI																															
	une collision intersidérale	»																													
140	Prévoir « une collision sous l'eau »	Re(TM-CE)					1	1				2	1																1	2	
140	Prévoir « la navette »	Re(TM-CE)	rien	rien	rien	rien	rien	rien	rien	rien	rien	rien	rien	rien	rien	rien	rien	rien	rien	rien	rien	rien	rien	rien	rien	rien	rien	rien	rien	rien	rien

légende 1 : Théorie-modèle 3 : relation Théorie-modèle et Objets événements simulés 5 : relation Objets événements simulés et champ expérimental 2 : Objets événements simulés 4 : relation Théorie-modèle champ expérimental 6 : Champ expérimental

TP3 : La propagation du son dans l'air

Figure 141 : Comparaison analyse *a priori* et effective lors du TP3

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

TI		Dyade 1						Dyade 2						Dyade 3						Dyade 4					
N°	Intitulé de la tâche	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	Introduction CE							1					1						1	1					1
2	Réalisation de l'expérience					1						2								1					1
3	Explication de l'expérience : Chaîne sonore tambourins				6			2		3	1		2			2	1		2			3		1	
4	Interprétation de l'expérience			1	8			1			4		2				12		4					19	
5	En résumé																								
6	Interprétation microscopique				2	1		1											1	1				1	
7	En résumé (explication)																1								
8	Une petite pause																								
9	Étude du son émis par le haut-parleur				1	1		2	1	1			1	1		1	2	1	1				3		
10	Présentation de la bougie et					5					3												2		

TI																				
du haut-parleur																				
11 Expérience boucle (observation)	TM-Be (TM-CE)	1	2	10	1			7	1		1	10	2							11
12 Interprétation de CECE l'expérience	TM-Be (TM-CE)		6	1	1		2	1	3		3	1	2				2			
13 Interprétation macroscopique OES	TM-Be (TM-CE) CE-Be (TM-OES)		7	1	1		1		2	1	3	2	2							1
14 En résumé (explication)	TM																			
légende 1 : Théorie-modèle 3 : relation Théorie-modèle et Objets événements simulés 5 : relation Objets événements simulés et champ expérimental 2 : Objets événements simulés 4 : relation Théorie-modèle champ expérimental 6 : Champ expérimental																				

TP4 : Deux des grandeurs caractéristiques du son

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

TI		Dyade 1						Dyade 2						Dyade 3						Dyade 4					
N°	Intitulé de la tâche	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	Test 1 et Test 2	3						1						2						3					
2	Pré-expérience : Expérience	(TM-OES)						1		1				1						1		1			
3	Pré-expérience : Etude 1	(TM-OES)						2	3		1			1	6		1			10	3				
4	Pré-expérience : Etude 2	(TM-CE)	1	2						2								1				1			
5	Intérêt de l'expérience	(TM-CE)		3		7				1							2			2			1		
6	Deuxième expérience : Expérience	(TM-OES)		1				2	2					1											
7	Deuxième expérience : Etude 1	(TM-OES)						1						2	4					6					
8	Deuxième expérience : Etude 2	(TM-CE)		1						1							1						1		
9	Intérêt de l'expérience	(TM-CE)								2		5		2		3		1		1			1		

TI																								
10	Une petite pause																							
11	Etude des grandeurs caractéristiques à l'oscilloscope	Re(OES)	2	1	1	2	1	3	1	2			2	1			1	1					2	
12	Etude des grandeurs caractéristiques du son à l'oscilloscope	Re(OES)	3	7	1	6	3	1	12			11	2			1	13							
13	Etude des grandeurs caractéristiques de la vibration	Re(OES)			7	2	4			5	1				8									
14	En résumé	TM																						
15	Création d'un oscillogramme	Re(OES)	1	1	1	9				1	26	1			3									
16	Questionnaire	Re(CE)		1	1			2	1	5				1	2							1		
17	Exp 1 OES	Re(CE)	14			1					11											1		
18	Exp 2 Re(OES)	Re(OES)					1			1	9				2	2	1							
19	Introduction																							
20	Exp 1	Re(CE)		10					6				1	7										11
21	Exp 2 CE	Re(CE)	1	1	7			1		1		1		3			1							
22	Exp 3	Re(OES)	1	1		4	2	3	2			2	2	2	5	4	3							
23	En résumé	TM																						

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

TI																				
	résumé																			
24	Expérimentation (Re-OES)	4																		
25	Construction (TM-CE)																			

légende 1 : Théorie-modèle 3 : relation Théorie-modèle et Objets événements simulés 5 : relation Objets événements simulés et champ expérimental 2 : Objets événements simulés 4 : relation Théorie-modèle champ expérimental 6 : Champ expérimental

II. Tableaux résultant du codage des verbalisations des élèves selon les niveaux de savoir

Pour chacune des dyades nous élaborons deux tableaux :

le premier regroupe l'ensemble des tâches conduisant ou non à la mise en oeuvre de niveaux de savoir,

le second regroupe les tâches conduisant à des relations ou à aucune relation

Nous présentons successivement ces tableaux qui ont permis de réaliser la première analyse du Chapitre 9.

Tableau 69 : Tâche conduisant ou non à la mise en oeuvre de niveaux de savoir pour la dyade 16

Pour la dyade 16 Nombre de tâches conduisant à	TP0 (5 tâches)	TP1 (8 tâches)	TP2 (14 tâches)	TP3 (14 tâches)	TP4 (25 tâches)
Aucune mise en oeuvre de niveaux de savoir	T1		T2-T4-T6-T8-T10-T12-T13-T14	T1-T2-T3-T14	T9-T14-T23
La mise en oeuvre de niveaux non contenus dans l'énoncé		T1c-T1d-T3	T9-T14c-T14d	T4	T4-T5

Tableau 70 : Tâche conduisant à des relations ou à aucune relation pour la dyade 16

Pour la dyade 16 Nombre de tâches conduisant à	TP0 (5 tâches)	TP1 (8 tâches)	TP2 (14 tâches)	TP3 (14 tâches)	TP4 (25 tâches)
Aucune des relations attendues		T6	T5-T14d	T6-T9-T10	T2-T6-T9-T18-T25
La mise en oeuvre des relations attendues	T2-T3-T4-T5	T1d- T2-T7-T3-T4-T5-T8	T7-T9-T11-T14b-T13-T14c-T11#GT12-T13	T3-T4-T5--T6-T7-T8-T12-T13-	T15- T16-T21-T22-T24
La mise en oeuvre de relations non attendues		T1c-T8		T6-T9-T11	T4 -T12- T24

Tableau 71 : Nombre de tâches et n° de la tâche conduisant ou non à la mise en oeuvre de niveaux de savoir

Pour la dyade 12 Nombre de tâches conduisant à	TP0 (5 tâches)	TP1 (8 tâches)	TP2 (14 tâches)	TP3 (14 tâches)	TP4 (25 tâches)
Aucune mise en oeuvre de niveaux de savoir	T1	T2	T2-T4-T12	T5-T7-T14	T14-T23
La mise en oeuvre de niveaux non contenus dans l'énoncé		T1c-T1d-T3	T5-T6-T8-T9-T11-T4-T14d		T12

Tableau 72 : N° de la tâche conduisant à des relations ou à aucune relation pour la dyade 2

Pour la dyade 12 Nombre de tâches conduisant à	TP0 (5 tâches)	TP1 (8 tâches)	TP2 (14 tâches)	TP3 (14 tâches)	TP4 (25 tâches)
Aucune des relations		T6		T6-T9-T10-T11	T2-T3-T6-T7-T15-T25

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

Pour la dyade 12 Nombre de tâches conduisant à	TP0 (5 tâches)	TP1 (8 tâches)	TP2 (14 tâches)	TP3 (14 tâches)	TP4 (25 tâches)
attendues					
La mise en oeuvre des relations attendues	T2-T3-T4-T5	T1d-T3-T4-T5-T7-T8-T9-T10-T11-T12-T13-T16	T2-T5-T7-T9-T11-T13-T14-T15-T16	T1-T3-T4-T5-T6-T7-T8-T9-T10-T11-T12-T13-T14-T15-T16	T1-T5-T8-T9-T11-T12-T13-T16 T18-T21-T22
La mise en oeuvre de relations non attendues		T1a-T1c-T8	T6	T9	T2-T3-T12

Tableau 73 : Nombre de tâches et n° de la tâche conduisant ou non à la mise en oeuvre de niveaux de savoir

Pour la dyade 20 Nombre de tâches conduisant à	TP0 (5 tâches)	TP1 (8 tâches)	TP2 (14 tâches)	TP3 (14 tâches)	TP4 (25 tâches)
Aucune mise en oeuvre de niveaux de savoir	T1	T2	T2-T4-T8-T10-T11-T12-T13-T16-T10-T11-T12-T13-T14-T15-T16	T2-T3-T6-T10-T11-T12-T13-T14-T15-T16	T1-T4-T23
La mise en oeuvre de niveaux non contenus dans l'énoncé		T1c-T1d-T3	T5-T9	T4	

Tableau 74 : Nombre de tâches et n° de la tâche conduisant à des relations ou à aucune relation pour la dyade 3

Pour la dyade 20 Nombre de tâches conduisant à	TP0 (5 tâches)	TP1 (8 tâches)	TP2 (14 tâches)	TP3 (14 tâches)	TP4 (25 tâches)
Aucune des relations attendues		T6	T9	T6-T9-T10	T2-T3-T4-T6-T7-T18-T24-T25
La mise en oeuvre des relations attendues	T2-T3-T4-T5	T1d-T3-T4-T5-T8	T5-T7-T11	T3-T11-T12-T13	T5-T8-T9-T12-T13-T16-T15-T21-T22
La mise en oeuvre de relations non attendues		T1c-T8		T9	T3- T20-T25

Nous rappelons que cette dyade n'a pas eu le temps de faire la tâche application du TP2 (T4a-e)

Tableau 75 : Nombre de tâches et n° de la tâche conduisant ou non à la mise en oeuvre de niveaux de savoir

Pour la dyade 8 Nombre de tâches conduisant à	TP0 (5 tâches)	TP1 (8 tâches)	TP2 (14 tâches)	TP3 (14 tâches)	TP4 (25 tâches)
Aucune mise en oeuvre de niveaux de savoir	T1	T2	T2-T4-T8-T10-T12-T13-T14	T2-T7-T14	T6-T14-T23
La mise en oeuvre de niveaux non contenus dans l'énoncé		T1a-T1c-T1d	T9-T14c-T14d	T2-T4	

Tableau 76 : Nombre de tâches et n° de la tâche conduisant à des relations ou à aucune relation pour la dyade 4

Pour la dyade 8 Nombre de tâches conduisant à	TP0 (5 tâches)	TP1 (8 tâches)	TP2 (14 tâches)	TP3 (14 tâches)	TP4 (25 tâches)
Aucune des relations attendues		T4-T5-T6	T5	T6-T9-T10-T11	T3-T6-T7-T12-T13-T15-T2
La mise en oeuvre des relations attendues	T2-T3-T4-T5	T1d-T3- T7-T8	T7-T9-T11-T14	T3-T11-T12-T14d	T2-T4-T5-T8-T9-T16-T18-T21-T25
La mise en oeuvre de relations non attendues		T1c- T8		T6	T24

III. Quelles sont les caractéristiques des tâches conduisant à des connaissances mobilisées non attendues ?

L'objet de cette question est de décrire les tâches durant lesquelles les élèves ont mis en oeuvre les relations attendues⁷⁸ (selon l'analyse *a priori*) dont certaines correspondent à des connaissances non attendues. Ces connaissances ne correspondent pas obligatoirement à une réponse inexacte (lors de la demande de validation de la réponse par le logiciel), elles s'intègrent dans la résolution d'un problème et nous donnent les moyens d'observer les différentes difficultés que les élèves peuvent rencontrer. En effet, la résolution d'un problème peut passer par la mise en oeuvre de stratégies différentes relevant de connaissances diverses qui peuvent être plus ou moins distantes du savoir en jeu. Notre objectif consiste donc à cibler les difficultés des élèves par rapport aux différents savoirs proposés au cours des cinq TP. Ainsi, comme nous l'avons dit dans la méthodologie d'analyse, à propos d'un savoir donné, nous détaillons les connaissances des élèves pour lesquelles nous supposons que le comportement des élèves n'est pas pertinent mais il fait partie des '*indices de l'appropriation du savoir*' (Brousseau, 1998, p. 98).

III.1 Détermination des tâches et comparaison du fonctionnement des quatre dyades

⁷⁸ Ce qui nous donne un signe que les élèves donnent sens au savoir en jeu durant la tâche à réaliser.

Pour chaque TP, nous déterminons les tâches pour lesquelles les dyades mettent en oeuvre des relations qui correspondent à des connaissances non attendues. Ensuite, nous comparons le fonctionnement des quatre dyades.

III.1.1 TP0 'Introduction de la chaîne sonore'

Cette séquence comporte cinq pages-écrans. La première (T1), qui introduit le modèle de la chaîne sonore, est suivie de quatre pages contenant chacune un exercice (de T2 à T5). La caractéristique commune des quatre tâches à partir desquelles nous identifions des connaissances non attendues est la suivante : elles sont précédées d'une tâche introductrice du modèle de la chaîne sonore (T1) et sont construites de la même manière. Le Tableau 77 donne les différentes tâches au cours desquelles les élèves ont mis en oeuvre une ou plusieurs connaissances non attendues.

Tableau 77 : Nombre de relation entre les niveaux attendus et ne correspondant pas à une connaissance attendue

Dyade, N° Tâche et Intitulée	Niveaux de savoir de la tâche	Nombre de relation entre les niveaux attendus (analyse a priori)	Nombre de relations ne correspondant pas à une connaissance attendue
Dyade 16			
T2 La chanteuse	TM CE	7	3
Dyade 12			
T4 l'indien	TM CE	5	2
Dyade 20			
T4 l'indien	TM CE	5	3
Dyade 8			
T2 La chanteuse	TM CE	8	4
T3 le public	TM CE	4	1
T4 l'indien	TM CE	4	1
Niveaux de savoir TM : théorie-modèle CE : champ expérimental OES : objets événements simulés Re : relation			

D'après le Tableau 77, nous constatons que les élèves mobilisent des connaissances non attendues à différents moments :

Lors de la réalisation du premier exercice d'application.

Les deux dyades (16 et 8) mobilisent des connaissances non attendues dès le premier exercice (T2). Elles appartiennent le milieu de propagation à un élément visible de la situation (la salle) au lieu de l'air (élément invisible). Nous donnons ici un exemple à partir de la dyade 16.

· T2 TP0 N° TdP 60 A 'Ensuite heu / ah il faut faire chaîne sonore / ouais la chanteuse ensuite moi je dirai air non ou salle'

- 61 B 'Air ou salle'
- 62 A 'Je ne sais pas'
- 63 B 'Moi sur mon truc (feuille de préparation) j'avais mis salle'

Durant les trois exercices d'application et dans des 'proportions' qui diminuent.

Les connaissances non attendues mobilisées par la dyade 8 relèvent d'une même difficulté : celle de déterminer le milieu de propagation. En fait, il semble que cela soit uniquement l'élève A qui ne parvienne pas à donner sens au milieu de propagation.

- T3 TP0 N° TdP 45 A 'Chapeau on va mettre'
- 46 B 'Non c'est l'air'
- 47 A 'Oui allez vas y / vas-y / c'est pas l'air / mais bon'

C'est seulement lors de l'exercice T4, que l'élève A prendra conscience du rôle joué par le milieu de propagation.

- T4 TP0 N° TdP 55 A 'Train / ah non pas sur / c'est peut être le rail / parce que c'est le rail qui émet'
- 56 B 'Le rail c'est le moyen'
- 57 A 'Ah oui c'est le moyen / donc rail l'émetteur / oui train émetteur / rail milieu / et récepteur c'est l'indien'

Lors du troisième exercice (T4).

Les dyades 12 et 20 mobilisent des connaissances non attendues en appariant la source de son au milieu de propagation 'le rail'. Nous donnons un exemple (dyade 20) :

- T3 TP0 N° TdP 92 B 'Ensuite planches / non rail' (à propos de l'émetteur)
- 93 A 'Oui mais c'est le train qui'
- 94 B 'Oui mais c'est par les rails qu'il entend'
- 95 A 'Oui mais ça fait train rail / et et l'indien'

III.1.1.1 En résumé

Nous retrouvons l'un des résultats de l'analyse globale : la mise en oeuvre successive d'un même modèle dans diverses situations semble favoriser l'évolution des élèves face à des difficultés (le nombre de relations correspondant à des connaissances non attendues diminue ou s'estompe). Ainsi, donner l'occasion aux élèves de réinvestir à plusieurs reprises un même modèle participe à l'appropriation du modèle en jeu. De plus, l'absence de réponse inexacte (comme par exemple la dyade 8 lors des tâches T3 et T4) n'indique pas que les élèves mobilisent des connaissances non attendues, c'est-à-dire,

qu'ils ont des difficultés à réaliser la tâche. Ce dernier point montre d'une part la complémentarité entre les deux analyses, globales et locales. D'autre part, cela souligne que le fait de donner une réponse 'exacte' n'est pas totalement significatif de l'appropriation du savoir en jeu.

III.1.2 TP1 'Les différents éléments de la chaîne sonore'

Le TP1 se compose de 8 tâches. L'objectif de ce TP est d'abord d'étudier le phénomène à l'origine du son, puis de décrire ce phénomène à partir des grandeurs physiques associées (la fréquence et l'amplitude). Le Tableau 78 regroupe les différentes tâches au cours desquelles les quatre dyades ont mis en oeuvre une ou plusieurs connaissances non attendues.

Tableau 78 : Etude des relations entre les niveaux attendus et non attendus mises en oeuvre lors du TP1

Dyade, N° Tâche et Intitulée	Niveaux de savoir de la tâche	Nombre de relation entre les niveaux attendus (analyse a priori)	Nombre de relations ne correspondant pas à une connaissance attendue
Dyade 16			
T1Activité expérimentale			
T1b Détermination	TM CE	5	2
T1d Conclusion	CE	3	2
T8 Test 2	TM OES	8	1
Dyade 12			
T3 Mesure de F	TM OES	5	1
T4 Mesure de A	TM OES	2	2
T8 Test 2	TM OES	8	1
Dyade 20			
T1Activité expérimentale			
T1b Détermination	TM CE	6	5
T3 Mesure de F	TM OES	18	16
T8 Test 2	TM OES	6	1
Dyade 8			
T8 Test 2	TM OES	22	10
Niveaux de savoir TM : théorie-modèle OES : objets événements simulés CE : champ expérimental Re : relation			

Dans la suite, nous présentons les principales difficultés des élèves en distinguant les caractéristiques principales de ces tâches.

III.1.2.1 Tâches précédées du modèle en jeu

Dans un premier temps, nous remarquons que les deux tâches T3 et T8, qui sont précédées d'une tâche introductive du modèle en jeu, sont celles qui donnent lieu à la

mise en oeuvre de connaissances non attendues dans des proportions particulièrement élevées (dyade 20 T3 et dyade 8 T8). Nous rappelons que l'analyse globale (Chapitre 8), a conduit à supposer que ces deux tâches posent des problèmes aux élèves. Nous étudions succinctement les difficultés mises en oeuvre par les dyades lors de la réalisation de ces deux tâches.

Commençons par la tâche 3. Si la dyade 12 ne mobilise qu'une seule connaissance non attendue, la dyade 20, en revanche, ne mobilise que deux relations correspondant à des connaissances attendues. La connaissance non attendue de la dyade 12 qui est commune à la dyade 20 résulte de la définition d'aller-retour utilisée par les élèves : ils comptent un à chaque aller et retour. Nous donnons un exemple à partir des verbalisations de la dyade 20 (TdP 22-27).

- T3 TP1 N° TdP 22 A 'Combien il en était'
- 23 B '5 et demi'
- 24 A '5 et demi'
- 25 B 'Donc ça fait aller-retour bon'
- 26 A 'Bein'
- 27 B 'Donc attends ça fait douze onze / parce que moi j'ai compté combien de fois il descend et il remonte / il faut compter'

Cependant, cette difficulté peut-être expliquée par la formulation de la consigne demandant de compter le nombre d'allers et retours : '*A l'aide du chronomètre, compter le nombre d'allers et retours effectués par la membrane du haut-parleur pendant un temps t (10 secondes par exemple). Puis donner la valeur de la fréquence de vibration*'.

Tandis que la dyade 12 parvient, suite à l'appel de l'onglet Aide, à prendre conscience de l'écart entre ses connaissances et celles qui sont attendues, la dyade 20 ne reconnaîtra partiellement⁷⁹ cette difficulté qu'au bout de 14 minutes. Cette dyade mobilise différentes connaissances non attendues qu'elle mobilise même suite à l'appel de l'onglet Aide que nous recensons ci-dessous :

· apparier la fréquence de vibration au nombre d'allers-retours compté durant un temps t,

· utiliser la formule de la fréquence sans donner sens à la période T ce qui l'amène à l'identifier au nombre d'allers-retours compté ou au temps pour compter le nombre d'allers-retours .

Lors de la tâche (T8) où les élèves sont censés mettre en oeuvre la relation entre la

⁷⁹ Partiellement puisque lors de la mesure 2, cette dyade mobilise à nouveau cette connaissance non attendue à propos d'allers-retours.

perception sonore et les grandeurs caractéristiques de la vibration, les difficultés rencontrées sont les suivantes :

Relation entre un son faible et une amplitude élevée (dyade 16 N° TdP 31à 33, dyade 8 N° TdP 38 et 160).

Relation entre un son faible et une fréquence petite (Dyade 20, N° TdP 8-10 et N° TdP 15-16).

Relation entre un son grave et une fréquence élevée (Dyade 8 N° TdP 87)

Détermination des grandeurs caractéristiques de la vibration (fréquence et amplitude) à partir des représentations dynamiques qui présentent un mouvement flou de la membrane du haut-parleur (Dyade 12 (N°TdP 17-18), dyade 20 (N° TdP 3), dyade 8 (N° TdP 33).

III.1.2.2 Tâches se rapportant à un modèle connu présenté dans une séquence précédente

Lors de la tâche T1b 'détermination de la source de son', nous relevons une même connaissance non attendue des dyades 16 et 20. Elles associent la source à l'objet agissant sur la source de son tel que la main, la baguette (dyade 16 (TdP 33-37), dyade 20 (TdP 45-51)). Nous donnons ci-dessous un exemple à partir de la dyade 16.

- T1 TP1 N° TdP 33 B 'Déterminer directement la source de son en cliquant sur l'image / êtes vous sûr de votre réponse'
- 34 A 'Non c'est la baguette'
- 35 B 'Ah bein non bein oui je n'avais pas compris que c'était ça bon / non la baguette frappe la peau du tambourin c'est la peau qui est la source du son (*lecture du feed-back*)'
- 36 A 'Ah bon'
- 37 B 'Ah ah je ne savais pas / oui la peau du tambourin est la source du son / moi je croyais que c'était l'action comme si ce n'était pas si on ne tape pas dessus cela ne va pas faire de bruit +'

III.1.2.3 Autres cas

Dans le cadre des deux tâches suivantes, nous allons montrer qu'une connaissance non attendue peu perdurer suite à la réalisation de différentes tâches semblables, et suite à la consultation d'informations dans l'onglet Aide.

Lors de la tâche T1d Conclusion, nous retrouvons l'une des connaissances non attendues de l'élève B dyade 16 à propos des sources de son : elle considère que la

source de son ne vibre pas, elle donne lieu à des vibrations (N° TdP 76-79 (T1c) et N° TdP 196-201 (T1d)) :

- Dyade 16 T1c 'Description' de l'expérience du diapason
- *T1 TP1 N° TdP 76 A* 'Il (*le diapason*) vibre il vibre c'est justement ça qui fait décoller la balle'
- *77 B* 'Oui mais c'est pas lui qui vibre'
- *78 A* 'Bein si'
- *79 B* 'Il émet des vibrations'
- Dyade 16 T1d 'Conclusion' de l'activité expérimentale
- *T1 TP1 N° TdP 196 A* 'Alors toutes les sources de son'
- *196 B* 'Sont créées à partir d'une vibration'
- *197 A* 'Heu'

Lors de la tâche 4 'Mesure de l'amplitude', la dyade 12 recueille des informations dès la lecture de l'énoncé. L'élève B semble avoir construit le savoir en jeu. Pour l'élève A, suite à la navigation dans l'onglet Aide, l'amplitude de vibration est définie comme le déplacement de la partie vibrante de la source entre sa position minimale et sa position maximale. Nous pouvons noter que l'élève B suite à la demande de validation de la réponse (TdP 7) justifie la réponse de l'élève A en se référant à la définition de l'amplitude (TdP 10) :

- *T4 TP1 N° TdP 4 B* 'L'amplitude de déplacement oui / c'est la différence entre le machin là et le maximal'
- *5 A* 'Une graduation en mm'
- *6 B* 'Une deux trois quatre cinq /cinq'
- *7 A* 'Ça fait dix oui 10 tu vas voir / oh purée ++'
- *8 B* 'Non c'est cinq'
- *9 A* 'Oui'
- *10 B* 'C'est la différence / c'est à partir du point repos'

III.1.2.4 En résumé

Les tâches qui conduisent à la mise en oeuvre d'un nombre élevé de connaissances non attendues sont celles que nous avons identifiées comme difficile lors de l'analyse globale et sont celles qui sont précédées des tâches introductives du modèle en jeu. Au cours de la réalisation de ces tâches, les élèves se réfèrent à plusieurs reprises à l'onglet

Aide (Chapitre 8). Cela peut signifier que les élèves ont des difficultés à prendre conscience de l'écart entre leurs connaissances et celles qui sont attendues. Ensuite, nous avons noté que le réinvestissement d'un modèle connu, celui de la chaîne sonore, à partir d'un dispositif expérimental nouveau, favorise l'émergence de nouvelles difficultés des élèves. Comme nous l'avons présenté dans le cadre théorique (Partie A), il est important de proposer une nouvelle situation à partir de laquelle l'élève s'assurera de la reproductibilité de sa connaissance.

III.1.3 TP2 'Le milieu de propagation du son'

Nous rappelons que ce TP a pour objectif d'amener les élèves à prendre conscience que l'une des conditions pour percevoir un son est liée à la présence d'un milieu de propagation. Nous présentons les principales difficultés des élèves en distinguant les caractéristiques principales de ces tâches.

Tableau 79 : Etude des relations entre les niveaux attendus et non attendus mises en oeuvre lors du TP2

Dyade, N° Tâche et Intitulée	Relation entre les niveaux attendus (analyse <i>a priori</i>)		Nombre de relations ne correspondant pas à une connaissance attendue
	Relation	Nombre	
Dyade 16			
T9 Prévoir 'Introduisons de l'hydrogène'	Re(TM-CE)	3	2
Dyade 12			
T7 Chaîne sonore cloche à vide	Re(TM-CE)	4	1
Dyade 20			
T7 Chaîne sonore cloche à vide	Re(TM-CE)	7	3
Niveaux de savoir TM : théorie-modèle CE : champ expérimental OES : objets événements simulés Re : relation			

III.1.3.1 Tâches se rapportant à un modèle connu

Nous remarquons que la modélisation de l'expérience de la cloche à vide à partir du modèle de la chaîne sonore, favorise la mise en oeuvre de connaissances non attendues par les dyades 12 et 20. Ces connaissances non attendues sont communes aux deux dyades. La construction de la chaîne sonore aide les élèves à identifier les différents lieux où 'va vivre' le son et à leur faire prendre conscience que lorsque le vide est réalisé, il y a 'aucun' milieu de propagation et 'aucun' récepteur. La dyade 12 écarte sa connaissance non attendue dès le début de la réalisation de la tâche (N° TdP 23-25).

· N° TdP 23 B 'Lorsque le vide est réalisé et bien il y a juste la cloche qui est le récepteur

le réveil'

- 24 A 'L'émetteur c'est le réveil'
- 25 B 'L'émetteur et aucun aucun aucun / aucun / aucun'

En revanche, la dyade 3 propose successivement différents récepteurs potentiels, puis décide de retourner dans la page-écran où le modèle est introduit (N° TdP 23-33) :

- T7 TP2 N° TdP 23 A 'Oreille c'est avec tes oreilles que tu entends'
- 24 B 'Oui'
- 25 A 'Ah' (*réponse inexacte*)
- 26 B 'Essaye moi je dirais la cloche / enfin le socle / non la cloche'
- 27 A 'Bon alors cloche / oui +'
- 28 A et B 'Non' (*réponse inexacte*)
- 29 A 'Bon bein c'est entre le socle alors'
- 30 B 'Attends / heu + c'est aucun c'est aucun puisqu'on n'entend pas de son'
- 31 A 'Ah y a pas'
- 32 B 'Je ne sais pas'
- 33 A 'Attends (*retourne en arrière jusqu'à l'indien*) / tu vois aucun'

III.1..3.2 Termes non familiers aux élèves

La dernière difficulté relevée dans le cadre de ce TP, est due au terme dihydrogène : '*Faisons pénétrer du dihydrogène dans la cloche dans laquelle on a fait le vide*'. Les élèves sont alors amenés d'une part à identifier le dihydrogène en tant que gaz et d'autre part à apparier ce gaz au milieu de propagation. L'appel de l'onglet Aide favorisera la construction à la fois que le dihydrogène est un gaz et que le gaz est un milieu de propagation. Nous donnons un exemple avec la dyade 16 :

- T9 TP2 N° TdP 4 A 'Deux H je ne sais pas moi c'est un gaz'
- 5 B 'C'est un gaz '
- 7 B 'Milieu' (*sélection de l'information Milieu dans l'onglet Aide*).
- 8 A 'Non bein non ils mettent gaz là par exemple le gaz carbonique le dihydrogène'

III.1..3.3 En résumé

Nous retrouvons ici, l'intérêt de proposer aux élèves d'utiliser un modèle connu pour expliquer la situation proposée. Ensuite, nous avons noté que l'utilisation de termes non

familiers 'dihydrogène' perturbe la démarche des élèves.

III.1.4 TP3 'La propagation du son dans l'air'

L'objectif de ce TP est d'amener les élèves à se construire un modèle explicatif de la propagation du son dans l'air à partir de deux situations expérimentales. Cette séquence est censée permettre d'établir le lien entre les phénomènes microscopiques (mouvement des particules constituant l'air lors de l'émission d'un son) et, les phénomènes macroscopiques faisant intervenir des objets matériels, utilisés ou non dans la vie quotidienne.

Tableau 80 : Etude des relations entre les niveaux attendus et non attendus mises en oeuvre lors du TP3

Dyade, N° Tâche et Intitulée	Relation entre les niveaux attendus (analyse <i>a priori</i>)		Nombre de relations ne correspondant pas à une connaissance attendue
	Relation	Nombre	
Dyade 16			
T3 Exploitation de l'expérience Chaîne sonore	Re(TM-CE)	6	
T11 Expérience bougie (observation)	Re(TM-CE)	3	2
T12 Interprétation de l'expérience	Re(TM-CE)		
T13 Interprétation macroscopique	Re(TM-CE) Re(TM-OES)	7	4
Dyade 12			
T3 Exploitation de l'expérience Chaîne sonore	Re(TM-CE)	3	2
Dyade 20			
T3 Exploitation de l'expérience Chaîne sonore	Re(TM-CE)	4	3
T12 Interprétation de l'expérience	Re(TM-CE)	3	2
Dyade 8			
T3 Exploitation de l'expérience Chaîne sonore	Re(TM-CE)	6	4
T12 Interprétation de l'expérience (bougie)	Re(TM-CE)	2	2
Niveaux de savoir TM : théorie-modèle CE : champ expérimental OES : objets événements simulés Re : relation			

III.1.4.1 Tâches se rapportant à un modèle connu présenté dans une séquence

précédente

Le modèle de la chaîne sonore

Nous rappelons que la chaîne sonore est censée ici permettre aux élèves de se distancer par rapport à l'événement en jeu, 'le mouvement de la balle' et de construire une première interprétation de son mouvement en tenant compte des différents éléments de la chaîne sonore. Cette activité est précédée d'une tâche dédiée à l'observation de l'expérience. Au cours de la réalisation de la tâche, nous retrouvons l'une des connaissances non attendues des élèves mises en oeuvre durant le TP1 : l'appariement de la source de son avec l'objet 'actant', la baguette et l'appariement du récepteur avec l'objet associé à l'événement observable, la balle.

Si pour la dyade 1, cette connaissance semble être écartée (N° 21-25), pour les trois autres dyades c'est la solution qu'ils choisissent. Nous donnons ci-dessous un exemple à partir de la dyade 20

- T3 TP3 N° TdP 6 A 'Récepteur/ milieu / là tu as'
- 7 B 'Baguette'
- 8 A 'Ouais'
- 9 B 'Tambour / air'
- 10 A 'Heu non en premier c'est l'air et récepteur c'est la balle c'est normal'

Ensuite, via la construction de la chaîne sonore les élèves vont parvenir à se rendre compte qu'un récepteur n'est pas uniquement un dispositif permettant de percevoir un son (Dyade 1 N° TdP 29), mais est un dispositif qui transforme un bruit ou un son en un signal observable (signal électrique dans le cas d'un microphone, une sensation sonore dans le cas de l'oreille, une vibration) (dyade 1 (N° TdP 32), dyade 3 (N°TdP 20), dyade 4 (N° TdP 17)). Nous donnons ci-dessous un exemple à partir de la dyade 1 :

- T3 TP3 N°TdP 28 A 'Air oui / et récepteur'
- 29 B 'C'est l'oreille / en fait c'est le son que l'on entend'
- 32 A 'A mon avis le récepteur c'est l'autre tambourin mais je ne suis pas sûr / essaye de toute manière'

Nous observons ici l'apport de la modélisation de la situation à partir de la chaîne sonore afin d'une part de distinguer les différents éléments de la chaîne sonore et d'autre part de prendre conscience du rôle de la balle dans l'expérience.

Le modèle de la vibration de la source de son

Au cours de la réalisation de la tâche 11 'Observation de l'expérience', durant laquelle les élèves sont censés observer le mouvement de la flamme de la bougie ainsi que celui de la membrane, nous constatons que l'un des élèves de la dyade 1 considère que dans le domaine des infrasons la source de son ne vibre pas ce qui va à l'encontre

du modèle introduit lors du TP1 (T1) et du TP3 (T9).

- *T11 TP3 N° TdP 23 B011* 'Oui / à très basse fréquence le son est inaudible / la membrane ne bouge pas'
- *24 A* 'Si la membrane bouge'

De plus, nous retrouvons une nouvelle connaissance non attendue lors de la tâche 12 du TP3 : la dyade 16 considère que lorsque la source de son émet un son ni la source ni le milieu de propagation vibrent (N° TdP 57). Cela peut signifier que lors de la réalisation d'une tâche, les élèves se fient à ce qu'ils voient et omettent durant la réalisation de la tâche certaines de leurs connaissances : le contexte de la tâche implique un certain fonctionnement de la dyade.

- *T12 TP3 N° TdP 49 B* 'Lorsqu'on est / à basse fréquence / non à basse fréquence / comme ça ça non parce que sinon après c'est trop court / A basse fréquence la membrane bouge'
- *50 A* 'J'allais mettre l'air vibre'
- *57 B* ' Bon (?) à partir de trente Hz la membrane ne bouge plus le son est audible / à partir de trente Hz la membrane / b r / ne bouge plus le son est audible'
- *58 A* ' Et l'air non plus'

La dyade 20 énonce aussi lors de la tâche 12 que le milieu ne vibre pas lorsqu'il est possible de percevoir un son. Elle pointe elle-même que cette interprétation est en désaccord avec leur prédiction de la tâche 10 de ce même TP.

- *T12 TP3 N° TdP 42 A* 'Alors / en fait quand il y a le son le milieu ça ne bouge pas / quand il y a pas de son et bein ça bouge'
- *43 B* 'Oui c'est ce que l'on vient de dire'
- *44 A* 'Oui mais ce qu'il faut mettre / quand un son se propage et bien l'air ne vibre pas / mais si c'est en désaccord avec ce que l'on avait dit'
- *45 B* 'Alors'
- *46 A* 'Bien oui / ne vibre pas'

Remarque

Nous donnons quatre explications possibles pour de telles interprétations :

Le questionnement est limité aux infrasons ce qui ne donne pas les moyens aux élèves d'envisager ce qu'il se passe dans le cas où ils percevraient un son.

La vidéo de l'expérience montre que la flamme de la bougie ne vibre plus dès que l'on perçoit un son ce qui permet d'expliquer les réponses fournies.

La réponse ne tient pas non plus compte du comportement de la flamme lorsque le son est audible : 'La flamme de la bougie est animée du même mouvement de va et vient que la membrane du haut-parleur. Quand le mouvement est visible, le son est inaudible'. En outre, il aurait été peut-être intéressant d'introduire le phénomène de persistance rétinienne dès le début de la séquence du TP3 afin que les élèves soient à même de comprendre que l'oeil est capable de distinguer les différents allers-retours effectués par la partie vibrante de la source de son pour un domaine de fréquence bien particulier (inférieure à 4 Hz).

La relation entre la perception sonore et la vibration

Au cours de la tâche 13 'Question' (interprétation microscopique), les élèves vont mobiliser des connaissances non attendues relatives à la relation entre la perception sonore et les grandeurs caractéristiques de la vibration en tentant de vérifier si la proposition '*Le son émis par le haut-parleur se déplace d'autant mieux que le volume sonore est élevé*'. Ils reconstruisent ces relations via l'utilisation du matériel.

- T13 TP3 N° TdP 11 A011'Attends attends on avait vu la fois dernière que quand la fréquence elle était basse ou haute que le son il était plus fort / la fréquence elle est haute ? ou plus basse'
- 12 B 'Bein haute / parce que regarde'

III.1.4.2 Tâches demandant de modéliser la propagation du son sans expliciter dans la consigne la mise en oeuvre du modèle en jeu durant la séance

Lors de la tâche 12, les élèves mobilisent leurs propres connaissances pour expliquer le phénomène en jeu. Chaque dyade mobilise des connaissances non attendues et parfois reprennent le modèle qu'elles ont proposé en début de séance :

Les dyades 16 (TdP 47-60) et 20 (TdP 42-44) considèrent que le milieu vibre uniquement lorsqu'il y a un son : modèle issu de l'observation de la vidéo lors de la tâche 11.

- T12 TP3 N° TdP 57 B 'Bon (?) à partir de trente Hz la membrane ne bouge plus le son est audible / à partir de trente Hz la membrane / b r / ne bouge plus le son est audible'
- 58 A 'Et l'air non plus'
- 59 B 'Et merde / plus'
- 60 A 'Et l'air non plus / c'est ça non'

La dyade 12 considère que lorsque le son se propage il y a des vibrations dans l'air (TdP 43) : modèle proposé lors de la tâche 4 'Interprétation de l'expérience des deux tambourins'.

- T4 TP3 N°TdP 26 A 'Oui / l'air elle vibre qui fait vibrer l'autre tambourin qui fait sursauter la balle'
- 43 A 'Quand le son / quand le son se propage / vas y marques / quand le son se propage / il fait vibrer / il y a des vibrations dans l'air / ce qui fait bouger la flamme / vibration / oui faites l'expérience parce que c'est mieux (*il parle à l'autre groupe*)'

La dyade 8 interprète la vibration du son en tant qu'une onde sonore (N° TdP 42-46) : modèle proposé lors de la tâche 4 'Interprétation de l'expérience des deux tambourins'.

- T4 TP3 N°TdP 26 B 'L'air il vibre pas il transporte c'est les ondes qui vibrent'
- T12 TP3 N°TdP 49 B 'L'air fait transporter les ondes émises par le haut-parleur + et font bouger la bougie +'
- 50 A 'Mais oui mais ça on l'avait dit ça + aller hop valide / mais bon'

III.1.4.3 En résumé

L'analyse des tâches conduisant à la mise en oeuvre de relations attendues nous a permis de noter dans un premier temps que les savoirs introduits lors du premier TP ne sont pas encore construits par les quatre dyades : la vibration de la source de son, la relation entre la perception sonore et les grandeurs caractéristiques du son, le modèle de la chaîne sonore. En fait, au travers de la réalisation des différentes tâches, les élèves sont amenés à mettre en oeuvre les savoirs introduits lors du premier TP et à élaborer en même temps un modèle de la propagation du son. Au cours de la tâche 12, nous retrouvons pour deux dyades sur quatre la mise en oeuvre d'un même modèle interprétatif de la propagation du son que lors de la tâche 4. Cela semble montrer que la réalisation des autres tâches n'a pas permis aux élèves de modifier leur modèle. En outre, le modèle particulière introduit lors de la tâche 6 n'est pas utilisé jusqu'à la tâche 13: l'absence de questionnement explicite relatif au modèle particulière durant les tâches 7 à 13 peut contribuer à ce que les élèves privilégient leur modèle à celui qui est proposé. Nous retrouvons également que l'utilisation d'un modèle connu favorise la construction de sens du phénomène en jeu. Certes, les élèves ont donné une réponse inexacte lors de la réalisation de la chaîne sonore, mais cette tâche leur a permis de pointer le rôle de la balle. L'erreur réalisée donne l'occasion aux élèves de donner sens aux éléments de la situation, elle est donc constitutive du processus d'apprentissage (Balacheff, 1994).

III.1.5 TP4 'Deux des grandeurs caractéristiques du son'

L'objectif du TP4 est d'étudier deux des propriétés du son la hauteur et le volume (ou

Conception d'un hypermédia et analyses de l'influence de l'organisation des contenus sur l'activité des élèves :

intensité) en relation avec les grandeurs caractéristiques de l'onde sonore la fréquence et l'amplitude. Durant cette séquence, nous donnons la possibilité aux dyades choisies d'utiliser le matériel.

Tableau 81 : Etude des relations entre les niveaux attendus et non attendus mises en oeuvre lors du TP4

Dyade, N° Tâche et Intitulée	Relation entre les niveaux attendus (analyse <i>a priori</i>)		Nombre de relations ne correspondant pas à une connaissance attendue
	Relation	Nombre	
Dyade 16			
T 12 Etude des grandeurs caractéristiques du son à l'oscilloscope	Re(TM-OES)	17	2
T24 Reproduction du son du diapason (expérience)	Re(TM-OES)	6	1
Dyade 12			
T4 Première expérience : Perception sonore	Re(TM-CE)	2	1
T5 Interprétation de l'expérience	Re(TM-CE)	2	1
T16 Reproduire le même son : Question	Re(TM-CE)	2	1
T21 Expérience 2 : Emetteur -récepteur	Re(TM-CE)	1	1
T22 Expérience 3 Emetteur –récepteur	Re(TM-CE) Re(TM-OES)	5	5
Dyade 20			
T9 Interprétation de l'expérience	Re(TM-CE)	3	1
Niveaux de savoir TM : théorie-modèle CE : champ expérimental OES : objets événements simulés Re : relation			

Nous notons que chacune des dyades mobilisent des connaissances non attendues lors de tâches différentes et dans des proportions assez réduites (sauf pour la dyade 12). Notre étude se basera sur une étude du savoir en jeu. Nous rappelons que ce TP a pour principal objectif que les élèves réinvestissent les différents savoirs du TP1 à partir de nouvelles représentations. Nous décrivons ci-dessous les tâches au cours desquelles les élèves ont mobilisé des connaissances non attendues.

III.1.4.1 Tâches se rapportant à un modèle connu présenté dans une séquence

précédente

Relation entre la perception sonore et les grandeurs caractéristiques de la vibration

Lors de la tâche T4, l'élève A de la dyade 12 semble hésiter lors de l'élaboration de la relation :

- T4 TP4 N° TdP 41 A 'Plus aigu / quand on augmente l'amplitude et bein le son il est + (...) de plus en plus fort / ah' (A propose une première réponse qui est inexacte)
- 42 B 'De quoi /'
- 43A 'Et bein voilà'
- 44B 'Si tu augmentes la truc amplitude'
- 45 A 'Oui /oui je disais je me suis gouré'

A propos de la dyade 16, nous constatons que l'élève B ne mobilise pas lors des tâches 12 et 24 la même connaissance non attendue : la relation entre la grandeur amplitude et la hauteur.

- T12 TP4 N° TdP 64 B 'L'amplitude là elle est plus petite / donc ça va être plus grave'
- 76 B 'L'amplitude elle est plus grande donc ça va être plus aigu'
- 79 A 'Attends attends / l'amplitude ce n'est pas ça / l'amplitude c'est si c'est plus fort ou moins fort'
- T24 TP4 N° TdP 7 A 'Trop grave / c'est trop grave'
- 8 B 'Oui / donc on va monter l'ampl /'
- 9 A et B 'Non'
- 10 A 'Fréquence'
- 11 B 'Non c'est la fréquence /'

Enfin, dans le cadre de la dyade 20, au cours de tâche 9 'Interprétation de l'expérience' dont l'objet est de préciser de quelle manière la perception sonore évolue lorsque la fréquence de la tension électrique augmente, nous relevons une relation ne correspondant pas à une connaissance attendue de l'élève B (N° TdP 33) :

- T9 TP4 N° TdP 32 A 'Et ben c'est plus aigu plus la la fréquence est'
- 33 B 'Petite'
- 34 A 'Est grande plus c'est aigu si parce que quand on augmente la fréquence hop ça devient aigu /'

Néanmoins, la connaissance non attendue mise en oeuvre par l'élève B semble être due à la difficulté de lier la représentation du mouvement de la partie vibrante de la source à la perception sonore. La 'vibration fine' (N° TdP 27) peut être vue comme la représentation dynamique fournie lorsque la valeur de la fréquence est élevée : c'est un mouvement flou de la membrane du haut-parleur. De plus, à partir de la vidéo ou de la simulation, nous avons la sensation que plus la fréquence augmente plus le son 'devient fort'. En fait, il nous faudrait préciser dès la tâche 9 du TP3 que notre perception sonore dépend de la fréquence de vibration de la source (voir audiogramme⁸⁰).

- T9 TP4 N° TdP 27 B 'Faire le lien entre / ben plus la vibration est fine plus le son est petit'
- 28 A 'Non la fréquence de varia- de / la fréquence de vibration est est'
- 29 B 'Ouais mais le son il est moins fort quand la vibration'
- 30 A 'est moins forte / On parle pas du son on parle de la fréquence'
- 31 B 'La perception sonore /'

III.1.4.2 Tâches nécessitant de se référer à la situation expérimentale pour mettre en oeuvre le modèle

Les deux tâches 21 et 22 au cours desquelles les élèves mettent en oeuvre des connaissances non attendues ont un même objectif : déterminer les caractéristiques de l'onde sonore selon la position du récepteur par rapport à celle de l'émetteur, dans le cadre de deux contextes distincts : une situation de la vie quotidienne pour la tâche 21 et un dispositif expérimental pour la tâche 22. De plus, les élèves sont censés mettre en oeuvre le même modèle à partir de deux systèmes sémiotiques : le langage naturel (tâche 21) et la représentation graphique (tâche 22).

Nous rappelons que, lors de la tâche 20, les élèves prédisent l'évolution de la perception sonore selon la position du récepteur dans l'espace à partir de la situation de la vie quotidienne aussi proposée dans la tâche 21.

Nous relevons que suite à la réalisation difficile de la tâche 20, les élèves parviennent à réaliser également avec difficulté les deux tâches qui suivent. En fait, il semble que les élèves ne réalisent pas le lien entre la tâche 20 et les tâches 21 et 22. En effet, lors de la tâche 21, pendant que l'élève A propose et évalue successivement ses réponses et qui sont inexactes (N°TdP 30), l'élève B utilise le matériel pour reconstruire le lien entre la perception sonore et les grandeurs caractéristiques de la vibration : il met en oeuvre le champ expérimental au travers de l'utilisation du modèle.

- T21 TP4 N° TdP 26 A 'Ah c'est en fonction de l'amplitude et de la fréquence / plus petite / fréquence'

⁸⁰ L'audiogramme est un diagramme qui donne les caractéristiques de la perception auditive d'un individu. On représente le niveau acoustique du son perçu en fonction de sa fréquence.

- 27 B 'Attends c'était regarde / l'amplitude elle est plus petite' (*utilisation du matériel*)
- 28 A 'Et la fréquence'
- 29 B 'La fréquence elle est égale / attends je vais changer d'amplitude ' (*utilisation du matériel et construit la bonne relation*)
- 30 A 'Ah oui c'est ça / encore plus petite / encore plus petite' (*validation et réponse inexacte*)
- 31 B '(?) / attends ++'
- T21 TP4 N° TdP 32 A 'La fréquence n'est pas la même / ah oui la fréquence elle est plus grande' (*validation et réponse inexacte*)
- T21 TP4 N° TdP 33 B '(utilisation du matériel) Ah mais quand c'est plus grand / ça fait un son plus aigu donc elle est pas plus grande l'amplitude heu la fréquence ça ne sera pas un son plus aigu / là tu dis cela sera un son plus grave (montre fréquence plus faible) / là plus aigu et la pareil / donc c'est identique et identique' (B explique à A les choix)

Nous remarquons que là encore l'élève B se réfère continuellement au matériel pour réaliser la tâche et reconstruire les relations attendues. Il semble que le matériel permette à l'élève B de se reconstruire la situation proposée.

Toutefois, cette première situation ne permet pas aux élèves d'élaborer le savoir en jeu. En effet, au cours de la tâche 22, ils se trouvent confronter au même problème : ils sont censés réinvestir le modèle mais ne 'maîtrisent' pas la situation expérimentale.

- T22 TP4 N° TdP 41011B 'Expérience 3 / Le microphone est un récepteur sonore il reçoit le son émis par un émetteur / et bein vas y'
- 42 A 'Oui on fait quoi on doit faire quoi'
- 43 B 'Déterminer la forme de la tension en fonction du temps aux bornes des deux microphones / il faut en mettre une là-bas'
- 44 A 'L'amplitude déjà elle ne change pas'
- 45 B 'Bein non l'amplitude reste la même'

Il faut attendre l'intervention de l'élève A (N°TdP 50) pour qu'ils construisent la relation avec la tâche précédente :

- T22 TP4 N° TdP 54 A 'La fréquence elle doit pas être identique'
- 55 B 'Je ne sais pas (retour page précédente) / identique'
- 56 A 'Fréquence identique'

L'analyse de cette dyade a montré la difficulté des élèves à passer du modèle au champ

expérimental. Ainsi, l'intérêt de ces trois tâches est de donner les moyens aux élèves d'interpréter deux tâches au niveau du modèle en se référant à une tâche au niveau du champ expérimental.

III.1.4.3 En résumé

Lors de ce dernier TP, le premier point qu'il faut relever est que peu de tâches conduisent à la mise en oeuvre de connaissances non attendues et celles-ci ne sont pas communes aux dyades. Cela montre que globalement les élèves donnent sens aux savoirs en jeu durant le TP1 aux cours de la réalisation du TP2, TP3 et TP4. Toutefois, nous avons remarqué que les tâches se rapportant au savoir 'relation entre la perception sonore et les grandeurs caractéristiques de la vibration' sont celles qui principalement donnent lieu à ces connaissances non attendues (que nous retrouvons lors du TP1 et TP3).

Ensuite, il a semblé qu'il était difficile pour des élèves de faire des allers-retours entre le modèle (niveau de la réponse) et le champ expérimental situation proposée (Tâche 21 et 22) lorsque ces derniers ont des difficultés, au départ, à décrire une situation dans les termes du champ expérimental. De ce fait, il semble qu'il leur est difficile de s'écarter du niveau de la réponse à donner.