

Université Lumière Lyon 2
Université Cheikh Anta DIOP Dakar

Ecole doctorale : EPIC

Equipe ADIS-LST (groupe COAST) de l'UMR 5191 ICAR

**Comparaison des pratiques de classes dans
le cas de l'enseignement de l'énergie en
première scientifique (grade 11)**

Analyse à l'aide du logiciel Transana

par Mouhamadoune SECK

Thèse de doctorat de Sciences de l'Éducation

sous la direction d'Andrée TIBERGHIEEN

soutenue le 4 décembre 2007

Composition du jury :

Alain MERCIER, professeur à l'INRP

Andrée TIBERGHIEEN, directrice de recherche au CNRS

Martine MEHEUT, professeure à l'IUFM de Créteil

Abdoulaye SAMB, professeur à l'université Cheikh Anta DIOP

Sommaire

<i>Remerciements</i>	2
<i>Introduction</i>	5
<i>Première partie. Cadre théorique</i>	7
Travaux sur les pratiques de classes et la performance des élèves.....	7
Etude de la classe de Physique.....	10
Le fonctionnement de la physique.....	13
Le savoir enseigné en classe de physique.....	15
Signification du concept d'énergie dans une perspective historique et dans quelques cas de projets d'enseignement.....	21
Questions de recherche.....	29
<i>Deuxième partie. Méthodologie</i>	31
Méthodes utilisées pour analyser les programmes officiels.....	31
Méthodes utilisées pour l'étude des pratiques d'enseignement.....	33
Méthodes utilisées pour les liens entre pratiques de classe et performances des élèves.....	59
<i>Troisième partie. Analyse des programmes de physique des deux pays</i>	62
Filières d'enseignement concernées par l'étude.....	62
Les contenus à enseigner dans les deux programmes.....	63
Approches préconisées dans l'enseignement des phénomènes énergétiques.....	68
Exemple de modélisation dans la partie énergétique des deux programmes.....	71
<i>Quatrième partie. Analyse des pratiques de classes au niveau mésoscopique</i>	87
Présentation des établissements où les enregistrements se sont déroulés.....	87
Phase didactique et organisation de la classe.....	88
Thèmes.....	103
<i>Cinquième partie. Analyse des pratiques de classes au niveau microscopique</i>	170
Analyse globale.....	170
Lien entre pourcentage de mots/expressions dans les ensembles conceptuels et le thème ou la durée.....	174
Lien entre la durée en classe entière et le pourcentage de mots/expressions utilisés dans les ensembles conceptuels.....	181
Distribution des ensembles conceptuels selon le type d'organisation de la classe.....	182
Nombre de sous-thèmes et nombre d'ensembles conceptuels dans chaque thème.....	185
Analyse globale des ensembles conceptuels.....	187
Analyse des séquences du point de vue de la modélisation et des registres sémiotiques.....	193
<i>Sixième partie. Analyse du questionnaire administré (avant et après enseignement)</i>	208

A. Fonctionnement des sciences et processus de modélisation (Q1 à Q3).....	209
B. Termes (relatifs à l'énergie) utilisés dans la vie de tous les jours et/ou en physique Q4 et Q5 .	216
C. Etude de systèmes en interaction : identification des systèmes et modes de transfert d'énergie. Q6 (avec les sept situations).....	221
D. Transfert d'énergie par travail mécanique. Q7	226
E. Formes d'énergie stockée et conservation de l'énergie (Q8)	229
F. Système en termes de réservoir et de transformateur, formes d'énergie stockée et modes de transfert d'énergie (Q9).....	232
Synthèse de la description des réponses du questionnaire	235
Pistes d'interprétations possibles	236
<i>Conclusion et perspectives</i>	238
Points essentiels de l'analyse de pratiques de classe en termes de savoir en jeu.....	238
Bilan de la méthode d'analyse avec le logiciel Transana.....	240
Liens entre pratiques de classes et acquisitions des élèves.....	241
<i>Bibliographie</i>	242
<i>Table des matières</i>	248

Annexe

Annexe 0 Texte du modèle de l'énergie.

Modèle de l'énergie

L'énergie est d'abord introduite par ses propriétés puis, comme le font les physiciens, par un principe fondamental de conservation.

L'énergie une grandeur associée à un système. Son unité est le joule (J).

I. Les trois propriétés et le principe de conservation de l'énergie.

1. Les trois propriétés de l'énergie.

- Un système peut stocker l'énergie : possibilité de **stockage de l'énergie**.
- Un système peut changer la forme sous laquelle il stocke l'énergie : possibilité de **changement de forme de l'énergie**.
- Un système peut fournir de l'énergie à un autre système ou en recevoir d'un autre système : possibilité de **transfert de l'énergie**.

2. Le principe fondamental de la conservation de l'énergie.

Quels que soient les différentes transformations et les différents transferts qu'elle subit, l'énergie ne peut être ni créée ni détruite.

Conséquences :

- Si un système ne reçoit et ne fournit aucune énergie alors son énergie se conserve. On dit qu'un tel système est énergétiquement isolé. Seul l'univers est en toute rigueur énergétiquement isolé mais il est très utile aux physiciens de choisir des systèmes qu'ils pourront considérer comme tels.
- Si un système ne reçoit pas la même quantité d'énergie que celle qu'il fournit, alors son énergie varie d'une quantité égale à la différence entre les quantités d'énergie qu'il reçoit et qu'il perd.

II. Les modes de transferts et de changements de forme de l'énergie.

Les transferts d'énergie peuvent avoir lieu entre deux systèmes ou entre deux parties d'un même système. Dans ce dernier cas, les transferts d'énergie au sein du système peuvent se traduire par des changements de forme sous laquelle il stocke l'énergie.

Les différents modes de transfert de l'énergie sont :

Le transfert par mode travail.

On considère qu'il y a transfert d'énergie par mode travail chaque fois qu'il y a déplacement d'un objet (ou d'une partie d'un objet) au cours d'une interaction.

On peut distinguer le **travail mécanique** et le **travail électrique**. Dans ce dernier cas, l'interaction est de nature électrique et les objets en mouvement sont chargés (courant électrique par exemple)

Le transfert thermique ou mode chaleur.

Le transfert par mode rayonnement.

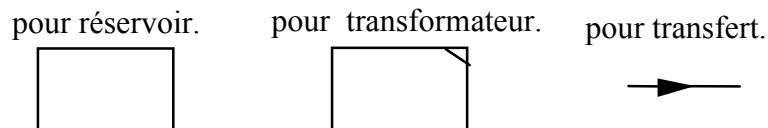
III. Les différents types de systèmes : réservoirs et transformateurs.

Au cours d'une situation donnée :

- un système sera considéré comme un **réservoir** quand la quantité d'énergie qu'il stocke varie, c'est-à-dire s'il ne fournit pas autant d'énergie qu'il en reçoit ;
- un système sera considéré comme un **transformateur** quand il fournit autant d'énergie qu'il en reçoit et que les modes de transferts par lesquels il fournit l'énergie ne sont pas les mêmes que ceux par lesquels il la reçoit.

IV. Chaîne énergétique

Pour construire une chaîne énergétique, il faut utiliser les symboles suivants :



en indiquant :

- sous chaque rectangle le nom du système correspondant dans la situation décrite ;
- au-dessus de chaque flèche le mode de transfert.

et en mettant une flèche par mode de transfert.

Il faut tenir compte des règles suivantes :

- une chaîne énergétique complète commence et se termine par un réservoir;
- le réservoir initial est différent du réservoir final.

V. Différentes formes d'énergie en mécanique

Historiquement, en mécanique, les physiciens ont été conduits à distinguer, en particulier, deux formes d'énergie :

1. L'énergie cinétique

Elle dépend de la masse du système et de sa vitesse.

2. L'énergie potentielle

En physique, un système, même immobile, peut aussi posséder de l'énergie : on traduit cela en disant que de l'énergie est stockée sous forme **potentielle**, mot exprimant la potentialité d'un mouvement ultérieur.

Annexe 1. Catégorisation selon les deux mondes : Processus de modélisation

Programme sénégalais

Travail et puissance (Sénégal)

Activités ou MOE
commentaires

R
(MOE/MTM)

MTM

Activités
d'apprentissage

-Détermination de quelques travaux (poids, force appliqué à un système en rotation autour d'un axe fixe, couple de forces)

-Détermination des puissances moyenne et instantanée

-Par la suite on insistera sur la différence entre ce sens commun du travail (effort physique) et la grandeur physique « travail : une force peut effectuer un travail quand son point d'application se déplace.

Commentaires

-Le chapitre pourrait être introduit par l'analyse de diverses situations dans lesquelles le mot travail est utilisé dans le langage courant

-Les facteurs dont dépend le travail seront dégagés à partir de l'analyse d'exemples de mouvements de translation

-On en viendra par la suite à la formulation. Le travail d'une force constante sur un déplacement rectiligne sera exprimé comme un produit scalaire : $W_{AB}(F) = F \cdot AB$

-on distinguera travail moteur (W_m), travail résistant (W_r) et travail nul

-On généralisera à un déplacement quelconque en introduisant la notion de travail élémentaire

-Dans ce cadre on montrera que le travail du poids d'un corps entre deux positions d'altitude z_1 et z_2 est donné par l'expression $W(P) = mg(z_1 - z_2) = -mg\Delta z$

-Ce travail est indépendant du chemin suivi ; le poids est une force conservative

-Dans le calcul du travail d'une force appliquée à un système en rotation autour d'un axe fixe, on se limitera à des cas où le moment des forces est constant

Commentaires

- On donnera simplement sans démonstration l'expression du travail de la tension d'un ressort $W_{1-2} = \frac{1}{2}k(x_1^2 - x_2^2)$ et celle du travail d'un couple de torsion $W_{1-2} = \frac{1}{2}C(\alpha_1^2 - \alpha_2^2)$
- On définira la puissance moyenne développée $P_m = W/\Delta t$ et la puissance instantanée $p = F \cdot v$
- On donnera l'ordre de grandeur de quelques puissances

Energie cinétique (Sénégal)

Activités ou MOE R (MOE/MTM) MTM

Activités

-Vérification du théorème de l'énergie cinétique à partir d'enregistrements ou de valeurs numériques

-Calcul de l'énergie cinétique et du moment d'inertie (cas simple)

Commentaires

-Tout au début de ce chapitre, il est nécessaire d'introduire le concept d'énergie et quelques notions connexes. Il s'agit de préciser aux élèves, à partir d'observations familières, le concept d'énergie

-De citer quelques formes d'énergie ainsi que les transferts d'énergie entre systèmes et les transformations d'énergie.(...) on insistera sur deux formes importantes d'énergie : énergie cinétique et énergie potentielle

commentaires

-S'intéressant à l'énergie cinétique, on en donnera l'expression pour le solide en translation et pour le solide en rotation autour d'un axe fixe.
-On donnera les propriétés de l'énergie cinétique : grandeur scalaire positive dont la valeur dépend du référentiel mais qui ne donne aucune information sur le sens et la direction du mouvement.

-le moment d'inertie d'un solide en rotation sera introduit sans démonstration.

-On donnera les expressions des moments d'inertie d'un cerceau, d'un disque, d'un cylindre, d'une sphère homogène par rapport à un axe passant par leur centre de symétrie.

-Le théorème de l'énergie cinétique sera énoncé dans le cas général

-Il pourra être vérifié à l'aide d'un enregistrement.

-On l'appliquera à d'autres systèmes ; ce faisant on insistera sur son importance dans la résolution des problèmes de mécanique.

Energie potentielle. Energie mécanique (Sénégal)

Activités ou MOE R (MOE/MTM) MTM
commentaires
activités

.... -Exploitation d'enregistrements
-Vérification du théorème de l'énergie potentielle à partir d'enregistrements ou de mesure
.... -Vérification du théorème de l'énergie mécanique à partir d'enregistrements ou de mesures

-Un retour sur quelques exemples simples de formes d'énergie vus au chapitre précédent, permettra de rappeler que l'énergie potentielle d'un système est l'énergie en « réserve » liée aux positions des différentes parties du système.

Commentaires

- Dans la suite, s'intéressant au système (Terre-objet) on donnera sans démonstration l'expression de l'énergie potentielle de pesanteur $E_{pp} = mgz + cte$. On insistera sur le fait que l'énergie potentielle de pesanteur est définie à une constante près et l'on montrera comment la valeur de cette constante est déterminée par le choix de la « référence » (état pour lequel $E_p = 0$) et de l'origine de l'axe des cotes
- On montrera aussi comment la variation d'énergie potentielle de pesanteur est indépendante de ce choix ; on établira la relation $\Delta E_{pp} = -W(P)$
- L'énergie potentielle élastique du système ressort-masse, et celle d'un pendule de torsion seront exprimées sans démonstration ; la relation générale : $\Delta E_p = -W(f_{ic})$ sera admise, f_{ic} étant la force intérieure conservative. On insistera sur les concepts de forces intérieures et de forces extérieures et l'on montrera qu'ils dépendent des limites du système choisi.
- Après avoir défini l'énergie mécanique, on établira l'expression de sa variation.
- ... -On étudiera alors sa conservation dans des cas simples (pendule élastique horizontal ; pendule pesant)
- Les notions de barrière de potentiel et de puits de potentiel seront traitées en exercices
- On fera découvrir la dégradation de l'énergie mécanique dans le cas de systèmes réels

Calorimétrie (Sénégal)

Activités MOE

R (MOE/MTM)

MTM

ou
commentaires

Activités

-Expérience illustrant la transformation de l'énergie mécanique en énergie thermique

-Etude des modes de transfert de chaleur

Activités

-Expérience de détermination de quelques grandeurs calorimétriques (capacité calorifique, chaleur latente de changement d'état)

-Expérience de détermination de la chaleur de réaction et de la chaleur de dissolution

-On pourra débiter le chapitre par l'analyse de l'énergie mécanique des systèmes réels ; on notera que pour de tels systèmes l'énergie mécanique décroît, ceci étant dû à l'existence de forces de frottement

Commentaire

...

-Dans le cas particulier d'un cycliste ou d'un automobiliste qui freine on mettra l'accent sur l'élévation de température au niveau des freins, phénomène qui se produit en même temps que la diminution de l'énergie mécanique

-Les forces de frottement seront considérées comme des interactions entre particules à l'échelle microscopique dans la région de contact.

Commentaire

-La diminution d'énergie mécanique à l'échelle macroscopique se retrouve comme gain d'énergie répartie entre les particules à l'échelle microscopique : on dit qu'il y a « production de chaleur »

Commentaire

-la température absolue, vue en classe de seconde, prend ici toute son importance : la température absolue est la grandeur macroscopique qui mesure l'énergie microscopique d'agitation des particules. Dès lors il est aisé d'expliquer le fait que l'augmentation de l'énergie d'agitation désordonnée des particules liée à la diminution de l'énergie mécanique, se manifeste le plus souvent par une élévation de température. L'exception du changement d'état sera soulignée. On insistera sur la nuance à faire entre chaleur et température.
-La production d'énergie thermique n'a pas toujours pour origine la dégradation de l'énergie mécanique :

... -Certaines réactions chimiques libèrent de l'énergie thermique, le courant électrique qui traverse un dipôle s'accompagne d'un « dégagement de chaleur » ; des objets exposés à la lumière solaire s'échauffent etc ,...

. -Par ailleurs lorsque deux corps portés à des températures différentes sont en présence il y a entre eux échange d'énergie par chaleur -La chaleur est un mode de transfert d'énergie : dans le cas d'espèce l'énergie passe du corps chaud au corps froid jusqu'au moment où il s'établit un équilibre thermique

... -A travers divers exemples on illustrera la conduction thermique, la convection et le rayonnement ...

-On présentera le calorimètre, appareil de mesure des quantités de chaleur

-En TP des mesures calorimétriques permettront la détermination expérimentale de ces grandeurs.(...)¹

A partir d'exemples on expliquera sa détermination : par la méthode expérimentale (mesure calorimétrique) on pourrait prendre l'exemple de la détermination expérimentale de la chaleur mise en jeu lors de la réaction entre un acide et une base
Par le calcul ; à partir du diagramme de Hess ou de la somme d'équation-bilan (...)

-La « quantité de chaleur » échangée par un système sera exprimée algébriquement ; on distinguera le cas où il y a échange d'énergie avec variation de température du cas où l'échange se fait sans variation de température (changement d'état)

-Les grandeurs calorimétriques (chaleur massique, capacité calorifique, chaleur latente de changement d'état) seront définies.

-La chaleur de réaction sera également définie...

¹ il s'agit d'omission de certaines phrase quand celles-ci n'influencent pas l'idée de la proposition

Programme français

Travail (France)

MO E	R (MOE/MTM)	MTM
activités	- Identifier les effets sur un solide de forces dont les points d'application se déplacent dans le référentiel d'étude : modifications de la valeur de la vitesse d'un solide en chute libre, d'un solide glissant sur un plan incliné, de la valeur de la vitesse de rotation d'un solide autour d'un axe fixe ; modification de l'altitude, de la température, de l'aspect...	
comme ntaires	Partant d'exemples concrets de la vie quotidienne, on constate que des objets soumis à une force dont le point d'application se déplace peuvent : <ul style="list-style-type: none">- être mis en mouvement (chariot, wagon, brique glissant sur une table, etc.),- changer d'altitude (bagage que l'on monte à l'étage),- voir leur température s'élever,- se déformer temporairement ou définitivement.	

Dans tous ces cas, on dira que la force travaille.

On définit le travail W_{AB} d'une force constante F pour un déplacement AB de son point d'application par la relation $W_{AB} = F \cdot AB = F \cdot AB \cos \alpha$.

Pour un solide en translation, tous les points du solide ont même déplacement, le travail de forces réparties est alors identique à celui de leur résultante

Les forces de pesanteur (champ localement uniforme) sont équivalentes à une force unique appliquée au centre d'inertie
 Les altitudes z étant mesurées sur un axe vertical dirigé vers le haut, on montrera que leur travail sur un solide s'exprime par $W_{AB} = Mg(z_A - z_B)$ lorsque le centre d'inertie passe de l'altitude z_A à l'altitude z_B et qu'il est indépendant du chemin suivi

Travail et énergie cinétique (France)

MO R (MOE/MTM) E

activités
 s

Utiliser un tableur et un grapheur.
 Etude quantitative des variations de la valeur de la vitesse d'un corps dans différentes situations (activités pouvant donner lieu à l'utilisation des technologies de l'information et de la communication) : chutes libres avec ou sans vitesse initiale (utilisation de capteurs chronocinés, de logiciels, de vidéos...); satellites en mouvement circulaire uniforme; solide lancé sur une table.

comme
 ntaires

On part ici de situations concrètes permettant d'étudier les effets d'une force extérieure sur la valeur de la vitesse du centre d'inertie d'un solide en translation, en particulier l'influence de la direction de la force par rapport à la direction du vecteur vitesse (étude de la chute libre d'un solide sans vitesse initiale, étude de la chute libre avec vitesse initiale vers le haut durant la montée ou d'un mouvement de projectile, étude du mouvement circulaire d'un satellite, étude d'un solide lancé et s'arrêtant sur un plan horizontal, etc.).

MTM

L'idée est de chercher s'il existe une relation entre la valeur de la vitesse du centre d'inertie du solide et le travail des forces extérieures. Cette relation est d'abord introduite par le calcul du travail du poids dans le cas de la chute libre d'un corps au voisinage de la Terre.
 On interprète de façon énergétique cette relation de la façon suivante : le travail du poids a servi à faire varier la vitesse du solide. On définit l'énergie cinétique d'un solide en translation par la relation $1/2MV_G^2$; l'énergie cinétique est donc une grandeur caractéristique de son état de mouvement
 Cette relation est ensuite généralisée à

d'autres exemples simples, où d'autres forces que celle de pesanteur agissent. Pour un solide en translation, la somme des travaux des forces extérieures $\Sigma W_{AB}(F_{ext})$ est aussi égale au « travail » de leur résultante $(\Sigma F_{ext}).AB$, tous les points du solide ayant le même déplacement AB que le centre d'inertie.

Remarque : la relation $\Delta(1/2)MV_G^2 = (1/2)MV_B^2 - (1/2)MV_A^2 = \Sigma(F_{ext}).AB$ est valable en fait sans restriction quelque soit le mouvement, même pour un système déformable (elle est une conséquence du théorème du centre d'inertie).

Travail et énergie potentielle (France)

	MOE	R (MOE/MTM)	MTM
activités		Analyse du travail de la force de gravitation qui s'exerce sur une comète ; conséquence sur sa vitesse	

commentaires

Le choix fait a pour but d'éviter les changements du système étudié lors de l'analyse énergétique de l'interaction d'un corps avec la terre : le système est le solide soumis à une force extérieure connue (à la surface de la Terre : le poids). C'est pour cela que l'énergie potentielle d'interaction solide-Terre est désignée dans la colonne centrale Contenus par « énergie potentielle d'un solide en interaction avec la Terre ».

On introduit qualitativement la variation d'énergie potentielle de pesanteur comme étant le travail qu'il faut fournir pour éloigner un corps du centre de la Terre d'un point A à un point B, le corps étant au repos en A et en B. Pour élever le centre d'inertie de ce corps de l'altitude Z_A à l'altitude Z_B il faut lui appliquer et faire travailler une force F (c'est la force exercée par l'opérateur). L'application de la loi précédente s'écrit alors : $1/2MV_B^2 - 1/2MV_A^2 = \Sigma W_{AB}(F_{ext}) = W_{AB}(P) + W_{AB}(F)$

V_A et V_B étant nulles, on en déduit que $W_{AB}(F) = -W_{AB}(P) = Mg(Z_B - Z_A)$.

L'énergie potentielle de pesanteur est définie par la

grandeur Mgz , z étant l'altitude.

Pour illustrer la transformation d'énergie potentielle en énergie cinétique, on pourra faire un retour sur la chute libre ou sur un mouvement de projectile et constater que la somme $1/2MV_G^2 + Mgz$ est constante. On fait remarquer la cohérence du discours énergétique introduit dans la partie précédente, à savoir que du travail pouvait accroître l'énergie cinétique d'un corps. Ici il accroît son énergie potentielle, qui elle-même peut ultérieurement se transformer en énergie cinétique. On aborde ainsi une première fois la conservation de l'énergie sans pour autant l'évoquer de manière explicite aux élèves.

Travail et énergie interne (France)

MO R (MOE/MTM)
E

MTM

activités
comme
ntaires

Expérience de Joule ou équivalente

L'idée directrice est qu'en plus de son énergie cinétique et de son énergie potentielle d'interaction avec la terre, un corps peut aussi stocker de l'énergie qui se manifeste à l'échelle macroscopique sous diverses formes plus ou moins indépendantes les unes des autres (déformation élastique, variation de température et/ou de pression, changement d'état physico-chimique...)

Par exemple le mouvement relatif de deux solides en contact, en présence de forces de frottement, s'accompagne généralement d'une élévation de température de chacun des solides.

Autres exemples : l'énergie stockée différemment dans un ressort, un élastique, un gaz comprimé, un accumulateur, qui peut, au moins en partie, être récupérée en mettant par exemple des corps en mouvement (lanceur d'un flipper, arbalète, carabine à ressort, moteur à ressort, voiture électrique...)

Toutes ces formes d'énergie sont regroupées sous la dénomination « énergie interne U ». Aucune expression de l'énergie interne ne sera proposée.

Transfert thermique (France)

	MO E	R (MOE/MTM)	MTM
activités		<p>Approche qualitative de la mise en contact de deux corps à des températures différentes : évolution vers l'équilibre thermique.</p> <p>Analyse qualitative des transferts d'énergie se faisant sur un système déterminé</p>	
commentaires		<p>En apportant de l'énergie par travail mécanique ou électrique (plus tard pour ce dernier point) on peut chauffer un corps, d'où l'idée qu'en général à une élévation de température correspond une énergie stockée plus importante.</p> <p>On s'appuie ensuite sur l'étude de situations simples dans lesquelles un système voit son énergie évoluer (par exemple un corps chaud qu'on laisse refroidir au contact de l'air atmosphérique ou un corps froid placé au contact d'une source chaude).</p>	

On définit alors un deuxième mode de transfert d'énergie : le transfert thermique (cette expression : transfert thermique) sera utilisée de préférence au terme de chaleur pour éviter la confusion trop fréquente entre chaleur et température.)

On indique qu'à l'échelle macroscopique, ce transfert d'énergie s'effectue spontanément du système dont la température est la plus élevée vers celui dont la température est la plus basse. On se limite dans cette première approche au transfert thermique par conduction. Cette notion de transfert thermique sera réinvestie dans l'enseignement de SVT.

Il a été vu en classe de seconde que la température est la variable macroscopique rendant compte de l'agitation des molécules d'un gaz. Le transfert thermique est un mode de transfert désordonné qui s'interprète à l'échelle microscopique par des

transferts d'énergie lors d'interactions concernant des particules situées à l'interface entre le système et son environnement.

Le transfert d'énergie par rayonnement ne fait ici que l'objet d'une approche simple et qualitative à partir d'exemples courant (soleil, lampe...)

Fréquences des propositions par catégorie											
catégorie	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5	N°6	N°7	N°8	N°9	N°10	Tot
Fréquence propositions (Sn)	9	8	1	24	4	0	2	1	7	1	57
Pourcentage Propositions (Sn)	15,79	14,04	1,75	42,11	7,02	0	3,51	1,75	12,28	1,75	100
Fréquence propositions (fr)	8	3	0	12	7	3	1	1	3	1	39
Pourcentage Propositions (Fr)	20,51	7,69	0	30,77	17,95	7,69	2,56	2,56	7,69	2,56	100

Annexe 2. Identification des concepts relatifs à l'énergie dans les deux programmes

Programme sénégalais

Dans la rubrique « compétences... », les activités de calcul dominant, ensuite viennent l'activité de distinction et restitution (donner des ordres de grandeurs).

Commentaires chapitre « travail et puissance

Ce texte sera catégorisé suivant des rubriques que nous allons enrichir en analysant les autres parties des programmes sénégalais et français

*Le chapitre pourrait être introduit par l'analyse de diverses situations dans lesquelles le mot **travail** est utilisé dans le langage courant. (cat 1)*

*Par la suite on insistera sur la différence entre ce sens commun du **travail (effort physique)** et la **grandeur physique « travail »** : une **force peut effectuer un travail** quand son **point d'application se déplace**. (cat 2)*

Les **facteurs** dont dépend le **travail** seront dégagés à partir de l'analyse d'exemples de **mouvement de translation**. (cat 1)

*On en viendra par la suite à la formulation. Le **travail d'une force constante** sur un **déplacement rectiligne** sera exprimé comme un produit scalaire : $W_{A \rightarrow B}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \vec{AB}$ (cat4)*

*On distinguera **travail moteur (Wm)**, **travail résistant (Wr)** et **travail nul** (cat 2)*

*On généralisera à un **déplacement quelconque** en introduisant la notion de **travail élémentaire** (cat 1)*

*Dans ce cadre on montrera que le **travail du poids** d'un corps entre deux positions d'**altitudes z_1 et z_2** est donné par l'expression : $W(\vec{P}) = mg(z_1 - z_2) = mg\Delta z$. (cat4)*

*Ce **travail** est indépendant du **chemin suivi** : le **poids** est une **force conservative**. (cat4)*

*Dans le calcul du **travail** d'une **force** appliquée à un système en **rotation autour d'un axe fixe**, on se limitera à des cas où le **moment des forces** est **constant**. (cat 9)*

*Le calcul du **travail** d'une **force variable** est hors programme. (Cat 9)*

*On donnera simplement sans démonstration l'expression du **travail** de la **tension d'un ressort** $W_{1,2} = 1/2k(x_1^2 - x_2^2)$ et celle du **travail** d'un **couple de torsion** $W_{1,2} = 1/2C(\alpha_1^2 - \alpha_2^2)$ (cat 4)*

*On définira la **puissance moyenne** développée $P_m = W/\Delta t$ et la **puissance instantanée** $p = \vec{F} \cdot \vec{V}$ (cat 4)*

*On donnera l'ordre de grandeurs de quelques **puissances** (cat 4)*

Commentaires du chapitre : énergie cinétique

*Tout au début de ce chapitre, il est nécessaire d'introduire le concept d'**énergie** et quelques notions connexes. (cat 1)*

*Il s'agit de présenter aux élèves, à partir d'observations familières, les concepts d'**énergie**, de citer quelques formes d'**énergie** ainsi que le **transfert d'énergie** entre systèmes et les **transformations d'énergie**. (cat 1)*

*A travers ces exemples, on insistera sur deux formes importantes d'**énergie** : **énergie cinétique** et **énergie potentielle**. (cat 2)*

*Par la suite, s'intéressant à l'**énergie cinétique**, on en donnera l'expression pour le solide en **translation** et pour le solide en **rotation** autour d'un axe fixe. (cat 4)*

On donnera les propriétés de l'**énergie cinétique** : grandeurs scalaire positive dont la valeur dépend du **référentiel** mais qui ne donne aucune information sur le **sens** et la **direction** du **mouvement** (cat 4)

Le **moment d'inertie** d'un solide en **rotation** sera introduit sans démonstration. On en donnera cependant la signification physique. (cat 4)

On donnera les expressions des **moments d'inertie** d'un cerceau, d'un disque, d'un cylindre, d'une sphère homogène par rapport à un axe passant par leur **centre de symétrie**. (cat 4)

Le **théorème de Huygens** est hors programme (cat9)

Le **théorème de l'énergie cinétique** sera énoncé dans le cas général. (cat 4)

Il (le théorème de l'énergie cinétique) pourra être vérifié à l'aide d'un enregistrement. (cat7)

On l'appliquera à d'autres systèmes ; ce faisant on insistera sur son importance dans la résolution des problèmes de **mécanique**. (cat 7)

Commentaires du chapitre : « énergie potentielle. Energie mécanique »

Un retour, sur quelques exemples simples de formes d'**énergie** vus au chapitre précédent, permettra de rappeler que l'**énergie potentielle** d'un **système** est l'**énergie** en « **réserve** » liée aux positions des différentes parties du **système**. (cat 1)

Dans la suite, s'intéressant au **système (Terre-objet)** on donnera sans démonstration l'expression de l'**énergie potentielle de pesanteur** $E_{pp} = mgz + cte$. (cat 4)

On insistera sur le fait que l'**énergie** potentielle de pesanteur est **définie** à une constante près (1) (cat 2)

(1) et l'on montrera comment la valeur de cette constante est déterminée par le choix de la « **référence** » (état pour lequel $E_p = 0$) et de l'**origine de l'axe des côtes**. (cat 4)

On montrera aussi comment la **variation d'énergie potentielle de pesanteur** est

indépendante de ce choix ; on établira la relation $\Delta E_{pp} = -W(\vec{P})$. (cat 4)

L'**énergie potentielle élastique** du système ressort-masse, et celle d'un **pendule de torsion**

seront exprimées sans démonstration ; le relation générale : $\Delta E_{pp} = -W(\vec{f}_{ic})$ sera admise,

\vec{f}_{ic} étant la **force intérieure conservative**. (cat 4)

On insistera sur les concepts de **forces intérieures** et de **forces extérieures** et l'on montrera qu'ils dépendent des limites du **système** choisi. (cat 2)

Après avoir défini l'**énergie mécanique**, on établira l'expression de sa **variation**. (cat 4)

On étudiera alors sa **conservation** dans certains cas simples (**pendule élastique horizontal ; pendule pesant...**). (cat 9)

Les notions de **barrières de potentiel** et de **puits de potentiels** seront traitées en exercices. (cat 9)

On fera découvrir la **dégradation** de l'**énergie mécanique** dans le cas de **systèmes réels**. (cat 1)

Commentaires du chapitre « calorimétrie »

On pourra débiter le chapitre par l'analyse de l'**énergie mécanique** des **systèmes réels** ; (cat 1) on notera que pour de tels **systèmes** l'**énergie mécanique** décroît, ceci étant dû à l'existence de **forces de frottement**. (cat 5)

Dans le cas particulier d'un **cycliste** ou d'un **automobiliste** qui freine on mettra l'accent sur l'**élévation de température** au niveau des **freins**, phénomène qui se produit en même temps que la diminution de l'**énergie mécanique**. (cat 5)

Les **forces de frottement** seront considérées comme des **interactions** entre **particules** à l'**échelle microscopique** dans la région de contact. (cat 4)

La diminution d'**énergie mécanique** à l'**échelle macroscopique** se retrouve comme gain d'**énergie répartie** entre les **particules** à l'**échelle microscopique** : on dit qu'il y a « **production de chaleur** » (cat 4)

La **température absolue**, vue en classe de seconde, prend ici toute son importance : la **température absolue** est la **grandeur macroscopique** qui mesure l'**énergie microscopique d'agitation des particules**. (cat 8)

Dés lors il est aisé d'expliquer le fait que l'augmentation de l'**énergie d'agitation désordonnée des particules** liée à la diminution de l'**énergie mécanique**, se manifeste le plus souvent par une élévation de **température**. (cat 5)

L'exception du **changement d'état** sera soulignée. (cat 2)

On insistera alors sur la nuance à faire entre **chaleur** et **température**. (cat 2)

La production d'**énergie thermique** n'a pas toujours pour origine la **dégradation** de l'**énergie mécanique** : certaines **réactions chimiques** libèrent de l'**énergie thermique** ; le **courant électrique qui traverse un dipôle** s'accompagne d'un « **dégagement de chaleur** » ; des objets exposés à la lumière solaire s'échauffe etc. (cat4)

Par ailleurs lorsque deux corps portés à des **températures** différentes sont en présence il y a entre eux **échange d'énergie** par **chaleur**. (cat 4)

La **chaleur** est un **mode de transfert d'énergie** : dans le cas d'espèce l'**énergie** passe du corps chaud au corps froid jusqu'au moment où il s'établit un **équilibre thermique**. (cat 4)

A travers divers exemples on illustrera la **conduction thermique**, la **convection** et le **rayonnement**. (cat 1)

La « **quantité de chaleur** » échangée par un système sera exprimée algébriquement (cat 3); on distinguera le cas où il y a **échange d'énergie** avec **variation de température** du cas où l'**échange** se fait sans **variation de température (changement d'état)** (cat 2).

On présentera le **calorimètre**, appareil de mesure des **quantités de chaleur**. (cat 3)

Les **grandeurs calorimétriques (chaleur massique, capacité calorifique, chaleur latente de changement d'état)** seront définies ; en TP des **mesures calorimétriques** permettront la détermination expérimentale de ces grandeurs. (cat4)

Toutefois le principe de cette détermination expérimentale étant pratiquement la même pour ces grandeurs une mesure bien menée avec l'une d'entre elles est plus utile que plusieurs mesures qui conduisent à des résultats aberrants. (cat 9)

La **chaleur de réaction** sera également définie. (cat4)

A partir d'exemples on expliquera sa (**la chaleur de réaction**) détermination : -par la méthode expérimentale (**mesures calorimétrique**) on pourrait prendre l'exemple de la détermination expérimentale de la **chaleur** mise en jeu lors de la réaction entre un **acide** et une **base**.- par le calcul ; à partir du diagramme de Hess ou de la somme d'**équation-bilan** (cat 5)

Les notions d'**énergie de liaison** et de **chaleur de formation** sont hors programme. (cat9)

Les unités SI de **quantité de chaleur** est le **joule** ; pour des raison d'interdisciplinarité on signalera la **calorie** comme unité ; toutefois on habituera les élèves à travailler avec l'unité SI de quantité de chaleur. (cat 10)

Programme français

Commentaires : « travail d'une force »

Partant d'exemples concrets de la vie quotidienne, on constate que des objets soumis à une force dont le point d'application se déplace peuvent :

- être mis en mouvement (chariot, wagon, brique glissant sur une table, etc.),
- changer d'altitude (bagage que l'on monte à l'étage),
- voir leur température s'élever,
- se déformer temporairement ou définitivement.

Dans tous ces cas, on dira que la force travaille. (cat 1)

On définit le travail W_{AB} d'une force constante F pour un déplacement AB de son point d'application par la relation $W_{AB} = F \cdot AB = F \cdot AB \cos \alpha$. (cat 4)

Pour un solide en translation, tous les points du solide ont même déplacement, le travail de forces réparties est alors identique à celui de leur résultante. (cat 4)

Les forces de pesanteur (champ localement uniforme) sont équivalentes à une force unique appliquée au centre d'inertie. (cat 4)

Les altitudes z étant mesurées sur un axe vertical dirigé vers le haut, on montrera que leur travail sur un solide s'exprime par $W_{AB} = Mg(z_A - z_B)$ lorsque le centre d'inertie passe de l'altitude z_A à l'altitude z_B et qu'il est indépendant du chemin suivi (cat 4)

Deux catégories sont utilisées dans cette partie : une introduction et une catégorie liée à la définition des concepts, à l'expression des différents de différentes formules.

Commentaires de la partie « travail et énergie cinétique »

On part ici de situations concrètes permettant d'étudier les effets d'une force extérieure sur la valeur de la vitesse du centre d'inertie d'un solide en translation, en particulier l'influence de la direction de la force par rapport à la direction du vecteur vitesse (étude de la chute libre d'un solide sans vitesse initiale, étude de la chute libre avec vitesse initiale vers le haut durant la montée ou d'un mouvement de projectile, étude du mouvement circulaire d'un satellite, étude d'un solide lancé et s'arrêtant sur un plan horizontal, etc.). (cat 1)

L'idée est de chercher s'il existe une relation entre la valeur de la vitesse du centre d'inertie du solide et le travail des forces extérieures. (cat 5)

Cette relation est d'abord introduite par le calcul du travail du poids dans le cas de la chute libre d'un corps au voisinage de la Terre. (cat 1)

On interprète de façon énergétique cette relation de la façon suivante : le travail du poids a servi à faire varier la vitesse du solide. (cat 4)

On définit l'énergie cinétique d'un solide en translation par la relation $\frac{1}{2}MV_G^2$; l'énergie cinétique est donc une grandeur caractéristique de son état de mouvement. (cat 4)

Cette relation est ensuite généralisée à d'autres exemples simples, où d'autres forces que celle de pesanteur agissent. (cat 1)

Pour un solide en translation, la somme des travaux des forces extérieures $\Sigma W_{AB}(F_{ext})$ est aussi égale au « travail » de leur résultante $(\Sigma F_{ext}) \cdot AB$, tous les points du solide ayant le même déplacement AB que le centre d'inertie. (cat 4)

Remarque : la relation $\Delta(\frac{1}{2})MV_G^2 = (\frac{1}{2})MV_B^2 - (\frac{1}{2})MV_A^2 = \Sigma(F_{ext}) \cdot AB$ est valable en fait sans restriction quelque soit le mouvement, même pour un système déformable (elle est une conséquence du théorème du centre d'inertie). (cat 1)

Commentaires de la partie « travail et énergie potentielle de pesanteur »

Le choix fait a pour but d'éviter les changements du **système** étudié lors de l'analyse énergétique de l'**interaction d'un corps avec la terre** : le **système** est le **solide** soumis à une **force extérieure** connue (à la surface de la Terre : le **poids**). (Cat 5)

C'est pour cela que l'**énergie potentielle d'interaction solide-Terre** est désignée dans la colonne centrale Contenus par « **énergie potentielle d'un solide en interaction avec la Terre** ». (cat 5)

On introduit qualitativement la **variation d'énergie potentielle de pesanteur** comme étant le **travail** qu'il faut fournir pour éloigner un corps du **centre de la Terre** d'un point A à un point B, le corps étant au repos en A et en B. (cat 1)

Pour élever le **centre d'inertie** de ce corps de l'altitude Z_A à l'altitude Z_B il faut lui appliquer et faire **travailler** une **force F** (c'est la **force** exercée par l'opérateur). (cat 6)

L'application de la loi précédente s'écrit alors : $\frac{1}{2}MV_B^2 - \frac{1}{2}MV_A^2 = \Sigma W_{AB}(F_{ext}) = W_{AB}(P) + W_{AB}(F)$. (cat 8)

V_A et V_B étant nulles, on en déduit que $W_{AB}(F) = -W_{AB}(P) = Mg(Z_B - Z_A)$. (cat 6)

L'**énergie potentielle de pesanteur** est définie par la grandeur **Mgz**, z étant l'**altitude**. (cat 4)

Pour illustrer la **transformation d'énergie potentielle en énergie cinétique**, on pourra faire un retour sur la **chute libre** ou sur un **mouvement** de projectile et constater que la somme $\frac{1}{2}MV_G^2 + Mgz$ est **constante**. (cat 1)

On fait remarquer la cohérence du discours énergétique introduit dans la partie précédente, à savoir que du **travail** pouvait accroître l'**énergie cinétique** d'un corps. (cat 2)

Ici il accroît son **énergie potentielle**, qui elle-même peut ultérieurement se **transformer en énergie cinétique** (cat 2)

On aborde ainsi une première fois la **conservation** de l'**énergie** sans pour autant l'évoquer de manière explicite aux élèves. (cat 7)

Commentaires de la partie « travail et énergie interne »

*L'idée directrice est qu'en plus de son **énergie cinétique** et de son **énergie potentielle d'interaction avec la terre**, un corps peut aussi **stocker** de l'**énergie** qui se manifeste à l'échelle **macroscopique** sous diverses formes plus ou moins indépendantes les unes des autres (**déformation élastique, variation de température et/ou de pression, changement d'état physico-chimique...**) (cat 5)*

Par exemple le *mouvement relatif* de deux **solides en contact**, en présence de **forces de frottement**, s'accompagne généralement d'une **élévation de température** de chacun des **solides**. (cat 5)

*Autres exemples : l'**énergie stockée** différemment dans un ressort, un élastique, un gaz comprimé, un accumulateur, qui peut, au moins en partie, être récupérée en mettant par exemple des corps en **mouvement** (lanceur d'un flipper, arbalète, carabine à ressort, moteur à ressort, voiture électrique...) (cat5)*

Toutes ces **formes d'énergie** sont regroupées sous la dénomination « **énergie interne U** ». (cat 4)

Aucune expression de l'**énergie interne** ne sera proposée. (cat 9)

Dans cette partie le programme français explique certains phénomènes qui lui permettent de définir le concept d'énergie interne.

Commentaires de la partie « transfert thermique »

*En apportant de l'**énergie** par **travail mécanique** ou **électrique** (plus tard pour ce dernier point) on peut chauffer un corps, d'où l'idée qu'en général à une **élévation de température** correspond une **énergie stockée** plus importante. (Cat5)*

On s'appuie ensuite sur l'étude de situations simples dans lesquelles un **système** voit son **énergie** évoluer (par exemple un corps chaud qu'on laisse refroidir au contact de l'air atmosphérique ou un corps froid placé au contact d'une source chaude). (cat 1)

On définit alors un deuxième **mode de transfert d'énergie** : le **transfert thermique** (1) (cat 4)

(1) (cette expression : **transfert thermique**) sera utilisée de préférence au terme de **chaleur** pour éviter la confusion trop fréquente entre **chaleur** et **température**). (cat 2)

On indique qu'à l'**échelle macroscopique**, ce **transfert d'énergie** s'effectue spontanément du **système** dont la **température** est la plus élevée vers celui dont la **température** est la plus basse. (cat 4)

On se limite dans cette première approche au **transfert thermique par conduction**. (cat 9)

Cette notion de **transfert thermique** sera réinvestie dans l'enseignement de SVT.(cat 10)

Il a été vu en classe de seconde que la **température** est la **variable macroscopique** rendant compte de l'**agitation des molécules** d'un gaz. (cat 8)

Le **transfert thermique** est un **mode de transfert désordonné** qui s'interprète à l'**échelle microscopique** par des **transferts d'énergie** lors d'**interactions** concernant des **particules** situées à l'**interface entre le système et son environnement**. (cat 4)

Le **transfert d'énergie** par **rayonnement** ne fait ici que l'objet d'une approche simple et qualitative à partir d'exemples courant (soleil, lampe...) (cat 9)

Annexe 3. Distribution des nombres d'utilisation de mots/expressions dans les différents ensembles conceptuels

Ensemble conceptuels , thèmes en classe entière. Classe 1																							
N°S	S1			S1/S2				S2/S3				S3/S4		S4/S5				S6		S7			
ORGCL	CE																						
	Th01	Th02	Th03	Th04	Th05	Th06	Th07	Th08	Th09	Th10	Th11	Th12	Th13	Th14	Th15	Th16	Th17	Th18	Th19	Th20	Nbre mots ou expression	Nbre th concernés	
Energie			133													3	28				164	3	
Forme ou adj qual E vie tjrs				2		45															47	2	
Forme ou adj qual E physique						110															110	1	
Forme énergie stockée							60			68							31				159	3	
Mode transfert d'énergie				16				58							9						83	3	
Travail mécanique					152				68			58	168	69	61		22		2		600	8	
Travail électrique																					0	0	
Transfert Thermique																					0	0	
Rayonnement																					0	0	
Système	10			6						24								5			45	4	
Chaîne Energétique			9					5		31											45	3	
Chgt Forme E ou transf											5				24		9				38	3	
Var Evol E stockée				37							53		9				13				112	4	
Var Quantité transférée				6																	6	1	
Conservation énergie			8							5	5						46	41	32		137	6	
Modélisation Fctment physique	66	6	15		7				4	6							26		8		138	8	
Puissance																	19				19	1	
Vitesse successive																					0	0	
total de termes par thèmes	76	6	165	65	2	159	155	60	63	72	66	131	58	177	78	85	3	199	41	42	1703		
Nbre ens conceptuels par th	2	1	4	4	1	2	2	1	2	2	4	4	1	2	2	2	1	9	1	3	50		

Ensembles conceptuels, thèmes en classe entière. Classe 2

N°S	S1	S2	S3	S4	S4/S5	S6	S6/S7	S8	CE										Th	Nbre de mots et grpe de mors	Nbre de th concernés									
Numéro thème	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28		
Energie	19				7				9			7			7														49	5
Forme ou adj qual E vie tjrs	8											81																	89	2
Forme ou adj qual E phys												71																	71	1
Forme énergie stockée													110	100		2		98	145	104	60	22		6			77	724	10	
Mode transf E			7									3															6	16	3	
Travail méca		216	62	105	146	83	116		18	46	10	10			21	33	23											25	918	15
Travail élect																													0	0
Transf Thermique																													0	0
Rayonnement																													0	0
Système	33	13	34			17	10								2	1			7	80	14	25	29			2	12	279	14	
Chaîne Energétique	12		16																										28	2
Chgt Forme E ou transf	8										3											25		32		43	18	129	6	
Var Evol E stockée															8								12		6				26	3
Var Quantité transférée																													0	0
Conservation énergie															53	68	36	19	10	48		32	66	42	32	25	24	455	12	
Modélisation Fctment phys	28		3			10	17		7	20					11	12			2	13	6		32		14			175	13	
Puissance							36																						36	1
Vvitesse successive									14																				14	1
Total	108	229	62	165	153	83	143	36	54	14	53	195	120	100	100	117	60	117	157	172	146	105	127	115	46	43	122	67	3009	
Nbre ens conceptuels par th	6	2	1	5	2	1	3	1	4	1	27	2	1	5	5	3	2	3	4	3	5	4	5	2	1	4	4	88		

Ensembles conceptuels, thèmes en groupe ou mixte. Classe 1																						
N°S	S1			S1/S2				S2/S3				S3/S4		S4/S5				S6	S7			
ORGCL	GM																					
	Th01	Th02	Th03	Th04	Th05	Th06	Th07	Th08	Th09	Th10	Th11	Th12	Th13	Th14	Th15	Th16	Th17	Th18	Th19	Th20	Nbre de mots	Nbre th
Energie																					0	0
Forme ou adj qual E vie tjrs								23													23	1
Forme ou adj qual E phys								32				10									42	2
Forme énergie stockée											11	33							10		54	3
Mode transf E											96										96	1
Travail méca						78				14	17		180		122	23			5	39	478	8
Travail élect						14															14	2
Transf Thermique																					0	0
Rayonnement																					0	0
Système	10					24					13	21	33								101	5
Chaîne Energétique				10							69	13									92	3
Chgt Forme E ou transf											6	19								17	42	3
Var Evol E stockée				14							5	33	14							6	72	5
Var Quantité transférée				14		2															16	2
Conservation énergie											6	10							83	103	202	4
Modélisation Fctment phys	35		9			3				11	8		16						49	19	150	8
Puissance																					0	0
vitesse successive																					0	0
Total	45	0	9	38	0	121	55	0	0	25	231	139	243	0	122	23	0	0	147	184	1382	47

Annexe 4. Questionnaire

Questionnaire

Consignes générales

Ce questionnaire a été réalisé par une équipe de chercheurs Il a pour objectif de connaître les formes de raisonnements que vous utilisez devant des situations physiques diverses.

Il ne s'agit pas d'un test, vous n'aurez évidemment pas de notes pour ce travail. Seuls les membres de l'équipe de recherche étudieront vos réponses.

Répondez dans la mesure du possible à toutes les questions. Une fois que vous aurez répondu à une question, ne revenez pas en arrière.

Remplissez à l'encre ou au stylo non effaçable.

N'oubliez pas de remplir les quelques renseignements personnels qui suivent

Date :

Nom :

Prénoms :

Date de naissance :

Etablissement :

.....

Classe :

Pays :

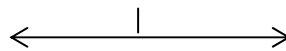
Question 1

Les couples d'affirmations suivants se rapportent à la façon dont les scientifiques définissent les notions de modèles.

Dans chacun des cas ci-dessous, donnez votre opinion en indiquant sur les échelles suivantes si vous vous situez plus proche de l'affirmation A ou de l'affirmation B. Cochez une seule case pour chaque échelle.

Affirmation A

Affirmation B



Un scientifique doit veiller à ce que le modèle qu'il construit tienne compte de toutes les caractéristiques du phénomène qu'il étudie

Pour construire un modèle, un scientifique choisit de ne prendre en considération que certaines caractéristiques du phénomène qu'il étudie.

En physique, les modèles sont des concepts abstraits.

En physique, les modèles sont des objets concrets.

En physique, un phénomène peut être décrit par plusieurs modèles

En physique, un phénomène ne peut être décrit que par un unique modèle

En physique, un modèle est figé, il ne peut pas évoluer dans le temps.

En physique, un modèle peut être modifié, il est susceptible d'évoluer dans le temps.

En physique, un modèle ne peut jamais être utilisé pour faire des prédictions sur un objet ou un événement.

En physique, un modèle peut toujours être utilisé pour faire des prédictions sur un objet ou un événement.

Il faut qu'un ensemble de scientifiques soient d'accord pour décider qu'un modèle est valable.

Un seul individu peut décider qu'un modèle est valable.

Question 2

Les affirmations suivantes se rapportent à l'utilisation que les scientifiques font des modèles.

Pour chacune d'elles, indiquez (en cochant la case appropriée) si vous êtes « Tout à fait d'accord », « moyennement d'accord » ou « pas du tout d'accord ».

Affirmations	Tout à fait d'accord	Moyennement d'accord	Pas du tout d'accord
Les modèles scientifiques ont pour fonction de copier la réalité le plus fidèlement possible.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Les modèles scientifiques sont utilisés pour décrire le phénomène que l'on étudie.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Les modèles scientifiques sont utilisés pour interpréter le phénomène que l'on étudie.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Les modèles scientifiques sont utilisés pour prévoir le phénomène que l'on étudie.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Question 3

Soit l'expérience suivante : une pile A est montée en série avec un interrupteur K et une lampe L.

L'expérimentateur ferme l'interrupteur K.

Voici les commentaires d'un élève :

- La lampe éclaire et réchauffe l'environnement
- Le mode de transfert de l'énergie vers le système "lampe" est le travail électrique et l'énergie est transférée par le système « lampe » sous les modes de chaleur et de rayonnement.
- Au bout de quelques heures le système « pile » ne pourra plus fournir de l'énergie au système « lampe » car la quantité d'énergie stockée et transférable au système « lampe » sera insuffisante.

Dans le tableau ci-dessous cochez la case si l'affirmation correspond au(x) commentaire(s) de l'élève

Affirmations	Commentaire a)	Commentaire b)	Commentaire c)
Description des objets et des événements	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Modèle de la physique utilisé pour prévoir le phénomène qu'on étudie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Modèle de la physique utilisé pour interpréter le phénomène que l'on étudie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Question 4

Le tableau ci-dessous présente des propositions. **Pour chacune d'elles indiquez par une croix si elle peut se dire dans la vie de tous les jours ou si elle serait acceptée par le professeur comme étant correcte en physique (vous pouvez répondre en cochant une case, deux cases ou aucune pour une même ligne).**

N°	Propositions	Vie de tous les jours	Classe de physique
1	L'énergie doit s'économiser		
2	L'énergie se consomme		
3	L'énergie est dangereuse		
4	Il existe plusieurs formes d'énergie		
5	L'énergie peut se stocker		
6	Le travail est effectué par une force		
7	Le travail est productif		
8	Le travail peut être moteur		
9	Le travail peut être résistant		
10	Le travail peut être fatigant		
11	Le travail est un mode de transfert		
12	Le travail nécessite un déplacement		

Question 5

Pour chacun des énoncés ci-dessous indiquez par une croix s'il est juste ou faux du point de vue de la physique.

N°	Énoncés	Juste	faux
1	L'énergie peut être créée		
2	Il existe plusieurs formes d'énergie		
3	L'énergie peut être détruite		
4	L'énergie peut se stocker dans des systèmes		
5	L'énergie peut changer de forme		
6	L'énergie peut se transférer d'un système à un autre		

Question 6

Voici sept situations :

- | | |
|--|---|
| 1 Une <u>pile</u> fait briller une <u>lampe</u> | 5 Une <u>voiture</u> qui freine |
| 2 Le <u>soleil</u> éclaire et réchauffe une <u>salle</u> | 6 Une <u>lampe</u> qui éclaire une <u>chambre</u> |
| 3 Dans le <u>jardin</u> le <u>moteur</u> d'une voiture immobile tourne | 7 Une <u>grue</u> soulève un <u>objet</u> |
| 4 Une <u>bouilloire</u> électrique est en train de chauffer de l' <u>eau</u> | |

On se propose d'interpréter ces situations d'un point de vue énergétique. Pour cela on considère chacun des objets soulignés comme un système et uniquement ceux-là.

Classez ces systèmes selon qu'ils stockent, reçoivent ou fournissent de l'énergie. Pour cela :

- faites figurer le nom de chacun des systèmes dans la colonne qui convient pour chacune des situations. Un même système peut figurer dans deux colonnes différentes ou deux systèmes différents peuvent figurer dans la même colonne.

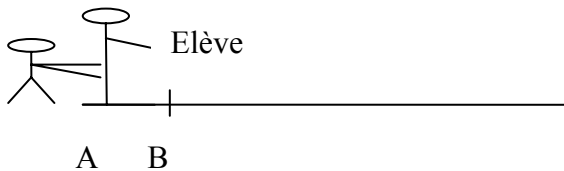
- précisez dans la colonne correspondante sous quel mode l'énergie est transférée au système qui reçoit ou fournit de l'énergie et sous quelle forme l'énergie est stockée.

N° de la situation	Système qui fournit de l'énergie	Mode(s) du transfert de l'énergie à partir de ce système	Système qui est en train de stocker de l'énergie	Forme(s) sous laquelle l'énergie est stockée	Système qui reçoit de l'énergie	Mode(s) du transfert de l'énergie à ce système
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						

Question 7

7.1

Depuis le bord d'une patinoire, Damien pousse un élève de A à B avec une force constante et le laisse glisser à partir du point B. L'élève poussé est au repos au point A. Les forces de frottement entre le patin à glace et la glace, ainsi que celles exercées par l'air sont négligeables.



En physique Damien et l'élève con..... systèmes pendant la poussée, c'est-à-dire entre A et B. Le système « Damien » fournit de l'énergie au système « élève ».

a) Quel est le mode de transfert de l'énergie entre le système « Damien » et le système « élève » ?

.....
.....
.....

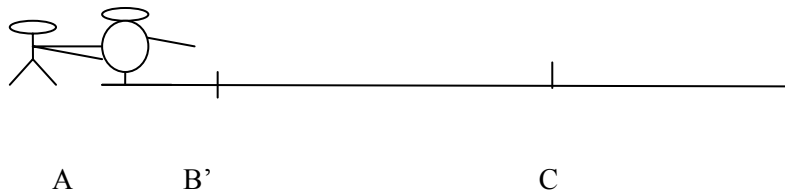
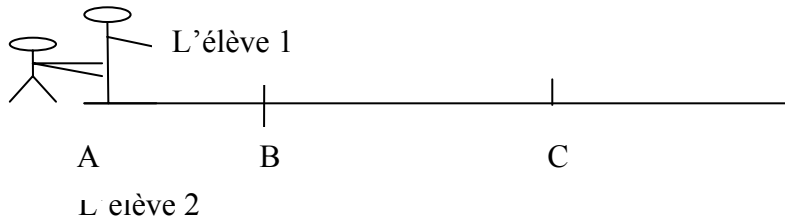
b) Si \vec{F} est la force exercée par le système « Damien » sur le système « élève », donnez l'expression de la quantité d'énergie transférée

.....
.....
.....

c) Précisez sous quelle forme le système « élève » stocke l'énergie qu'il reçoit.

7.2 Depuis le bord de la patinoire, Damien pousse deux élèves l'un après l'autre. Les deux élèves sont au repos au point de départ, c'est-à-dire au point A. L'élève 2 est plus lourd que l'élève 1. Damien pousse l'élève 1 du point A au point B et le laisse glisser. Il pousse l'élève 2 du point A à un point B' différent de B et le laisse aussi glisser. La distance AB est plus grande que la distance AB'. Le système « Damien » exerce la même force constante dans les deux cas.

Les forces de frottements entre le patin à glace et la glace, ainsi que celles exercées par l'air sont négligeables.



a) **Cochez la bonne proposition selon vous.**

Pendant la première poussée (élève léger), le système « Damien » fournit

- plus d'énergie
 - moins d'énergie
 - autant d'énergie
- que lors de la seconde poussée (élève lourd)
- je ne sais pas

b) Justifiez votre réponse à partir de vos connaissances de physique

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

7.3 Damien pousse l'élève 1 puis l'élève 2 qui est plus lourd sur la même distance AB. Il fait en sorte qu'à l'instant où les deux élèves passent par le point B, ils aient la même vitesse.

Le système « Damien » exerce maintenant une force constante sur les deux élèves mais celle qu'il exerce sur le système « élève 1 » n'a pas la même valeur que celle qu'il exerce sur le système « élève 2 ».

Les frottements entre le patin à glace et la glace, ainsi que la force exercée par l'air sont négligeables.

Cochez la bonne proposition selon vous.

Pendant que Damien pousse sur l'élève 1 (élève léger), c'est-à-dire entre A et B le système « Damien » fournit

- plus d'énergie
- moins d'énergie
- autant d'énergie
que lorsqu'il pousse l'élève 2 (élève lourd)
- je ne sais pas

Question 8

Un enfant lâche une boule de pétanque sans vitesse initiale d'une certaine hauteur par rapport au sol. Les forces de frottements exercées par l'air sont négligeables.

a). Est-ce que ce système « boule de pétanque » a de l'énergie à l'instant de son lâcher ?

Oui

Non

Je ne sais pas.

b). Justifiez votre réponse à partir de vos connaissances de physique

.....

.....

.....

.....

.....

c) On s'intéresse aux deux positions suivantes de la boule : au moment du lâcher et lorsqu'elle est à la moitié de son trajet.

c₁) Précisez sous quelle(s) forme(s) l'énergie est stockée pour les deux positions

Au moment du

lâcher :

A la moitié de son

trajet :

c₂) Comparez l'énergie de la boule de pétanque dans les deux positions

.....

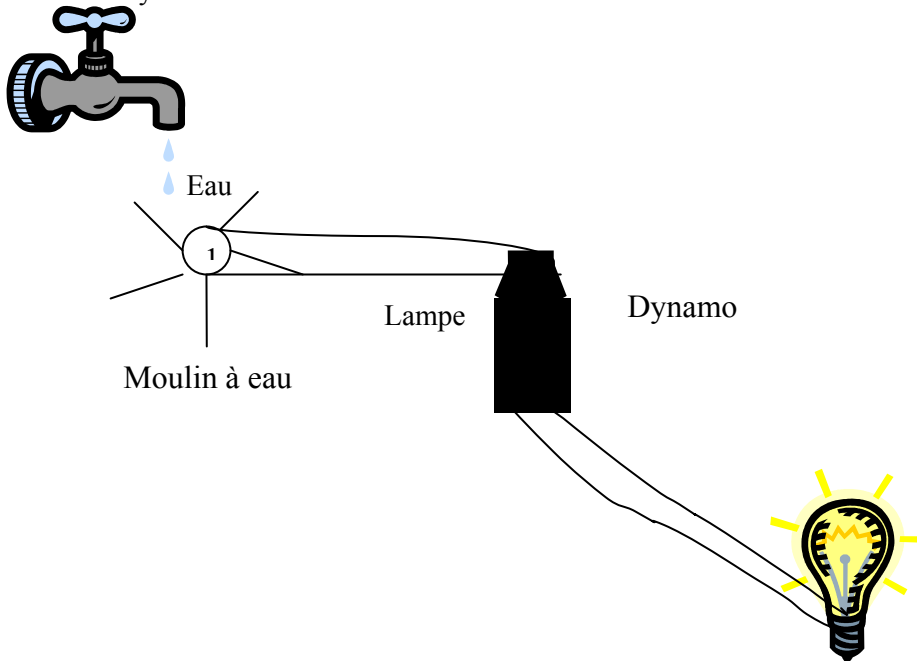
.....

.....

.....

Question 9

Soit l'expérience ci-dessous. L'eau qui coule du robinet fait tourner le moulin à eau. Le moulin à eau entraîne en rotation la partie mobile de la dynamo. La lampe s'allume grâce à des fils de connexions qui la relie à la dynamo.



L'ensemble du dispositif se trouve dans une salle de laboratoire de physique d'un lycée

On se propose d'analyser ce phénomène d'un point de vue énergétique.

9.1 On se propose d'identifier les types de systèmes en termes de réservoirs d'énergie ou de transformateurs d'énergie. **Pour chaque système donné, cochez la case appropriée s'il s'agit selon vous de réservoir ou de transformateur**

N°	Système	Réservoir	Transformateur	Je ne sais pas
1	Eau qui coule			
2	Moulin à eau			
3	Dynamo			
4	Lampe			
5	Salle de labo			

9.2 Dans le tableau ci-dessous, **indiquer par écrit** :

- les formes d'énergie susceptibles d'être stockées par chaque système

- et le(s) mode(s) de transfert d'énergie concernant chaque système.

Système	Forme(s) d'énergie stockée par :	Mode(s) de transfert d'énergie	Je ne sais pas
Eau qui coule	Avec le système « moulin à eau »	
Moulin à eau	Avec le système « eau qui coule »	
		Avec le système « dynamo»	
Dynamo	Avec le système « moulin à eau »	
		Avec le système « lampe»	
Lampe	Avec le système « dynamo»	
		Avec le système « salle de labo»	
Salle de labo	Avec le système « lampe»	
		Avec le système « dynamo»	

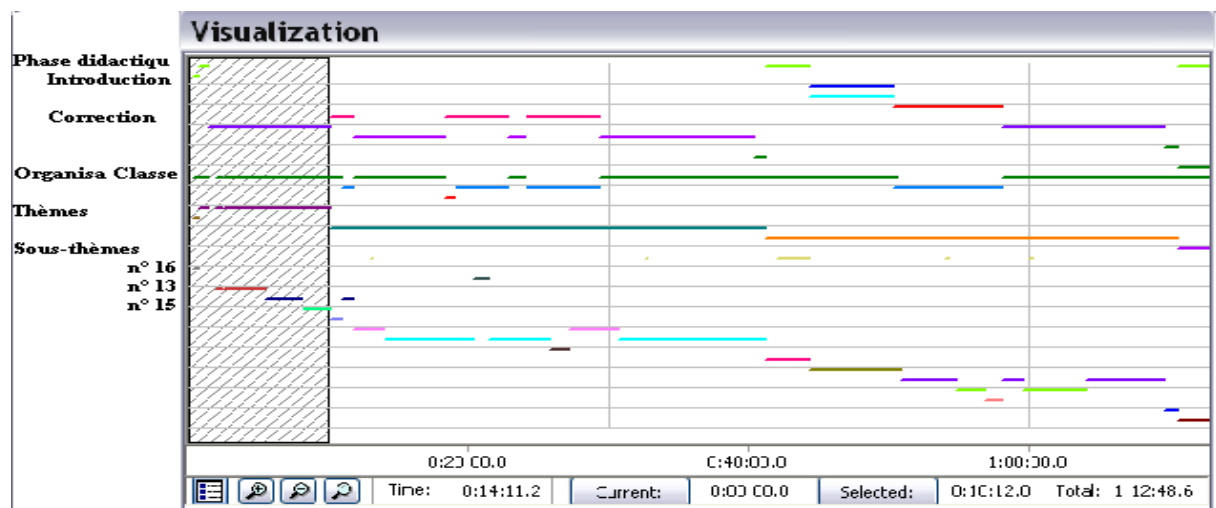
Annexe 5 Analyse méso des thèmes

Classe 1

Thème n° 4. Analyse d'une chaîne énergétique en termes d'identification de noms, de modes de transferts et de variation d'énergie stockée par les systèmes en interaction. Thème n° 5 Compte rendu des dossiers réalisés sur les formes d'énergie dans la région Rhône-Alpes.

Comme le montrent les graphiques 16 (partie non hachurée à la fin de la première séance) et 17 (Partie hachurée dans la deuxième séance), ce thème qui s'étale sur deux séances. La réalisation a débuté à la fin de la première séance, il est supposé se poursuivre à la maison. La correction se fait au début de la deuxième séance.

Mais avant de commencer cette correction, l'enseignante a introduit le problème des consignes qu'elle avait données pour la réalisation des dossiers portant sur les formes d'énergie dans la région Rhône-Alpes. Cette incursion a été nommée thème 5 « dossier énergétique », il ne concerne que le sous-thème 16. Ce thème 5 constitue le début du thème qui se complétera ultérieurement au thème 17.



Graphique 1 Visualisation du thème 4 et début thème 5 (Partie hachurée). De haut en bas. Phase didactique (Introduction séance et cours, Correction). Organisation de la classe (CE). Thèmes et sous-thèmes.

Le thème en jeu est composé de quatre sous-thèmes (cf graphique 17 et tableau 22, il a une durée de 18 min. Le sous-thème 12 n'est pas visible dans le graphique 17. Une partie de ce sous-thème concerne la réalisation durant la première séance avec le binôme que nous filmons. L'autre partie concerne la correction en classe entière. A cause des difficultés techniques, nous avons pris la caméra élèves.

Il s'agit dans ce thème, qui suit immédiatement la lecture et l'explication du texte sur le modèle de l'énergie, de consolider les acquis tels que la nature des systèmes (réservoir et transformateur) et les modes de transfert d'énergie mis en jeu dans un schéma représentant une chaîne énergétique. L'analyse de la quantité d'énergie stockée par un système ou transférée entre systèmes est abordée dans ce thème. C'est dans une phase de correction en classe entière que ce thème est repris dans la deuxième séance. Rappelons que dans la première séance où seule la moitié de la classe (que nous suivons) était présente, nous avons

suivi le binôme que nous filmons comme le montre une de leur production (figure 1 ci-dessous).

Tableau 1 Structuration du thème 4 et début du thème 5. Classe 1

Thème N° 4 (Durée 18 min)		Thème N° 5. Compte rendu dossier réalisé sur les formes d'énergie dans la région Rhône-Alpes	
Analyse d'une chaîne énergétique en termes d'identification de noms, de modes de transferts et de variation d'énergie stockée par les systèmes en interaction.	N° 11 Annonce de l'analyse d'une chaîne énergétique en termes de transfert d'énergie (Durée : 2 min)		Org CI CE
	Sous-thèmes	Inclusion	
	N° 12 Identification des noms et des modes de transferts d'énergie entre des systèmes en interaction dans une chaîne énergétique (Durée : 4 min)		Gr/CE
	N° 13 Variation de l'énergie stockée par les systèmes en interaction dans une chaîne énergétique (Durée : 5 min)	N° 16 Exécution des consignes durant la réalisation du dossier sur les formes d'énergie dans le région Rhône-Alpes (Durée 2 min).	CE Gr/CE
	N° 14 Analyse des transferts d'énergie par mode thermique dans une chaîne énergétique (Durée : 3 min)		CE
	N° 15 Identification de moyen pouvant diminuer la quantité d'énergie transférée par travail mécanique dans les événements de frottements entre systèmes (Durée : 2 min)		

Le but de l'activité est de familiariser les élèves avec l'analyse des modes de transfert d'énergie en utilisant un schéma de chaîne énergétique (cf tableau 23).

Tableau 2 Enoncé activité 2 Classe 1

Chaîne énergétique représentant la situation de l'objet tiré par un moteur qui est alimenté par une pile.

1. Compléter la chaîne en indiquant sous chaque rectangle le nom de chacun des systèmes (réservoirs ou transformateur) et en précisant les modes de chacun des transferts d'énergie.
2. Pour chacun des systèmes représentés, précisez comment varie l'énergie stockée (au cours de la première phase).
- 3 a) Selon vous, quel événement néglige-t-on au sujet de la situation si on ne représente pas le transfert thermique 7 ? Même question pour les transferts 6 et 4.
- b) Indiquer un moyen de diminuer la quantité d'énergie transférée :- par le transfert 3 ;
- par le transfert 5.

L'enseignante annonce, en fin de la première séance, le début de l'activité 2 en distribuant une nouvelle feuille (introduction 11). Ensuite certains élèves se mettent au travail toujours en groupe de deux, tandis que d'autres attendent la fin de l'heure. La réalisation devra se prolonger à la maison et la correction se fera au début de la seconde séance. Durant cette première de phase, l'enseignante répond aux sollicitations de certains groupes, discutent avec eux (sous-thèmes 12 et 13).

Durant cette partie de la réalisation, les élèves sont responsables de l'avancée du savoir. Ils travaillent en groupe de deux et certains groupes font appel à l'enseignante quand ils sentent la nécessité. En les aidant, l'enseignante participe à cette avancée au sein de certains groupes. La fin de la séance nécessite un prolongement de cette réalisation à la maison, donc une forme de réalisation que nous supposons individuelle où chaque élève sera responsable de l'avancée du savoir.

Le début de la deuxième séance concerne le dossier sur les formes d'énergie dans la région Rhône-Alpes (sous-thème 16). L'enseignante discute avec les élèves sur les consignes que

certaines n'ont pas respectées (travail à faire par groupe de deux) (thème 5). Les élèves lui font savoir que ces consignes ne sont pas écrites sur la feuille, ce que l'enseignante reconnaît en leur disant qu'elles étaient dites en classe. Elle précise à la classe que les feuilles qu'elle a corrigées montrent que les formes d'énergie dans la région sont identifiées et les réponses pourront servir durant la prochaine activité. Après avoir discuté de ces consignes qu'il fallait respecter durant la réalisation du dossier énergétique, l'enseignante invite les élèves à la correction des activités entamées lors de la première séance. Elle commence à lire la première question et interroge les élèves. Du point de vue de la topogenèse nous pouvons remarquer l'importance que l'enseignante accorde aux consignes durant la réalisation. Cette discussion permet aussi à l'enseignante d'annoncer le titre de la prochaine activité (étude des formes d'énergie).

Durant toute la correction l'enseignante a la responsabilité de l'avancée du savoir. Elle interroge les élèves, répète leur réponse et donne des explications pour clarifier davantage certaines réponses. Les éléments de savoir abordés et la topogenèse associée sont les suivants (cf fig 1 et 2) :

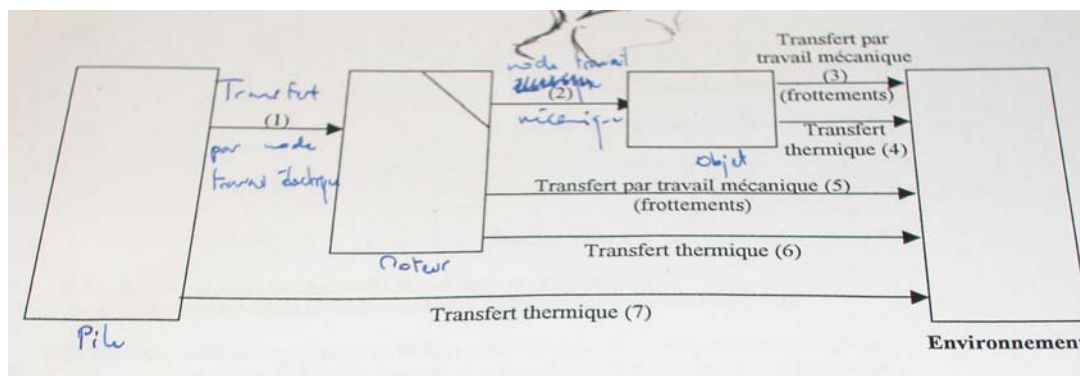


Figure 1 Réponse d'un élève du binôme filmé dans la chaîne énergétique proposée. (Situation : objet tiré par un moteur qui est alimenté par une pile Classe 1.

- l'identification des systèmes qui composent la chaîne énergétique débute la correction (Sous-thème 12). L'enseignante interrogeant les élèves recueillent les réponses, les explique davantage. Elle a la responsabilité de l'avancée du savoir

- les variations des énergies stockées par ces systèmes suivent, ces savoirs font l'objet de beaucoup de discussions entre l'enseignante et les élèves. La variation de l'énergie stockée par le moteur et par l'objet est le principal point d'achoppement entre les élèves et l'enseignante. Elle fait référence au modèle de l'énergie en reprenant la proposition d'un élève, ce que d'autres réfute en prenant comme argument la rotation du moteur. Elle indique l'intérêt d'un schéma (l'image) dans ce genre d'analyse (sous-thème 13). La responsabilité est du ressort de l'enseignante, mais le savoir est délégué aux textes (du modèle et aux flèches dans le schéma).

- les modes de transfert d'énergie par transfert thermique sont analysés dans le sous-thème 14. Toujours par des jeux de questions qui sont suivies par un silence des élèves, l'enseignante explique pourquoi il ne faut pas négliger les transferts thermiques. Elle s'appuie sur les flèches représentées dans le schéma. La responsabilité de l'avancée est toujours du ressort de l'enseignante, mais le savoir est délégué au texte de l'énoncé (ici le schéma qui est donné) de l'activité

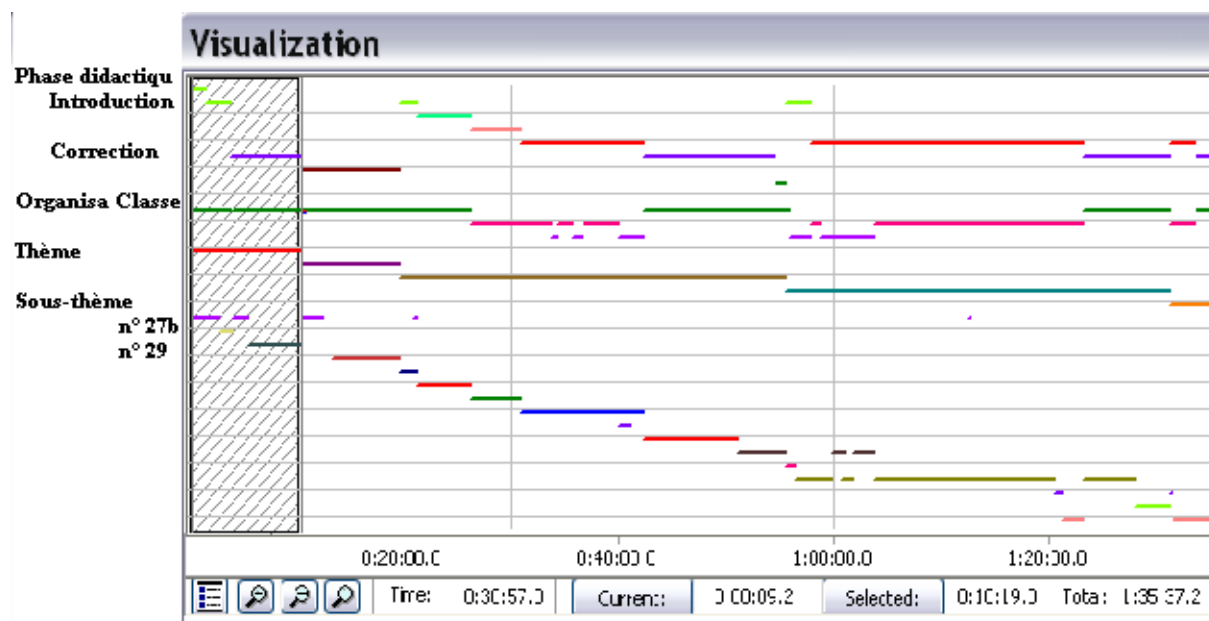
- Les moyens pour diminuer les frottements ; ceux-ci sont abordés par l'enseignante qui, en interrogeant les élèves, répète leur réponse et donne davantage d'explication.

A la suite de ces explications, l'enseignante annonce le démarrage de la prochaine activité qui est le prolongement celle qui vient de se terminer, elle consiste en une analyse d'un mode de

transfert d'énergie particulier : le travail mécanique. L'enseignant en annonçant une nouvelle activité a clôturé implicitement ce thème.

Thème n° 8. Adjectifs qualifiant l'énergie stockée par un système dans les domaines de la physique (microscopique et macroscopique) et de la vie de tous les jours.

Ce thème débute à la fin de la deuxième séance (graphique 19 : partie non hachurée à droite) et se poursuit au début de la troisième séance (graphique 20 : partie hachurée). Il marque aussi la fin des séries d'activités concernant les formes d'énergie et les adjectifs qui qualifient l'énergie dans divers domaines. Sa durée est de 12 minutes. La séance est faite en présence d'une demi classe.



Graphique 2 Visualisation du thème 8 (Partie hachurée) dans la troisième séance. De haut en bas. Phase didactique (introduction séance et activité, correction activité). Organisation de la classe (CE). Thème et sous-thèmes.

Tableau 3 Structuration du thème 8. Classe 1

Thème n° 8 (Durée 12 min.)	Sous-thème N° 27a. Distinction entre énergie stockée et énergie transférée (Durée : 2 min)	Org Cl
Adjectifs qualifiant l'énergie stockée par un système dans les domaines de la physique (microscopique et macroscopique) et de la vie de tous les jours	Introduction N° 27b. Annonce de la correction de l'activité sur les adjectifs qualifiant l'énergie stockée par un système. Rappels sur les adjectifs et forme d'énergie (Durée : 1 min)	CE
	Sous-thème N° 28. Qualificatif de l'énergie stockée par un système selon les domaines de la vie de tous les jours, de la physique macroscopique et de la physique microscopique (5 min)	

Le but de l'activité est de distinguer les adjectifs utilisés pour qualifier l'énergie stockée par un système dans différents domaines (cf tableau 31).

Tableau 4. Enoncé de l'activité et réponse de la classe dans le tableau proposé. Classe 1

b. Proposer un ou deux adjectifs qualifiant l'énergie stockée selon les trois points de vue précédents pour les différents sites ou dispositifs suivants

Sites ou dispositifs	Vie de tous les jours	Point de vue macroscopique	Point de vue microscopique
Pile	électrique	chimique	potentielle
Eolienne (partie en amont de l'alternateur)	éolienne	cinétique	cinétique
Barrage de Génissiat (partie en amont de la turbine)	Hydraulique (ou hydro-électrique)	potentielle	Potentielle (surtout cinétique : mv des particules). Sans intérêt pour le physicien
Centrale au charbon (partie en amont de l'alternateur)	Fossile (ou thermique)	chimique	potentielle
Centrale du Bugey (partie en amont de l'alternateur)	nucléaire	nucléaire	potentielle

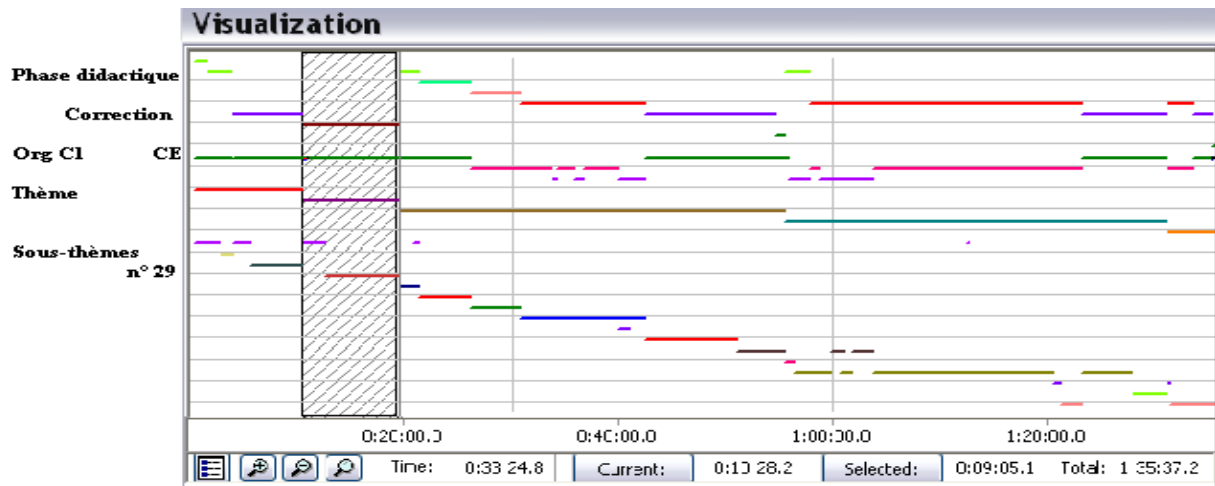
Source : PEGASE/INRP

En donnant la feuille concernant l'activité à réaliser à la maison (qui est aussi accompagné d'une feuille d'exercice) à la fin de la séance, l'enseignante insiste sur la différence à faire entre énergie stockée et énergie transférée quand il s'agit d'une étude qui utilise les aspects énergétiques. Cette différence est aussi rappelée par l'enseignante au début de la troisième séance avant qu'elle ne commence la correction qu'elle dirige en interrogeant les élèves. Notons qu'au début de la troisième séance, avant d'entamer la correction l'enseignante a passé 4 minutes environ à donner des conseils aux élèves.

La correction, en classe entière, consiste à donner les adjectifs appropriés pour qualifier l'énergie stockée par chacun des sites dans les domaines mentionnés (cf tableau 31). Durant cette correction, l'enseignante lit le site et interroge les élèves. Ces derniers donne un ou des adjectifs, l'enseignante répète la réponse et donne des explications pour clarifier davantage et récapitule les propositions sur chaque ligne (cf tableau 31). Les élèves demandent aussi des clarifications s'ils sentent la nécessité. La responsabilité de l'avancée du savoir est du ressort de l'enseignante, les élèves y participent en demandant des clarifications. Les savoirs mis en jeu sont mentionnés dans le tableau 31. Les clarifications demandées par les élèves concernent l'adjectif qualifiant l'énergie stockée par la partie en amont d'un barrage et celui utilisé pour qualifier l'énergie stockée par une centrale nucléaire en physique microscopique.

Thème n° 9. Analyse d'une chaîne énergétique en termes d'identification des systèmes, des modes de transferts d'énergie.

Ce thème qui dure 9 minutes fait office de transition entre l'étude sur les formes d'énergie et celle qui concernera le travail mécanique. Il s'agit d'une correction qui se fait en classe entière sous la direction de l'enseignante qui interroge, explique en donnant des exemples et récapitule les propositions de la classe pour chaque série de question. Le savoir en jeu est l'identification des noms, des modes de transferts d'énergie et surtout de l'influence des positions de certains systèmes quand on les remplace par d'autres. Il appartient au thème 4 du point de vue du savoir. C'est le deuxième thème abordé dans cette troisième séance comme le montre le graphique 21. Il est constitué d'un seul sous-thème (cf tableau 33) du point de vue du savoir qui dure 7 minutes environs, les deux minutes sont consacrées à la gestion du travail par l'enseignante. La séance est toujours faite en présence de la demi classe.



Graphique 3 Visualisation du thème 9 (Partie hachurée) dans la troisième séance. De haut en bas. Phase didactique (Correction exercice). Organisation de la classe (CE). Thème et sous-thèmes.

Tableau 5 Structuration du neuvième thème. Classe 1

Thème 9 = thème 4. (Durée : 9 min). Sous-thèmes Org CI
 Analyse d'une chaîne énergétique en N° 29. Identification des noms des systèmes, de CE
 termes d'identification des systèmes, des mode de transfert d'énergie, de position de systèmes
 modes de transferts d'énergie. dans une chaîne énergétique (Durée 7 min)

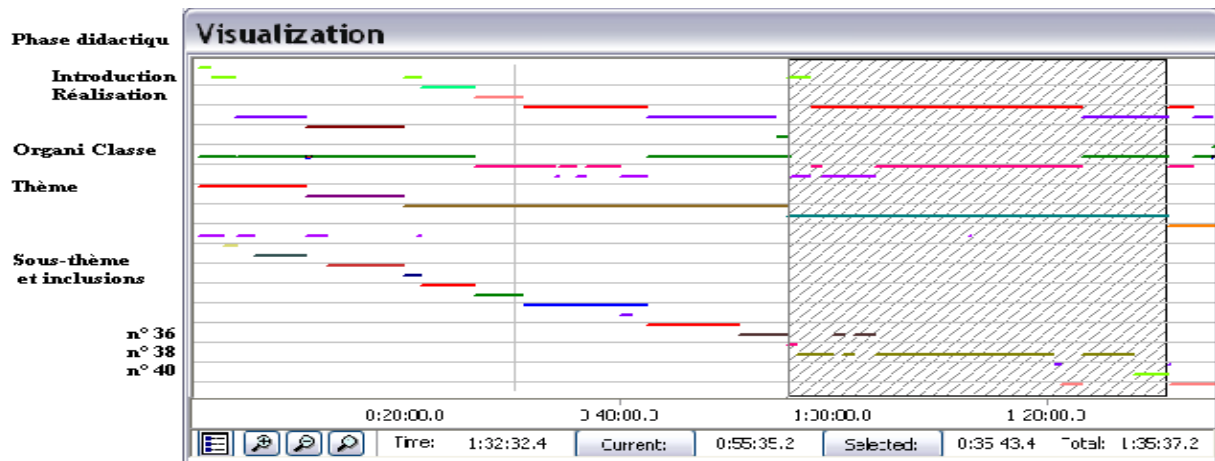
Le but de l'exercice est de faire appliquer aux élèves les notions concernant la construction ou l'analyse d'une chaîne énergétique (cf annexe XX)

Du point de vue de la topogenèse, l'avancée du savoir est sous la responsabilité de l'enseignante dans ce thème. Les élèves participent à cette avancée en répondant aux questions posées par l'enseignante et en demandant des éclaircissements surtout sur les l'analyse de modes de transfert d'énergie entre les différents systèmes. Les savoirs mis en jeux sont l'identification des noms des systèmes dans les différentes chaînes énergétiques, l'identification des modes de transferts d'énergie entre ces systèmes (transfert thermique, travail électrique, rayonnement). Les points d'éclaircissement demandés par les élèves concernent les transferts thermiques dans le cas où les flèches sont représentées, le transfert électrique à cause de l'électricité qui passe dans les fils de connexion.

A partir de cette correction, l'enseignante annonce la fin de la partie concernant les adjectifs qualifiant l'énergie et les formes d'énergie stockées et le début de la partie qui fait référence à l'étude du transfert par travail mécanique.

Thème n° 11. Transfert d'énergie entre systèmes : représentation en chaîne énergétique. Evolution et changement de forme d'énergie stockée par un système isolé du point de vue énergétique.

Ce thème se situe aussi à la troisième séance. L'enseignante a exceptionnellement dépassé de 6 minutes la durée officielle qui est de 1 h 30. On est en présence de la demi classe. Le thème en question est la deuxième activité parmi celles qui accompagnent l'activité expérimentale du lancer et réception du médecine-ball. Il dure 36 minutes environ (voir graphique 23). Les élèves continuent de travailler en binôme.



Graphique 4 Graphique visualisant la position du thème (Partie hachurée) 11 dans la troisième séance. De haut en bas : phases didactiques (introduction activité, réalisation activité et correction activité) ; Organisation de la classe (Classe entière, Groupe et mixte) ; thème, sous-thèmes et inclusion

Le tableau 35 et le graphique 23 montrent que le thème est découpé en deux sous-thèmes principaux et trois inclusions. Ces inclusions ont des statuts différents. L'une appartient au savoir précédemment construit, elle est à l'initiative de l'enseignante lorsqu'il s'aperçoit que les élèves n'ont pas noté sur leur cahier la correction de la précédente activité (36). Les deux autres (39 et 41) se situent lors du travail en groupe lorsque l'enseignante discute avec les deux membres d'un binôme; il s'agit d'une anticipation du savoir qui sera introduit dans les prochaines séances. Ces inclusions et les deux sous-thèmes principaux donnent à la structuration une forme d'imbrication. Cette imbrication de sous-thèmes est précédée d'une introduction faite par l'enseignante qui donne le but de l'activité (37).

Tableau 6 Structuration du onzième thème. Classe 1

Thème n° 11 (36 min)	Introduction (Durée : quelques secondes)	Org CI
Transfert d'énergie entre systèmes : représentation en chaîne énergétique. Evolution et changement de forme d'énergie stockée par un système isolé du point de vue énergétique.	. Annonce de l'analyse de l'expérience du lancer du médecine-ball du point de vue énergétique (qq sec)	CE
	Sous-thèmes	Inclusions
	N° 38 Transfert d'énergie pendant les différentes phases du mouvement. Représentation chaîne énergétique. Evolution d'énergie stockée (Durée : 27 min)	N°36 Grandeurs physique mises en jeu lors de l'expérience de lancer et de réception de médecine-ball de masses différentes (Durée : 3 min)
		N° 39 Variation de l'énergie stockée par un système. Changement de forme et évolution de l'énergie (Durée : 1 min)
		N°41 Grandeurs dont dépend l'énergie potentielle (Durée : 2 min)
		Mixte
		Gr
		CE

N 40 Système isolé du point de vue énergétique (Durée : 3 min)

Le but de cette activité est d'étudier l'expérience du lancer et de réception du médecine-ball du point de vue énergétique et d'explicitier le sens physique de l'énergie potentielle. Le texte de l'activité est donné en annexe XX).

L'enseignante annonce au début de ce thème l'utilisation du texte du modèle de l'énergie et gère le travail en demandant de découper la feuille par question et de coller sur leur cahier ; elle demande aussi de lire toute la question avant de commencer à travailler. Les élèves commencent à réaliser la tâche en groupe. Du point de vue de la topogenèse, l'enseignante a la responsabilité de présenter le savoir en jeu en annonçant le début de l'activité, en insistant sur le modèle qu'ils doivent utiliser. Pendant que les élèves font les découpages des feuilles, l'enseignante continue sa présentation. Un des élèves y participe en proposant d'utiliser les représentations en chaînes énergétiques, ce que l'enseignante répercute à toute la classe.

Au début de la réalisation, voyant que certains élèves n'ont rien écrit dans leur cahier durant l'activité précédente, l'enseignante écrit au tableau les résultats obtenus dans l'analyse des gestes observés et le signale à toute la classe (inclusion 36). Pendant ce temps les élèves commencent à réfléchir sur l'activité et interpellent l'enseignante. Celle-ci répond aux sollicitations tout en continuant à écrire au tableau. Nous sommes au début de la réalisation en présence d'une situation où les élèves cherchent à « prendre leur marque » pour entamer le travail. C'est ainsi que les questions portent sur les délimitations des phases et les systèmes pris en compte pour la construction d'une chaîne énergétique suivant la situation envisagée. Ces éléments de savoir qui permettent le démarrage de l'activité sont explicités à toute la classe par l'enseignante sur la demande en général d'un élève. A la suite de ces explications, elle continue à recopier les résultats de l'activité précédente dans les colonnes écrites au tableau. Ainsi cette enseignante ne limite pas son territoire aux alentours de son bureau. En circulant dans les rangs, elle vérifie les traces écrites dans les cahiers des élèves.

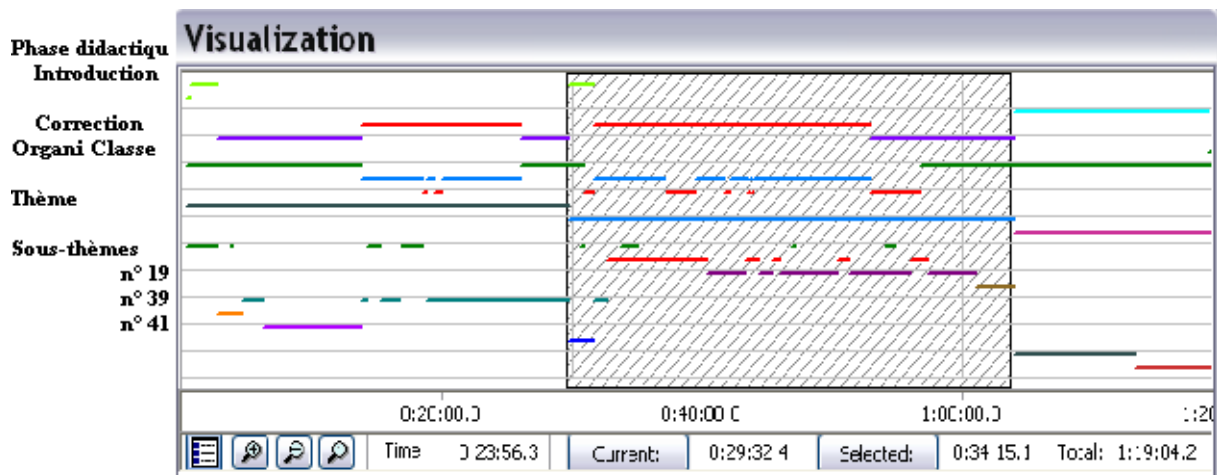
Durant la réalisation de l'activité, l'avancée du savoir est passé sous la responsabilité des élèves quand ils travaillent en groupe. Dans d'autres cas l'enseignante y participe, quand elle est interpellée, en les aidant. Dans le premier cas les élèves construisent des chaînes énergétiques en accord avec le principe de conservation de l'énergie dans les phases de lancer et de réception. Dans le second cas, les phases de montée et descente, ils sont aidés par l'enseignante, la responsabilité de l'avancée du savoir en jeu se déplace entre les deux acteurs (élèves et enseignante). La savoir provisoire dans la majorité des groupes (un seul groupe a réussi à construire la chaîne énergétique) est la construction d'une chaîne énergétique avec un seul réservoir dont le nom est « médecine-ball ». Le texte du modèle devient dans presque tous les groupes la référence au savoir. C'est l'enseignante qui le propose à certains groupes, dans d'autres ce sont les élèves qui le convoquent pour argumenter. Durant les explications qu'elle propose aux groupes, l'enseignante fait référence au texte de l'énoncé de l'activité qui dit que les frottements de l'aire et les transferts thermiques sont négligés.

Durant la correction, en classe entière, l'enseignante schématise les chaînes énergétiques durant les différentes phases. D'abord elle passe rapidement sur la représentation en chaîne énergétique des modes de transfert d'énergie dans les phases de lancer et réception qui a été plus ou moins bien comprise par les élèves. La discussion se fait sur les phases de montée et de descente où elle interroge les élèves, discute avec eux. Cette discussion se focalise d'abord sur les différents modes de transfert d'énergie qu'il pourrait y avoir : le transfert thermique. En argumentant elle persuade les élèves à admettre que ces derniers sont négligeables et que donc l'énergie du ballon est constante. Elle représente la chaîne énergétique : un seul réservoir, le ballon. Elle revient sur la remarque d'un élève : « un seul réservoir pour représenter une chaîne énergétique contraire au texte du modèle ». Elle revient aussi sur la notion de système isolé en faisant référence à l'étude dans le domaine de la mécanique. En interrogeant les élèves sur les forces qui sont appliquées au ballon, elle réussit à montrer que celui-ci n'est pas isolé. Elle conclut en expliquant pourquoi on doit prendre dans la suite le système « médecine-ball+ Terre ». Et par abus de langage on a tendance à dire seulement système « médecine-ball », mais en toute rigueur c'est le système « médecine-ball+ Terre » qui est isolé.

Dans cette phase de correction la responsabilité de l'avancée du savoir est du ressort de l'enseignante. Elle débute par la reprise des schémas que tous les élèves ont faits (chaînes énergétiques dans les phases de lancer et réception). Et la discussion avec les élèves s'est focalisée sur les chaînes énergétiques à construire dans les phases de montée et de descente. Ce qui lui a permis d'introduire la notion de système isolé du point de vue énergétique qu'il faut maintenant prendre en considération. L'enseignante insiste ainsi sur l'abus de langage utilisé souvent : « médecine-ball » à la place de « médecine-ball+Terre ». Les élèves participent à cette avancée en donnant leur avis. L'enseignante valorise aussi des remarques que certains élèves ont données durant la réalisation.

Thème n° 13. Analyse du transfert d'énergie par travail mécanique : diagramme d'interaction, représentation des forces dans une interaction. Grandeurs dont dépend le travail mécanique.

Le thème 13 débute dans cette troisième partie (selon notre découpage) l'analyse du mode de transfert d'énergie par travail mécanique. Il est le deuxième thème dans la quatrième séance qui se fait en présence de tous les élèves (cf graphique 25). Il est constitué de trois sous-thèmes majeurs (12,19 et 36). Les deux premiers sont imbriqués et le troisième est une consolidation d'un sous-thème commencé dans le thème précédent (les grandeurs qui influencent le travail mécanique) (cf tableau 38).



Graphique 5 Visualisation du thème 13 (Partie hachurée) dans la quatrième séance. De haut en bas. Phase didactique (introduction, réalisation, correction activité). Organisation de la classe (CE, Groupe ou individuel et mixte). Thème, sous-thèmes et inclusion.

Le but de l'activité est de familiariser les élèves avec l'analyse des systèmes en interaction du point de vue énergétique (cf 3^{ème} question annexe XX).

Tableau 7 Structuration du thème 13. Classe 1

Thème n° 13 (Durée : 34 min). Analyse du transfert d'énergie par travail mécanique : diagramme d'interaction, représentation des forces dans une interaction. Grandeurs dont dépend le travail mécanique	Introduction. (Durée 2 min)	Org C1
	N° 42. Annonce de l'analyse du mode de transfert d'énergie par travail mécanique. Grandeurs physiques qui influencent ce transfert	CE
	Sous-thèmes	Inclusion
	N° 12 Identification des noms et des modes de transferts d'énergie entre des systèmes en interaction dans une chaîne énergétique (Durée 12 min)	N° 39. Variation, évolution et changement de forme d'énergie stockée par un système (Durée 1 min)
N° 19 Description de l'interaction en jeu dans des transferts d'énergie par mode travail mécanique : identification des forces et mode de représentation (Durée 18 min)		Gr/M /CE
N° 36 Grandeurs physiques qui influencent le travail mécanique (Durée 3 min)		CE

Le thème 13 dure 34 minutes. L'enseignante annonce le but de l'activité qui consiste à analyser le transfert d'énergie par travail mécanique lors des phases de lancer et de réception du médecine-ball.

Durant la réalisation (Sous-thèmes 12 et 19), l'enseignante revient sur l'évolution de l'énergie du ballon durant ces mêmes phases pour aider un élève en difficulté de compréhension (sous-thème 39). En ce qui concerne le savoir en jeu, l'enseignante insiste sur le fait qu'il faut avoir près de soi le modèle de la mécanique pour ces types d'analyse et que ce genre d'activité a été réalisée lors de l'expérience de l'objet tiré par un moteur qui est alimenté par une pile. Les notions sur lesquelles les élèves sont revenus constamment sont la délimitation du système (médecine-ball+Terre), les diagrammes d'interaction et de force mises en jeu. La responsabilité de l'avancée du savoir est du ressort des élèves qui interpellent l'enseignante. Celle-ci lors des discussions leur demande de se référer au modèle de la mécanique. La référence au modèle est l'expression qu'utilise aussi l'enseignante en parlant à toute la classe lors des moments de passage d'un élève ou un groupe d'élèves à un autre (des moments où l'organisation de la classe est mixte).

L'enseignante a invité une élève à mettre sa production au tableau. Pendant ce temps elle parle à toute la classe ou discute avec certains élèves sur les systèmes mis en jeu, les forces mises en jeu ou sur le schéma que l'élève est en train de réaliser au tableau. Durant 5 minutes environ, la réalisation en groupe ou individuelle continue, pendant que l'élève au tableau schématise les forces mises en jeu lors de l'interaction entre le corps et le médecine-ball. L'avancée du savoir est du ressort des élèves qui continuent de travailler et de celle qui est au tableau qui est en train de préparer l'intervention de l'enseignante au moment de la correction. Cette dernière discute avec les élèves qui l'interpellent, avec celle qui est au tableau sur le mode de représentation des forces.

A la suite de la correction de l'élève, l'enseignante reprend le schéma pour rectifier certaines anomalies (la droite d'action des forces mises en jeu lors de l'interaction). Durant cette rectification, elle pose des questions aux élèves, en expliquant et en dessinant au tableau.

A la clôture, l'enseignante revient sur les grandeurs qu'il faut faire varier si on augmente l'énergie transférée au médecine-ball : la force ou la distance de lancer ou de réception (sous-thème 36).

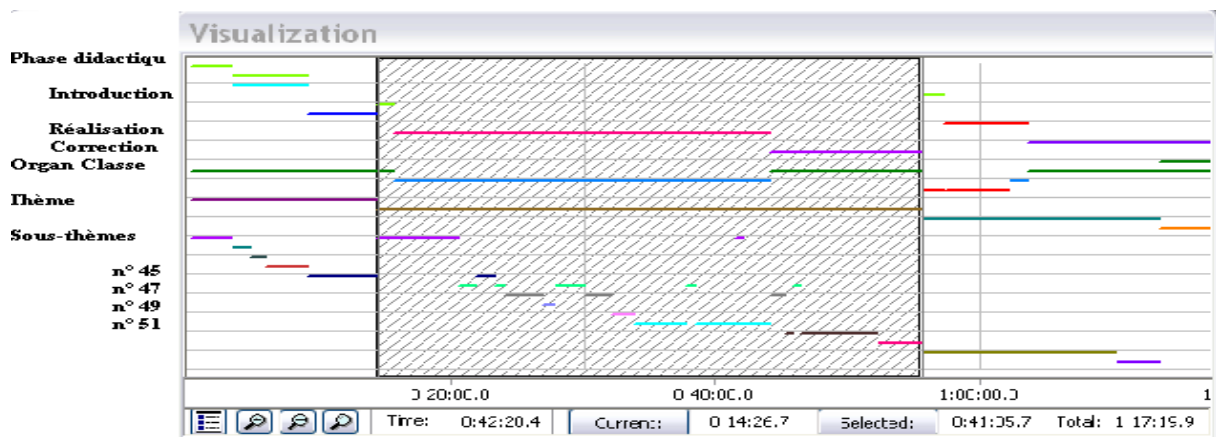
Nous sommes en présence d'une imbrication de sous-thèmes qui constituent le savoir en jeu. Ce savoir est d'abord réalisé en petits groupes ou individuel et même mixte où l'enseignante

intervient pour aider l'ensemble de la classe. Ensuite dans un deuxième temps une élève corrige au tableau et en même temps l'enseignante continue à aider les autres. L'élève au tableau fait avancer le savoir à sa manière et les autres le font aussi mais sous l'aide de l'enseignante. Et à la fin de la production du schéma, l'enseignante dirige la correction en classe entière. Dans cette dernière partie elle rectifie le corrigé de l'élève en posant des questions autres et en expliquant. Il s'agit de rectifier la droite d'action qui supporte les deux forces opposées qui représentent l'interaction entre la main et le ballon lors des phases de lancer et réception. Dans cette dernière partie la responsabilité de l'avancée du savoir est du ressort de l'enseignante. Nous remarquons que les imbrications commencent toujours dans la phase de réalisation pour se terminer dans celle de correction dans cette classe. Ce qui peut s'interpréter par le fait que l'enseignante donne, durant la correction, les réponses qui font allusions aux difficultés les plus fréquentes qu'elle a rencontrées durant ses discussions avec les élèves.

Thème n° 15. Travail d'une force constante en déplacement rectiligne.

Ce thème qui dure 41 minutes est un exercice qui applique l'expression générale du travail d'une force constante en déplacement rectiligne. Il est le deuxième thème dans cette quatrième séance qui se fait en présence de tous les élèves (cf graphique 27). Il est constitué de sous-thèmes imbriqués dont trois (sous-thèmes 48,48 et 50) sont de véritables inclusions et le quatrième étant une inclusion dont le savoir appartient au thème précédent (sous-thème 45) (cf graphique 27 et tableau 40)

A part l'expression générale du travail qu'un seul élève a voulu comprendre, tous les autres sous-thèmes appartiennent au savoir en construction. Ces sous-thèmes sont donc des imbrications qui commencent à la réalisation et se terminent à la correction pour certains sous-thèmes (cf graphique 27).



Graphique 6 Visualisation du thème 15 (Partie hachurée) dans la cinquième séance. De haut en bas. Phase didactique (Introduction e, réalisation et correction exercice). Organisation de la classe (CE, Groupe ou individuel). Thème, sous-thèmes et inclusions.

L'énoncé de l'exercice est tiré du livre de physique utilisé par la classe (exercice 5 page 106). Il s'agit d'un wagonnet qui est tiré par un ouvrier d'abord sur un plan horizontal, ensuite sur un plan incliné. Le déplacement dans les deux cas $AB = 50$ m. La direction du vecteur force exercée par l'ouvrier est la même que celle du déplacement dans un premier cas, ensuite dans un deuxième cas elle fait un angle de 20 degrés aussi bien sur le plan horizontal que sur le plan incliné. Le poids du wagonnet est de 5500 kg et l'angle du plan incliné par rapport à l'horizontal est de 20 degrés. La valeur de la force est de 200N (cf annexe XXX).

Tableau 8 Structuration du thème 15. Classe 1

Thème n° 15. (Durée : 41 min)	Sous-thèmes	Inclusions	Org Cl
Travail d'une force constante en déplacement rectiligne.	N° 46 Ordre de grandeur d'un résultat et chiffres significatifs (Durée : 6 min)		Gr ou Ind
	N° 47 Travail d'une force constante en déplacement et énergie transférée par mode travail mécanique. (Durée : 6 min)	N° 45 Expression générale du travail d'une force constante en déplacement rectiligne. (Durée : 1 min) N° 48 Travail d'une force constante en déplacement rectiligne sur un plan incliné. Travail résistant. (Durée : 1 min) N° 49 Travail d'une force constante en déplacement rectiligne sur un plan incliné. Vecteur force et vecteur déplacement même direction. (Durée : 2 min) N° 50 Travail d'une force en déplacement sur le plan horizontal ensuite sur le plan incliné. (Durée : 9 min)	CE

N° 51 Travail d'une force constante en déplacement rectiligne. Vecteur force et vecteur déplacement font un angle. (Durée : 6 min)

N° 52 Travail d'une force constante en déplacement rectiligne sur un plan incliné. Vecteur force et vecteur déplacement ont même direction. Travail résistant du poids. (Durée : 3 min)

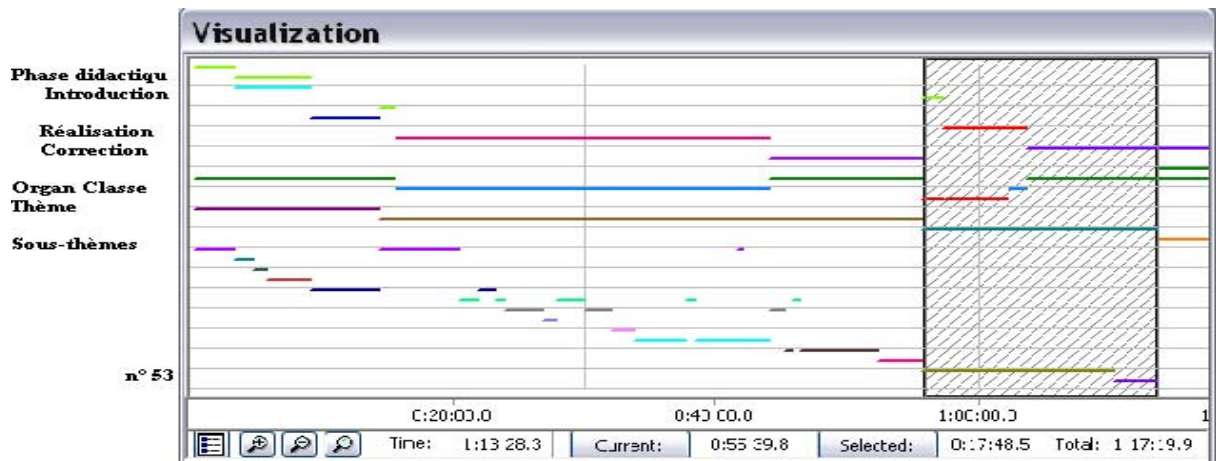
L'annonce par l'enseignante de l'exercice d'application est suivit, en ce début du thème, par une gestion du travail qui dure environ 7 minutes.

Le thème comporte une phase de réalisation où les élèves sont responsables de l'avancée du savoir. Ils interpellent l'enseignante pour la levée de certaines difficultés. Ces savoirs concernent les chiffres significatifs à utiliser et les ordres de grandeurs d'une valeur du travail. La signification physique du travail, les directions des forces. Toutes ces notions sont reprises par l'enseignante durant la correction.

Au cours de cette correction c'est l'enseignante qui a la responsabilité de l'avancée du savoir. Elle interroge les élèves sur les notions rencontrées au cours de la réalisation (chiffres significatifs, signification physique du travail) et répète leur réponse en l'expliquant davantage. En ce qui concerne le travail du poids du wagonnet qui se déplace sur un plan horizontal ensuite sur le plan incliné, elle écrit les formules au tableau en l'explicitant. Les élèves en recopiant en même temps qu'elle demandent de temps en temps des clarifications sur certaines expressions ou signes utilisés à des endroits du développement des expressions.

Thème n° 16. Travail du poids d'un système se déplaçant sur une hauteur h . Signification du travail comme changement de forme d'énergie pour un système isolé du point de vue énergétique.

Ce thème est le dernier abordé dans la troisième partie concernant le transfert d'énergie par travail mécanique. Il est situé dans la sixième séance qui se fait en présence de tous les élèves. Il est constitué de deux sous-thèmes comme le montrent le graphique 28 et le tableau 41.



Graphique 7 Visualisation du thème 16 (Partie hachurée) dans la sixième séance. De haut en bas. Phase didactique (Introduction, réalisation et correction exercice). Organisation de la classe (CE, Groupe ou individuel et mixte). Thème et sous-thèmes.

Tableau 9 Structuration du thème 16. Classe 1

Thème N° 16. (Durée : 8 min)	Sous-thèmes	Org Cl
Travail du poids d'un système se déplaçant sur une hauteur h.		
Signification du travail comme changement de forme d'énergie pour un système isolé du point de vue énergétique.	N° 53 Travail du poids d'un système se déplaçant verticalement d'une hauteur h. (Durée 15 min)	M/Gr ou Ind/CE
	N° 54 Signification du travail comme d'une force comme changement de forme d'énergie au sein d'un système isolé du point de vue énergétique. (Durée : 3 min)	CE

Ce thème permet à l'enseignante de revenir sur la notion du travail du poids d'un système qui se déplace d'une hauteur h. Il permet à la classe d'avoir des résultats du travail de certaines forces (comme le poids) et de disposer d'une valeur du travail qui aura un statut d'ordre de grandeur en référence aux problèmes rencontrés par les élèves durant la réalisation de l'exercice précédent. Il s'agit d'un ballon qui se déplace verticalement sur une hauteur h et on demande de calculer le travail effectué par son poids. Le but est donc d'appliquer l'expression du travail d'une force constante sur un déplacement rectiligne. (cf tableau 42).

Tableau 10 Enoncé exercice. Classe 1

4. Travail effectué par le poids

Donner l'expression du travail effectué par le poids du médecine-ball pour le déplacement de A à B pendant la montée puis de B à A pendant la descente.

Application numérique : $AB = 1,50\text{m}$; $m = 4\text{ kg}$.

Le travail effectué par le poids correspond-il à un transfert d'énergie entre deux systèmes ?

Après la correction de l'exercice concernant le wagonnet, l'enseignante annonce le retour à l'activité 2, avec l'exercice qui consiste à calculer le travail effectué par le poids d'un ballon qui est lancé vers le haut, suivant les phases de montée et de descente. Elle demande aux élèves de découper et de coller le reste de la feuille de l'activité 2.

Pendant que les élèves démarrent la réalisation, l'enseignante continue ses explications à toute la classe. Ce moment où l'organisation de la classe est mixte a une durée de 7 minutes environ. Pendant ce temps, la responsabilité de l'avancée du savoir est du ressort à la fois de l'enseignante et des élèves. Ces derniers font avancée le savoir à leur rythme et l'enseignante essaie de donner à toute la classe un même rythme.

Ensuite le type d'organisation de classe devient petits groupes ou individuel, dans ces moments la responsabilité de l'avancée du savoir est du côté des élèves. L'enseignante répond aux interpellations des élèves en leur fournissant des informations comme la valeur de g. Au bout d'un court moment de réalisation (1 min), l'enseignante commence à écrire au tableau des résultats et invite les élèves à suivre la correction.

Elle commence la correction par la phase de montée et interroge les élèves sur l'angle que fait le vecteur poids et le vecteur déplacement. Elle demande aux élèves de vérifier s'ils n'ont pas oublié le signe – et insiste sur la nature du travail (travail moteur). Les élèves l'interpellent sur l'écriture de l'expression et surtout l'emplacement du signe -. Elle donne des explications en se basant sur les notions de direction pour donner l'angle (180°). Elle schématise le déplacement du vecteur poids. Elle explique qu'elle a pris un raccourci croyant que les élèves sont habitués aux formules trigonométriques. En ce qui concerne la phase de descente, elle donne dans un premier temps les réponses en disant qu'on trouve des résultats inverses. Mais devant des interpellations qui fusent dans toutes les directions de la salle, elle reprend en détails cette correction en faisant le schéma et en développant les expressions utilisées.

Ensuite elle enchaîne en introduisant la question de la signification physique du travail du poids. En interrogeant les élèves et en répétant ou reformulant les réponses, elle en déduit que ce travail du poids correspond à un changement de forme d'énergie car le l'énergie du système (ballon+ Terre) reste constante. La valeur de la quantité d'énergie transformée (énergie cinétique en énergie potentielle ou l'inverse) correspond au travail du poids.

Elle clôture le thème en donnant la signification physique du travail d'une force en déplacement : la valeur du travail d'une force peut correspondre à un transfert d'énergie entre deux systèmes ou un changement de forme d'énergie au sein d'un même système. Elle annonce ensuite la remise des copies concernant le dossier énergétique.

Durant toute la correction la responsabilité de l'avancée du savoir est du ressort de l'enseignante qui interroge, explique, reformule les réponses des élèves. C'est elle qui schématise et écrit les expressions nécessaires au tableau et les développe jusqu'au résultats attendus. Les élèves participent à cette avancée en l'interpellant sur certaines formes d'écriture ou en l'obligeant à développer des réponses qu'elle voulait résumer.

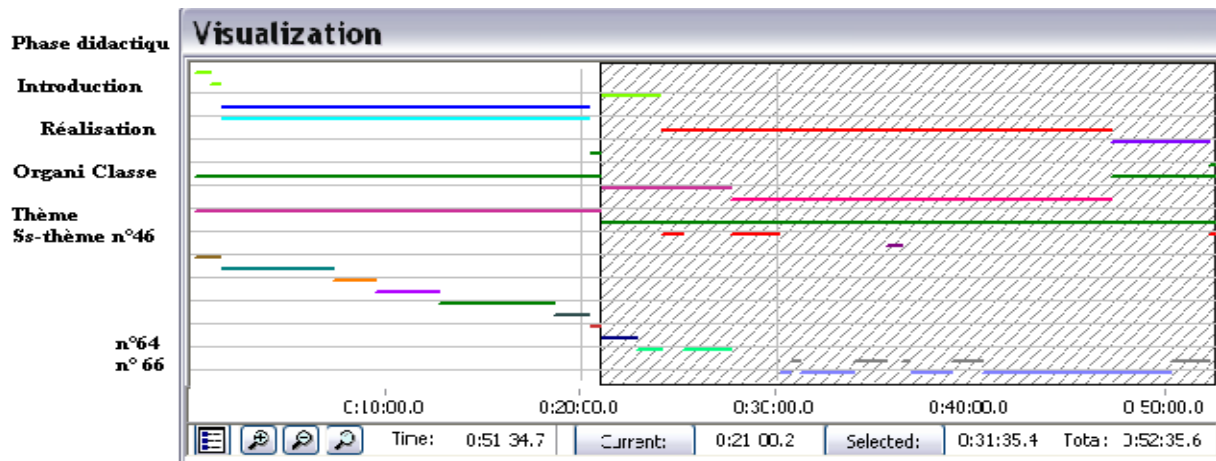
Thème n° 17. Compte rendu dossiers réalisés sur les formes d'énergie dans la région Rhône-Alpes.

Il est constitué d'un seul sous-thème qui est le prolongement du thème 5. C'est une correction du travail réalisé par les élèves où l'enseignante revient sur la structuration du texte et sur les consignes à respecter avant de clôturer la séance. L'enseignante a la responsabilité de l'avancée du savoir.

Ce thème marque une transition entre la série d'activités et d'exercices faisant référence à l'expérience du lancer et réception du médecine-ball et celles qui vont suivre concernant les expressions des formes d'énergie et leur diverse relation. Il termine aussi la cinquième séance qui regroupe tous les élèves et qui a une durée de 1 heure 17 minute (cf graphique 28, dernière partie à droite non hachurée).

Thème n° 19. Application du théorème de l'énergie cinétique et de la relation entre variation énergie cinétique et travail du poids.

Comme le montrent le graphique 30, le thème termine la sixième séance qui s'est faite en présence de tous les élèves. Il est composé de trois sous-thèmes dont les deux sont imbriqués et d'une inclusion (cf tableau 45). Ce thème est un exercice d'application des différentes expressions lues et expliquées dans le thème 18. Il s'agit d'une bille qui est abandonnée à partir d'une hauteur h sans vitesse initiale. Et le but de l'exercice est de trouver sa vitesse juste au moment où elle touche le sol (cf tableau 44). L'enseignante annonce ce but ainsi que les consignes qui consistent à choisir la bonne expression dans le texte du complément du modèle de l'énergie et la bonne orientation des axes sur un schéma.



Graphique 8 Visualisation du thème 19 (Partie hachurée) de la sixième séance. De haut en bas. Phase didactique (Introduction, réalisation, correction et clôture exercice). Organisation de la classe (Groupe ou individuelle, CE). Thème, inclusion et sous-thèmes

Une inclusion faisant référence à l'utilisation d'un des textes du modèle lors du prochain devoir surveillé a eu lieu avant que l'enseignante ne dessine au tableau un schéma comportant l'orientation de l'axe et les altitudes de départ et d'arrivée de la bille (zA et zB). En expliquant aux élèves cette orientation et la position de ces points, elle schématise la hauteur h et donne son expression en fonction des altitudes zA et zB.

Tableau 11 Enoncé de l'exercice. Classe 1

1. On abandonne sans vitesse initiale une bille de masse $m = 20,0 \text{ g}$ d'une hauteur $h = 10,0 \text{ m}$ au-dessus du sol. On considère que la force exercée par l'air sur la bille est négligeable.
 - a. Déterminer la variation d'énergie potentielle de la bille entre la position initiale (A) et finale (B).
 - b. Déterminer la variation d'énergie cinétique de la bille entre la position initiale et finale.
 - c. En déduire la vitesse de la bille lorsque celle-ci atteint le sol.

Tableau 12 Structuration du dix-neuvième thème. Classe 1

Thème N° 19 (Durée : 32 min)	Introduction (Durée : 2 min)	Org Cl
Application du théorème de l'énergie cinétique et de la relation entre variation énergie cinétique et travail du poids	N° 63 Annonces du but de l'exercice, consignes choix des expressions	Mixte
	Sous-thèmes	
	N° 64 Repérage des altitudes sur un schéma. Choix et orientation de l'axe (Durée : 4 min)	Gr ou Ind
	N° 65 Variation de l'énergie cinétique. (Durée : 7 min)	
	N° 46 Ordre de grandeur d'un résultat et chiffres significatifs (Durée : 1 min)	Gr ou Ind/CE
	N° 66 Variation de l'énergie potentielle (Durée : 16 min)	

Durant la réalisation de cet exercice, l'enseignante est intervenue pour aider les élèves sur les notions suivantes : le choix de l'origine de l'axe (la référence) qui peut être prise à n'importe quel point, ce qui compte dans ce genre d'exercice c'est la variation. Durant les discussions avec les élèves, c'est l'une des notions qui est revenues plusieurs fois. Pour l'expliquer à beaucoup d'élèves, l'enseignante a dû la définir d'une façon générale. Une variation (d'énergie en générale ou spécifique comme énergie cinétique ou potentielle, d'altitude), c'est toujours la grandeurs à l'état finale moins la grandeur à l'état initiale. Le choix de

l'expression devant une situation donnée ($\Delta E_c = 1/2mv_{finale}^2 - 1/2mv_{initiale}^2$ ou le théorème de l'énergie cinétique, $\Delta E_p = mg(z_{finale} - z_{initiale})$ ou $= -W_{zi,zf}(P)$) est aussi revenue durant la réalisation

L'enseignante est revenue sur toutes ces notions au début de la correction, en classe entière, avant d'écrire au tableau, en les expliquant, les formules. La correction n'étant pas terminée, elle donne une feuille de correction en décidant de les laisser avec le texte du complément du modèle de l'énergie le jour du devoir surveillé.

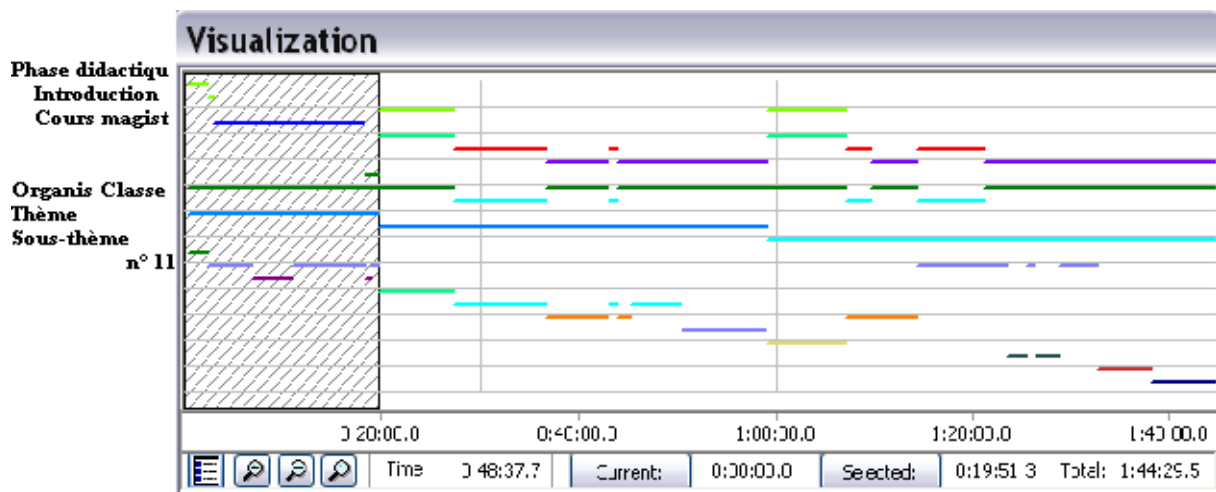
Au début du thème, en classe mixte, la responsabilité de l'avancée du savoir est partagée entre les deux acteurs : les élèves essaient de démarrer à leur rythme, certains sont préoccupés par le découpage et le collage des feuilles, l'enseignante essaie d'impulser un rythme commun à la classe en les orientant vers des procédures de résolution. Ensuite cette avancée devient sous la responsabilité des élèves qui, de temps en temps, interpellent l'enseignante pour lever certaines incompréhensions. A la correction, l'enseignante reprend la responsabilité de l'avancée du savoir en expliquant les procédures à utiliser et en interrogeant les élèves. Une partie de la correction est écrite au tableau et l'autre partie est mise sur feuille et distribuée aux élèves à la fin de la séance.

(Un devoir surveillé a eu lieu le lundi dans le créneau horaire de 1h 30. La durée du DS est de 1heure).

Classe 2

Thème n° 3. Expression du travail du poids d'un solide en déplacement en fonction de la variation des altitudes

Le thème 3, qui débute cette séance, est le prolongement du cours sur le travail d'une force en déplacement débuté dans la première séance. La séance où se trouve ce thème dure officiellement 2 heures et l'enregistrement 1 heure 44 minutes. Le thème que nous analysons a une durée de 20 minutes environ (cf graphique n° 34 et tableau 51). Il est composé de deux sous-thèmes qui sont imbriqués.



Graphique 9 Visualisation du thème 3 (Partie hachurée) dans la deuxième séance. De haut en bas. Phases didactiques (Introduction séance et cours, développement cours magistral, clôture). Organisation de la classe (CE). Thèmes ; Sous-thèmes.

Comme le montre le tableau 51, le sous-thème 11, intitulé « travail du poids d'un système se déplaçant de Z_A à Z_B » est le principal, celui portant le numéro 12 est un outils mathématique qui permet de déterminer les coordonnées des vecteurs poids et déplacement. Nous

remarquons qu'ils sont entrelacés. Une gestion administrative d'une durée de 2 min environ a débuté cette deuxième séance.

Tableau 13 Structuration du thème 3. Classe 2

Thème n° 3 (Durée : 20 min). Expression du travail du poids d'un solide en déplacement en fonction de la variation des altitudes	Sous-thèmes N° 11. Travail du poids d'un système se déplaçant de z_A à z_B (Durée : 13 min) N° 12. Coordonnées des vecteurs poids et déplacement dans un repère orthogonal (O, i, j, k) (Durée : 5 min)	Org Cl CE
--	---	--------------

La gestion administrative introduit cette séance et l'enseignant a fait un rappel sur les notions de travail élémentaire qu'il faut utiliser si le déplacement est quelconque. La définition de la force conservative dont le travail ne dépend pas du chemin suivi a été rappelée aussi durant cette introduction du cours en classe entière.

Ensuite le professeur annonce qu'on va appliquer cette propriété de force conservative au travail du poids d'un système. A partir de ce moment il lit le texte comprenant l'expression du travail du poids d'un corps se déplaçant d'une altitude z_A à une autre z_B et décide de la vérifier en partant de la définition du travail d'une force constante en déplacement. Il dessine alors un schéma représentant un repère orthogonal dans lequel un objet se déplace de z_A à z_B ($z_A > z_B$). Il explique ce schéma en utilisant les angles des murs de la salle. Pendant ce temps les élèves suivent et n'écrivent pas dans leur cahier. En écrivant au tableau la formule ($W_{AB}(P) = P \cdot AB$), l'enseignant la développe en l'expliquant et en interrogeant les élèves. Ces derniers donnent les vecteurs poids et déplacement en fonction des coordonnées du repère. L'enseignant reprend leur réponse et l'écrit au tableau, ce qui lui permet d'aboutir à l'expression $W_{AB}(P) = -mg(z_B - z_A) = -mg \Delta z$. Ensuite il demande aux élèves de recopier le schéma et les formules dans leur cahier, ce que ces derniers font. Pendant ce temps l'enseignant circule entre les rangées. Pendant que les élèves recopient dans leur cahiers, un élève signale à l'enseignant une omission (du vecteur k) dans une des lignes au tableau, ce que l'enseignant rectifie.

Après un moment laissé aux élèves pour recopier, l'enseignant clôture, en classe entière toujours, ce thème en revenant sur le sens d'orientation que doit prendre l'axe vertical ascendant pour que l'expression donnée soit valide. En interrogeant les élèves, il conclut que cette expression n'est valable que si l'axe vertical est ascendant. A la suite de cela il annonce, toujours en classe entière, un exercice d'application.

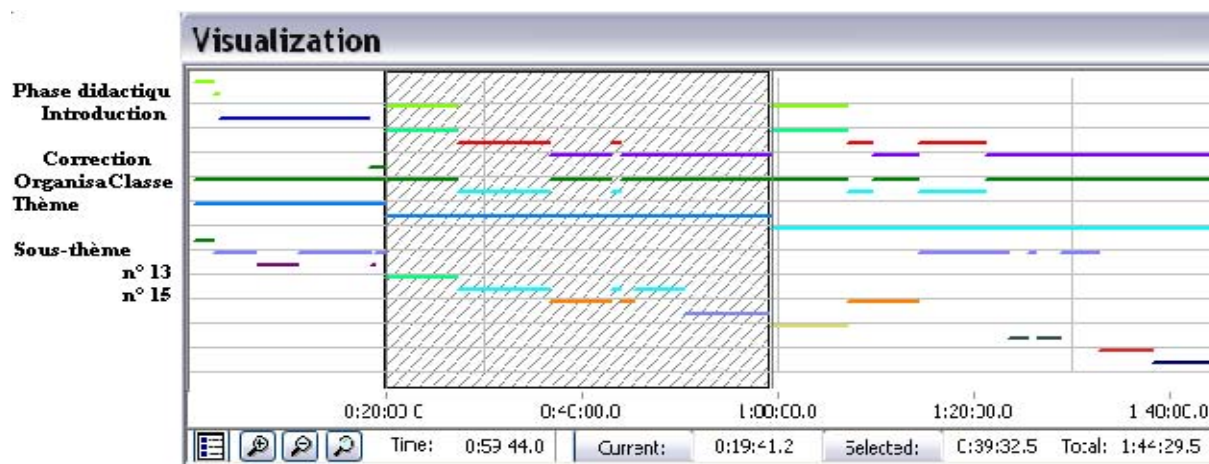
Du point de vue de la topogénèse, l'enseignant a la responsabilité de l'avancée du savoir durant l'introduction. Il fait un rappel en interrogeant les élèves qui participent en répondant aux questions.

Durant le développement de ce cours magistral qui consiste à établir l'expression du travail du poids en fonction des altitudes, l'enseignant est responsable de l'avancée du savoir. Il schématise au tableau, écrit les formules littérales en interrogeant les élèves. Remarquons que cette fois-ci l'enseignant a d'abord lu les expressions écrites dans le texte distribué la veille avant de commencer le développement. Les élèves participent à l'avancée du savoir en répondant aux questions posées par l'enseignant. Au moment du développement, en classe entière, les élèves suivent et n'écrivent pas dans leur cahier. L'enseignant leur donne à la fin un temps pour recopier dans leur cahier.

La responsabilité de l'avancée du savoir est du ressort de l'enseignant dans la conclusion, les élèves y participent en répondant aux questions.

Thème n° 4 Calcul du travail d'une force constante en déplacement sur un plan horizontal (avec frottement).

Comme le montre le graphique 35, le thème suit immédiatement le cours magistral sur le travail d'une force constante en déplacement. Il est le deuxième thème de cette séance et sa durée est de 40 minutes environ. Il est composé de 3 sous-thèmes dont les deux premiers sont imbriqués comme le montre le graphique 35 et le tableau 52.



Graphique 10 Visualisation du thème 4 (Partie hachurée) dans la deuxième séance. De haut en bas : phases didactiques (introduction et écriture de l'exercice, réalisation, correction). Organisation de la classe (CE, Individuel). Thèmes, Sous-thèmes.

Tableau 14 Structuration du thème 4. Classe 2

Thème n° 4.	Écriture de l'exercice au tableau (Durée : 8 min)	Org Cl
(Durée : 40 min)	Calcul du travail d'une force constante en déplacement sur un plan horizontal (avec frottement).	CE
N° 13.	Solide poussé par un ouvrier sur un plan horizontal avec des frottements (exercice)	
N° 14.	Calcul du travail d'une force constante en déplacement rectiligne sur un plan horizontal avec frottements (Durée : 15 min)	Ind/CE
N° 15.	Chaînes énergétique : noms et modes de transfert d'énergie (Durée : 8 min)	
N° 16.	Travail de la réaction du plan sur le solide en mouvement. Signification de la réaction tangentielle comme force de frottement. Relation entre forces de frottement et transfert thermique.	CE

Il s'agit d'un exercice d'application dont le but est d'appliquer l'expression du travail d'une force constante en déplacement rectiligne sur un plan horizontal où les frottements ne sont pas négligés comme le montre l'énoncé dans le tableau 53.

Tableau 15 Énoncé de l'exercice d'application du thème 4 Classe 2

Un solide S est poussé par un ouvrier sur le trajet AB (voir schéma) Le support est rugueux. La force F_1 exercée par l'ouvrier est parallèle au déplacement. On donne $F_1 = 5\text{N}$, la masse $m = 1\text{kg}$. La valeur de la réaction R est égal a 6N. $(F_1, R) = 120^\circ$.

1. Indiquer le système qui fournit l'énergie et le système qui reçoit l'énergie.
2. Faire la chaîne énergétique.
3. Calculer les travaux des forces appliquées au solide.

Pour introduire l'exercice d'application, le professeur l'écrit au tableau en le lisant, les élèves le recopient en même temps que lui dans leur cahier. A la fin du texte, un élève lui rappelle le dessin (en utilisant le terme schéma), qui accompagne en général le texte de l'exercice.

Ensuite les élèves réalisent individuellement cet exercice. Pendant ce temps l'enseignant circule dans les rangs mais ne parle pas. Une élève lui demande la valeur de la pesanteur g à prendre, il va l'écrire au tableau et continue à circuler dans les rangs. Au bout de 9 minutes de

réalisation, il demande à ce que l'on corrige les deux premières questions. Alors il choisit un élève et l'invite à aller effectuer la correction au tableau.

La correction de la première question concerne l'identification des systèmes qui fournissent ou qui reçoivent de l'énergie, les modes de transfert d'énergie et leur représentation en chaîne énergétique. L'enseignant, au cours de cette correction, s'adresse à l'élève au tableau qu'il interroge et reprend sa réponse pour toute la classe. L'enseignant fait remarquer à la fin de cette première partie de la correction que la notion de chaleur qui découle des frottements entre le solide et le plan sera étudiée dans un prochain chapitre. Il invite ensuite un autre élève à poursuivre la correction. Pendant ce temps, en circulant entre les rangées, un élève l'interpelle sur l'emplacement de la notation du mode de transfert entre les systèmes « ouvrier » et « solide ». Il explique à toute la classe que le fait d'écrire au dessus ou en dessous le mode de transfert n'a pas d'intérêt. L'élève qui était désigné commence à superposer sur le dessin qui accompagne le texte de l'exercice les forces qui sont appliquées au système solide (la réaction R du plan horizontal sur le solide, le poids P du solide et la force F exercée par l'ouvrier sur le solide). L'enseignant, en interrogeant toujours l'élève qui est au tableau, insiste sur la procédure de résolution de ce genre d'exercice. Chaque fois il faut identifier le système qui est étudié, faire le bilan des forces et passer aux calculs demandés. L'enseignant suit pas à pas la correction en demandant à l'élève de parler pour toute la classe. Les autres élèves, en même temps qu'ils recopient dans leur cahier, interviennent quand celui qui est au tableau écrit des expressions fausses ou si le professeur les interroge. L'élève qui est au tableau applique alors l'expression générale du travail dans les trois cas (R, F et P) pour le solide qui se déplace d'une dizaine de mètres. Au moment où il fait l'application numérique, un autre élève interpelle l'enseignant pour lui proposer une autre méthode de résolution. Ce que l'enseignant accepte en lui demandant d'attendre que celui qui est au tableau finisse le calcul.

L'enseignant invite alors celui qui propose une autre méthode à venir l'exposer à toute la classe. Cet élève propose de passer par les composantes de la réaction. Mais il éprouve des difficultés à faire cette décomposition. Aidé par l'enseignant il réussit, en projetant la réaction R sur deux axes perpendiculaires, à trouver que $R = R_t + R_n$. En utilisant cette décomposition de la réaction et en appliquant l'expression générale du travail d'une force en déplacement, il en déduit, sous la conduite du professeur, que $W_{AB}(R) = -R_t \cdot AB$.

L'enseignant en le remerciant conclut pour toute la classe en disant que cette composante tangentielle est appelée force représentant les frottements. Et que le sens du vecteur force s'oppose au sens du mouvement.

Du point de vue de la topogénèse, durant l'introduction correspondant à l'écriture du texte de l'exercice, l'avancée du savoir est sous la responsabilité des deux acteurs : l'enseignant écrit le texte de l'exercice et au même moment les élèves le recopient. Les élèves prennent l'initiative d'interpeller le professeur s'ils considèrent qu'un aspect de l'énoncé a été oublié par le professeur.

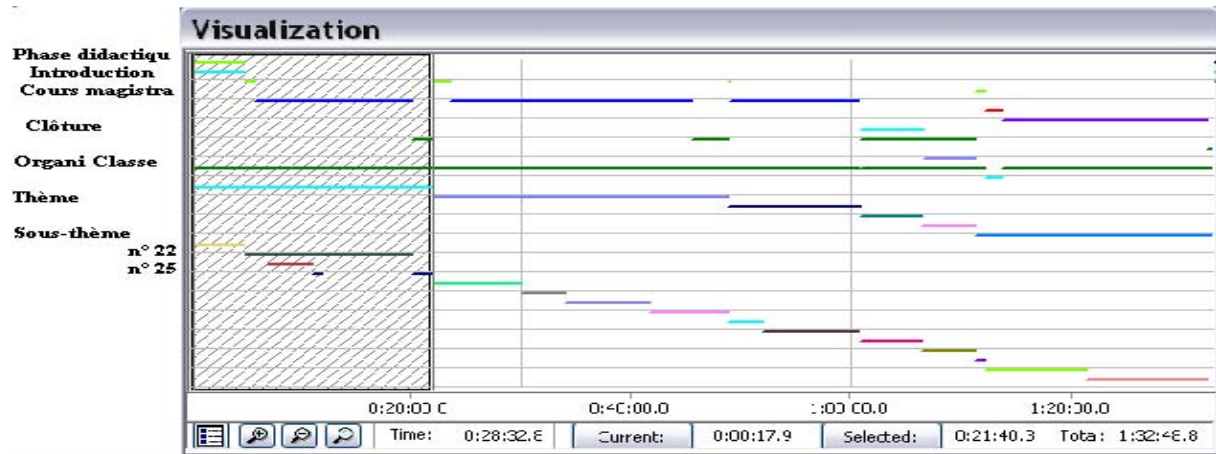
Durant la réalisation individuelle, les élèves sont responsables de l'avancée du savoir. Le professeur n'intervient pas au moment de cette réalisation.

L'enseignant conduit, par l'intermédiaire de l'élève qui est au tableau, la correction en classe entière. Il interroge celui-ci en premier et en second les autres si l'élève n'arrive pas à répondre correctement à la question. Dans la plupart des cas il reprend la réponse correcte proposée et l'explique d'avantage. Il est donc responsable de l'avancée du savoir.

A la clôture de l'exercice ou une partie de l'exercice, c'est toujours l'enseignant qui fait avancer le savoir en interrogeant les élèves ou en donnant des explications. Les élèves participent à cette avancée à travers les réponses qu'ils donnent ou les méthodes alternatives qu'ils proposent au professeur et à l'ensemble de la classe.

Thème n° 6. Travail d'une force constante dont le point d'application décrit un mouvement de rotation. Travail élémentaire. Moment d'une force ou d'un couple de forces.

Comme le montre le graphique 37, ce thème débute la troisième séance qui dure 1 h 32 minutes. Il est composé d'un sous-thème principal (sous-thème 22) et de deux inclusions dont l'un termine le thème (sous-thème 25) (cf tableau 56).



Graphique 11 Visualisation du thème 6. De haut en bas : phases didactiques (introduction séance et rappel, introduction du cours, développement du cours, clôture du cours) ; Organisation de la classe (CE) ; thème et sous-thèmes.

Le but de ce thème est d'introduire le travail d'une force constante dans le cas d'un mouvement de rotation. Il permet à la classe de réutiliser la notion de travail élémentaire.

Tableau 16 Structuration du thème 6. Classe 2

Thème n° 6. (Durée 21 min). Travail d'une force constante dont le point d'application décrit un mouvement de rotation. Travail élémentaire. Moment d'une force ou d'un couple de forces.	Intitulés des sous-thèmes	Org Cl
	N° 21. Propriétés de l'énergie (stockage, transfert, transformation). Transfert d'énergie par mode travail. Noms des systèmes en interaction dans le transfert par travail mécanique (Durée : 5 min)	CE
	N° 22. Expression du travail d'une force dans le cas d'un mouvement de rotation. Travail élémentaire (Durée : 10 min)	
	N° 24. Travail élémentaire d'une force en déplacement sur une trajectoire circulaire (Durée : 4 min).	
	N° 25. Moment d'une force ou d'un couple de forces. Travail d'un couple de force (Durée : 3 min)	

Il est débuté par un rappel des systèmes qui fournissent ou qui reçoivent de l'énergie. Le dessin utilisé et mis au tableau par l'enseignant dans ce cas c'est une poulie mise en rotation par une personne. La valeur de la force exercée par la personne sur la poulie en rotation est constante. L'enseignant en dessinant cette poulie demande aux élèves si la poulie reçoit de l'énergie et qui lui en fournit. Les réponses données par les élèves lui permettent d'enchaîner sur le mode de transfert d'énergie entre la personne et la poulie. Dans ce cas aussi les élèves répondent par le travail de la force exercée par l'ouvrier. A partir de ce moment la notion de

trajectoire circulaire est abordée, ce qui aboutit au sujet que l'on veut aborder à savoir le travail d'une force en rotation autour d'un axe fixe.

Une fois le sujet posé, le professeur aborde la lecture d'un texte qui donne la formule à utiliser pour calculer le travail d'une force dont le point d'application décrit un mouvement de rotation : $W = M(F) \cdot \theta$ (avec θ l'angle balayé par la distance qui sépare le point d'application et l'axe de rotation). Il propose alors après la lecture de vérifier cette relation dans le cas de la poulie qui est mise en rotation à l'aide de la force appliquée par une personne. En interrogeant toujours les élèves, il complète le dessin et y insère le repérage des angles, l'élément rectiligne δl . Ces notions lui permettent de réutiliser la notion de travail élémentaire, cette fois-ci, dans le cas d'un mouvement de rotation : $\delta W = F \cdot \delta l : F \cdot \delta l \cdot \cos \theta$. Toujours en interrogeant les élèves, il en déduit que le vecteur déplacement élémentaire le long de la trajectoire circulaire et le vecteur force appliquée à la périphérie de la poulie sont colinéaires et de même sens, donc $\delta W = F \cdot \delta l$. La réponse donnée par les élèves à partir de la question qui demande la relation entre les grandeurs δl , R (Rayon de la poulie coïncidant aussi avec la distance du point d'application de la force F au point représentant l'axe de rotation fixe) et θ est : $\delta l = R \cdot \delta \theta$. L'enseignant, toujours en interrogeant les élèves, en déduit l'expression du travail élémentaire de cette force qui est : $\delta W = F \cdot R \cdot \delta \theta = M_O(F) \cdot \delta \theta$. Cette expression du travail élémentaire lui permet de trouver le travail de la force qui pour formule : $W_{AB} = \delta W = M_O(F) \cdot \theta$. Au cours de tout ce développement, les élèves suivent le développement de l'enseignant et répondent à ces différentes questions. En encadrant cette dernière formule, il leur demande de commencer à recopier dans leur cahier.

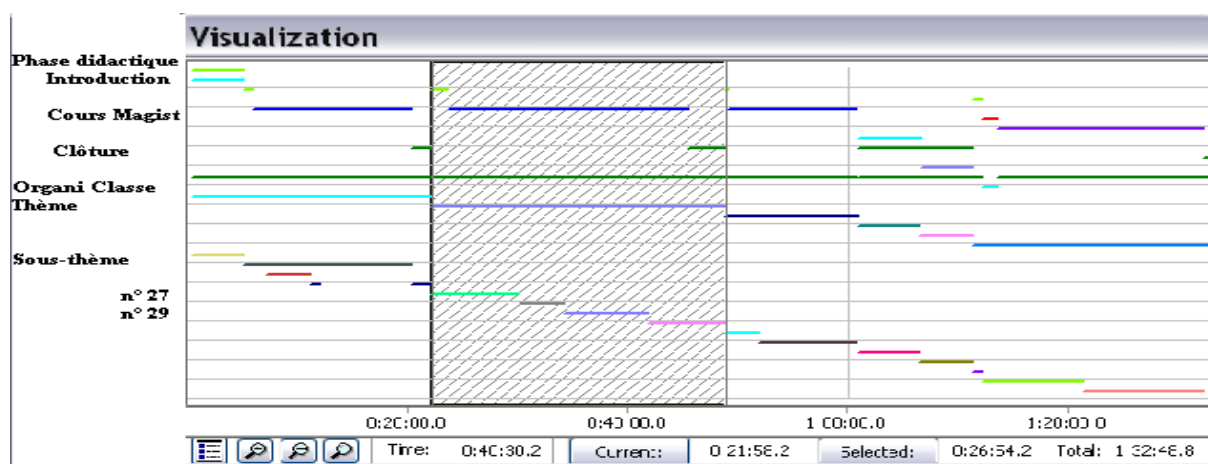
Après avoir laissé un moment pour qu'ils recopient dans leur cahier, il conclut cette partie en faisant remarquer aux élèves que le moment peut faire référence à une seule force ou à un couple de forces. Dans ce cas l'expression va s'écrire : $W_c = \delta W = M_c \cdot \theta$.

Du point de vue de la topogénèse, l'enseignant a la responsabilité de l'avancée du savoir au début de cette séance. Il interroge les élèves sur les notions qui sont déjà vues et qui lui permettent de démarrer ce thème. Les élèves participent donc à cette avancée du savoir.

Le professeur a la responsabilité de l'avancée du savoir. Il dessine au tableau, interroge les élèves et développe les formules nécessaires qui lui permettent de vérifier le résultat lu dans le texte. Au cours de ce développement de cours magistral, le professeur réutilise les savoirs mis en jeu dans les séances précédentes (travail élémentaire) et dans les niveaux d'études précédentes (Relation entre l'angle et vecteur déplacement). L'utilisation de formule est à remarquer aussi dans ce thème. Les élèves, en répondant aux questions posées par l'enseignant, participent aussi à cette avancée. Il faut aussi remarquer qu'au moment du développement du cours magistral, en classe entière, où l'enseignant écrit au tableau, les élèves dans la plupart du temps, suivent sans noter quelque chose dans leur cahier. Dès que l'enseignant termine ce développement, il leur demande de prendre note et à partir de ce moment c'est l'enseignant qui circule dans les rangs en vérifiant ce qu'ils écrivent sans parler. Dans la conclusion, c'est l'enseignant qui a aussi la responsabilité de l'avancée du savoir en donnant certaines formules du travail d'une force en rotation autour d'un axe fixe. Les élèves continuent de recopier dans leur cahier.

Thème n° 7. Travail d'une force variable ou d'un couple de torsion. Mouvement de translation et de rotation.

Comme le montre le graphique 38, ce thème est un cours magistral qui vient juste après celui qui fait référence au travail d'une force dont le point d'application décrit un mouvement de rotation. Il se trouve donc à la troisième séance et dure environ 27 minutes. C'est un thème qui est composé de trois sous-thèmes qui se succèdent successivement (cf graphique 38 et tableau 57). Son but est de donner aux élèves les expressions du travail des forces variables (cas du ressort et du fil de torsion).



Graphique 12 Visualisation du thème 7 (àrtie hachuré) dans la troisième séance. De haut en bas. Phases didactiques (introduction du cours, développement du cours, clôture du cours). Organisation de la classe (CE). Thème et sous-thèmes.

Tableau 17 Structuration du thème 7. Classe 2

Thème n° 7 (Durée : 27 min). Travail d'une force variable ou d'un couple de torsion. Mouvement de translation et de rotation.	Sous-thèmes	Org Cl
	N° 26. Expression d'une force variable (tension du ressort) en fonction de l'allongement (ou de compression) x. Expression du travail d'une force variable dans le cas d'un mouvement de translation (Durée : 8 min).	CE
	N° 27. Transfert d'énergie : noms des systèmes et mode de transfert par travail mécanique (Durée : 4 min).	
	N° 28. Travail d'un couple de torsion dans le cas d'un mouvement de rotation (Durée : 8 min).	
	N° 29. Analogie entre l'expression du travail du couple de torsion et celle de la tension du ressort (Durée : 7 min).	

Le professeur annonce au début du thème le sujet qui sera étudié : « travail d'une force variable ». Il prend l'exemple d'un ressort horizontal et explique ses caractéristiques et son comportement quand il est déformé. A partir de cette explication il dit que c'est une personne qui tire maintenant l'extrémité libre d'une longueur l et la lâche.

A partir de cette situation et en interrogeant les élèves, il définit une force variable et donne son expression ($T = k \cdot x$). Ensuite il lit le texte, écrit l'expression du travail d'une force variable au tableau ($W_{1-2}(T) = 1/2k(x_1^2 - x_2^2)$) et complète le schéma. Il fait remarquer aux élèves que l'on peut prendre la situation inverse, c'est-à-dire comprimer le ressort. Le professeur accorde un temps aux élèves pour qu'ils prennent le schéma et les formules dans leur cahier, pendant ce temps il circule les rangs.

Au bout d'un moment il interroge les élèves sur la situation décrite auparavant. Les questions portent sur les systèmes qui fournissent ou qui reçoivent de l'énergie. Après quelques hésitations et des explications du professeur, les élèves donnent la réponse : le système « ressort horizontal » fournit de l'énergie au système « objet accroché à l'extrémité du ressort ». Il faut remarquer que durant les explications, l'enseignant a changé le dispositif en y insérant un objet de masse négligeable accroché à l'extrémité libre du ressort. Il en déduit ainsi le mode de transfert d'énergie entre ces deux systèmes : travail de la tension du ressort.

Le professeur revient sur le mode de transfert d'énergie entre systèmes. Pour lui, l'objet qui se déplace, du fait de ce transfert, s'interprète par le travail de la tension du ressort. A partir de ce moment il invite une élève à lire la dernière partie du texte. Ce que cette dernière fait et l'enseignant enchaîne en dessinant une situation qui correspond à une barre horizontale, retenue par un fil de torsion, qui tourne d'un angle θ . Cette situation est expliquée par l'enseignant et par un élève en prenant comme analogie une montre munie de remontoir.

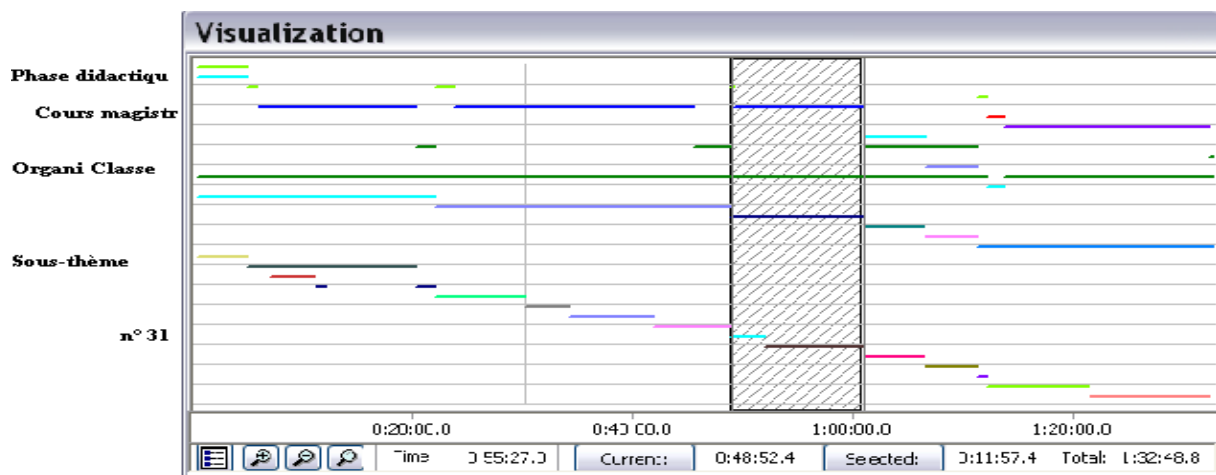
Ensuite pour mieux expliquer cette situation, l'enseignant utilise aussi le compas pour montrer les différentes positions et l'influence du fil de torsion quand on écarte l'ensemble d'un angle θ . Après ces explications et le complément du schéma, il écrit la formule donnant le travail d'un couple de torsion ($W_c = 1/2C (\alpha_1^2 - \alpha_2^2)$) et demande alors aux élèves de les recopier dans leur cahier. Au bout d'un moment certains élèves l'interpellent sur l'unité de la constante de torsion C. Il prend alors une analogie entre la situation du ressort et celle du fil de torsion, ce qui lui permet de déterminer cette unité (N.m/rad).

En conclusion, il revient sur la procédure utilisée. Pour trouver les grandeurs qui caractérisent la situation du fil de torsion, il leur demande de faire l'analogie avec le ressort qui permet de faire un parallélisme entre le mouvement de translation et de rotation. A la suite d'une question soulevée par un élève concernant l'angle, il reprend le compas et essaie de montrer cet angle et l'influence du fil de torsion si on l'écarte d'un angle θ .

Du point de vue de la topogénèse, la responsabilité de l'avancée du savoir est du ressort de l'enseignant interroge les élèves, donne des explications à partir de leurs réponses. Le savoir est donné par éléments entre lesquels, l'enseignant aménage des moments pour laisser les élèves recopier ce qui est mis au tableau. Les élèves interpellent l'enseignant pour clarifier les unités, les positions des angles. L'enseignant utilise durant ce thème une analogie entre deux grandeurs physiques pour trouver des unités ou pour mettre en évidence les types de mouvement (translation et rotation).

Thème n° 8. Puissance.

Ce thème est le troisième de cette séance qui a une durée d'enregistrement de 1 heure 33 minutes. Il ne dure que 12 minutes et est composé de deux sous-thèmes qui se succèdent comme le montrent le graphique 39 et le tableau 58.



Graphique 13 Visualisation du thème 8. (Partie hachurée). De haut en bas : phase didactique (développement cours magistral) ; Organisation de la classe (CE) ; Thème et sous-thèmes.

Tableau 18 Structuration du thème 8. Classe 2

Thème n° 8	Sous-thèmes	Org Cl
(Durée : 12 min).		
Puissance	N° 30 Définition de la puissance. Puissance d'une force (3 min)	CE
	N° 31 Puissance moyenne et puissance instantanée (9 min)	

Le but de ce thème est de familiariser les élèves avec le concept de puissance mécanique.

L'enseignant propose de revenir sur l'exemple de l'ouvrier qui soulevait un objet de masse m par l'intermédiaire de la poulie. Il introduit alors la notion de durée de la montée de l'objet pour une même hauteur quand il s'agit de deux ouvriers.

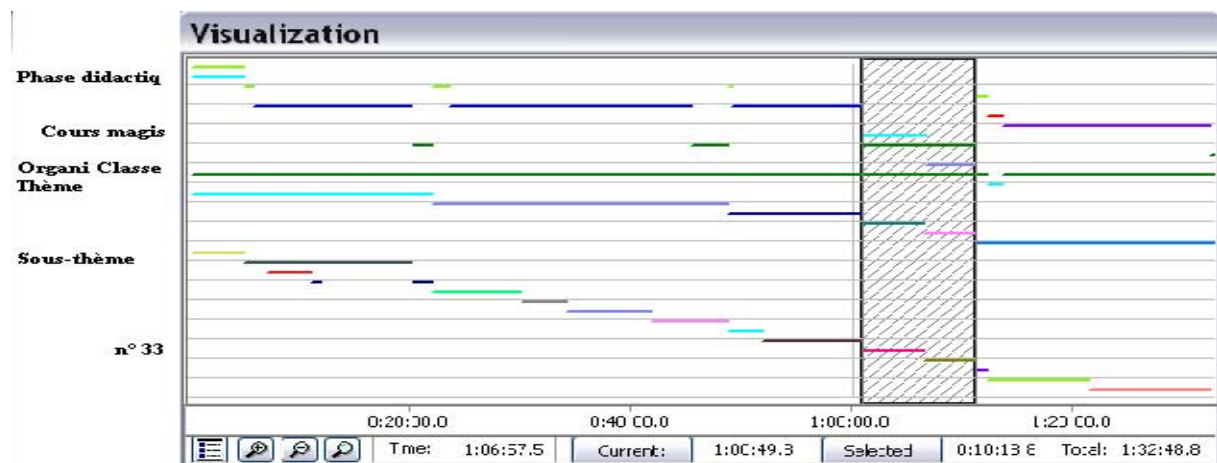
Pour expliquer cette notion de puissance, il invite d'abord un élève à poursuivre la lecture du texte. Ensuite l'enseignant explique ces notions de puissance et introduit la puissance moyenne et la puissance instantanée ($P_{\text{moyenne}} = W(F)/\Delta t$ et $p_{\text{instantanée}} = F.V$). La formule de la puissance instantanée est trouvée à partir de la puissance moyenne. Il développe ces formules en interrogeant toujours les élèves. Ensuite il laisse un peu temps aux élèves pour qu'ils recopient les formules dans leur cahier. Pendant ce temps il circule dans les rangs.

En clôturant cette partie il ré explique la procédure pour aboutir à la puissance instantanée sous l'interpellation d'un élève. Il revient alors sur le travail élémentaire pour une durée courte.

Du point de vue de l'avancée du savoir, c'est l'enseignant qui, en invitant les élèves à reprendre l'exemple de la situation de début (un ouvrier qui soulève un objet), introduit une nouvelle notion. Durant le développement des formules au tableau, les élèves participent en répondant aux questions de l'enseignant. L'enseignant utilise toujours la même situation en l'adaptant selon les notions qu'il veut développer.

Thème n° 9. Fonctionnement du physicien : utilisation du modèle pour interpréter ou prévoir. Propriétés de l'énergie. Travail d'une force. Facteurs qui influencent le travail d'une force. Travail moteur, travail résistant et travail nul.

C'est thème est situé toujours dans la troisième séance qui dure 1 heure 33 minutes comme le montre le graphique 23. Le thème qui dure 6 minutes clôture le premier chapitre concernant l'étude du travail d'une force en déplacement. Il n'est pas décomposé en sous-thèmes.



Graphique 14 Visualisation des thèmes 9 et 10 (Partie hachurée). De haut en bas. Phases didactiques (clôture cours, synthèse, anticipation) ; Organisation de la classe (CE) ; thèmes 9 et 10 (les sous-thèmes sont confondus avec les mêmes thèmes).

C'est une synthèse de l'ensemble des notions étudiées dans les séances précédentes. L'enseignant interroge successivement les élèves sur le fonctionnement de la physique et le processus de modélisation, les propriétés de l'énergie (stockage, transfert et changement de forme d'énergie). Se rendant compte que les élèves avaient des difficultés sur la notion de système auquel la grandeur « énergie » est liée, il leur demande de sortir le texte du modèle. Ce que ces derniers ont fait. Il insiste alors sur le transfert d'énergie entre deux systèmes et le fait qu'il existe plusieurs modèles pour interpréter les phénomènes en physique.

L'enseignant clôture ce thème en interrogeant les élèves sur beaucoup de notions qui font référence au travail d'une force en déplacement : lien entre travail et déplacement du point d'application de la force, les facteurs qui influencent le travail (valeur de la force, angle entre vecteur force et vecteur déplacement, distance, travail moteur, travail résistant et travail nul. Ensuite il leur donne une petite pause (pour aller récupérer des feuilles) avant de reprendre le cours normale de la séance.

Du point de vue de l'avancée du savoir, l'enseignant a aménagé un moment pour faire une récapitulation des notions qu'il juge indispensables dans le chapitre qui vient de finir et qu'il a annoncé aux élèves. Nous somme en présence d'une fin de construction d'un ensemble d'éléments de savoir et le professeur essaie de donner une vue globale de tout ce qui a été étudié. Il le fait en interrogeant les élèves et en faisant appel au texte de modèle de l'énergie.

Thème 10. Détermination de vitesses successives d'une bille lâchée sans vitesse initiale d'une hauteur h.

Ce thème qui n'est pas aussi décomposé en sous-thèmes a pour objet d'anticiper sur un travail qui sera utilisé lors des prochaines séances. Il est situé tout juste après la synthèse effectuée à la fin du chapitre sur travail et puissance –cf graphique 40). Sa durée est de 5 minutes environ.

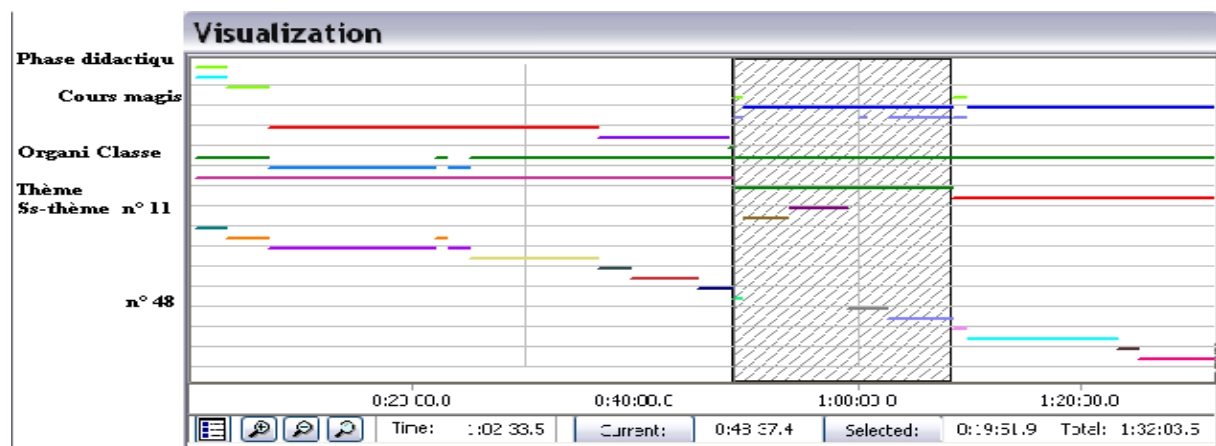
Le professeur annonce qu'il va donner un travail à faire pour les prochaines séances, en distribuant des feuilles qui y font référence (cf annexe XX). Ensuite, revenant devant son bureau, il lit le texte accompagnant ce document. Il s'agit de la photographie d'une bille à des intervalles réguliers successifs d'une durée de 0,02 secondes. La bille est lâchée sans vitesse initiale à une hauteur h. Après avoir fait la lecture, il explique le but du travail en interrogeant les élèves. A partir de la réponse d'un élève qui a choisi une position donnée, l'enseignant généralise en écrivant au tableau une formule : $v_n = M_{n+1}M_{n-1}/t_{n+1}-t_{n-1}$. Ensuite il donne la procédure qu'il faut utiliser pour trouver les valeurs de cette formule en interrogeant toujours les élèves. Mesurer la distance qui sépare deux points entourant celui où l'on calcule la vitesse et la diviser par 0,04 seconde.

A partir cette explication il clôture ce thème en leur demander de le faire à la maison.

Dans ce thème le professeur a la responsabilité de l'avancée du savoir. Il leur donne un travail à faire à la maison et explique le but en donnant la procédure à suivre. Les élèves participent à cette avancée en répondant aux questions relatives à la formule qu'il faut utiliser pour trouver la vitesse de chaque représenté dans le document.

Thème n° 13. Energie cinétique.

Ce thème est le deuxième de la quatrième séance comme le montre graphique 43. Il fait référence à la première forme d'énergie stockée par un système étudié dans cette classe (énergie cinétique). Sa durée est de 20 minutes environ. Il est composé de 4 sous-thèmes (cf graphique 43 et le tableau 63). L'organisation de la classe, durant le développement de ce thème, est du type classe entière.



Graphique 15 Visualisation du thème 13 (Partie hachurée) dans la quatrième séance. De haut en bas. Phases didactiques (Introduction cours, développement magistral et lecture de texte). Organisation de la classe (CE). Thèmes et sous-thèmes.

Tableau 19 Structuration du treizième thème. Classe 2

Thème n° 13 (Durée : 20 min). Sous-thèmes Energie cinétique.

Org
Cl

- N° 34 Détermination des vitesses successives d'un système en chute libre d'une hauteur h. (Durée 4 min) CE
- N° 11. Travail du poids d'un système de déplacement d'une altitude de position 0 à une autre de position 9. Signification du travail du poids comme énergie transférée à un système. (Durée : 5 min)
- N° 48. Expression de l'énergie cinétique d'un solide en mouvement de translation ou de rotation. (4 min)
- N° 49. Les propriétés de l'énergie cinétiques. (6 min)

Le thème est débuté par une lecture de texte que l'enseignant a distribué. L'enseignant invite un élève à lire le texte qui fait référence aux formes d'énergie utilisées en physique et aux grandeurs physiques qui influencent l'énergie cinétique.

L'enseignant se base alors sur le travail qu'il avait demandé de faire à la maison (détermination des valeurs des vitesses successives du solide qui tombe en chute libre) pour déterminer l'expression de l'énergie cinétique. En prenant la valeur moyenne des résultats trouvés par les élèves, l'enseignant demande aux élèves de calculer le travail du poids de la position 0 à la position 9. Dans cette classe le travail du poids est considéré comme un transfert d'énergie entre la Terre et la bille. En considérant que l'énergie cinétique est fonction de la masse et de la vitesse, il leur demande de calculer successivement les expressions mv , mv^2 et $1/2mv^2$ et de comparer la valeur trouvée au travail du poids. L'explication que donne l'enseignant est basée sur le travail du poids qu'il considère comme un transfert d'énergie entre les systèmes Terre et bille. C'est, selon lui, cette énergie transférée par la Terre sur la bille qui permet à celle-ci d'acquérir une certaine vitesse. Donc l'énergie liée à la vitesse de la bille à la position 9 est sous forme cinétique de formule $1/2mv_9^2$. A partir de ce moment il invite un élève à lire le texte concernant l'énergie cinétique dans le cas des mouvements de translation et de rotation. L'enseignant explique la notion de vitesse angulaire et de moment d'inertie autour d'un axe de rotation fixe. A la suite de cela il invite un autre élève à lire la suite du texte qui fait référence aux propriétés de l'énergie cinétique. L'explication de ces propriétés s'est basée sur la notion de référentiel (terrestre : un point de la surface de la terre comme origine). Ensuite la propriété de l'énergie cinétique qui dit que celle-ci dépend de la vitesse est explicitée à travers des personnes, l'un liée à un arrêt de bus (donc référence sur de la Terre) et deux autres à l'intérieur d'un même bus 'référence liée au bus). La deuxième propriété est une évidence selon l'enseignant car toutes les grandeurs dans l'expression sont positives ($m > 0$, $V^2 > 0$).

A partir de ce moment il enchaîne avec la signification des moments d'inertie (l'objet du prochain thème).

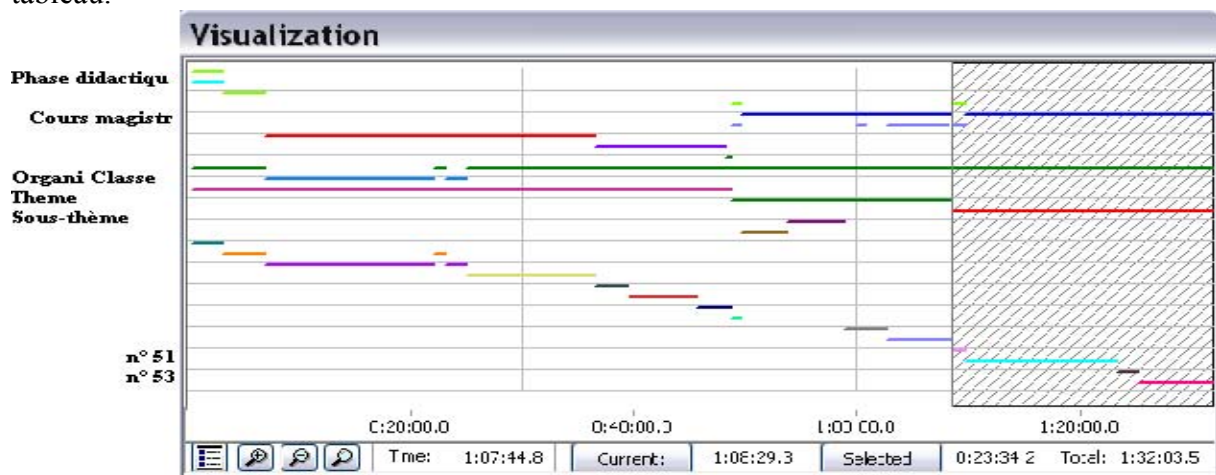
La lecture, par un élève, d'un texte distribué permet à cette classe de démarrer le thème. Durant le développement de ce cours magistral, l'enseignant a fait appel à un savoir réalisée à la maison par les élèves. Les élèves, sous la demande de l'enseignant, et en fonction du document et de la procédure clarifiée en classe pour déterminer les vitesses, donnent les valeurs trouvées. Ne pouvant pas être d'accord sur une même valeur, l'enseignant introduit la notion valeur moyenne : la valeur moyenne de la vitesse trouvée dans cette classe. Pour faire avancer le savoir, le professeur prend la responsabilité d'introduire en pleine discussion la moyenne des valeurs trouvées à la position neuf. Ensuite il délègue encore cette avancée aux élèves qui doivent calculer le travail du poids quand la bille se déplace de la position 0 à la position 9. En faisant appel aux notions déjà étudiées (transfert d'énergie entre système, énergie cinétique liée à la vitesse), il reprend un moment la responsabilité de l'avancée du

savoir pour expliquer que l'énergie acquise par le solide à la position 9 est appelée : énergie cinétique. Pour trouver l'expression de cette énergie cinétique, il délègue encore la responsabilité de l'avancée du savoir aux élèves qui doivent choisir, en calculant chaque valeur, la bonne formule parmi les trois expressions : mv , mv^2 et $1/2mv^2$. La lecture du texte qui suit l'expression de l'énergie cinétique faite par un élève constitue une forme d'institutionnalisation du savoir : il concerne les expressions de l'énergie cinétique dans les cas de mouvement de translation et de mouvement de rotation. Dans ce cas c'est un élève choisi par l'enseignant qui a la responsabilité de l'avancée du savoir au moment de la lecture. Les autres suivent : l'enseignant et les élèves. A partir de l'explication qui suit cette lecture, l'enseignant reprend la responsabilité de l'avancée du savoir. Il interroge les élèves sur les propriétés de l'énergie cinétiques qui sont : Ec dépend d'un référentiel donné et est toujours positif. Pour expliquer que l'énergie cinétique est fonction du référentiel choisi, un élève prend la responsabilité de l'avancée du savoir en levant son bras. Devant ses explications un peu vagues en relation avec la vitesse du système, l'enseignant reprend cette responsabilité en demandant d'abord à toute la classe de donner un exemple de référentiel. Ce que les élèves ont donné : la lune, la Terre. L'enseignant en rajoutant un point fixé à la surface de la Terre, reprend encore la responsabilité de l'avancée du savoir et explique la relativité des référentiels : un point fixe à la surface de la terre (arrêt de bus) et une voiture (un repère en mouvement par rapport à l'arrêt). Il poursuit avec la propriété de l'énergie cinétique qui dit que celle-ci est toujours positive.

La clôture de ce thème est donnée par un marqueur langagier qui fait partie du répertoire de cet enseignant : « Voilà maintenant on va voir expression du moment d'inertie... ».

Thème n° 14. Moment d'inertie d'un solide en mouvement de rotation autour d'un axe fixe.

Comme le montrent les graphiques 44 et 45, c'est un thème qui s'étale sur deux séances. Les trois principaux sous-thèmes se trouvent dans cette quatrième séance, un seul sous-thème qu'on peut considérer comme principal se trouve dans la cinquième, il s'agit de l'étude du moment d'inertie d'un système composé de plusieurs sous-systèmes (cf tableau 64). Le thème a une durée de 30 minutes environs. Il s'agit de donner les expressions de quelques moments d'inertie de systèmes simples en rotation autour de leur axe et de les dessiner au tableau.



Graphique 16 Visualisation du thème 14. De haut en bas (Introduction cours et lecture de texte, développement cours magistral). Organisation de la classe (CE). Thème et sous-thèmes

Tableau 20 Structuration du quatorzième thème. Classe 2

Thème	n°	14	Introduction (Durée : min)	Org CI
(Durée :	30	min).	N° 50. Annonce de l'étude du moment d'inertie et lecture de texte (Durée :	CE
Moment	d'inertie	1 min)	Sous-thèmes	
d'un solide	en		N° 51 Expression des moments d'inertie de systèmes simples dont l'axe de	
mouvement	de		rotation passe par le centre d'inertie (14 min)	
de rotation	d'un		N° 52 Signification physique du moment d'inertie d'un solide en rotation	
autour d'un	axe		(2 min)	
axe fixe.			N° 53 Théorème de Huguens. (7 min)	
			Introduction	
			N° 54. Rappels : Expression énergie cinétique cas des mouvements de	
			translation et de rotation. Moment d'inertie d'un système en rotation (2	
			min)	
			Sous-thème	
			N° 55 Moment d'inertie d'un système composé de plusieurs sous-systèmes	
			(4 min).	

Le professeur annonce le début de l'étude des moments d'inertie de quelques solide en invitant un élève à lire le texte faisant référence : La signification physique du moment d'inertie d'un système en rotation autour d'un axe fixe.

Après la lecture et quelques explications données à cette signification, l'enseignant annonce l'écriture de quelques moments d'inertie accompagnés de leur dessin. Il dessine alors successivement un cerceau, un cylindre, une sphère homogène et une tige de longueur L. Pour tous ces systèmes il dessine l'axe de rotation passant par leur centre d'inertie et écrit à côté l'expression de l'énergie cinétique en fonction soit du R soit de la longueur. En dessinant il explique la rotation autour de l'axe. A la fin de ce thème il introduit le théorème de Huguens en utilisant la tige qui, cette fois-ci, est en mouvement de rotation autour de l'une de ses extrémités. Alors il applique la formule donnée auparavant en interrogeant maintenant les élèves. Les élèves, tout en recopiant le schéma et les formules développées, répondent aux questions du professeur.

Au début de la cinquième séance, l'enseignant revient sur les expressions de l'énergie cinétique dans les cas de mouvement de translation et de rotation (sous-thème). A partir du mouvement de rotation, il introduit le moment d'inertie d'un système composé de plusieurs sous-systèmes en faisant un dessin au tableau. Il donne alors l'expression de ce moment d'inertie : $J_{\text{total}} = \sum_i J_i$, J_i étant le moment d'inertie du sous-système i. Il en déduit que les moments d'inerties s'ajoutent

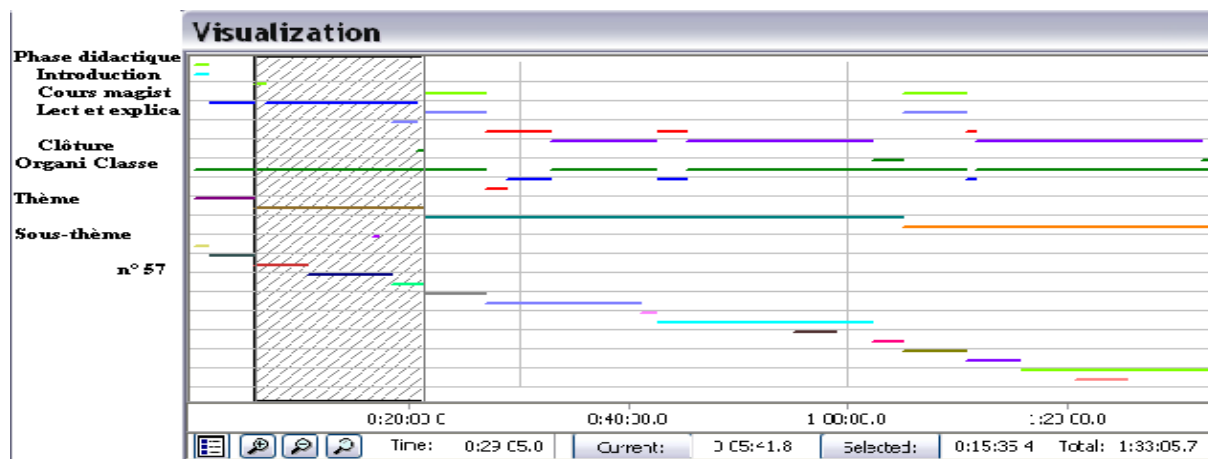
L'enseignant donne un peu de temps aux élèves (3 minutes environ) pour qu'ils recopient les schémas et les expressions au niveau de leur cahier. Il annonce ensuite l'étude du théorème de l'énergie cinétique.

On est en présence d'un cours purement magistral où la participation des élèves au début se résume à la prise de note et à quelques demandes de clarification de termes ou de notations. L'enseignant donne des savoirs institutionnalisés que les élèves ne peuvent pas connaître à l'aide de jeu de questions/réponses.

Durant la clôture de ce thème, l'enseignant, tout étant responsable de l'avancée du savoir, fait participer les élèves par des jeux de questions et de réponses.

Thème n° 15. Théorème de l'énergie cinétique.

Comme le montre la graphique 45, ce thème est le deuxième dans la cinquième séance qui a une durée de 1 heure 33 minutes. Sa durée est 16 minutes environ, il est composé de Trois sous-thèmes (cf tableau 65). C'est aussi le dernier cours magistral consacré à l'étude de l'énergie cinétique.



Graphique 17 Visualisation du thème 15 (Partie hachurée) dans la cinquième séance. De haut en bas. Phases didactiques (introduction cours, développement cours et clôture cours). Organisation de la classe (CE). Thèmes et sous-thèmes.

Tableau 21 Structuration du quinzième thème. Classe 2

Thème n°	Intitulés des sous-thèmes	Org Cl
15 (Durée 16 min).		
Théorème de l'énergie cinétique	N° 56. Détermination de la variation de l'énergie cinétique d'un système entre deux positions données (Durée 5 min)	CE
	N° 57. variation de l'énergie cinétique d'un système et énergie stockée et/ou transférée. Transfert par mode travail mécanique (Durée 8 min).	
	N° 58. Expression du théorème de l'énergie cinétique (Durée 3 min).	

L'enseignant annonce la dernière partie, du point de vue cours magistral, pour l'étude de l'énergie cinétique. Il commence à dessiner la bille en chute libre en l'expliquant. Ensuite il demande aux élèves de calculer la variation de l'énergie cinétique quand la bille passe de la position 2 à la position 9.

En même temps il écrit les formules en demandant aux élèves de se rappeler de la valeur de l'énergie cinétique de la bille à la position 9. Rappelons que c'est la même situation que la classe avait utilisée pour construire l'expression de l'énergie cinétique. L'enseignant avait pris comme point de départ l'énergie cinétique d'un solide en mouvement qui est liée à la vitesse (lu au début par un élève). Puisque le solide au départ est lâché sans vitesse initiale, s'il a acquis de la vitesse, cela veut dire qu'on lui a transféré de l'énergie. Et les élèves avaient calculé la valeur de cette énergie transférée par l'intermédiaire du travail du poids quand la bille passe de la position d'immobilité (0) à la position 9 avec une vitesse v_9 . Car pour cette classe, c'est la Terre qui transfère de l'énergie au système « bille ». La valeur calculée en ce moment à la position 9 leur a permis de trouver l'expression de l'énergie cinétique. Puisqu'ils connaissent maintenant cette expression, ils peuvent calculer la variation de l'énergie cinétique entre deux positions. L'enseignant leur donne deux positions (2 et 9) et leur demande de calculer : $\Delta E_c = E_{c9} - E_{c2}$.

A partir de ce moment les élèves se lancent aux calculs des énergies cinétiques dans les deux positions et à la différence $E_{c9} - E_{c2}$. En même temps l'enseignant les aide en rappelant la partie calculée lors des précédentes séances (E_{c9}) et en écrivant au tableau les expressions de l'énergie cinétique dans les deux positions ($E_{c2} = 1/2mv_2^2$ et $E_{c9} = 1/2mv_9^2$). Après un moment l'enseignant utilise un autre marqueur langagier pour que les élèves lui donne un résultat : « on trouve combien ? ». Les élèves continuent leur calcul et au bout d'un moment lui donne un résultat : 0,137. Celui-ci les interroge sur l'unité de ce nombre. Un élève répond par Joule.

A la suite de ce résultat donné par les élèves et écrit au tableau par l'enseignant, celui-ci les interroge pour qu'ils trouvent une grandeur physique à comparer à cette variation d'énergie

cinétique. Les réponses des élèves ne sont pas orientées à celle qu'attend le professeur. Les élèves se contentent de dire que le travail est moteur. Finalement le professeur les oriente vers les modes de transfert d'énergie qu'il lie au mouvement pour en déduire, avec les élèves, que la variation de l'énergie cinétique est à comparer au travail du poids du système « bille ». Pour cela l'enseignant fait appel, en interrogeant les élèves, aux propriétés de stockage de l'énergie lorsque la bille est aux positions 2 et 9. Ce stockage est le résultat de la différence $E_{c9}-E_{c2}$ qui est positif. Si le système stocke de l'énergie c'est qu'un autre système lui transfère de l'énergie : « La Terre ». Ce qui permet à l'enseignant de déduire que le travail du poids est le mode de transfert de cette énergie. Et puisque, selon l'enseignant il n'y a que cette force extérieure qui est appliquée au système bille, alors la relation peut s'écrire : $\Delta E_{c2-9} = W_{1-2}(P)$.

L'enseignant généralise ensuite ce théorème de l'énergie cinétique pour un solide en mouvement de translation à un système où plusieurs forces sont appliquées. Il continue la généralisation à un solide en mouvement de rotation en donnant l'expression dans ce cas.

Par la suite le professeur invite un élève à lire un texte qui fait référence à ce théorème de l'énergie cinétique. Les autres suivent cette lecture. L'enseignant intervient à la fin de la lecture pour rajouter des phrases au texte.

IL clôture le thème en revenant sur le fonctionnement de la physique et le processus de modélisation, la relation entre travail et mode de transfert d'énergie et annonce un exercice d'application.

Durant l'introduction de la situation, l'enseignant est responsable de l'introduction du nouvel élément de savoir. Il dessine la même situation utilisée dans les séances précédentes, donne des explications en interrogeant les élèves, donc ces derniers participent à cette introduction qui consiste à déterminer l'expression du théorème de l'énergie cinétique. La classe ré-utilise les notions et situations des cours précédents : la bille en chute libre, la valeur de l'énergie cinétique à la position 9. Le passage de la détermination de l'expression de l'énergie cinétique au théorème de l'énergie cinétique se fait en utilisant la même situation. Pour construire l'expression de l'énergie cinétique, le professeur et les élèves partent du principe que l'énergie cinétique est liée à la vitesse. Du fait que la bille acquiert une vitesse en passant de la position 0 à 9, on lui a transféré de l'énergie. Jusqu'à présent le seul mode de transfert d'énergie que les élèves ont étudié est le travail d'une force, ils en déduisent que c'est le travail du poids qui est considérée comme une force extérieure au système « bille ».

A partir de l'écriture de cette expression, l'enseignant délègue la responsabilité de l'avancée aux élèves. Cette délégation de responsabilité dans l'avancée du savoir se voit par l'utilisation de marqueurs langagiers comme : « vous allez calculer.. ».

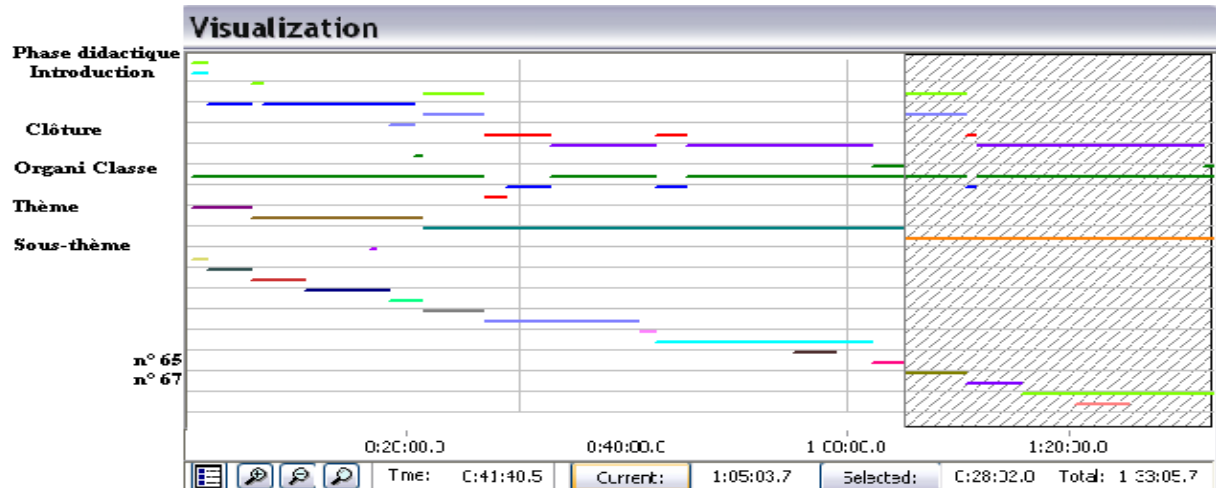
Les élèves ont la responsabilité de trouver le résultat numérique, ce que l'enseignant attend en se positionnant devant le tableau, en les aidant à se rappeler des expressions de l'énergie cinétique en fonction des positions et utilisant des marqueurs langagiers comme : « vous trouvez combien ? ». Il interroge aussi les élèves pour compléter les unités des résultats trouvés. Donc l'avancée du savoir est sous la responsabilité de chacun des acteurs.

Durant tout ce développement, en classe entière, l'enseignant a la responsabilité de l'avancée du savoir qu'il délègue à des moments précis aux élèves : quand il s'agit de faire les applications numériques. Remarquons que durant son développement pour relier la variation de l'énergie cinétique et le travail du poids, l'enseignant est revenu sur le fonctionnement de la physique et sur le processus de modélisation.

L'enseignant systématise le savoir en cette fin de thème et fait des rappels sur certaines notions qu'ils jugent indispensables pour le physicien. Il est responsable de l'avancée du savoir qui sert ici de clôture. Il enchaîne ainsi en annonçant un exercice d'application qui va suivre.

Thème n° 17. Utilisation du théorème de l'énergie cinétique dans le cas d'un mouvement de rotation. Détermination d'angle.

Le thème 17 termine la cinquième séance comme le montre le graphique 47. Il est composé de deux sous-thèmes et d'une inclusion (cf tableau 68 et graphique 47). La durée de l'enregistrement de 28 minutes environ. Il s'agit d'un exercice d'application en référence au théorème de l'énergie cinétique.



Graphique 18 Visualisation du thème 17 (Partie hachurée) dans la cinquième séance. De haut en bas. Phases didactiques (Introduction et écriture exercice, Réalisation exercice). Organisation de la classe (CE, Ind). Thème, sous-thèmes et inclusion.

Tableau 22 Structuration du dix-septième thème. Classe 2

Thème n° 17 (Durée : 28 min). Application : utilisation du théorème de l'énergie cinétique dans le cas d'un mouvement de rotation.	Introduction (écriture d'exercice au tableau) (Durée : 6 min)	Org Cl
	N° 65. Disque qui s'arrête après N tours sous l'action d'une force	CE
Détermination du nombre de tours.	Sous-thèmes	Inclusion
	N° 66. Détermination des forces appliquées au disque en rotation autour d'un axe fixe horizontal (Durée : 5 min)	Ind/ CE
	N° 67. Théorème de l'énergie cinétique appliqué à un solide en mouvement de rotation (Durée : 12 min)	CE
	N° 68. Détermination de l'énergie cinétique et du moment d'une force en rotation (Durée : 5 min)	CE

Le but de cet exercice est de familiariser les élèves à l'utilisation de l'expression de l'énergie cinétique d'un solide dans le cas d'un mouvement de rotation (cf tableau 69).

Tableau 23 Enoncé exercice. Classe 2

Un disque homogène de rayon $r = 10\text{cm}$, de masse $m = 200\text{g}$ tourne autour de son axe de rotation (Δ) à raison de 5 tours/s. Pour freiner ce disque on lui applique tangentiellement à la date 0 une force f . On donne $f = 0,32\text{N}$. Au bout de combien de tours le disque s'immobilise-t-il?

L'enseignant efface le tableau en annonçant un deuxième exercice dans ce chapitre. Il écrit alors le texte de l'exercice en le répétant en même temps. Les élèves le recopient dans leur cahier. A la suite de l'écriture du texte, le professeur dessine au tableau un disque soutenu à son centre d'inertie par un axe fixe horizontal. Il indique aussi le sens de rotation du disque et la force qui lui est appliquée.

Au bout de quelques minutes de réalisation individuelle, il invite un élève à aller au tableau corriger la seule question que comporte cet exercice.

A la correction, l'élève sous la direction de l'enseignant, identifie et écrit le système : « disque ». Ensuite il superpose les vecteurs forces au dessin du disque. L'élève au tableau a du mal à représenter le vecteur réaction de l'axe sur le disque. Sous la direction toujours de

l'enseignant, il réussit à le schématiser. En écrivant au tableau les noms des forces qui s'appliquent au disque, l'élève annonce qu'il va utiliser le théorème de l'énergie cinétique.

Sous la direction toujours de l'enseignant, il écrit l'expression du théorème de l'énergie cinétique appliqué au disque en rotation autour d'un axe horizontal fixe. En développant cette formule il se heurte aux problèmes de positions (ou instant) où l'énergie cinétique du disque est nulle. Sous la direction du professeur, il arrive à trouver dans l'énoncé que le disque s'immobilise au bout de N tours.

Ensuite l'élève développe les expressions traduisant les travaux des forces appliquées au disque, l'énergie cinétique et le moment de la force appliquée au disque. Les difficultés rencontrées sont surmontées grâce l'étayage du professeur. L'élève arrive à trouver la valeur de l'angle ($\theta = m r \pi^2 N^2 / f$) et donne la valeur numérique.

A la clôture du thème, en remerciant l'élève, l'enseignant fait remarquer à toute la classe qu'on pourrait trouver directement le nombre de tours en remplaçant directement par $2\pi N$.

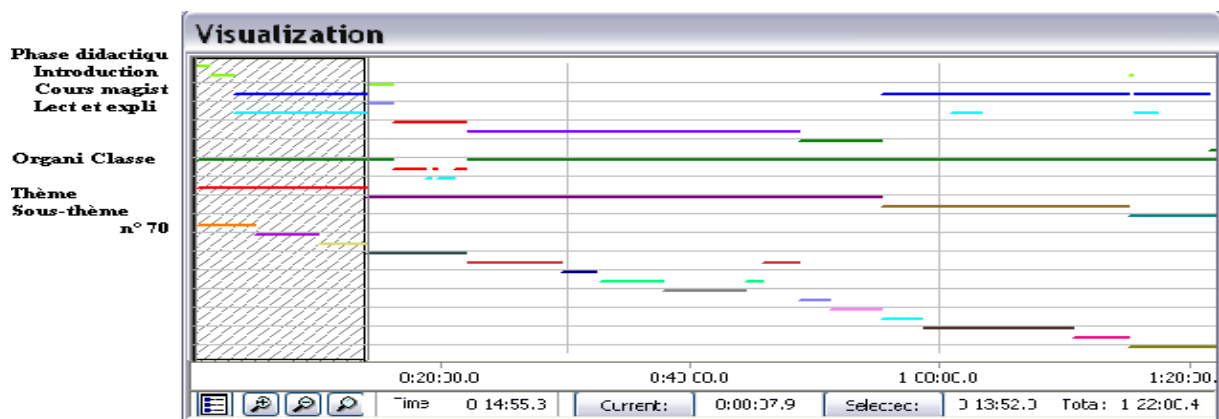
L'écriture du texte de l'exercice donne un seul rythme dont l'enseignant a la responsabilité de faire avancer. Les élèves en ce qui les concerne recopient au niveau de leur cahier.

La réalisation de l'exercice est sous la responsabilité des élèves qui travaillent individuellement. L'enseignant ne participe pas à cette réalisation, son rôle se résume à regarder leur production.

La correction se fait sous l'étayage de l'enseignant qui, à la fin, donne une proposition de résolution qui permet de trouver directement la valeur de l'angle sans passer par la règle de proportion.

Thème n° 18. Energie potentielle de pesanteur.

Le thème 18 débute la sixième séance qui a une durée d'enregistrement de 1 heure 22 minutes. Il a une durée de 14 minutes et est composé de trois sous-thèmes comme le montre le graphique 48 et le tableau 70.



Graphique 19 Visualisation du thème 18 (Partie hachurée) dans la sixième séance. De haut en bas (Introduction (séance, cours), développement et lecture de texte). Organisation de la classe (CE). Thème et sous-thèmes.

Tableau 24 Structuration du thème 19. Classe 2

Thème n° 18. Energie potentielle de pesanteur.	Sous-thèmes	Org CI
	N° 69 Définition de l'énergie potentielle (Durée : 5 min)	CE
	N° 70 Energie potentielle de pesanteur. Force conservative. Détermination de la constante (Durée : 5 min)	
	N° 71 Relation entre variation énergie potentielle et travail du poids (Durée : 4 min)	

A l'introduction qui coïncide avec le début de la séance, l'enseignant distribue une nouvelle feuille. A la suite de cela il fait un rappel sur l'énergie cinétique qui, dit-il, était liée au mouvement. Il reprend la situation de la bille en chute en libre en la dessinant au tableau et

s'intéresse ensuite à la position où sa vitesse est nulle (au moment du lâcher) (sous-thème 69). La question qu'il pose aux élèves est la suivante : est-ce que la bille possède de l'énergie ? Les élèves ne pouvant pas répondre, l'enseignant revient à l'expression de l'énergie cinétique qu'il écrit au tableau. Ensuite il demande aux élèves les forces qui sont appliquées à cette bille. Les élèves ayant répondu que c'est le poids et qu'il est exercé par la Terre sur la bille. L'enseignant en déduit que c'est une force d'interaction. La question que l'enseignant pose à la suite de cela est la suivante : quand y a interaction, on pense à quelle type d'énergie. Il faut remarquer qu'il avait évoqué la relation entre interaction et énergie potentielle dans l'activité qui concernait à classer les énergies en physique du point de vue macroscopique et microscopique. L'enseignant avait utilisé l'interaction microscopique pour qualifier une des formes d'énergie en physique : énergie potentielle. Ses explications avaient pour champ d'application : les particules qui interagissent. Il reprend ce même type d'interaction entre la Terre et la bille pour donner une définition générale de l'énergie potentielle.

A partir de ce moment il invite un élève à lire le texte qui fait référence à la classification des énergies par les physiciens. Il faut remarquer que ce texte comporte une partie qui provient du document « sésames » auquel il a rajouté d'autres phrases par exemple : « On peut dire que l'énergie potentielle d'un système est l'énergie en "réserve" liée aux positions des différentes parties du système ». L'enseignant enchaîne ensuite des explications sur la position de l'objet par rapport à la Terre pour montrer qu'il y a possibilité de mouvement dès qu'on l'abandonne. Il qualifie ensuite cette énergie de potentielle de pesanteur à cause de l'interaction entre l'objet et la Terre (sous-thème 70). Se référant au poids de l'objet, qu'il considère comme une force d'interaction, l'enseignant la qualifie aussi de force conservative. Cette explication est faite en dessinant au centre du tableau un schéma visualisant un objet situé au dessus de la Terre à une hauteur h .

A partir de ce moment il invite un autre élève à lire la suite du texte. Après la lecture il enchaîne avec des explications. Le texte lui fait référence à l'expression générale de l'énergie potentielle de pesanteur : $E_p = mgz + cte$. Il explique alors la procédure à suivre pour trouver la valeur de la constante en s'appuyant sur le petit schéma au bout du tableau. Cette procédure est la suivante : il faut choisir un état de référence qui est la position où l'énergie potentielle est nulle, orienter l'axe vertical vers le haut et calculer la constante. Il donne ensuite un exemple : si on choisit l'origine des altitudes confondue avec l'état de référence, alors la constante devient nulle. Dans ce cas l'expression devient : $E_p = mgz$. Toute cette explication est faite en remplaçant l'altitude choisie et la valeur de l'énergie potentielle à l'état de référence ($E_p = 0$) dans l'expression générale. Ensuite il ordonne aux élèves de prendre le schéma et les formules dans leur cahier.

Au moment où les élèves commencent à écrire au niveau de leur cahier, l'enseignant reprend tout ce qu'il avait écrit (schéma et développement de formules) dans la partie propre du tableau, en commençant par le titre de la leçon : Energie potentielle de pesanteur.

Au bout d'un moment il enchaîne avec la variation de l'énergie potentielle de pesanteur en invitant un autre élève à poursuivre la lecture du texte (sous-thème 71). A la suite de la lecture, il explique l'expression se trouvant dans le texte en la développant : $\Delta E_p = (mgz_B + cte) - (mgz_A + cte) = mg(z_B - z_A)$. A partir de cette première expression il interroge les élèves sur la relation entre celle-ci et le travail du poids. Certains disent que c'est égal au travail du poids, d'autres donnent l'opposé du travail du poids. Il prend partie du côté de ceux qui ont dit c'est l'opposé du travail du poids et rappelle son expression en l'écrivant au tableau. A partir de ce moment il donne la relation ($\Delta E_p = -W(P)$) et fait savoir aux élèves que c'est une autre façon de calculer le travail du poids. Il ordonne encore aux élèves de recopier maintenant dans leur cahier, pendant ce temps il efface l'autre partie du tableau. A la fin de la prise de note au niveau de leur cahier, l'enseignant annonce un exercice d'application.

Du point de vue de la topogénèse, l'enseignant a la responsabilité d'introduire l'énergie potentielle. Il utilise toujours la même situation, la bille en chute libre sans vitesse initiale. Nous sommes donc en présence d'une introduction d'un nouveau savoir avec une réutilisation de situation et un rappel d'une notion déjà évoquée (l'énergie potentielle d'interaction). L'enseignant est l'initiateur de cette introduction de nouveau savoir, les élèves y participent en répondant aux questions qu'il pose.

Durant le développement du cours magistral, l'enseignant délègue la responsabilité de l'avancée du savoir à un élève qui lit un texte. Le texte comprend l'historique de la classification et l'enseignant y rajoute une phrase qui est capitale pour lui : énergie potentielle est une énergie en réserve qui est liée aux différentes parties du système. En expliquant ce texte l'enseignant reprend cette responsabilité et donne une définition de l'énergie potentielle qui est basée sur l'interaction entre deux systèmes. Notons aussi qu'il introduit la notion de force conservative. Il a la responsabilité d'écrire au tableau l'expression générale de l'énergie potentielle de pesanteur : $E_{pp} = mgz + cte$. Il introduit ainsi un savoir procédural qui permet de trouver la valeur de la constante. Il faut noter que ce thème est étudié avec un texte que l'enseignant fait lire pas à pas. Ce qui lui permet d'introduire le savoir par petite dose.

Les élèves qui suivent durant la lecture ou les explications prennent note au niveau de leur cahier dès que l'enseignant termine. Il faut noter aussi la sur utilisation du tableau qui fait qu'il est obligé de ré écrire proprement les procédures et schémas dans une autre partie. Ces gestes peuvent aussi être considérés comme un indicateur pour un enseignant qui fait attention aux traces dans les cahiers des élèves. Il écrit correctement le titre qu'il n'avait pas mis au tableau, fait un schéma correct différent de celui avec lequel il expliquait et reprend les éléments essentiels de la procédure.

Le thème se fait avec la même méthode utilisée par l'enseignant lors des cours magistraux accompagnés de lecture et explication de texte. La méthode est la suivante : lecture par un élève, explication (avec des schémas et des formules au tableau) par l'enseignant, pendant ce temps les élèves suivent. A la fin des explications les élèves recopient dans leur cahier. L'utilisation du texte permet à l'enseignant de faire avancée le savoir à petits pas avec une régularité que nous décrivons par étapes.

Première étape : annonce du savoir à étudier par l'enseignant

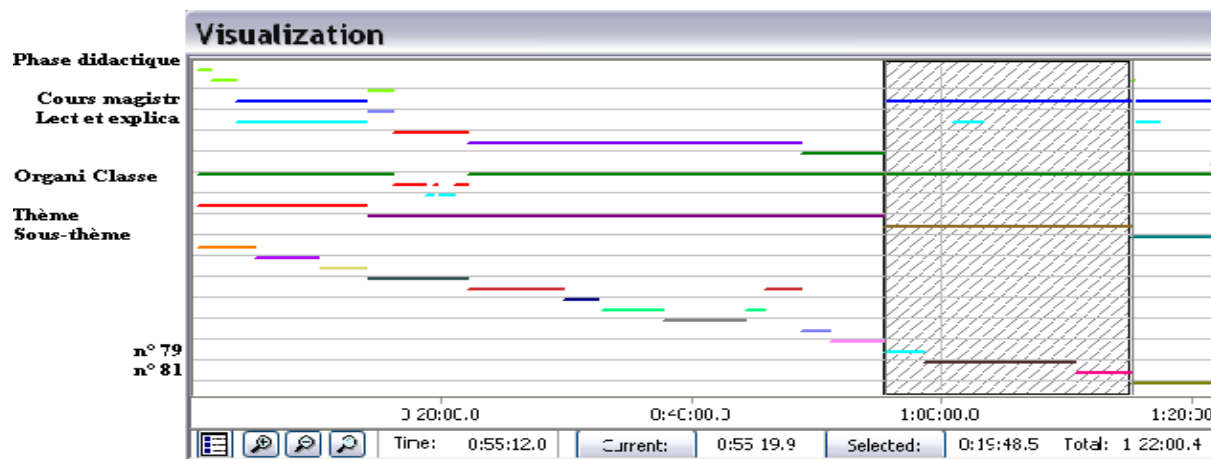
Deuxième étape : invitation à la lecture sans désigné nominativement un élève. L'enseignant dit seulement vous lisez dans la plupart des cas. Quelque fois c'est avec son bras qu'il désigne quelqu'un. Dans tous les deux cas il y a un contrat didactique qui s'installe dans cette classe.

Troisième étape : l'enseignant interroge les élèves dans certains cas pour démarrer son explication. Dans d'autres cas il enchaîne après la lecture avec des explications en utilisant le tableau pour les formules et les schémas. Pendant ce temps les élèves écoutent attentivement s'ils ne sont pas sollicités par l'enseignant avec des questions. Un autre type de contrat didactique se trouve dans cette étape : pendant que l'enseignant explique aucun élève ne prend note, tout le monde suit.

Quatrième étape : après les explications, l'enseignant les ordonne de recopier au niveau de leur cahier.

Thème n° 20. Energie potentielle élastique.

Le thème 20 complète l'étude de l'énergie potentielle. Il a une durée de 19 minutes environs. Il s'agit d'étudier les énergies potentielles élastique et de torsion. Il est composé de trois sous-thèmes comme le montre le graphique 50 et le tableau 74.



Graphique 20 Visualisation du thème 20 (Partie hachurée). De haut en bas. Phases didactiques (Développement cours magistral et lecture de texte). Organisation de la classe (CE). Thèmes et sous-thèmes.

Tableau 25 Structuration du thème 20. Classe 2

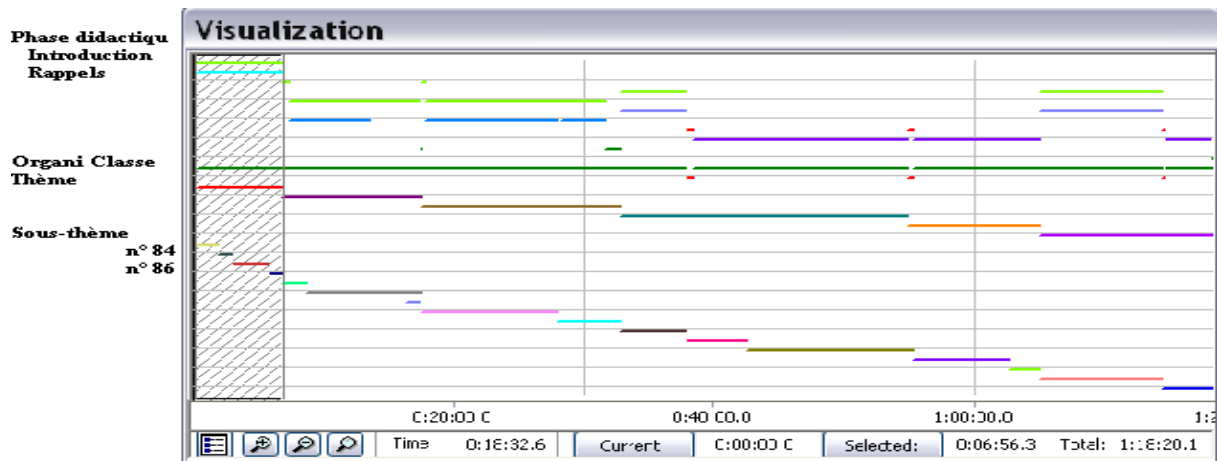
Thème	n°	Sous-thèmes	Org Cl
Energie élastique.	20.	Sous-thèmes	CE
		N° 79 Energie potentielle élastique d'un ressort (Durée 5 min)	
		N° 80 Energie potentielle élastique de torsion. Force intérieure conservative : analogie entre des systèmes (5 min)	
		N° 81 Choix de l'état de référence (origines des énergies potentielles élastiques). Variation énergie potentielle et travail des forces intérieures conservatives.	

Le professeur débute le thème par un dessin, il s'agit d'un ressort horizontal auquel est accroché un objet de masse m . A partir de ses explications et des questions qu'il pose aux élèves, il en déduit d'abord les caractéristiques du ressort avant de dire qu'il y a interaction entre le ressort et l'objet. Ce qui lui permet de définir l'énergie potentielle élastique du système « ressort + Objet » : $1/2kx^2 + cte$. La même procédure est utilisée pour déterminer l'énergie potentielle de torsion : un dessin représentant un pendule de torsion permet de dire qu'il y a interaction entre le fil de torsion et la barre horizontale. Dans les deux cas la position où il n'y a pas de déformation est utilisée comme état de référence (état où l'énergie potentielle est nulle) pour donner une valeur de la constante. Durant ses explications l'enseignant revient sur la notion de force intérieure conservative. En faisant lire le texte par les élèves, il en déduit une généralisation de la relation entre le travail des forces intérieures conservatives et la variation de l'énergie potentielle ($\Delta E_p = -\sum W$ (fic)). Les explications lui permettent de faire une analogie entre les systèmes « Terre+ Objet », « ressort+Objet » et « fil de torsion+barre » et de dire qu'ils ont la particularité d'avoir tous des forces intérieures conservatives. Des exemples de systèmes pris en combinant les objets ressort, objet et Terre permettent à la classe d'identifier à chaque fois les forces extérieures et intérieures.

Le cours est magistral, l'enseignant a la responsabilité de l'avancée du savoir mais les élèves y participent. Ils répondent aux questions posées par l'enseignant, l'interpellent pour des clarifications sur les systèmes pris pour identifier les travaux des forces intérieures conservatives.

Thème n° 21. Définition d'un système isolé. Energie potentielle. Forces intérieures et extérieures.

Comme le montrent les graphiques 50 et 51, le thème s'étale sur deux séances. Il a une durée de 14 minutes et est composé de 5 sous-thèmes (cf tableau 75). La particularité de ce thème est qu'il est constitué dans sa majorité de rappel (les 4 derniers sous-thèmes de la septième séance). C'est aussi un thème préliminaire à l'étude de l'énergie mécanique stockée par un système.



Graphique 21 Visualisation de la deuxième partie du thème 21 (partie hachurée) dans la septième séance. De haut en bas. Phase didactique (Introduction de la séance et rappel). Organisation de la classe (CE). Thèmes et sous-thèmes.

Tableau 26 Structuration du thème 21 Classe 2

Thème n° 21 (Durée : 14 min).	Sous-thèmes	Org Cl
Définition d'un système isolé.	N° 82 Définition d'un système isolé (7 min)	CE
Energie potentielle.	N°83 Energie potentielle de pesanteur. Choix de référence (2 min)	
Forces intérieures et extérieures.	N° 84 Energie potentielle élastique. Choix de référence (1 min)	
	N° Définition de l'énergie potentielle. Relation entre variation de l'énergie potentielle et travail de force intérieure conservative (3 min)	
	N° 86 Système isolé. Force intérieure et extérieure (1 min)	

Le professeur annonce l'étude d'une nouvelle grandeur : l'énergie mécanique. Il propose de revenir d'abord sur la notion de système. Après un moment de silence, un élève commence la lecture du texte.

Le texte donne une définition de la notion de système : un système est la partie de l'Univers que l'on étudie, le reste est appelé milieu extérieure ou environnement. Après cette lecture, l'enseignant explique les notions de système à l'échelle microscopique et échelle macroscopique. Il s'intéresse au dernier qui est de l'ordre de grandeur de l'échelle humaine.

La lecture continue avec le même élève. Cette fois-ci il s'agit de définir un système isolé. Cette définition se fait à l'aide d'exemples qui combinent les systèmes « ressort », « objet » et « Terre ». Les deux systèmes « ressort+objet+Terre » et « objet » ont été pris pour identifier les forces intérieures et extérieures. Des discussions se sont établies entre le professeur et les élèves pour identifier ces forces. Cette première définition du système isolé fait référence aux forces. L'enseignant clôture la sixième séance en revenant sur la notion de modèle. Le fait de choisir un système selon la manière que le physicien veut interpréter le phénomène est expliqué par l'enseignant.

Au début de la septième séance, l'enseignant fait un rappel sur un ensemble de notion dont les plus importantes sont les suivantes : le type d'énergie que stocke la bille à une hauteur h sans vitesse initiale (énergie potentielle de pesanteur : $E_p = m\alpha z + cte$), les autres énergies potentielles (élastique : $1/2kx^2 + cte$ ou torsion : $1/2C\alpha^2 + cte$), la valeur de la constante générale ($cte = m\alpha z_{ref}$), la définition de l'état de référence. A partir de ce rappel l'enseignant revient sur les notions de force conservative qui est liée à chaque système suivant l'énergie potentielle considérée. A l'énergie potentielle de pesanteur d'un système « solide +Terre », il rattache le poids qui est une force intérieure conservative. Il fait la même chose pour les autres systèmes : « ressort+ solide » (la tension est une force intérieure conservative), « barre+ fil de torsion » (le couple de torsion : un couple conservatif). En revenant sur la définition d'une force conservative (son travail ne dépend que des position de départ et d'arrivée) et de celle de l'énergie potentielle (une énergie en réserve qui ne dépend que de la position du système

par rapport à une autre partie du système), il en déduit alors l'expression générale de la variation de l'énergie potentielle : $\Delta E_p = -W(f_{ic})$. f_{ic} étant considéré comme une force intérieure conservative. L'enseignant en déduit que la notion de force intérieure ou extérieure ne dépend que du système choisi.

En terminant ces rappels, l'enseignant revient sur le fonctionnement du physicien qui choisit un système qui lui convient selon les phénomènes qu'il étudie. Il insiste sur le fait qu'on pouvait isolé un système et demande aux élèves quand est qu'on peut le faire ? Un élève répond quand celui-ci ne subit aucune force extérieure. L'enseignant reprend cette réponse et la reformule : quand il n'échange pas d'énergie ou de matière avec l'extérieure. A partir de cet instant il annonce la deuxième partie à savoir l'énergie mécanique

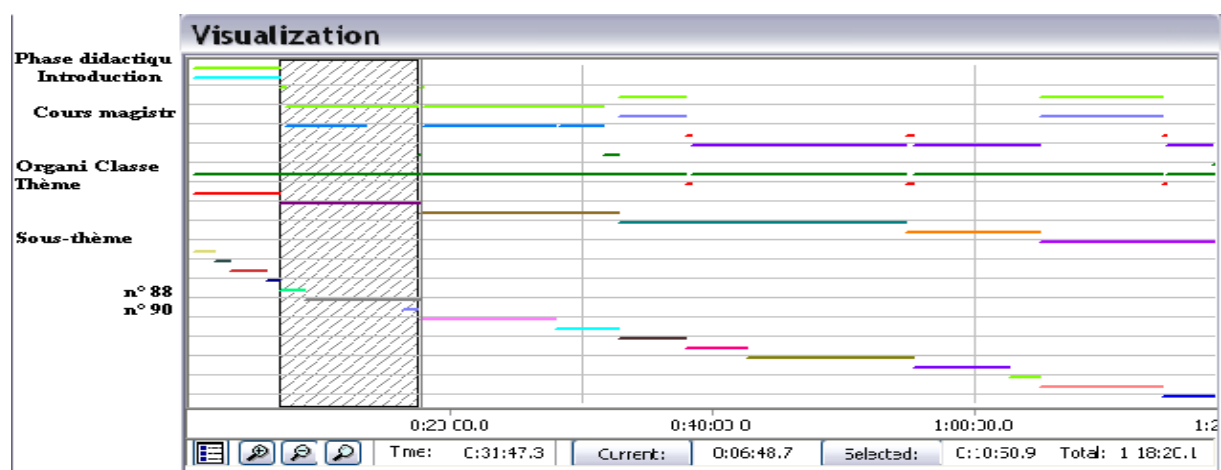
Ce thème reprend et précise la notion de système. Les savoirs mis en jeu dans la classe sont : la notion de système, les systèmes microscopique et macroscopique et en fin le système isolé. Les notions de forces extérieures et intérieures et le retour au fonctionnement du physicien ont permis de préciser ces notions. La situation de l'objet accroché à un ressort vertical, donc le système « ressort+solide+terre » est utilisée pour développer ces notions. L'enseignant et les élèves se relaient la responsabilité de l'avancée du savoir. Les élèves participent en répondant aux questions du professeur ou en l'interpellant sur des situations variées : « un objet seul est-il isolé ou encore la partie où est fixée le ressort fait-il partie ou non du système ».

L'enseignant clôture cette première partie en insistant sur le fonctionnement que le physicien utilise pour étudier un système.

Dans la deuxième partie, l'enseignant a la responsabilité de l'avancée du savoir. Il rappelle les notions vues dans la séance précédente. En interrogeant toujours les élèves, il précise davantage la notion de système isolé, ce qui lui permet d'entamer l'étude de l'énergie mécanique.

Thème n° 22. Energie mécanique.

Ce thème fait suite à celui qui étudie la notion de système isolé. Il introduit l'énergie mécanique et la variation de l'énergie mécanique stockée par un système isolé. Il est le deuxième thème de la séance 7 comme le montre le graphique 52. Il est composé de deux sous-thèmes (cf graphique 52 et tableau 76).



Graphique 22 Visualisation du thème 22 (Partie hachurée) dans la septième séance. De haut en bas. Phase didactique (Introduction, Développement et lecture de texte). Organisation de la classe (CE). Thème et sous-thèmes.

Tableau 27 Structuration du thème 22. Classe 2

Thème n°	22	Sous-thèmes	Inclusion	Org CI
Energie mécanique. (Durée : 11 min)		N° 87 Expression de l'énergie mécanique (Durée : 2 min)	N° 89 Système isolé, semi isolé ou pseudo isolé (1 min)	CE
		N° 88 Variation de l'énergie mécanique. Transformation d'énergie stockée par un système isolé (Durée 8 min)		

L'enseignant annonce ainsi la deuxième partie de ce thème : l'énergie mécanique. A partir de ce moment il invite une élève à continuer la lecture. Le contenu du texte et les explications de l'enseignant portent sur l'expression de l'énergie mécanique ($E_m = E_c + E_{pp}$), sa variation lorsque le système est isolé. L'énergie mécanique étant constante dans ce cas, il y a transformation d'énergie cinétique en énergie potentielle ou l'inverse. L'enseignant le traduit aussi en terme mathématique ($\Delta E_c = -\Delta E_p$). Il faut toujours une alternance entre la lecture et les explications et questions de l'enseignant. A la fin de l'écriture des formules au tableau, il laisse un moment aux élèves pour qu'ils recopient dans leur cahier.

L'enseignant est interpellé par une élève sur le terme « système semi isolé ». Son explication est la suivante : il existe des forces extérieures au système mais la somme vectorielle est nulle. Un autre élève rajoute que c'est la même chose que système pseudo isolé. A partir ce moment il annonce l'étude de variation de l'énergie mécanique dans le cas d'un système non isolé.

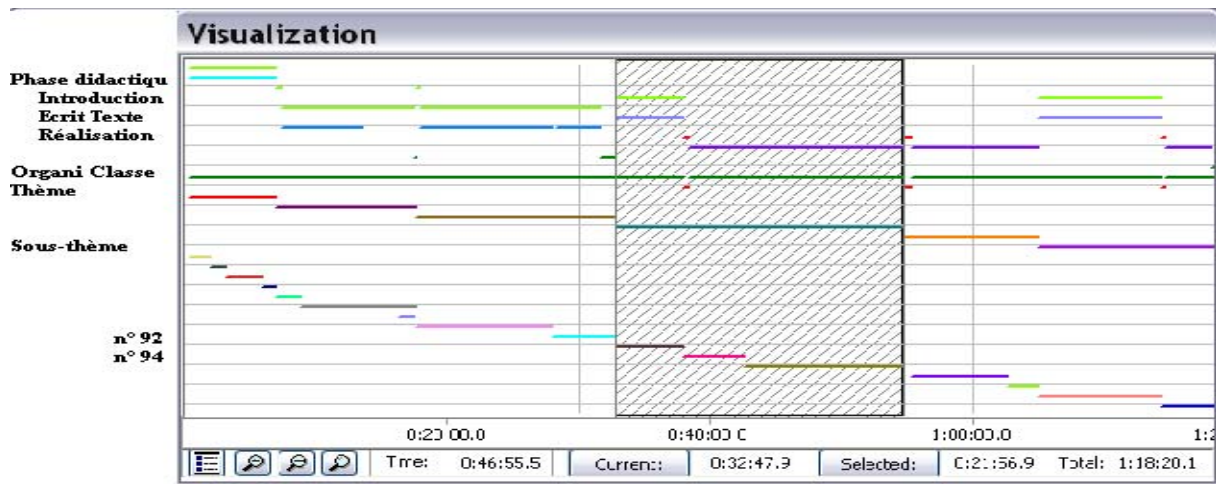
L'introduction des nouvelles grandeurs (variation, évolution de l'énergie), la reprise de la délimitation et l'appellation du système qui est isolé (Solide+Terre) sont sous l'initiative de l'enseignant qui les explique en interrogeant les élèves. Donc ces derniers participent aussi l'avancée du savoir.

Durant le développement du cours magistral, l'avancée du savoir est sous la responsabilité de l'enseignant qui la délègue, dans un premier temps à un élève pour la lecture du texte faisant référence à la définition de l'énergie mécanique. Il la reprend après lecture. A partir de ce moment il explique cette nouvelle grandeur en écrivant l'expression. Il ré utilise la même situation, celle de la bille en chute libre sans vitesse initiale.

L'enseignant aménage donc des moments où il laisse les élèves recopier ce qui se dit et qui est écrit au tableau. Certains élèves en profitent pour demander des explications ou pour proposer des synonymes aux termes donnés par l'enseignant, c'est le cas ici avec les termes isolé, semi isolé ou pseudo isolé. Durant la clôture, en classe entière, les savoirs qui éclairent la notion de système isolé sont introduits par les élèves, l'enseignant n'y participe que pour les confirmer, ce qui fait partie de ses rôles parce qu'il est dans cette salle le représentant institutionnel du savoir scolaire.

Thème n° 24. Conservation de l'énergie mécanique. Système conservatif. Transfert et/ou transformation d'énergie.

Comme le montre le graphique 54, ce thème est le quatrième dans la séance 7 qui a une durée de 1 heure 18 minutes. Il a une durée de 22 minutes et constitue le premier des exercices d'application qui accompagne le cours sur la conservation de l'énergie mécanique. Il est composé de trois sous-thèmes. L'écriture de l'exercice au tableau a duré 5 minutes. (cf graphique 54 et tableau 78).



Graphique 23 Visualisation du thème 24 (Partie hachurée) dans la septième séance. De haut en bas. Phase didactique (Introduction et écriture exercice, Réalisation et correction). Organisation de la classe (CE). Thèmes et sous-thèmes.

Tableau 28 Structuration du thème 24 Classe 2

Thème n° 24 (Durée : 22 min)	N° 92 Introduction (écriture du texte de l'exercice) (Durée : 5 min)	Org CI
Application des expressions faisant référence à la conservation de l'énergie mécanique. Système conservatif. Transfert et/ou transformation d'énergie	Solide en chute libre : détermination de la vitesse du solide en un point donné	
	Sous-thèmes	
	N° 93 Energie mécanique d'un système conservatif (Durée 5 min)	CE
	N° 94 Transformation d'énergie au sein d'un système conservatif. Evolution des formes d'énergie cinétique, potentielle et mécanique (Durée : 12 min)	

Le but de ce thème est de familiariser les élèves à l'utilisation des expressions traduisant la conservation de l'énergie mécanique dans des situations variées (cf tableau 79).

Tableau 29 Structuration du thème 24. Classe 2

Un solide de masse m égale 2 kilogrammes tombe en chute libre. sans vitesse initiale. à partir d'une altitude z égale à 15m du sol.

1. Le système solide+Terre est-il conservatif? Justifier. Dire sans calcul les transformations d'énergie qui se produisent.
2. Quelle est l'énergie mécanique du système? On choisit l'état de référence et l'origine des altitudes le sol.
- 3 Calculer l'énergie cinétique du solide à z égale à 5 m et en déduire sa vitesse.

L'enseignant écrit le texte de l'exercice au tableau. Il rappelle que celui-ci est le deuxième exercice dans ce chapitre. Au cours de l'écriture, une élève interpelle l'enseignant sur une notion est apparue pour la première fois dans cette classe : système conservatif. L'enseignant lui fait savoir que c'est à lui d'y répondre maintenant.

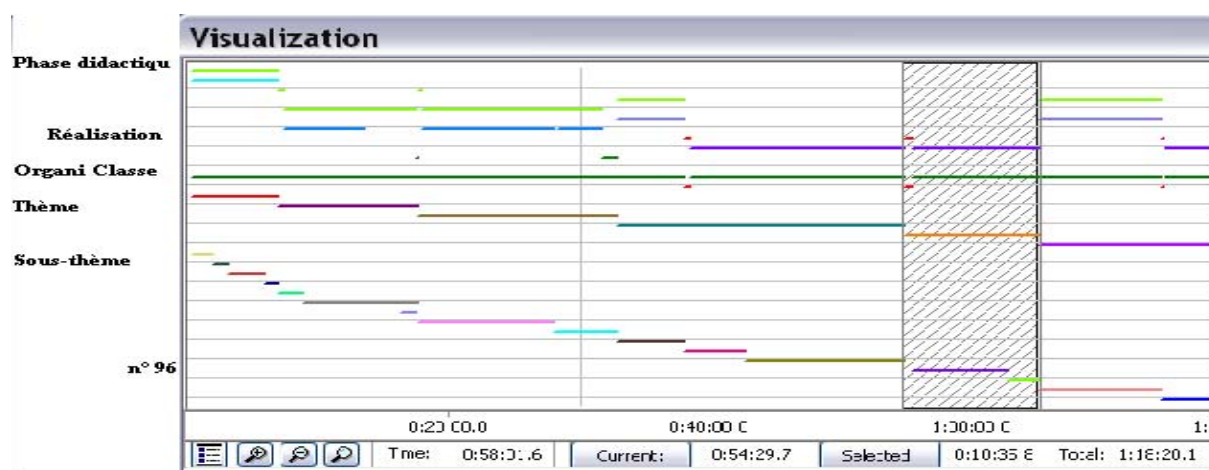
Les élèves commencent la réalisation individuelle. Au bout d'un moment l'enseignant invite quelqu'un à faire la correction des deux premières questions. La correction porte sur la définition du système conservatif. L'élève au tableau et un autre en donnent chacun (le système est conservatif car il est isolé ; le système « Terre+Solide » n'a que le poids comme force intérieure conservative, donc il est conservatif). L'enseignant accepte les réponses et se retourne vers l'élève qui avait soulevé cette question au moment de l'écriture de l'exercice et lui demande sa réponse. Celle-ci lui donne une phrase similaire, que l'enseignant reprend pour toute la classe. La correction continue avec l'étude des transformations d'énergie au sein du système isolé. Le schéma est demandé par l'enseignant. La même procédure est utilisée : l'enseignant suit attentivement la correction en posant des questions à l'élève au tableau ou aux autres. A la fin du calcul numérique l'enseignant systématise pour toute la classe.

Après la correction de la première partie, la question de la constance de l'énergie est soulevée par un élève. L'enseignant en utilisant le texte, donne des explications à toute la classe. L'exercice d'application suit exactement la même procédure qui se fait dans cette classe. Nous voyons que certaines notions qui ne sont pas introduites durant le cours magistral peuvent apparaître durant la réalisation des exercices : c'est le cas de « système conservatif ». Les élèves interpellent l'enseignant quand une notion n'est pas comprise, ce dernier parle toujours à toute la classe.

Thème n° 25. Calcul de l'énergie cinétique et de la vitesse d'un solide à une altitude donnée.

Ce thème est entamé la dernière question de l'exercice qui est proposé pour appliquer les expressions étudiées dans le cours magistral concernant l'énergie mécanique et sa conservation (cf tableau 79). Comme le montre le graphique 55, il est l'avant dernier thème dans cette septième séance. La durée d'enregistrement du thème est de 10 minutes environs. Il est composé de deux sous-thèmes (cf graphique 55 et tableau 80).

Le but de l'exercice consiste se familiariser avec l'expression de l'énergie mécanique et de celle de la conservation de l'énergie mécanique. (cf tableau 79 troisième question).



Graphique 24 Visualisation thème 25 (Partie hachuré) dans la septième séance. De haut en bas. Phases didactiques (Réalisation et correction exercice). Organisation de la classe (CE). Thème et sous-thèmes.

Tableau 30 Structuration du thème 25. Classe 2

Thème n° 25 (Durée : 10 min).
Calcul de l'énergie cinétique et de la vitesse d'un solide à une altitude donnée.

Sous-thèmes	Org CI
N° 95 Calcul de l'énergie cinétique d'un système isolé à une altitude donnée (Durée : 8 min).	Ind/CE
N° 96 Calcul de la vitesse d'un solide isolé à une altitude donnée (Durée : 2 min).	CE

Après un moment donné aux élèves pour recopier ou pour poursuivre la réalisation des autres questions, un autre élève est invité à faire la correction de la dernière question (cf tableau 79). Il s'agit dans cette question de calculer l'énergie cinétique du solide durant sa chute quand il est à une altitude $z = 5$ mètres. Le but donc de cette partie est de se familiariser avec la notion de conservation de l'énergie mécanique d'un système isolé et de pouvoir déduire la valeur d'une des formes d'énergie (cinétique ou potentielle).

Le premier élève envoyé au tableau part de la relation $\Delta E_c + \Delta E_p = 0$ en se basant sur la constance de l'énergie mécanique du système au cours du temps. Il en déduit alors la relation : $\Delta E_c = -\Delta E_p = W(P)$. Le calcul du travail du poids lui permet de trouver, avec des erreurs rectifiées par les autres, la valeur de l'énergie cinétique au point considéré. Après le

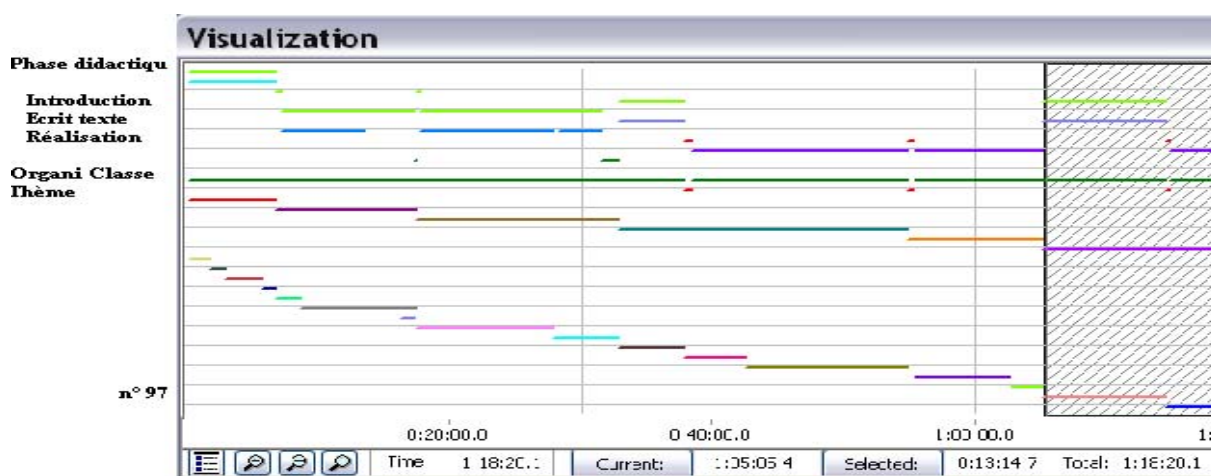
calcul numérique, lui signifie qu'il fallait appliquer la conservation de l'énergie qui est à l'ordre du jour et non le théorème de l'énergie cinétique. Il le répète encore en répondant à un autre élève. L'enseignant envoie une autre élève qui doit cette fois-ci appliquer cette conservation d'énergie.

La caractéristique de l'exercice d'application est donnée à toute la classe, on se familiarise aux savoirs en jeu. L'enseignant insiste alors sur l'intérêt que revêt l'énergie mécanique par rapport à certaines formes de situations physiques où il est plus pratique de résoudre le problème en l'utilisant que de prendre l'énergie cinétique et sa variation. L'enseignant remercie alors l'élève qui était au tableau et conclut ce thème en insistant sur l'application du savoir qui est étudié présentement. Il fait savoir en passant au premier élève qui avait utilisé le théorème de l'énergie cinétique qu'il a des difficultés sur l'utilisation du travail du poids d'un système qui passe d'une altitude à une autre. Il revient sur l'utilisation de plusieurs modèles pour interpréter les phénomènes physiques. Et dans ce sens le théorème relatif à l'énergie mécanique est plus commode dans certaines situations. A partir de ce moment il les invite à prendre un autre exercice qu'il commence à recopier au tableau.

Cette précision de l'enseignant montre aussi une des caractéristiques de l'exercice d'application dans cette classe. Il ne s'agit pas de prendre n'importe quelle procédure. On doit appliquer la procédure suivant le savoir en jeu. Nous remarquons que ce professeur se sert des exercices d'applications pour que ses élèves se familiarisent avec le savoir qui est en jeu.

Thème n° 26. Transformation d'énergie au sein d'un système isolé.

Comme le montre le graphique 56, ce thème constitue le dernier de la septième séance. Il est composé d'un sous-thème (cf graphique 56 et tableau 81) et de l'écriture de l'énoncé de l'exercice. La durée de l'enregistrement est de 13 minutes environ.



Graphique 25 Visualisation du thème 26 (Partie hachurée) dans la septième séance. De haut en bas. Phase didactique (Introduction et écriture exercice, réalisation et correction). Organisation de la classe (CE, Ind). Thème et sous-thèmes.

Tableau 31 Structuration du thème 26. Classe 2

Thème n° 25 (Durée : 13 min). Calcul de l'énergie cinétique et de la vitesse d'un solide à une altitude donnée.	Introduction (écriture du texte de l'exercice) (Durée : 9 min) Solide qui glisse sur un plan incliné et qui heurte un ressort placé en bas de ce plan. Sous-thèmes	Org Cl CE
--	--	--------------

N° 98 Système isolé. Les changements de forme d'énergie durant la descente du solide sur un plan incliné (4 min). Ind/CE

Le but de l'exercice qui est proposé par l'enseignant est de se familiariser avec les changements de formes d'énergie qui s'opèrent au sein d'un système isolé et d'utiliser les

expressions qui traduisent la conservation de l'énergie mécanique pour déterminer la longueur de compression d'un ressort qui amorti la chute libre d'un solide sur un plan incliné (cf tableau 82).

Tableau 32 Énoncé exercice. Classe 2

Un solide de masse m peut glisser sans frottement sur un plan incliné d'un angle α par rapport à l'horizontal. Il est abandonné sans vitesse. Après un parcours de l , il comprime un ressort de raideur k (voir figure) $m = 100\text{g}$, $k = 100\text{N/m}$, $\alpha = 30^\circ$, $l = 20\text{cm}$, $g = 10\text{N/kg}$

1. a) Le système {ressort, masse, Terre} est-il conservatif? Dire sans calcul les transformations d'énergie qui se produisent lorsque le solide se déplace de O à A. Lorsque le solide se déplace de A à B.

b) Trouver la diminution de longueur du ressort au moment où le solide s'immobilise avant de faire demi-tour

2. En réalité la diminution de longueur vaut 1,5 cm ce qui est dû aux frottements, calculer le travail des forces de frottements, en déduire la valeur de f .

Le professeur annonce un autre exercice qui porte le numéro 3 et commence à l'écrire au tableau. Les élèves eux aussi commencent à le recopier dans leur cahier. Cette écriture dure environ 9 minutes. A la fin du texte l'enseignant dessine la situation : un solide qui glisse sur un plan incliné. Au bas de ce plan se trouve un ressort qui sert à amortir le solide.

Après un moment consacré à la réalisation individuelle des premières questions, l'enseignant commence à interroger les élèves. Il s'agit dans un premier temps de dire si le système est conservatif ou pas. Ce savoir est réutilisé parce qu'il a été étudié dans le thème 24. Les élèves y répondent sans aucune difficulté. Ce que l'enseignant reprend en l'expliquant d'avantage. Ce système est conservatif parce qu'il est isolé. Toutes les forces qui sont recensées sont des forces intérieures conservatives. L'enseignant enchaîne dans un deuxième temps, en interrogeant toujours les élèves, à lister l'ensemble des forces qui s'appliquent au solide durant les deux phases qu'il considère dans cette situation. Dans la première phase où le solide glisse sur le plan incliné sans rentrer en contact avec le ressort (noté de O à A sur un autre schéma superposé à côté de celui qui accompagne l'énoncé de l'exercice), il dessine le poids, la réaction normale du plan incliné. Dans la deuxième phase, en plus de ces deux forces il a rajouté entre A et B la tension du ressort.

A partir de ce schéma, il interroge les élèves sur les changements de formes d'énergie entre les deux phases. Les réponses des élèves qu'il reprend en les expliquant d'avantage sont les suivantes : une partie de l'énergie potentielle de pesanteur que stockait le solide en O se transforme en énergie cinétique en A et que ces deux formes (énergies cinétique et potentielle de pesanteur) se transforment aussi en énergie potentielle élastique en B.

Il conclut alors cette séance en leur demandant d'utiliser ces résultats pour déterminer la longueur de la compression du ressort entre A et B.

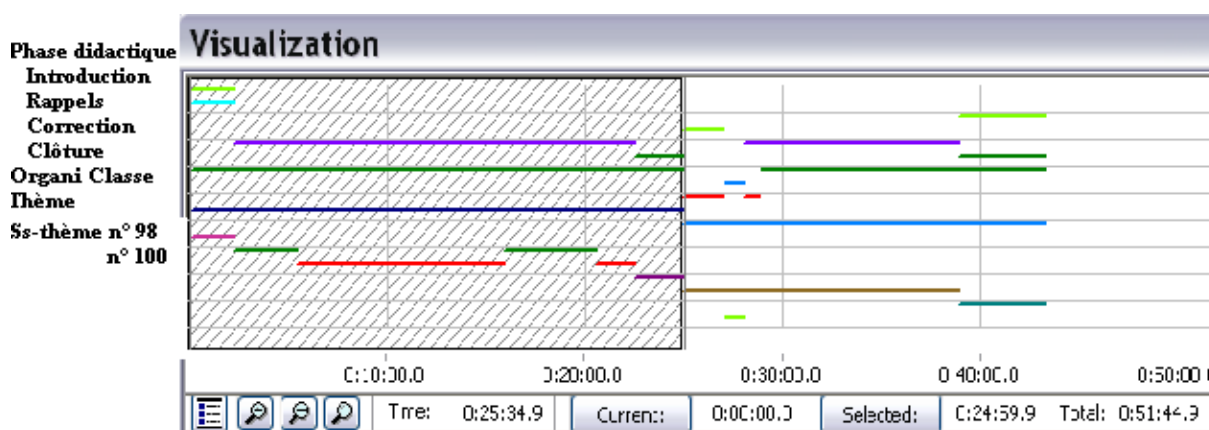
L'écriture de l'exercice et le dessin qui l'accompagne obéit à une régularité constatée depuis le début de cette séquence : un exercice mis au tableau est toujours accompagné d'un dessin. Du point de vue de la topogénèse, les responsabilités sont partagées : l'enseignant a la charge d'écrire au tableau et les élèves recopient l'exercice dans leur cahier avant de commencer la réalisation individuelle.

Durant la réalisation les élèves travaillent individuellement et l'enseignant en circulant dans les rangs vérifie leur production sans parler. Après un moment passé à la réalisation, l'enseignant prend en charge la correction des deux premières questions. La stratégie de l'enseignant n'est plus la même. Cette fois-ci il est le seul à être responsable de l'avancée du savoir. Il interroge les élèves d'abord sur des notions déjà vues (système conservatif, forces appliquées au solide) et sur le savoir en jeu dans ce thème (les changements de formes d'énergie durant la descente du solide sur le plan incliné). Les changements de formes d'énergie données par les élèves durant leur réponse sont les suivantes : énergie potentielle de pesanteur qui se transforme en énergie cinétique et énergie potentielle de pesanteur et énergie cinétique qui se transforment en énergie potentielle élastique. Dans cette forme de correction,

l'enseignant n'a pas invité quelqu'un à aller au tableau comme d'habitude, les élèves participent à cette avancée en répondant aux questions du professeur.

Thème n° 27. Utilisation de la conservation de l'énergie mécanique pour déterminer la longueur d'un ressort.

Il est situé au début de la huitième séance qui ne dure que 43 minutes (graphique 57). Officiellement cette séance a une durée de 1 heure. C'est le prolongement de la correction de l'exercice débuté dans la séance précédente (thème 26). Le but de l'exercice est d'utiliser les expressions faisant référence au théorème de l'énergie mécanique pour déterminer la longueur de compression d'un ressort qui amorti un solide en chute libre sur un plan incliné (cf tableau 65). Le thème dure 25 min, il est divisé en quatre sous-thèmes dont les deux sont imbriqués (cf graphique 57 et tableau 82). Le premier est un rappel de ce qui a été corrigé dans la séance précédente et les autres font suite à la correction (cf tableau 82).



Graphique 26 Visualisation du thème 27 (Partie hachurée) dans la huitième séance. De haut en bas. Phases didactiques (Introduction de la séance et rappels ; Correction exercice clôture). Organisation de la classe (CE). Thème et sous-thèmes.

Tableau 33 Structuration du thème 27. Classe 2

Thème n° 27 (Durée : 25 min). Utilisation de la conservation de l'énergie mécanique pour déterminer la longueur d'un ressort.	Sous-thèmes	Org
		Cl
	N° 98 Système isolé. Les changements de forme d'énergie durant la descente du solide (Durée : 2 min)	CE
	N° 99 Calcul de la diminution de longueur d'un ressort en utilisant la conservation de l'énergie mécanique (Durée 8 min)	
	N° 100 Expression de l'énergie mécanique d'un système complexe : ressort+ solide+ Terre. Choix des états de références (Durée : 12 min)	
	N° 101 Comparaison de deux méthodes de calcul : utilisation du théorème de l'énergie cinétique ou de la conservation de l'énergie mécanique (Durée : 3 min)	

Au début de la séance, le professeur reprend le dessin représentant la situation. Il rappelle l'énoncé de la question en interrogeant les élèves. Les changements de formes d'énergie stockée par le solide au cours de sa descente, ainsi que le système conservatif sont rappelés par l'enseignant. A partir de ce moment il invite un élève à corriger la troisième question au tableau.

La même procédure est utilisée pour la correction : l'enseignant guide l'élève qui corrige, répète à toute la classe les réponses que donne cet élève et fait des synthèses de temps en temps.

Du point de vue de la topogénèse, l'enseignant et l'élève au tableau sont responsables de la réutilisation des savoir précédemment étudiés : la conservation de l'énergie mécanique, les types d'énergies potentielles (de pesanteur et élastique), l'énergie cinétique, l'orientation de

l'axe et le choix des origines des énergies potentielles). Les autres élèves y participent en répondant aux questions du professeur.

Au moment du développement des expressions, l'élève au tableau est responsable de l'avancée du savoir. Il réutilise des savoirs issus d'une autre discipline scolaire (les mathématiques). L'enseignant y participe en le guidant et ré expliquant les procédures aux autres élèves (choix des positions adéquates pour l'utilisation de la conservation de l'énergie mécanique). Les autres élèves participent aussi à cette avancée en répondant aux questions du professeur.

A la fin de la correction, l'enseignant soulève la question de la comparaison des deux méthodes de résolution (utilisation du théorème de l'énergie cinétique ou de la conservation de l'énergie mécanique). Les élèves participent à cette discussion en optant pour la méthode utilisant la conservation de l'énergie mécanique, car pour eux celle-ci ne nécessite pas de passer par les travaux des forces en déplacement. Les élèves interpellent aussi l'enseignant sur la question du choix des états de référence. Pour eux le choix peut se faire en utilisant un même point pour les deux énergies potentielles (de pesanteur et élastique). L'enseignant ne semble être d'accord, il l'explique par les types d'énergies différentes et les renvoie au cours : on avait établi les états de référence pour chacune des énergies potentielles.

L'enseignant donne un moment aux élèves pour qu'ils recopient les formules et schémas au niveau de leur cahier.

Annexe 5. Description des séances en termes de phases didactiques

Dans la Classe 1

Phases didactiques de la première séance. Classe 1.

C'est une séance qui a duré 1 heure 19 minutes (côté caméra professeur). Le graphique (annexe) nous donne un aperçu des différentes phases (seul la caméra professeur est prise en compte ici).

L'activité (introduction de l'expérience, la réalisation de l'expérience et de l'activité proprement dite, la correction) occupe plus d'une heure dans cette séance. Le cours (qui est ici un texte que l'enseignante lit et commente avec les élèves) occupe le reste du temps avec à la fin une introduction pour une autre activité. Cette séance est donc largement consacrée à la réalisation et la correction d'une activité.

Phases didactiques de la troisième séance. Classe 1

Sa durée est 1 heure 35 minutes, la structuration de ses différentes phases est donnée par le graphe (annexe).

Une introduction de la séance, trois introductions d'activité, une introduction d'expérience expliquent la longueur de la catégorie introduction dans le tableau globale (Graphique 4). L'introduction de la séance est une occasion pour l'enseignante d'exhorter les élèves à redoubler d'avantage d'efforts pour bien travailler à l'école.

Cette séance est composée d'une correction d'activité et d'exercices faits à la maison, ils sont prolongés par une activité qui est débutée par une expérience. Nous sommes donc en présence d'une séance essentiellement consacrée à des activités. Cette phase d'activité est plus importante dans celle-ci que dans les deux premières (séances 1 et 2).

La séance est clôturée en prenant une décision pour le jour où le cours physique se déroulera.

Phases didactiques de la quatrième séance. Classe 1

La quatrième séance a duré 1 heure 19 minutes. Le graphique (annexe) montre les différentes phases qui se sont déroulées durant celle-ci.

Elle comporte une introduction et une clôture. L'introduction rappelle qu'on reprend une activité débutée dans la séance précédente et dans la clôture c'est la continuation de l'activité pour la séance prochaine qui est annoncée. La séance est composée d'une alternance de correction, de réalisation et elle est terminée par un développement de cours. Le développement du cours est aussi important que dans la séance 1 (cf graphique 4). Nous remarquons que les introductions ne sont pas plus variées que dans les séances 2 et 3, ce qui explique la différence de longueur avec ces dernières dans la Graphique 4. Mais en revanche la variation est plus accentuée que dans la première.

Phases didactiques de la cinquième séance. Classe 1

La quatrième séance dure 1 heure 17 minutes (Graphique annexe)). Elle comprend une longue introduction de la séance comprenant un rappel sur l'agenda des semaines à venir, une mise au point sur certains événements qui auront lieu dans les jours à venir ou qui se sont déroulés précédemment. Une introduction comprenant des rappels des cours précédents. Elle contient aussi une introduction pour un exercice et une activité. Toutes ces variétés que l'on observe dans le graphique 4 expliquent la longueur de la catégorie introduction.

La séance comprend un cours, un exercice réalisé et corrigé entièrement en classe, une activité réalisée et corrigée aussi en classe. Mais la durée consacrée à l'exercice est plus importante que celle accordée à l'activité (Graphique annexe).

Phases didactiques de la sixième séance. Classe 1

C'est une séance qui dure 52 minutes, avec une introduction de séance, de cours et d'exercice. Le développement du cours est une lecture d'un texte commenté avec la classe, celui-ci a une durée moins longue que l'exercice (graphique annexe)). La clôture de la séance est consacrée à la préparation du devoir surveillé.

La durée de la catégorie introduction est moins importante que celles se trouvant dans les séances 2, 3 et 4 (graphique 4). La durée du développement cours accompagné d'une lecture et explication est plus importante dans cette séance que dans les autres (séance 1 et 2).

Phases didactiques de la septième séance. Classe 1

Cette dernière séance (graphe annexe) dure 49 minutes, elle est constituée essentiellement de réalisation et correction d'exercice. Remarquons que dans cette séance il y a eu une explication de l'exercice (introduction exercice). C'est cette dernière qui donne à la catégorie des introductions sa longueur supérieure aux autres (séances 1 et 6).

Dans la Classe 2

Phases didactiques de la première séance. Classe 2

Le graphique (annexe) représentant les différentes phases de la première séance est composé d'une introduction et d'une clôture de séance qui encadre un cours magistral.

Ce cours se décompose en une première phase où il est question d'une lecture et d'explication d'un texte dans lequel figure un de contrôle oral qui résume ce qui est dit durant ce commentaire. Une deuxième phase de cours suit cette première, dans celle-ci le professeur développe son cours et à un moment donné fait un contrôle oral.

Phases didactiques de la deuxième séance. Classe 2

Elles sont représentées dans le graphique (annexe) où l'on retrouve un cours et deux exercices. Ces derniers se retrouvent avec des introductions assez longues à cause du temps consacré à écrire au tableau le texte de l'exercice, ce qui confirme la longueur observée dans la catégorie introduction au graphique 7. La phase d'exercice comprend une réalisation (qui est ici entièrement filmée) et une correction qui se sont toutes déroulées en classe. La phase de correction est plus importante que celle de la réalisation.

Le cours consiste à un développement au tableau de la classe, il est précédé d'une introduction de la séance.

Phases didactiques de la troisième séance. Classe 2

Elles sont représentées dans le graphique (annexe) où nous trouvons un introduction de séance qui est un rappel des cours précédents, suivi d'une série de développement de cours où le professeur utilise le tableau de la classe.

La série de développement de cours est terminée par une synthèse de ce qui est vue dans les cours précédents. Un travail à faire est donné aux élèves pour préparer un prochain cours, ce que nommons anticipation de cours. La réalisation et la correction d'exercice suivent cette série. Une clôture où le professeur dit aux élèves « qu'on arrête là » termine cette séance.

Phases didactiques de la quatrième séance. Classe 2

Les phases didactiques sont visualisées dans le graphique (annexe) où nous remarquons une introduction de séance qui sert aussi de rappel. Cette séance est composée d'une activité et d'un cours. On retrouve dans cette dernière phase un cours où une partie est un développement et l'autre partie est accompagnée d'une lecture et explication de texte. Ces deux phases ont à peu près une même durée.

Phases didactiques de la cinquième séance. Classe 2

Cette séance visualisée dans le graphique (annexe) comprend une introduction qui est aussi un rappel des cours précédents, d'un cours qui est accompagné d'une lecture et explication de texte à la fin et d'une série de réalisation et de correction d'exercice. Remarquons que les phases de réalisation d'exercices ne sont pas totalement filmées durant cette séance.

Remarquons aussi dans cette séance la durée des introductions d'exercices due à l'option du professeur d'écrire le texte de l'exercice au tableau pour permettre aux élèves de le recopier dans leur cahier. La durée de la réalisation ne peut être comparée à celle de la correction car cette première n'est pas totalement filmée, néanmoins nous constatons que beaucoup de temps est consacré à la correction des exercices.

Phases didactiques de la sixième séance. Classe 2

Cette séance représentée par le graphique (annexe) est composée d'une introduction (qui est aussi un rappel de cours) et de deux phases de cours séparées par une réalisation et d'une correction d'exercice. La première phase de cours est complètement accompagnée d'une lecture et explication de texte alors la deuxième l'est à des moments donnés.

La phase de réalisation de l'exercice (qui est ici entièrement filmée) est plus courte que celle de la correction.

C'est une séance qui est composée donc de cours et d'exercice avec une durée plus importante pour la première phase.

Phases didactiques de la huitième séance. Classe 2

Une partie de cette séance a fait l'objet d'une analyse, elle ne dure que 43 minutes (Graphique annexe)).

C'est une séance qui dure 51 minutes et comprend essentiellement une phase d'exercice qui est la suite de la correction de l'exercice précédente. Elle comprend aussi une introduction de séance qui est un rappel de ce qui a été corrigé dans cet exercice la séance précédente. La clôture de cette partie du cours est aussi une introduction pour un autre cours.

Cette partie de la séance à laquelle nous nous sommes intéressé concerne la correction d'un exercice qui a été commencé dans la séance précédente.

Annexe 6. Feuilles d'activités et d'exercices

Classe 1

Partie 3 : Formes et transfert d'énergie

Activité préliminaire.

Constituer un dossier sur les différentes formes d'énergie de la région Rhône-Alpes.

Le dossier doit contenir :

- quatre pages maximum, notées sur 10 points ;
- des documents d'origines diverses (Internet, photocopies, coupures de presse, brochures...), notés sur 5 points ;
- une bibliographie, notée sur 5 points.

ACTIVITÉ 1 : objet tiré par un moteur alimenté par une pile

Faire l'expérience suivante :

■ On alimente un moteur grâce à une pile. Sur l'arbre du moteur un fil s'enroule et entraîne un objet qui glisse sur la table.

Travail à deux

a. Décrire par écrit ce qu'il se passe.

Proposer une interprétation (explication) de cette expérience à partir de vos connaissances en sciences physiques ou de la vie quotidienne.

Faire un ou plusieurs schémas pour illustrer votre interprétation.

b. Pourrait-on répéter cette expérience un grand nombre de fois, en replaçant l'objet à sa position initiale à chaque fois ? Justifier la réponse.

Travail à quatre (se regrouper avec le groupe voisin)

c. Comparer vos schémas avec ceux du groupe voisin.

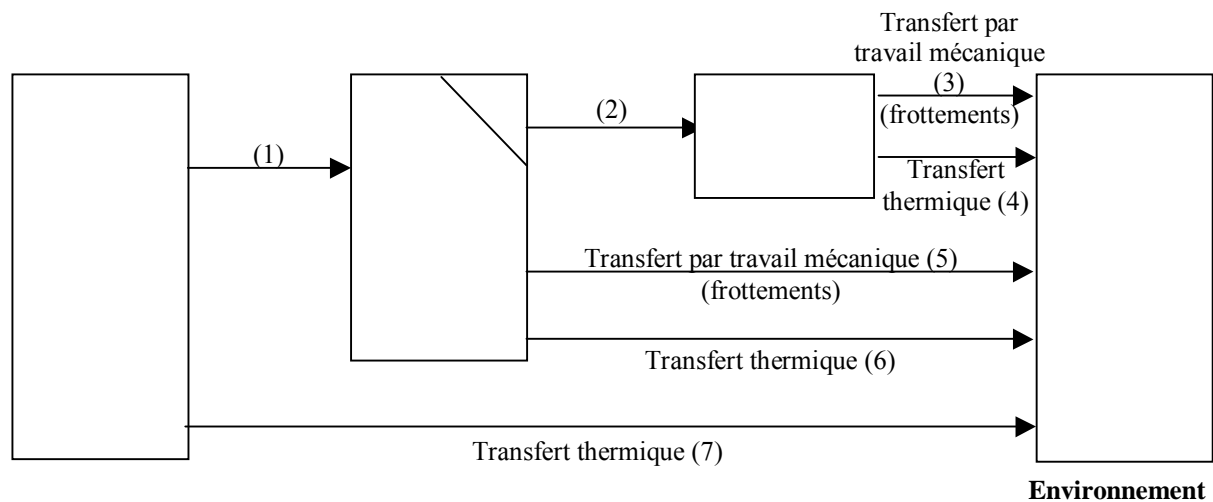
d. Reprendre les phrases écrites en a. et b. par chacun des deux groupes. Classifier en quatre catégories, dans le tableau suivant, ces phrases (ou parties de phrases) ainsi que les schémas.

Objets et événements observables	Interprétation à partir de ce que vous savez en sciences physiques,		
	Dans le domaine de l'électricité	Dans le domaine de la mécanique	Dans un ou plusieurs autres domaines

Pour la suite des activités, se référer au Modèle de l'énergie.

Activité 2 : UTILISATION DU MODELE de l'énergie

On représente la situation étudiée dans l'activité 1 lorsque la vitesse de l'objet augmente. Une chaîne énergétique possible est la suivante, laissée incomplète. Utiliser le modèle de l'énergie (paragraphe I, II, III et IV) pour répondre aux questions.



a. Compléter la chaîne en indiquant sous chaque rectangle le nom du système (réservoir ou transformateur) qu'il représente et en précisant les modes des transferts d'énergie (1) et (2).

b. Pour chacun des systèmes représentés, préciser comment varie l'énergie stockée lorsque la vitesse de l'objet augmente.

c. Que néglige-t-on sur la situation si on ne représente pas le transfert thermique (7) ? même question pour les transferts (4) et (6).

d. Indiquer un moyen de diminuer la quantité d'énergie transférée par le transfert (3) et par le transfert (5).

Exercice relatif à l'activité 2

Se référer au paragraphe « le transfert par mode travail » du modèle de l'énergie pour répondre.

1. Décrire l'interaction en jeu pour les transferts (2) et (3) par mode travail :
 - en nommant les deux systèmes qui interagissent ;
 - en représentant sur un schéma les forces représentant cette interaction et en les nommant.

Indication : pour le transfert (2), on considérera que le fil fait partie du moteur.

2. Qu'est-ce qui est en mouvement dans le transfert (1) ?

Activité 3 : Comparaison de points de vue concernant les différentes formes d'énergie.

Les adjectifs attribués à l'énergie dans les documents consultés pour réaliser les dossiers sur l'énergie dans la Région Rhône Alpes relèvent plutôt de domaines technologiques et économiques. Historiquement, en se développant, la physique et la chimie ont élaboré leur propre classification de l'énergie. Par exemple, les physiciens utilisent :

- l'énergie cinétique : elle augmente avec la masse et la vitesse du système ;
- l'énergie potentielle : c'est l'énergie stockée même si les systèmes en présence sont immobiles, le mot "potentielle" exprimant la potentialité d'un mouvement ultérieur.

Au niveau macroscopique, les formes d'énergie sont nombreuses, elles sont liées aux phénomènes et aux grandeurs physiques macroscopiques qui les décrivent.

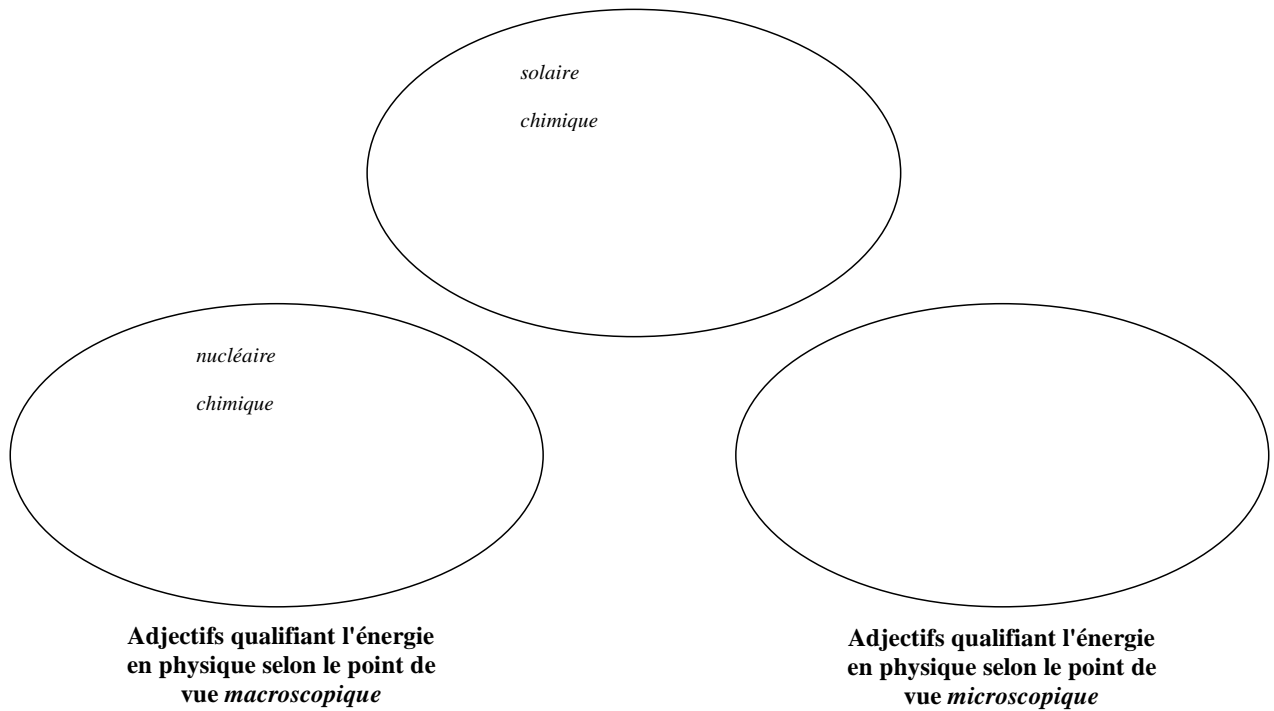
En revanche au niveau microscopique, "il n'y a finalement que deux formes d'énergie, cinétique et potentielle, quelles que soient les diverses *interactions fondamentales* que l'on est amené à distinguer²". Par exemple, l'énergie thermique s'interprète comme de l'énergie cinétique désordonnée des particules qui composent un système.

a. Compléter le diagramme ci-dessous à partir du dossier réalisé, du texte précédent et de vos connaissances en physique.

Certains adjectifs peuvent appartenir à plusieurs domaines (voir exemple).

² Dictionnaire de la physique Mathieu, Kastler, Fleury -Masson 1983

**Adjectifs qualifiant l'énergie dans la vie de tous les jours
et dans les domaines technologiques et économiques**

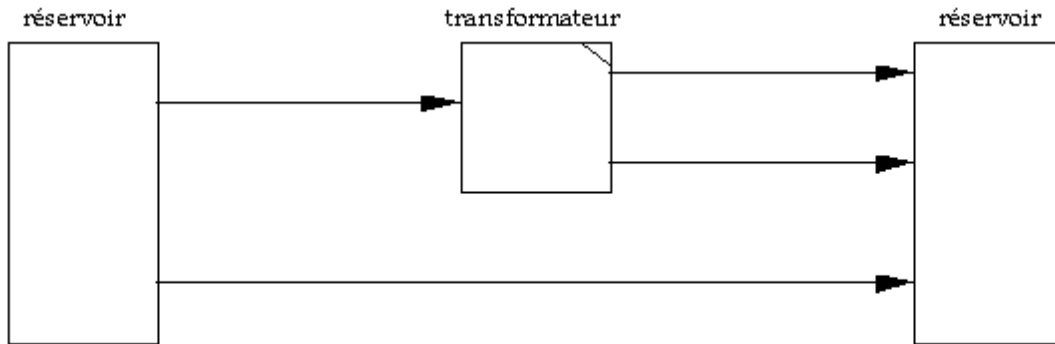


b. Proposer un ou deux adjectifs qualifiant l'énergie stockée selon les trois points de vue précédents pour les différents sites ou dispositifs suivants :

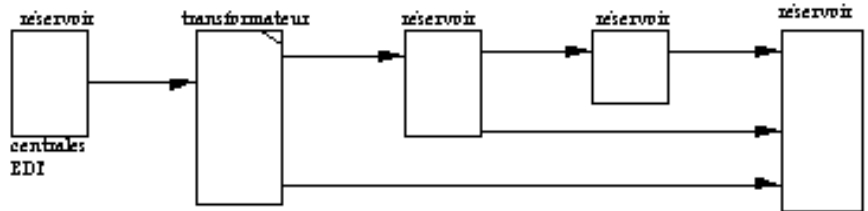
Sites ou dispositifs	Vie de tous les jours	Point de vue macroscopique	Point de vue microscopique
Pile			
Eolienne (partie en amont de l'alternateur)			
Barrage de Génissiat (partie en amont de la turbine)			
Centrale au charbon (partie en amont de l'alternateur)			
Centrale du Bugey (partie en amont de l'alternateur)			

Exercices

1. On donne ci-dessous la chaîne énergétique d'une pile faisant fonctionner une ampoule. Complétez la chaîne en nommant chacun des systèmes et en précisant chaque mode de transfert.



2. On donne ci-contre la chaîne énergétique d'une situation de chauffage d'une quantité d'eau contenue dans un récipient à l'aide d'un thermoplongeur (résistance électrique plongée dans l'eau).



a. Nommez chaque système et précisez le mode de chacun des transferts.

b. Que faudrait-il modifier dans la chaîne ci-contre si on chauffait l'eau à l'aide d'un réchaud électrique ?

Partie 4 - Le travail : transferts et changements de forme de l'énergie

Activité 1 : Lancers de médecine-balls

■ On dispose de deux médecine-balls, un léger et un plus lourd.

Lancer verticalement chaque médecine-ball à différentes hauteurs et le rattraper.

1. Décrire par quelques mots dans le tableau ci-dessous la façon dont vous vous y prenez :

- pour le lancer et à faible hauteur et la réception du médecine-ball le plus léger ;
- pour le lancer à moyenne hauteur et la réception des deux médecine-balls ;
- pour le lancer et à grande hauteur et la réception du médecine-ball le plus lourd .

	faible hauteur	hauteur moyenne		grande hauteur
	MB léger	MB léger	MB lourd	MB lourd
lancer				
réception				

2. A propos expériences précédentes, mais uniquement pour le lancer, indiquer les grandeurs physiques mises en jeu dans vos descriptions.

	faible hauteur	même hauteur (moyenne)		grande hauteur
	MB léger	MB léger	MB lourd	MB lourd
lancer				

Activité 2 : étude de la situation de l'activité 1 d'un point de vue énergétique

On utilise le modèle de l'énergie de la partie 3 pour cette activité.

1. Première approche du point de vue énergétique

a. Interpréter selon un point de vue énergétique ce qui se passe lors d'un lancer.

Préciser les éventuels réservoirs et/ou transformateurs, les éventuels transferts, précisez leur mode.

On ne s'intéressera pas aux transferts d'énergie entre les différents organes ou parties du corps (bras, main, muscles, système sanguin...), parties que l'on associera dans un unique système.

On considère comme négligeables les transferts thermiques et les frottements avec l'air.

b. Même question pour les trois autres phases (montée, descente, réception) du mouvement.

2. Les différentes formes d'énergie du système

a. Pendant la montée

On s'intéresse au système (médecine-ball + Terre), considéré comme un système isolé pendant la montée.

- En déduire comment évolue la quantité d'énergie du système (médecine-ball + Terre) pendant la montée ?
- Comment évolue l'énergie cinétique du système (médecine-ball + Terre) pendant la montée ?

On admet que l'énergie cinétique perdue a été transformée en énergie potentielle.

Préciser comment évoluent les quantités d'énergie stockées sous forme cinétique et potentielle. Pour quelles positions ces quantités sont-elles maximales ? minimales ?

A votre avis, de quelles grandeurs dépend l'énergie potentielle du système ?

b. Pendant la descente

- Comment évolue la quantité d'énergie du système (médecine-ball + Terre) pendant la descente ?
- Précisez comment évoluent les quantités d'énergie stockées sous forme cinétique et potentielle. Indiquer en quelles positions ces quantités sont maximales et en quelles positions elles sont minimales.

c. Pour les phases de lancer et de réception du médecine-ball

Indiquer pour chacune de ces deux phases si l'énergie stockée par le système (médecine-ball + Terre) augmente, diminue, ou est constante. Précisez quand elle est minimale et quand elle est maximale.

3. Grandeurs dont dépend la quantité d'énergie transférée par mode travail

On s'intéresse au lancer et à la réception. On s'intéresse maintenant au système médecine-ball tout seul.

- a. Décrire l'interaction en jeu pour le transfert d'énergie (par mode travail) :
 - en nommant les deux systèmes en interaction ;
 - en nommant et en représentant les deux forces mises en jeu dans cette interaction.
- b. A partir du geste effectué pour lancer le médecine-ball le plus haut possible et de l'analyse du lancer faite dans l'activité 1, déterminer quelles grandeurs doivent varier pour que la quantité d'énergie transférée soit la plus grande possible.
- c. On peut analyser la réception de la même façon. Vérifier si la réponse précédente s'adapte à cette phase.
- d. Finalement, de quelles grandeurs dépend la quantité d'énergie transférée par mode travail ?

Conclusion : expression du travail d'une force

4. Travail effectué par le poids

Donner l'expression du travail effectué par le poids du médecine-ball pour le déplacement de A à B pendant la montée puis de B à A pendant la descente.

Application numérique : $AB = 1,50\text{m}$; $m = 4\text{ kg}$.

Le travail effectué par le poids correspond-il à un transfert d'énergie entre deux systèmes ?

Lire le complément au modèle de l'énergie

Exercices partie 4

On prendra $g = 9,81\text{ N.kg}^{-1}$ pour tous les exercices.

Exercice 5 p.106. Questions a., b. et c.

1. On abandonne sans vitesse initiale une bille de masse $m = 20,0\text{ g}$ d'une hauteur $h = 10,0\text{ m}$ au-dessus du sol. On considère que la force exercée par l'air sur la bille est négligeable.
 - a. Déterminer la variation d'énergie potentielle de la bille entre la position initiale (A) et finale (B).
 - b. Déterminer la variation d'énergie cinétique de la bille entre la position initiale et finale.
 - c. En déduire la vitesse de la bille lorsque celle-ci atteint le sol.
 - d. On lance à présent la bille depuis le sol . Elle s'élève d'une hauteur $h' = 30,0\text{ m}$. Calculer la vitesse qu'elle avait à la fin du lancer, c'est à dire au moment où elle quitte la main du lanceur.
2. Pour lancer à la verticale un médecine-ball de masse $m = 4,0\text{ kg}$, un élève exerce une force que l'on suppose constante d'intensité $F = 70\text{ N}$. La distance de poussée est de 60 cm .
 - a. Pour la phase de lancer, établir les expressions puis calculer :
 - le travail de la force exercée par l'élève ;
 - la variation d'énergie cinétique et la variation d'énergie potentielle du médecine-ball ;
 - la vitesse du médecine-ball à la fin du lancer.

b. On s'intéresse à la montée du médecine-ball dans l'air. On considère que la force exercée par l'air sur le médecine-ball est négligeable. A quelle hauteur au-dessus du sol le médecine-ball va-t-il s'élever ?

Exercice 13 p.121

Annexe 7. Transcription de la troisième séance de la classe 1

Séance n°3. LSt-Ex. Formes et transferts d'énergie (demi classe). Comparaison de points de vue concernant les différentes formes d'énergie **Début** Thème Adjectifs qualifiant l'énergie stockée dans la vie de tous les jours, dans les domaines technologiques et économiques, en physique du point de vue microscopique et macroscopique *Début sous thème Gestion et organisation de la classe* (**Organisation de la classe CE**) (Pr-CI) *Inclusion* *Organisation du travail* **Introduction de la séance**

1. P (...) Vous avez fait la dissert pour mardi matin/le DS d'espagnol vous l'avez révisé lundi soir pour mardi matin / En principe la veille d'un DS si on a travaillé de façon régulière entre deux cours on révise pas / Y a rien à réviser puisque on a/On est à jour dans les connaissances / Donc vraiment faudrait que vous compreniez ça/ C'est comme si vous essayer toujours de nager derrière le barque hein/ Vous êtes déjà donné d'autres heu /au lieu de sauter dedans/ De monter dedans et d'être dans le bateau vous ramez derrière en permanence/ Vous êtes toujours en train de rattraper le heu d'essayer de vous maintenir juste la veille d'un DS/ Et ça je pense que vraiment quand vous aurez compris que c'est plus intéressant déjà en cours en plus que de noter d'essayer de comprendre ce que vous faites d'être actifs / Et ensuite chez vous entre deux cours de vous de heu de vous replonger un peu dedans dans ce qui a été vu pour arriver au cours suivant en ayant quand même des souvenirs/ Je pense que vous aurez beaucoup moins de travail après/vous devriez pas être heu envahis par le travail / C'est normal que vous ayez du travail/mais faudrait pas faire que ça/A h bon je vous l'ai déjà dit / (*L'enseignante ouvre son sac, sort ses documents et les pose sur le bureau*)/ C'était une parenthèse / Cette chimie je vous la rendrais en chimie la semaine prochaine *Fin inclusion*

2. **Introduction des activités** Donc aujourd'hui qu'est ce qu'on va faire/ On va finir la partie 3 / Vous aviez une activité à finir et vous aviez deux exercices à voir et ensuite / Donc on va corriger ça et ensuite on va commencer la partie 4 (elle arrange ses documents sur son bureau) On va/ La dernière fois on a travaillé sur les m/ Les adj...les différents adjectifs *Inclusions*

2. Noé_ Mme (*il lui tend le un cahier*)

3. P_ Merci (*en prenant le cahier*)

4. Elève_ (*Un élève frappe à la porte*)

5. P_ Oui

6. Elève_ (*ouvre la porte de la salle*)

7. P_ Pourquoi tu es en retard

8. Elève_ J'ai pas vu l'heure

9. P_ Tu étais où

10. Elève_ J'étais chez moi

11. P_ Installe-toi vite / *Fin inclusion* (Elle arrange ses feuilles en attendant que l'élève s'installe) *Début sous Thème. Formes d'énergie dans la région de Rhône-Alpes. Adjectifs qualifiant énergie stockée (rappels dossier sur énergie et annonce activité sur les adjectifs stockés dans un système)*/ Donc a on commencé une activité la dernière fois où on réfléchi sur l'utilisation des termes des adjectifs attribués à l'énergie / Heu dans la vie de tous les jours ou dans les domaines technologiques comme vous les aviez utilisez dans les dossiers que vous m'avez donnés et que j'ai commencé à lire mais je ne les ai pas encore tous lus / Donc je vous les rendrez heu je pense aussi courant de la semaine prochaine ces dossiers / Et donc adjectifs dans la vie de tous les jours et adjectifs qu'on utilis qu'utilise plus particulièrement le physicien / Soit au niveau microscopique soit au niveau macroscopique donc on avait fait le rempli les ensembles et il restait une question concernant quelques centrales en région Rhône-Alpes que vous avez d'ailleurs souvent mentionnées dans vos travaux / Et on vous demandait de proposer des adjectifs pour l'énergie stockée selon les trois

points de vue qu'on avait vu tout à dans la question petit a/α<219971> **Correction de l'activité 3 (suite)** Donc premier dispositif dont on vous parle c'est une pile/ [Fin sous Thème](#) α<223841> [Inclusion Organisation du travail](#) [Gestion et organisation de la classe](#) Donc faudrait déjà sortir l'exercice ça pourrait être utile / C'est bon/ Tout le monde y est / Il est où ton exercice Alexis/

12. Alexis_ .../

13. P_ T'as pas tes affaires Audré tu l'as/

14. Audre_ .../

15. P_ Tu l'a/Oui/

16. Noé_ Mme /

17. P_ Oui /

18. Noé_ le 25 page/

19. P_ Non ça c'est de la chimie ça/Le tableau à remplir sur l'activité 3 /α<274486> Donc quand pour illustrer ce que je dis pour aller dans le même sens que ce que je disais avant ceux qui ont rien fait là bien vous allez perdre votre temps aujourd'hui / Puisque copier les réponses ça sert à rien si vous n'y avait pas réfléchi / Donc soit après chez vous vous allez y re-réfléchir mais bon vous aurez sûrement d'autres choses à faire / Soit vous allez lire les réponses et dire Ah oui Ah oui / Mais autant ne rien faire allez vous promenez / Je pense que se sera plus utile au moins vous ferez du sport ça sert à rien de recopier des réponses / Je vous rappelle aussi que heu étant qu'en ce moment vous êtes pas très motivés pour travailler je peux faire heu un certain nombre de contrôles surprises comme mardi et ramasser les exercices / Je peux très bien les ramasser les exercices et les noter / Donc heu si il faut ça pour vous booster un peu bien je peux en utiliser/ [Fin inclusion](#) α<322327> [Début sous Thème Qualificatif de l'énergie stockée selon les différents domaines](#) Alors une pile dans la vie de tous les jours comment on qualifie l'énergie stockée par la pile/

20. Elèves_ Chimique chimique électrique/

21. P_ Dans la vie de tous les jours /

22. Elève_ Electrique/

23. P_ Oui Je pense que on dirait plutôt électrique /α<337194>Par contre chimique on va l'utiliser/

24. Elève_ Du point de vue macroscopique/

25. P_ Du point de vue macroscopique en physique /Oui /α<344373>Et du point de vue microscopique/

26. Benoît_ Potentielle/

27. P_ On dira que l'énergie est sous forme potentielle dans la pile oui /α<350466> Donc pour la pile y a électrique chimique potentielle/ α<356209>Pour l'éolienne/Dans la vie de tous les jours/

28. Elèves_ éolienne/

29. P_ Oui c'est le terme que vous aviez utilisé dans vos dossier hein énergie éolienne /α<365781>En physique en du point de vue macroscopique/

30. Elèves_ Cinétique mécanique/

31. P_ Heu_ mécanique/ Alors on parle/

32. Elève_ cinétique

33. P_ Oui/C'est plus précis en physique/ La partie qui est en amont de l'alternateur / On utilise plutôt le terme d'énergie cinétique /α<383565>Et du point de vue microscopique/

34. Elèves_ Cinétique/

35. P_ Cinétique aussi oui /α<387759> Un barrage/Donc la partie pareille avant la turbine/

36. Elèves_ ...

37. P_ On parle d'énergie hydraulique / Parfois on trouve aussi le terme d'hydro-électrique/ α<398958>En physique on dira /

38. Elèves _...
39. P_ Au niveau macroscopique/ Oui énergie potentielle oui /α<408815> Et au point de vue microscopique/
40. Elève_ Potentielle/
41. P_ En fait ce point de vue il est pas il a p/ On s'en sert pas trop ici / On dit plutôt/ En fin on peut dire les deux je pense au point de vue microscopique cinétique ou potentielle peut être plutôt cinétique on imaginera plutôt le mouvement des particules / Mais bon c'est vrai que c'est un point de vue qui dont le physicien se sert pas du point de vue microscopique pour cet exemple là/
42. α<438661>Elève_ .../
43. P_ Pardon /
44. Elève_ Cinétique /
45. P_ Ma/Moi je marque si on peut marquer cinétique ou potentielle et marquer entre parenthèse que on s'en sert pas que le physicien s'en sert pas au point de vue sans intérêt/α<457700> Pour une centrale au charbon/ Donc ce qu'on met heu ce qui sert à la combustion/
46. Elève_ Fossile /
47. P_ Alors fossile oui / Parce que on fait référence à des énergies fossile comme comme quoi/
48. Elève_ Pétrole/
49. P_ Le pétrole oui ou le fuel Ou encore/
50. Elève_ Gaz naturel/
51. P_ Le gaz naturel heu/α<480651> Alors en fait nous on ne met même pas le pétrole puisque la centrale c'est une centrale au charbon / Donc là on a pas le choix l'énergie fossile c'est le charbon / Mais le fuel le pétrole le gaz naturel sont aussi des énergies fossiles/ C'est vrai /α<493972> Mais dans une centrale au charbon ce qu'on fait brûler c'est le charbon / Vous utilisez un autre terme aussi parfois dans vos dossier / Pour les centrales au charbon/
52. Elève_ Thermique/
53. P_ Oui centrale thermique aussi/ α<507959>Donc les deux adjectifs vont là fossile et thermique/α<510882> En physique du point de vue macroscopique c'est une énergie qui est de sous quelle forme/
54. Elève_ Chimique/
55. P_ Oui sous forme chimique puisque ce qui va produire de l'énergie là c'est la combustion du charbon / En réaction avec le dioxygène/α<527884> Et au niveau microscopique/ Quand on regarde un morceau de charbon l'énergie stockée au niveau microscopique /
56. Elève_
57. P_ Oui c'est de l'énergie potentielle qui pourra se libérer lors de la combustion avec le dioxygène/α<547706> Et en fin la centrale nucléaire/ Dans la vie de tous les jours on parle d'énergie /
58. Elève_ Nucléaire/
59. P_ Nucléaire oui /α<558380> Du point de vue macroscopique en physique/
60. Elève_ Nucléaire /
61. P_ Nucléaire aussi/α<562728> Et du point de vue microscopique / (*silence des élèves*)/ Si on regarde un morceau d'uranium/
62. Elève_ Potentielle/
63. P_ Potentielle d'accord / Le heu les atomes d'uranium sont susceptibles de générer de heu hein les noyaux des atomes d'uranium sont susceptibles de générer de l'énergie/
64. α<580559>Noé_ .../
65. P_ Hein/
66. Noé_ Quand on les extrait ils ne font pas/

67. P_ Quand on les extrait/
 68. Noé_ Ils ne sont pas déjà radioactif quand on les extrait/
 69. P_ Alors l'uranium est radioactif / Mais dans les centrales se qu'on utilise c'est des réactions de heu fission / Donc on va envoyer des neutrons ça ce que vous m'aviez décrit / Donc on utilise pas la radioactivité naturelle mais on on génère des réactions de fission/ On fait en sorte que les noyaux d'uranium se scindent en deux et en se coupant en deux ils libèrent de l'énergie/ Est ce que vous avez des questions/Sur la fin de l'activité/ Bon c'est bon alors vous aviez aussi/ [Fin sous Thème](#) **Fin Thème** <615320>**Début thème. chaîne énergétique : identification des systèmes, des modes de transferts d'énergie** **Correction** **exercices sur les chaînes énergétiques** [Inclusion](#) [Gestion de la classe et organisation du travail](#) Je vous avais donné aussi les deux exercices heu qui était sur une feuille indépendante avec des chaînes énergétiques/ Des exercices que je vous avais demandé de heu auxquels je vous avais demandé de réfléchir/ C'étais des exercices qui vous donnaient d'autres exemples de chaînes énergétiques/ Qui vous permettraient de réfléchir sur sur des exemples simples/
 70. <641228>Noé_ Je vois pas du tout ce que c'est/
 71. P_ ça/ (elle lui montre la feuille)/
 72. Noé_ Je vois pas du tout ce que c'est/
 73. P_ Alors si vous avez pas fait parce que vous aviez perdu la feuille on les corrigera une autre fois et vous y réfléchirez chez vous (elle montre la feuille à toute la classe)/ C'est une demi feuille que je vous ai distribuée en fait puisque ma/ Y a deux exercices sur une demi page que je vous ai distribués
 74. Elève_ .../
 75. P_ Heu j'ai du vous distribué ça lundi je pense/ Donc si tu cherches bien tu vas peut être la trouver/
 76. Elève_ .../
 77. P_ Heu je me rappelle plus si je l'ai distribuée en fin ou en début /
 78. Elève_ .../
 79. P_ Oui mais il m'en je crois pas qu'il en restait/ Donc normalement vous l'avez la feuille (Elle vérifie auprès de certains élèves) Qui s'est qui l'a pas/ Y a juste toi Noé/
 80. Noé_ Les activités 1 2 3
 81. P_ Qui s'est qui l'a pas fait/ (Silence des élèves)/ Donc vous êtes pas si vous êtes pas si nombreux que ça mais bon c'est tant pis pour vous hein / Donc je te donne la mienne lala mienne alors<712570> (Elle lui donne la feuille et retourne à son bureau)/<731742> Donc on peut corriger quand même vu que vous êtes heu vous êtes vous l'avez pratiquement tous fait/ [Fin sous thème](#) <736748> [Début sous Thème Identification des noms de systèmes de modes de transfert d'énergie de position des systèmes dans une chaîne énergétique](#) Pour le premier exercice on vous dit qu'on considère une pile/ La chaîne énergétique d'une pile qui fait fonctionner une ampoule / On vous demande compléter cette chaîne en nommant les systèmes et en précisant chaque mode de transfert/<750855> Donc sur la chaîne sont représentés trois systèmes/ Dans le descriptif de la chaîne énergétique on disait une pile fait fonctionnait une ampoule donc déjà dans c'est là dedans qu'il fallait aller chercher les noms des systèmes/<765348> Qu'est ce que tu propose heu Lynda/ Pour le premier réservoir/
 82. Lynda_ La pile /
 83. P_ La pile/
 84. Lynda_ .../
 85. P_ Le deuxième quoi carré ou le deuxième réservoir/
 86. Lynda_ Le transformateur/
 87. P_ Le transformateur c'est l'ampoule/
 88. Lynda_ Le réservoir c'est l'environnement/
 89. P_ Voilà le dernier réservoir c'est l'environnement quand on met l'environnement on met

un peu tout dans ce mot environnement/ Mais en fait c'est surtout ce qui est autour de la pile / Vous êtes d'accord/

90. Elève _ .../

91. P_ Oui/<794884> Alors le transfert thermique entre le réservoir et le transformateur/Bilel/ C'est quel type de transfert/

92. Bilel _.../

93. P_ Transfert d'énergie pardon/ Je crois que j'ai dit transfert thermique je devais dire le transfert d'énergie entre le réservoir et le transformateur/

94. Bilel_ Transfert par travail électrique/

95. P_ Transfert par travail électrique/ Et entre le réservoir heu pile et le réservoir environnement/

96. Bilel_ Transfert heu transfert thermique /

97. P_ Transfert thermique oui/

98. Bilel_ Par rayonnement/

99. <826986>P_ Par rayonnement/Alors

100. Elève _.../

101. P_ Alors j'étais entre la pile et l'environnement/ Maintenant entre la pile non pardon entre heu/

102. Elèves _.../

103. P_ Attendez je vais je vais reprendre/ Parce que je me suis mélangée les pinceaux/ Entre la pile et l'ampoule/ On a dit travail électrique/ Oui / Et entre la pile et l'environnement on a dit transfert thermique/<852604> Et maintenant entre heu l'ampoule et l'environnement y a deux flèches/ Y en a une.../

104. Lynda _ Thermique/

105. P_ C'est un transfert thermique/

106. Lynda _ Rayonnement/

107. P_ Et l'autre c'est transfert par rayonnement/ D'accord/ Donc c'était vraiment une situation très simple mais mais ça vous permet de mettre en jeu le modèle qu'on vu sur sur l'énergie/<873190> Ensuite la deuxième chaîne qu'on construit c'est on chauffe une quantité d'eau qui est contenue dans un récipient et on le chauffe on le fait à l'aide d'un thermoplongeur/ C'est une résistance électrique qu'on plonge directement dans l'eau / Donc nommer chaque système et préciser le mode de chacun des transferts/<894303>Donc le premier système hein il était donné c'était la centrale EDF/ Ensuite le premier transformateur qu'on va voir/ Vous proposez quoi/ Chessica/

108. Jessica _ Le thermoplongeur/

109. P_ Le thermoplongeur oui/ Ensuite y a un réservoir juste après le transformateur/

110. Jessica _l'eau/

111. P_ L'eau/<918228> Et le réservoir suivant/

112. Jessica_ Le récipient/

113. P_ Le récipient/ Par exemple une casserole hein ou / Effectivement/<926771> Et le dernier réservoir/

114. Elève_ Environnement/

115. P_ L'environnement/<929564> Donc de gauche à droite on a la centrale EDF le thermoplongeur qui est un transformateur l'eau le récipient et l'environnement /<941494> Alors pour les transferts maintenant d'énergie entre la centrale et le thermoplongeur/

116. Noé_ Travail électrique/

117. P_ Travail électrique/ Effectivement/Entre le thermoplongeur et l'eau/

118. Elève_ Thermique/

119. P_ Heu Transfert thermique oui/<958851> Et entre le thermoplongeur et l'environnement/

120. Elève_ Thermique/
 121. P_ Transfert thermique aussi/α<965388> Ensuite y a entre l'eau et le récipient/
 122. Elève_ Thermique/
 123. P_ Transfert thermique/ L'eau chauffe qui du coup elle chauffe le récipient aussi/ Et par cha chaleur se propage de l'eau au récipient/α<981318> Et entre l'eau et l'environnement/
 124. Elève_ Thermique/
 125. P_ Transfert thermique aussi/ L'eau étant plus chaude / La température devenant plus chaude que celle de l'environnement y a un transfert thermique entre l'eau et l'environnement/α<992566> Et en fin il reste le heu mm Le récipient/
 126. Elève_ Thermique/
 127. P_ Qui transfert lui une partie de son énergie à l'environnement par transfert thermique parce que lui aussi s'échauffe/α<1004498> Donc voilà heu que faudrait-il modifier dans la chaîne ci-contre si on chauffait l'eau à l'aide d'un réchaud électrique/ Un réchaud électrique c'est comme heu c'est ce qu'on utilise parfois en chimie par exemple/ Vous savez les
 128. Elève_ Les gaz/
 129. P_ Les réchauds que vous branchez sur lesquels vous posez un récipient/ α<1027315>Noé/
 130. α<1028248>Noé_ entre heu c'est un transfert thermique depuis le thermoplongeur jusqu'à l'environnement/
 131. P_ Oui/
 132. Noé_ Et comment ça se fait puisqu'il est dans l'eau le thermoplongeur/α<1035556>
 133. P_ Alors la partie qui chauffe l'eau est dans l'eau mais à l'extérieur y a le fil qu'on branche et donc le fait de faire passer du courant dans le fil on peut en fin va provoquer un échauffement de celui-ci alors/Après on pourrait dire que discuter s'il était voir s'il est important ou pas important/ Mais là on l'a dé comme la flèche étant représentée le seul transfert possible qu'il y a entre les deux c'est un transfert thermique/ Mais c'est vrai qu'il est pas très élevé/α<1064012> Donc qu'est ce qu'il faudrait modifier si au lieu de chauffer l'eau en plongeant la résistance dans l'eau si on avait un réchaud électrique sur lequel on pose le récipient/
 134. Elève_ On inverse le récipient et l'eau/
 135. P_ Oui / Oui faudrait inverser hein la position des réservoirs récipients et eau/ Puisque le réchaud qui serait le transformateur il chaufferait en premier/ Il chaufferai le récipient qui lui même chaufferai l'eau/ Alors qu'avant c'était le contraire on plongeait la résistance dans l'eau donc on commencer par chauffer l'eau et puis ensuite le ça pla chaleur se propageait au récipient/α<1099391> Donc au lieu de d'avoir un thermoplongeur on aurait un réchaud électrique pour le transformateur et on échangerait la position des réservoirs eau et du réservoir récipient/
 136. α<1114220>Noé_ Il peut pas y avoir un travail électrique entre le transformateur et l'eau/ Parce que l'eau c'est conducteur d'électricité/
 137. P_ Heu Alors l'électricité / L'eau est conductrice un petit peu effectivement mais le thermoplongeur il est isolé l'électricité en fin ne peut pas passer directement dans l'eau/ Ce qui le l'électricité qui passe dans le thermoplongeur sert à chauffer sa température/ Une fois qu'il est chaud bien quand il chauffe il chauffe l'eau/ C'est bon vous avez tout noter/ Vous avez des questions/
 138. Elève_ .../
 139. P_ Non/ [Fin sous thème](#) **Fin Thème** α<1161589>**Conclusion de l'activité 3** Bien alors on peut passer à la suite/ **S3_ Le travail transferts et changements de forme de l'énergie**
Début Thème. Lien entre force et mouvement : étude des actions de lancer et réception de médecines-ball de masses différentes. [Début sous Thème. Mode de transfert d'énergie par travail mécanique \(Annonce et consignes concernant le modèle de](#)

l'énergie). **Introduction a la partie 4** Donc la partie 3 sur les formes les différentes formes et les transferts d'énergie est terminée/ Par contre le modèle qui servait dans cette partie on va s'en resservir dans la partie suivante et on va aussi le compléter ce modèle donc/ Ne le mettez pas rebus trop vite au contraire faites comme tous les modèles que je vous ai déjà distribués/il accroché dans votre chambre/ Comme poster et le lire tous les jours/<1194713> Donc partie 4 cette fois-ci on va regarder heu plus précisément les transferts par travail/ On va s'intéresser à ce/au travail mécanique/<1206278> (*elle distribue les feuilles*)/<1224627> Donc on vu que l'énergie pouvait être transférée de trois façons différentes soit par travail soit par rayonnement soit par transfert thermique/ Et on va s'intéresser dans cette nouvelle partie au transfert par travail/ Par mode travail/ *Fin sous thème* <1239570> *Inclusion Organisation du travail* Je vous laisse faire les découpages de l'activité le découpage de l'activité 1/

140. Elève _ .../

141. P_ Oui ça c'est nous/oui c'est la partie 4/

142. Elève _ .../

143. P_ Pardon/

144. Elève _ .../

145. P_ Oui je vous conseille de découper l'activité 1 et de la coller sur la feuille et d'écrire vos réponses en dessous/ *Fin inclusion* <1265345> *Début sous thème. Expression mathématique du travail (Explication du but de l'activité et consignes pour la réalisation de l'expérience "lancer de médecines-ball de masses différentes a différentes hauteurs)*

Introduction Expérience Consignes Donc on va s'intéresser d'une part au transfert donc heu par travail / Transfert d'énergie par mode travail mais aussi aux changements de formes de l'énergie/ Tout ça c'est des choses qu'on a déjà évoqué dans la partie 3 et qu'on va voir de façon plus précise dans cette partie 4 / En particulier on va on va chercher à donner une expression mathématique du travail mécanique/<1298002> (*elle arrange ses feuilles*) posées sur le bureau)/<1362742> Alors on va reprendre une situation qu'on avait déjà analyser en mécanique/ C'est à dire on va s'intéresser au lancer en fin on va lancer un médecine-ball vers le haut récupérer ce médecine-Ball/ Donc cette situation vous l'avez déjà expérimentée et on l'avait analysée en mécanique du point de vue.../

146. Elève _ .../

147. P_ mécanique oui/Et donc on s'était intéressé.../

148. Elève_ Aux forces/

149. P_ Aux forces qui étaient en jeu/ Maintenant on va s'y intéresser à cette même situation mais du point de vue de l'énergie/<1391836> On va regarder ce qui ce s'est ce qui est en jeu ce qui se passe au niveau de l'énergie et des transferts d'énergie en jeu /<1397429> Donc vous allez heu vous avez cha j'en ai pas assez mais mais j'ai mis deux médecine-ball par groupe de 4/ Normalement y en a un léger en fait si on peut appelé ça léger/ Ou un lourd et un moins lourd on va dire/ Dans l'énoncé on parle d'un médecine-ball léger et d'un médecine-ball lourd/ Y en a un vous verrez qui est plus léger que l'autre/ Si non si y a la différence est pas assez importante j'ai aussi une balle toute simple qui est qui est cette fois-ci beaucoup plus légère que vous pouvez utilisez aussi/<1429712> Donc ce qu'on veut c'est que vous lanciez verticalement le médecine-ball comme on avait fait en mécanique hein / Je lance vers le haut et on le rattrape/

150. Elève _ (*essaie de lancer le médecine-ball*)

151. P_ Attention il ça fait de l'effet quand il arrive/ Heu et ce qu'on veut c'est comparer différentes choses dans le lancer d'une part et dans la réception c'est à dire qu'on récupère le médecine-Ball/ Pour les deux médecine-ball le lourd et le léger/<1456895> Donc on vous dit heu lancer verticalement chaque médecine-ball à différentes hauteur et le rattraper/ Décrire par quelques mots dans le tableau ci-dessous la façon dont vous vous y prenez/ Alors pour le lancer à faible hauteur vous pouvez barrer le et y a un et en trop/ Pour le lancer à faible

hauteur et la réception du médecine-ball le plus léger/ Pour le lancer à moyenne hauteur et la réception des deux médecine-ball et pour le lancer à grande hauteur et la réception le plus lourd/ $\alpha < 1493304 >$ Donc en fait ce qu'on veut c'est comparer des médecine-ball qui n'ont pas la même masse et aussi faire des lancer différents/ Lancer sur une petite hauteur et essaie de lancer de plus en plus haut moyenne hauteur et grande hauteur et de voir la différence au niveau de se qu'on ressent/ Quand on lance le médecine-ball et aussi quand on le récupère/ Qu'est ce qu'on ressent quand on... / Décrire par quelques mots la façon dont vous vous y prenez/ C'est à dire quels sont les gestes que vous devez faire pour lancer de plus en plus haut/ $\alpha < 1523223 >$ Alors évidemment il s'agit pas d'aller toucher cogner le plafond ni d'aller lancer le médecine-ball sue la lampe/ Donc vous essayer de lancer de plus en plus haut tout en gardant des hauteurs raisonnables et compatibles avec le fait que vous devez ramas.../ En fin rattraper ce médecine-ball hein/ Faites pas n'importe quoi y a des caméras qui sont derrière vous qui sont des objets fragiles donc vous essayer de faire ça en étant sûr de maîtriser en assurant le la réception du médecine-ball/ $\alpha < 1554122 >$ Donc je vous laisse faire hein/ Il faut vraiment que fassiez chacun les différents gestes que vous essayez de heu pouvoir décrire comment vous vous y prenez/ [Fin sous thème](#) $\alpha < 1565047 >$ [Début sous Thème Relation entre forces de lancer et réception et hauteur atteinte par la balle \(Expérience "lancer de médecine-ball" de masse différente a des hauteurs différentes\)](#) **(Organisation de la classe Gr ou Ind) Réalisation de l'expérience** Mais vous pouvez vous mettre à des endroits où y a plus de places si vous estimez que y a pas assez de places ou à des endroits plus éloignés de la caméra/ $\alpha < 1571765 >$ (*Inaudible*)/ $\alpha < 1578086 >$ (*les élèves lancent les différents médecine-ball, l'enseignante adossée à son bureau observe les élèves*) / $\alpha < 1613989 >$ Ah vous pouvez vous essayer de sentir ce que vous faites mais vous pouvez observer le voisin aussi Parce qu'on voit des choses quand on regarde quelqu'un faire/

152. $\alpha < 1620424 >$ **(Pr-El)** [Alexandra _.../

153. P_ Je vous demande de mettre ce que tu.../ Comment tu procèdes Alexandra/ Donc je vais te donner de réponses là/ C'est indiquer la façon dont vous vous y prenez/ Donc tu es assez grande pour me dire ce que tu comment tu fais / $\alpha < 1635313 >$ (*l'enseignante continue à observer les élèves faire*)/ $\alpha < 1685887 >$ (*Elle reproduit les colonnes du tableau de l'activité au tableau noir de la classe pendant ce temps les élèves ont presque terminé l'expérienc et commencent à discuter en petit groupe de deux*)/ $\alpha < 1821846 >$ **(Pr-CI)** Quand vous aurez rempli le tableau vous irez le mettre ce que vous avez mis sur le tableau de la classe/ [Fin sous thème](#) $\alpha < 1835253 >$ [Début sous Thème Description des gestes faits ou observés lors de l'expérience de lancer et réception de médecine-balls de masses différentes a des hauteurs différentes](#) **(Pr-Gr 1) Réalisation de l'activité 1**

154. Alexandra _.../

155. P_ Faites ce que heu/ Par rapport au point de départ on commence avec le premier puis après les autres.../

156. Alexandra _ Comme ça c'est tout simple/

157. P_ Là vous bloquer et puis les différentes situations/ Si vous voulez l'évolution/ Bien effectivement ce que heu/ Il faut par rapport à la situation de référence qui est la première

158. $\alpha < 1872697 >$ **(Pr-Gr 2)** Elève_ Alors le lancer/ Je connais les grandeurs physiques Vincent/

159. P_ Alors ce que vous devez faire là c'est décrire la façon dont vous vous y prenez/ D'accord/ Donc.../

160. Elève _.../

161. P_ C'est ce que tu lancer simple c'est pas vraiment une description parce que avec ça on comprend pas bien ce que tu veux dire/

162. Elève_ C'est facile/

163. P_ Donc eu essaie de décrire.../ Précisez un peu plus ton geste/ C'est vraiment une

description sur le geste que vous faites et puis la différence que comment le geste il évolue entre les différents lancer/

164. Elève_ .../

165. Noé_ Mme

166. P_ Bien par exemple c'est une description du geste que vous faites et de l'évolution de ce geste/

167. <1926183>(Pr-Ind)Noé_ Même opération on lève les bras plus rapidement même opération on lève encore plus rapidement/ Même opération on lève les bras toujours plus rapidement/ C'est ça c'est/

168. <1937044>P_ Oui Heu mum/ On peut affiner encore/ Maintenant vous avez fait peut être / Vous avez peut être remarqué que qu'une seule chose/ Mais on les lève plus rapidement/ Mais est ce que/Quand vous parlez de lever les bras c'est jusqu'où/ Comment vous levez les bras/

169. <1959451>Noé_ Oui c'est ça je lève les bras/ (il répète l'expérience)/ C'est raté/

170. P_ Mais si tu veux les lever moins ça marche ou pas/ Si je te demande de les lever moins/

171. Mais en lançant si haut/

172. <1973330>Noé_ En lançant si haut mais non justement/(Rires)/

173. Noé_ (Refait l'expérience)/

174. <1981031>P_ Oui/Bien t'as réussi là/

175. Noé_ Mais non parce que/ Non parce que j'ai poussé avec mes doigts là/ (rires)/ Parce que c'est tricher/

176. <1987797> P_ Ah mais vous avez le droit de pousser avec les doigts hein/ C'est pas interdit hein

177. Noé_ Mais avec les doigts c'est que/ C'est juste on va dire...(il se retourne pour mieux reprendre l'expérience)/

178. <1996880>P_ Disons/ Vous pouvez / Y a différentes façons de lancer haut/ On n'est pas obligé de lancer obligatoirement plus vite quand tu peux faire varier/

179. <2005689>Noé_ Pour moi ça dépend uniquement de la vitesse et de hauteur à laquelle on lève les bras hein/ En fin de la vitesse/

180. <2011938>P_ Ah là t'as introduit quelque chose de nouveau la hauteur à laquelle on lève les bras/

181. Noé_ Moi j'ai mis la vitesse la dedans/ On lève les bras plus rapidement /

182. P_ Oui tu vois là hum/ Pardon/ Tu viens de me parler de hauteur/<2020501>

(Organisation de la classe Mixte) (L'enseignante s'adresse maintenant à toute la classe)/

Donc je vous rappelle que vous devez décrire les gestes que vous effectuez et surtout la comparaison à partir de la première situation au médecine-ball léger et faible hauteur/ Les autres/Hein les autres cas/ Qu'est ce qui va changer entre.../ Qu'est ce qui va varier dans votre geste/ Qu'est ce que vous modifiez par rapport à la première situation/ Qui est prise comme référence/

183. <2045457> **(Organisation de la classe Gr ou Ind) (Pr-Gr2 et Gr 3)** Lynda_ .../

184. P_ Pardon/

185. Lynda_ Il faut dire quand vous/

186. P_ Heu déjà il faut qu'on est vu ensemble ce que vous avez mis dans le premier tableau à partir de là/ A partir des phrases que vous avez mises dans le tableau on va

/<2065845>(inaudible)/<2068605> D'accord mais je sais pas ce que vous avez mis dans

votre tableau là <2072681>/(elle regarde le travail de Lynda)/<2075848> Bien allez mettre s'il vous plaît au tableau on va mettre le à peu près les quatre groupes ce que vous êtes à peu

près quatre groupes là/ Et puis on va comparer/<2085295> **(Pr-CI)** Hé vous laissez de la

place pour les autres/ Quand vous avez fini vous allez mettre au tableau vous prenez un

représentant pour les quatre là/ Vous formez des groupes de quatre /α<2093601>

187. (Pr-Gr 4)Jonathan _.../

188. P_ Hein/

189. Jonathan_ Quand on dit par exemple impulsion plus grande ou un heu/ Difficulté dans la réception c'est.../

190. Benoît _ça décrit ou pas/

191. P_ Impulsion plus grande moi je trouve que ça décrit/ Difficulté dans la réception je trouve que ça décrit p.. fin / ça décrit ce que tu ressens mais pas.../

192. Jonathan _.../

193. P_ comment/

194. α<2112562>Jonathan_ Elle est plus lent/

195. P_ Hé ben voilà/ Là tu décris comment tu tu réceptionnes/ Si non tu décris heu ce que tu ressens quoi ou la/ Oui / Le fait que tu es que tu trouves ça plus difficile mais on sait pas pourquoi heu/ Là ce qu'on veut vraiment c'est une description du geste en fait/α<2133100>(elle quitte ce groupe d'élève et s'adresse de nouveau à toute la classe)/ [Fin sous thème](#) α<2139458>[Description de gestes faits lors de l'expérience de lancer et réception \(écriture \(par représentant de groupe de quatre\) des phrases\)](#) (**Organisation de la classe Mixte**) (**Pr-CI**) Hein y en a un par groupe de quatre s'il vous plaît/ Un représentant de chaque groupe là qui va marquer la réponse que vous avez mis au tableau/

196. Elève_ Chaque groupe de quatre/

197. P_ Oui groupe de quatre/α<2156862> (**Pr-El**) (Deux élèves commencent à écrire au tableau)/α<2160223> Noé n'écrit pas trop petit s'il te plaît puisque après on arrive pas à lire/

198. Noé _.../

199. P_ Si si puisque vous êtes que quatre là quatre groupes/ Et si tu écris trop petit on arrive pas à lire après/α<2195705> (elle s'adosse à la dernière paillasse et regarde les élèves recopier les phrases au tableau)/ (**Organisation de la classe Gr ou Ind**) (**Pr-Gr 4 et Gr 5**) Qui c'est qui va au tableau là chez vous c'est Audré/ D'accord/ N'écrivez pas trop petit s'il vous plaît/ C'est dur à lire là de là où je suis/α<2238100> (écriture des phrases au tableau)/α<2287706>(**Pr-élève des Gr 4 et Gr 5**) Audré c'est non non c'est trop petit/Ecrit plus grand déjà les autres c'est limite mais oui voilà merci/α<2297543> (les élèves continuent d'écrire au tableau)/α<2382548> [Inclusion Sous thème "Lancer du médecine-ball" une expérience qui illustre la relation entre les domaines phénoménologiques de la physique](#) (**Organisation de la classe Mixte**) (**Pr-CI**) Vous voyez que y a plein de choses à dire sur cette expérience/ C'est pour ça qu'on vous l'a/ Régulièrement on vous ressort le médecine-ball/ Y en a qui les ont déjà vus en seconde/ Hein vous avez fait en mécanique de seconde/ On vous l'a repris en mécanique de première/ Et là encore c'est pas qu'on veuille vous faire de la musc..c'est pas qu'on veuille vous faire de la musculation mais/ C'est une situation qui est simple et sur laquelle on peut faire on peut dire beaucoup de choses en physique/α<2414064> Dans différents domaines/ D'où l'intérêt de reprendre tout le temps la même situation pour vous montrer que on peut faire intervenir/ Le physicien il va il va faire intervenir un domaine ou un autre selon se qui l'intéresse/ On n'a pas du tout parlé de heu d'énergie quand on lan.../ Quand on s'intéressait à la mum.../A la mécanique / Quand on s'intéressait à la description de la situation en termes de force/On n'a pas du tout parlé de ce qu'on va faire aujourd'hui/ C'est important que vous voyez les différences/ [Fin inclusion sous thème](#)α<2448217> J'aurai dû faire un tableau plus grand hein c'est vrai que j'ai fait des cases un peu petite du coup vous avez écrit petit/ Je sais pas si derrière Benoît vous arrivez à lire ou pas/

200. Benoît _.../

201. P_ Et bien faut que tu fasses lecteur pour Jonathan alors/ Mais alors Jonathan tu t'approches/ Vous pouvez très bien vous approchez si vous voulez lire/ Si vous arrivez pas à lire derrière hein/

202. Benoît _.../
203. P_ J'aurai du écrire.../ Faire des cases plus grandes du dé au départ/
204. Elève_ *(quelques élèves commencent à lire les phrase écrites au tableau)/*
205. <2490285>P_ On fournit de l'élan au ballon en lançant les bras vers haut/<2493950>
(Pr-élève des Gr 4 et Gr 5) Ou là là *(rires)* t'en as encore beaucoup à mettre/ *(elle s'adresse à la dernière élève au tableau)/*
206. Audré _ Non/
207. P_ Non/ *Fin sous thème Description de gestes (écriture phrases au tableau)*<2539547>
Début sous thème Description des gestes (analyse des phrases construites par les élèves pendant l'expérience de lancer et réception de médecines-ball de masses différentes a des hauteurs différentes) **(Organisation de la classe CE) (Pr-CI) Correction de l'activité 1**
 Alors pas besoin de forcer/ *(fin de l'écriture au tableau et Début de la lecture des phrases)* /
 Je lis je commence à lire heu la colonne de gauche/ Pour le lancer médecine-ball léger faible hauteur/ Pas besoin de forcer/ On fournit de l'élan au ballon en lançant les bras vers le haut/ Poussée vers le haut en accélérant/ Petite impulsion sur le médecine-ball les bras accompagne le mouvement/<2556931>Vous vous taisez s'il vous plait/<2559428> Ensuite toujours pour le lancer pour le Médecine léger à une moyenne hauteur/ On met plus de force pour le lancer plus haut/ On fait la même opération pour le médecine-ball pour la faible hauteur mais on fait plus vite et plus haut/ Idem/<2576286> Je sais pas qui s'est qui a mis idem/
208. Noé_ Toujours plus vite toujours plus haut/
209. P_ Ha t'es d'accord t'es d'accord avec la réponse précédente/ C'est ça que ça veut dire le idem/
210. Noé _.../
211. P_ Non non d'accord je croyais que pour idem c'était par rapport à ce que t'avais mis là *(elle pointe la phrase dans la colonne précédente)/*
212. Noé_ Heu c'est une coïncidence/
213. P_ Non c'est par rapport à ce qui est mis là/
214. Noé _.../
215. P_ Tu trouves que ça et ça s'est pareil *(elle pointe les deux phrases qui sont côte à côte dans les deux colonnes)/*
216. Elève _.../
217. Noé _Ah non...
218. P_ *(rires)*/ Voilà d'accord/C'est bon/<2612364> Oui le idem en fait ça veut dire vous êtes d'accord avec la réponse qui est dans la même case et non et ça veut pas dire que vous pensez qu'on fait la même chose que pour la colonne précédente /
219. Noé _.../
220. P_ On est bien d'accord/<2622376> Toujours plus vite toujours plus fort/ En résumé c'est ça que tu aurais tendance à dire/ S'il vous plait/Impulsion plus élevée accompagnement plus haut et plus longtemps/<2635131> Plus de force pour lancer à la même hauteur que le médecine-ball léger/ Poussée de plus en plus forte/ Grande impulsion que.../ Plus grande impulsion que le médecine-ball léger/<2645441> *(inaudible)* /<2647023>Pour retenir le médecine-ball/ Pour retenir/ Je comprends pas bien/ Qui s'est qui a mis ça/ Hein/
- 221.Elève _.../
222. P_ La réception/
223. Elève _.../
224. P_ Oui c'est ça/ Forte impulsion accompagnée/<2670251> Donc qu'est ce qu'on remarque déjà pour le lancer de heu/ Si on parcourt les colonnes là de gauche à droite/ Y a deux choses qui reviennent souvent/ Y a trois choses qui reviennent dans vos descriptions/
225. Elève_ Plus de force/
226. P_ Plus de force/ Oui de plus en plus de force/<2693613> Ensuite y a autre chose qui

revient aussi/ C'est plus vite oui/ Heu je sais plus où c'étais marqué mais c'est revenu heu/
 Poussée plus haut pet en accélérant/ Et je le vois plus/
 227. Elèves _ interaction plus vite/
 228. P_ Voilà/α<2717035> Et ensuite qu'est ce qui revient aussi/Non/
 229. Elève _ Impulsion/
 230. P_ Alors l'impulsion/ L'impulsion c'est ça va avec quoi l'impulsion/
 231. Elève _ Avec la force/
 232. P_ Oui avec la force hein/ C'est un peu heu donner une impulsion je pense que c'est peu donner de la force/
 233.α<2737038>Elève _ Accompagnement/
 234. P_ Par contre y a l'accompagnement/ Accompagnement oui/ Heu lançant les bras vers le haut/ L'accompagnement il est plus haut/ Heu pour lancer poussée/ Là on est dans la poussée donc on va le mettre avec la force/ Je vais changer de couleur peut être/α<2760820>Accompagnement plus haut/ ça s'est la poussée y a tout l'énergie accompagnement encore plus haut/α<2772401>Donc pour le lancer que heu/ Si je comprends bien pour lancer de plus en plus haut qui selon que c'est le m que/ Ou alors à la même hauteur des médecines-ball de masses différentes il faut prendre une force plus grande/ Il faut lancer plus fort/ Avec une poussée plus grande/ Une impulsion plus grande/ Ce que vous avez dit/ α<2792102>Et il faut lancer plus haut/ C'est à dire que vos bras/ Vous avez dit vous lancez les bras vos bras ils montent/ Et bien vos bras ils montent plus d'accord/ C'est se que vous avez mis/ On est bien d'accord/ Et puis aussi il y a de la vitesse/ On lance plus vite c'est à dire que/α<2816943> Qu'est ce qui va plus vite/ (*Silence élève*)/ Qu'est se qui va plus vite/ (*Rires prof*)/ Par exemple les mains à la fin/ La vitesse des mains quand on lâche le ballon est plus grande et du coup la vitesse du ballon au moment ou on le lâche elle est plus grande/ Si on veut que la ballon monte plus haut par exemple qu'un même ballon monte plus haut/ A ce moment là il faut qu'on lui donne une vitesse initiale qui est plus grande d'accord/α<2851391> Alors ça c'est le fait de parler de la vitesse c'est moins dans la description du geste/ Ce qui décrit vraiment votre geste c'est dire je lance plus fort ou je lance plus j'accompagne plus donc je lance mes mains montent plus haut/α<2869660> Pour la réception donc vous avez mis pas besoins de forcer/ On lance les bras vers à la rencontre du ballon pour compenser l'attraction terrestre/ Résistance au pied du ballon/ Ah résistance au poids du ballon (*rires*) avec les mains/α<2887188> Heu accompagnement du médecine-ball à sa réception/ Pas besoin de trop de force pour le rattraper/ Besoin de plus de résistance/α<2898518> Je suis dans deuxième colonne là médecine-ball léger hauteur moyenne/α<2903532>Même Opération plus vite/ Interception plus haute/ Accompagnement plus bas/α<2910887> Bon interception plus haute ça veut dire qu'on va peut être attendre le ballon heu/ On va se préparer on va anticip.../ On va mettre les mains plus haut déjà pour pouvoir accompagner plus bas/ Quand on sait que le médecine-ball il vient d'une hauteur plus grande/ Ou quand c'est un médecine-ball plus lourd hein/α<2928556> Les bras se plient/ Plus grande/ Je sais pas se que s'est là plus grande/ Qui s'est qui a mis ça/ Qu'est se que vous voulez dire par plus grande/
 235. Benoît _ La résistance/
 236. P_ Résistance plus grande/α<2939720> Accompagnement du médecine-ball très bas/ Flexion des jambes/ Besoin de forcer pour retenir/ Idem/ Idem/α<2946688>Donc qu'est ce qu'on retrouve dans la réception/ Ce qui est intéressant par rapport au lancer/ Alexandra/ Les autres vous vous taisez/
 237. Alexandra _.../
 238. P_ Oui c'est les mêmes notions qui reviennent/ C'est à dire la force mise en jeu est plus grande hein/ Besoin de force/ Heu plus grande je sais plus que c'était là/ C'était quoi vous m'avez dit/
 239. Benoît _ Résistance/

240. P_ Résistance plus grande/ Donc ça va je vais le marquer/ ça va/ça traduit bien la même idée/ Résistance plus grande/besoin de force plus grande/α<2988423> Et que au départ quand on a un médecine-ball léger et qu'on lance à faible ou moyenne hauteur/ Pas besoin de trop de force/ Vous vous taisez s'il vous plaît / Et puis vous avez dit aussi qu'il faut accompagner/ Besoin de plus de résistance ça va là/ Que y a un accompagnement des bras qui est de plus en plus important/α<3014929> Donc on retrouve les deux les deux idées qui se dégagent dans votre geste et qu'on retrouve les deux mêmes/ Plus on veut lancer haut un même médecine-ball/ Plus on va le le pousser fort/ Et puis sur une distance/on va l'accompagner sur une distance.../

241. Elève_ Plus grande/

242. P_ plus grande/En fin on peut jouer sue ces deux choses là hein/α<3037391> Et pareil à la réception/ S'il vient d'une grande hauteur le médecine-ball et bien il va falloir plus de force pour l'arrêter/ Et on va/ On peut aussi être emmener à l'arrêter sur une distance plus grande/ C'est à dire on monte les bras plus haut dès le départ pour pouvoir l'accompagner sur une plus grande distance/ *Fin sous thème*α<3053301> *Début sous Thème Grandeurs physiques mises en jeu lors de l'expérience de lancer et réception de médecines-ball de masses différentes*

Alors à partir de ça et de ces deux grandes idées que qui se dégagent là dans votre analyse qu'est se qu'on peut mettre dans le deuxième tableau/ La deuxième question on s'intéresse que au lancer et on vous demande d'indiquer les grandeurs physiques qui sont mises en jeu dans vos descriptions/ Donc vous avez fait des descriptions avec des phrases hein qui décrivaient vos gestes dans ce que vous décrivez ça fait/ On peut faire appel à quelles grandeurs physiques/ Quelles grandeurs qui sont utilisables par le physicien/

243. Elève_ Les forces/

244. P_ Alors les forces/ α<3092238> *Inclusion* Est ce que la force est une grandeur/ Qu'est se que c'est que une grandeur/ Puisque je demande me donner des grandeurs mais peut être que en fait vous voyez pas bien ce que c'est une grandeur/α<3107169> Donc une grandeur on s'en on s'en sert en physique des grandeurs sans arrêt le physicien s'en sert quand quand il heu il l'utilise dans ses modèles/α<3117501> Il faut dire qu'une grandeur c'est quelque chose qui est mesurable/

245. Elève_ La vitesse/

246. P_ Et par exemple la vitesse c'est une grandeur la masse c'est une grandeur/α<3126621> On peut vous donner des exemples relativement faciles/

247. Elève_ .../

248. P_ Alors une force/

249. Elève_ On peut le calculer/

250. P_ C'est quelque chose qui peut se calculer/ Qui peut se mesurer/ Effectivement une force c'est bien une grandeur/ D'accord/*Fin inclusion*α<3139647> Dans vos descriptions là parfois vous utilisez carrément le même mot parce que il se trouve que le mot force il est utilisé dans la vie de tous jours/ Et parfois vous utilisez heu le mot impulsion/ Ou le mot résistance pour la réception/ Donc tous ces mots là de la vie de tous les jours ils renvoient à une grandeur que le physicien appelle la grandeur force/ D'accord/α<3164531> Donc on peut décrire/ On peut de vos phrases de description on peut faire ressortir cette grandeur force/α<3169649> Y a une autre grandeur qui est mise en jeu dans vos descriptions/

251. Benoît_ énergie/

252. P_ Heu l'énergie c'est vrai vous en parlez/ Effectivement/α<3181827> C'est vrai /Mais quelque chose qui revient plus souvent/ Puisque l'énergie vous en avez pas parlé beaucoup en fait dans la description de vos gestes/Alors y a la vitesse effectivement/ Donc on a dit que ça caractérisait plus la vitesse du médecine-ball/ Que c'était pas tellement une description du geste/ En fin si on peut dire vous avez effectivement vos mains elles vont plus vite/α<3203344> Mais qu'est ce que vous faites pour que les en fin/

253. Elève_ La masse et le poids/

254. P_ Alors la masse du médecine-ball/ Effectivement elle intervient dans le dans les caractéristiques des médecine-ball/ Mais c'est pas dans vos descriptions/α<3216629>Tout à l'heure on a/ On a dit que y avait deux .../ Vous pouviez jouer sur deux choses / Hein le force et puis l'accompagnement là / Le mouvement des mains/ Qu'est se qu'on pourrait heu quelle grandeur ça m ça met en jeu / Si je m'intéresse aux mouvements des mains/ On pourrait heu/ Quelle grandeur ça met en jeu/ Si je m'intéresse au mouvement des mains/ (*Silence des élèves*) α<3245238>Vous m'avez dit accompagnement plus haut/ Heu moins des mouvements des bras vers le haut/ Mouvement plus haut/ Donc si je monte plus haut ça veut dire que mes bras je les déplace sur une plus grande.../

255. Elèves_ Distance/

256. P_ Distance/α<3262901> Voilà la grandeur ici en jeu c'est la distance/ C'est bien une grandeur utilisée par les physiciens/ α<3269679>**Clôture** Donc à partir de vos descriptions hein/ On peut faire ressortir deux grandeurs auxquelles on va s'intéresser plus particulièrement/ Et vous verrez heu dans l'activité suivante qu'elles interviennent effectivement ces deux grandeurs dans dans le transfert d'énergie/ C'est la force grandeur force et la grandeur distance/ C'est à dire ici la distance sur laquelle on lance/ La distance parcourue par les mains/ La distance de lancer on pourrait dire/ Et la force avec laquelle/ La force exercée par les mains sur le médecine-ball au moment du lancer/ Et c'est pareil pour la réception d'ailleurs/ Fin sous thème **Fin Thème** α<3322353>**Début Thème Transfert d'énergie entre systèmes : représentation chaîne énergétique Evolution et changement de forme d'énergie stockée par un système isolé du point de vue énergétique** Début sous thème Etude du point de vue énergétique de l'expérience de lancer et réception de médecine-ball (annonce de l'analyse du point de vue énergétique) **Introduction activité 2** Donc on va reprendre cette activité maintenant et on va l'analyser finement du point de vue énergétique/ Donc c'est l'activité 2/ Hein étude de la situation de l'activité d'un point de vue énergétique/ Quand vous aurez besoin du modèle/ Dans cette activité le modèle auquel vous devez vous référer c'est le modèle de la partie 3/ Le modèle de l'énergie/α<3347782> Alors je vous conseille de découper paragraphe par paragraphe parce que y a.../ Pour l'instant vous avez que le 1 et le 2/ Mais c'est une activité dans laquelle y aura en tout quatre petits.../ Petites rubriques/ Hein je vous donnerai les autres tout à l'heure/ Et je vous conseille de couper paragraphe en fin paragraphe 1 d'abord/ Ensuite le 2/ Ensuite le 3/ Ensuite le 4/ Fin sous thèmeα<3378879> Début sous thème Transfert d'énergie pendant les différentes phases Représentation chaîne énergétique Evolution d'énergie Donc vous allez analyser ce qui s'est passé dans cette situation de lancer de médecine-ball/ Ou de réception en utilisant le modèle de l'énergie/ Donc faire une description qui fait appel au modèle de l'énergie/ Donc cette fois-ci on va faire exactement ce qu'on avait fait/En fin on va analyser la situation comme on l' avait fait en mécanique mais en utilisant un autre modèle et donc on va s'intéresser à d'autres choses/α<3415107> (*silence, l'enseignante regarde se feuilles*) /α<3427671>Donc faut lire.../Pour la.../ Le premier paragraphe/ Il faut lire toute la question a avant de commencer à répondre hein/ Lisez tout le paragraphe attentivement en essayant de bien comprendre ce qui est demandé et ensuite vous faites cette interprétation/

257. α<3448845>Elève_ On peut faire des schémas/

258. P_ Alors par exemple vous pouvez heu utilisez des chaînes énergétiques puisque vous disposez de cet outil/α<3463585> **(Organisation de la classe Gr ou Ind) Réalisation de la partie 1 de l'activité 2 (Pr-CI)** (*elle regarde ses feuilles en se plaçant près de son bureau, puis se dirige dans la première rangée et regarde le cahier des élèves*) /α<3516592> Vous avez rien noté dans le tableau dans le deuxième tableau/

259. Elève_ .../

260. P_ Non/ Vous avez pas eu le temps de noter bien je vais je vais peut être noter des

choses parce que on était allé un peu vite/

261. Benoît _Mme/

262. P_ Oui/

263. <3527481>(Pr-EI) Benoît_ Pour prendre la chaîne énergétique on prend toute la réception ou pas/

264. P_ Heu alors dans la question petit a on s'intéresse que au lancer non il me semble/ Là la question petit a c'est pour le lancer/

265. <3541129>Benoît _.../

266. P_ Quand on construit une chaîne énergétique qui représente une situation bien si on dans la sit.../ En fin si ondes transformateurs interviennent on les met si y en a pas on les met pas/ C'est pas obligatoire y en a pas forcément

267. Benoît_ D'accord /<3557338><3584077> (**Organisation de la classe Mixte**)/ (elle efface le tableau)/ Inclusion sous thème Grandeurs physiques mises en jeu lors de l'expérience de lancée et de réception de médecine-balls de masses différentes (Pr-CI) P_ (elle écrit au tableau)/<3611200>

Heu je récapitule simplement le tableau/ Le heu les résultats du tableau/ Le dernier tableau de l'activité 1/ Parce que je j'ai que y en a qui avait pas eu le temps de noter/ Qui ont laisser leur tableau vide/ Donc j'étais peut être un peu rapide/ Quand on a corrigé ça/ Vous me.../ Quand on a dit qu'on avait une force qui était en jeu une vitesse qui était en jeu et puis heu une heu un mouvement des bras/<3638441>Le lancer/ Petite/

268. <3660062>(Pr-EI) Jonathan_ .../ F in provisoire inclusion Sous thème

269. P_ Oui/

270. Jonathan _.../

271. P_ Alors on les négligera pendant toutes les phases/ Mais dans la question petit a là on vous demande réfléchir juste à la phase du lancer/

272. <3676865>Jonathan _.../

273. P_ Hein/

274. Jonathan_ Pour la question b/

275. P_ Pour la question b (elle regarde le document posé sur son bureau)/ Oui alors on néglige aussi les frottements avec l'air/ Comme on l'avait fait d'ailleurs en mécanique/ Hein vous rappelez en mécanique on avait on avait découpé en quatre phases celle dont on vous parle ici le lancer la montée et la descente la réception on avait négligé les frottements de l'air à chaque fois/<3700285> Inclusion (suite) sous thème Grandeurs physiques mises en jeu lors de l'expérience de lancée et de réception de médecine-balls de masses différentes/(elle continue à écrire au tableau)/

Heu vitesse Distance/<3778607> Donc pour ceux qui ont pas eu le temps de noter tout à l'heure hein/ Puisque j'ai vu que vous avez plusieurs vous étiez plusieurs à avoir des tableaux vides/ <3785475> Les grandeurs physiques qui étaient mises en jeu dans vos descriptions c'était la distance de lancer la va.../ La valeur de la force exercée donc par la main et la vitesse de lancer/<3799271> Et pour une faible hauteur un médecine-ball léger c'était les trois grandeurs étaient petites ou faibles/ Et puis elles étaient de plus en plus grandes hein plus on voulait lancer haut plus elles étaient grandes/<3812444> Mais ça c'est un petit retour en arrière sur l'activité 1/ Si vous aviez pas eu le temps de noter voilà/ Je me suis rendue compte que je suis allée un peu vite/ Fin inclusion sous thème

<3820373>(Organisation de la classe Groupe) (Pr-Gr 4)

276. Benoît _Mme/

277. P_ Oui/

278. Benoît_ Donc on a dit que pour le lancer heu c'est le corps qui heu qui fournit de l'énergie par un travail mécanique heu au méd au médecine-ball/

279. P_ Oui/

280. Benoît_ Et pour la réception c'est la même chose mais pendant la montée et la descente y a pas transfert d'énergie/

281. <3841883>P_ Heu oui/ Et si vous vouliez faire une heu une chaîne énergétique là/ Pour la montée ou pour la descente vous mettriez quoi/
282. Benoît_ On met juste le médecine-ball là/
283. P_ Oui/
284. Benoît_ ça/
285. Benoît et Jonathan_ heu on peut faire ça/
286. P_ Bien si si c'est cohérent avec ce que vous avez mis là /<3860024>Vous avez vous me dites y a pas de transfert d'énergie/ Donc effectivement si on veut représenter une chaîne y aura juste le médecine-ball qui transfère de l'énergie/
287. Benoît_ à aucun/
288. P_ A aucun autre système/
289. Benoît_ Donc on fait juste ça/
290. Jonathan_ On passe à la suite/
291. P_ Oui Heu la suite/Oui Oui oui heu oui/ (*elle fait semblant de partir puis revient*)<3891179> Donc on verra tout à l'heure que heu on va un petit peu peaufiner ce heu/ On va changer quelque chose dans ce schéma/
292. Benoît_ Hum hum/
293. P_ Parce que effectivement y a pas de transfert d'énergie/ C'est vrai/
294. Benoît_ Oui/
295. P_ Le médecine-ball heu vous voyez qu'il donne pas de l'énergie à l'environnement mais
296. C'est pas un système isolé pour autant/
297. Benoît_ Y a l'environnement quand même/
298. P_ Oui oui /<3922628>ça c'est vrai mais comme on néglige le heu transfert d'énergie avec l'environnement/ C'est pas à l'environnement que je pensais là/ C'est à autre chose que je pensais/ On va reparler tout à l'heure/
299. Benoît_ La Terre/
300. P_ Oui le médecine-ball il est en interaction avec le Terre/<3939766>Donc le système qui est isolé en fait ici c'est pas et qui conserve son énergie hein c'est le c'est l'ensemble du médecine-ball+la Terre/ C'est pas que le médecine-ball tous seul/
301. Benoît_ Ah/
302. P_ Bien on en reparlera tout à l'heure/ (*elle se met dans la rangée de devant et regarde ses notes*)/
303. <3957351><3989436> (**Pr-Ind**) Aude_ Donc le système en fin c'est comme ça on met pas toujours pas l'environnement/
304. P_ Alors qui est ce qui est marqué dans le modèle/
305. Aude_ Heu/
306. P_ Puisque tu me dis ça c'est que ça ça me rappelle une phrase du modèle mais qui était pas exactement ça/ Sur les chaînes énergétiques/
307. Aude_ bleu bleu / Une chaîne énergétique complète commence se termine par un réservoir/ Oui alors Un réservoir oui/
308. <4020870>P_ Donc ce qu'il faut absolument pour traduire le principe de conservation de l'énergie c'est que ça commence et que ça termine par un réservoir/ ça peut pas terminer sur un transformateur puisque si non ça/
309. <4034942>Aude_ Oui mais l'environnement c'est un réservoir/
310. P_ Alors l'environnement c'est un réservoir mais toi tu m'as dit est ce qu'il faut toujours qu'est l'environnement/
311. <4040167> Aude_ Mais c'est pas le réservoir c'est ce qu'on a vu/
312. P_ Alors c'est vrai tous les exemples qu'on a vu/ Mais si tu la réponse c'est là la dedans/ Est ce qu'il y a marqué qu'il faut toujours avoir l'environnement à la fin/
313. Aude_ Non en fin un réservoir/

314. P_ Voilà et tu proposes quoi alors/
 315. Aude_ Y a pas de transfert à l'environnement/
 316. <4055726>P_ Alors qu'est ce qu'on a dit sur les transferts à l'environnement je cherche/
 317. Aude_ Là/
 318. P_ Ah voilà/ Donc toi t'as bien un réservoir au début et à la fin/ Donc tu satisfais cette condition là/
 319. Aude_ Hum hum/
 320. P_ Et est ce que y a des transfert avec l'environnement/ On en a parlé à un moment donné là dans l'énoncé/ Qu'est ce qu'on dit/Pour ces transferts avec l'environnement/
 321. Aude_ Hum/ On considère négligeable le transfert thermique et frottement avec l'air/
 322. <4083708>P_ Voilà donc ça veut dire qu'en fait on les transferts thermiques qui pourraient les transferts à l'environnement qui pourraient y avoir on les néglige/ C'est pour ça qu'on les met pas sur le schéma/ Mais si non on pourrait les mettre effectivement/
 323. <4096125>Aude_ Et ce ça transfert quoi alors/
 324. P_ Alors qu'est ce qu'on pourrait mettre/ Tu les mettrais comment/ Ces transferts si tu rajoutes l'environnement/
 325. Aude_ C'est pas thermique ça produit pas de chaleur/
 326. P_ Non mais tu mettrais des transferts entre quoi et quoi/ Puisque là t'as deux réservoirs si tu ajoutes l'environnement/ Tu peut avoir un transfert de là à l'environnement du ballon à l'environnement ou/
 327. Aude_ on met environnement transfert thermique c'est.../
 328. <4120939>P_ Voilà tu vois que y a bien y a bien un transfert thermique effectivement quand.../A la limite quand tu le lances une fois tu vas pouvoir le négliger si tu lançait le ballon cent fois heu le transfert thermique il serait peut être plus négligeable/
 329. Aude_ Hum hum/
 330. P_ Oui/Ensuite y a le heu bien y a le.../
 331. <4143246>Aude_ Si on une fusée c'est peut être pas négligeable dans le ballon/
 332. P_ C'est vrai que sur le le transfert entre le ballon et l'environnement c'est plus des frottements/ Si les frottements ça génère des transferts thermiques aussi / Mais c'est vrai qu'ils sont/ Ils sont tout petits tout petits par rapport aux autres transferts en jeu et c'est pour ça qu'on les néglige/<4162746> Et on pourrait rajouter si on voulait tout mettre représenter heu absolument tous les transferts qui sont en jeu rajouter donc l'environnement ici y aura une flèche entre le ballon et l'environnement et entre heu qu'est ce que t'as marqué/
 333. Aude_ Une main/
 334. P_ et l'environnement/
 335. Aude_ OK/
 336. <4181763> (Pr-Gr 5) Elève _.../
 337. P_ Oui/
 338. Elève_ On met l'enviro le heu dernier l'environnement ou pas/
 339. P_ Alors qu'est se qu'on vous dit là oui attend/
 340. Elève_ Puisque ça fait deux deux réserv.../ Finalement c'était un réservoir au début un réservoir à la fin/
 341. Autre élève_ Comment et se termine par un réservoir mais là on a.../
 342. P_ Oui effectivement/
 343. <4202304>Autre élève_ Puis comme on néglige les faire limiter les frottements y a rien/
 344. P_ Oui effec.../ c'est vrai qu'on a dit dans l'énoncé qu'on négligé les transferts thermiques et les frottements et donc y a pas de transfert entre le médecine-ball et l'environnement effectivement/ Et donc la chaîne que vous proposée c'est vrai elle est pas en accord avec le modèle/ Donc ça veut dire que y a quelque chose qui va pas dans cette chaîne/<4224335>

Alors qu'est ce qu'on pourrait changé/

345. Une des élèves_ Mais pourquoi heu ça va si on met les transferts thermique exactement ça/

346. P_ Alors ce que tu me proposes c'est de le dire on les néglige pas et on les met du coup (*rires*) ça va aller/

347. Une des élèves_ Dans les autres heu dans les autres exercices on les négliger pas et il.../

348. <4246625>P_ Heu/ Oui y a eu des situations quand même où on les négl où.../ Oui je pense à l'objet par exemple qu'on tirait avec le fil/ Oui c'est vrai que on on les mettait/ Bon ici ce qui se passe si on vous dit qu'on les néglige c'est parce que ils sont vraiment petits par rapport aux autres transferts en jeu/ Et que heu hum/ Qu'est ce qu'on vous dit

exactement/<4279249> Le transfert thermique qu'il pourrait y avoir c'est entre quoi et quoi/

349. Une des élèves_ Heu là et là en fin on .../ Là avec les frottements dans l'air ça va aller sauf ça/ Et heu et là je sais pas les mains/

350. <4302830>P_ Oui alors les mains les mains ou le mouvement de heu de l'élève hein qui s'active et qui du coup dont la température s'élève et qui va avoir un transfert thermique/ Donc en fait je suis en train de réfléchir à la qu.../ Parce que votre question heu m'a surprise si on les mettait vous dites du coup on aurez plus de problème/

351. <4322521>Une des élèves_ Non mais si.../

352. P_ Alors on peut les mettre effectivement mais y aura quand même encore un problème/ Parce que ces transferts sont tout petits/ D'accord/Est ce que vous avez trouvé que l'air s'échauffait ou que vous aviez vraiment .../ Si vous aviez fait l'expérience vraiment beaucoup de fois c'est vrai que vous auriez chaud à la fin/ Vous auriez un échauffement/ Mais là vous aviez c'était tout petit par rapport au transfert qui est en jeu quand vous vous lançait le ballon/ Là vous donnez beaucoup d'énergie au ballon et qu'est ce qu'on dit sur un transformateur/ Où est ce que c'est/

353. <4352047>*Inclusion* Benoît_ Mme/

354. P_ Oui/

355. Benoît_ Je peux prendre une balle pour/

356. P_ Oui bien sûr/

357. Noé_ vous vous éloignez surtout de la caméra/ *Fin inclusion*

358. <4358677> Une des élèves_ Si non on mettra que le réservoir/

359. P_ Non non mais/

360. Une des élèves_ Le réservoir c'est bizarre/

361. P_ Et bien non ça vous avez pas le droit puisque c'est en désaccord/ Qu'est ce qu'on dit sur les transformateurs/Heu je cherche heu.../

362. Une des élèves_ un transformateur

363. P_ Voilà / Un système sera considéré comme un transformateur quand il fournit autant d'énergie que ce qu'il reçoit/

364. Une des élèves_ .../

365. <4383645>P_ Donc vous si on met l'environnement/

366. Une des élèves_ Non non/

367. P_ Ce que vous me proposait alors y aura vous m'avez dit transfert heu par frottement

368. Une des élèves_ Oui si y a pas l'environnement par contre c'est deux réservoirs/

369. P_ Oui voilà /<4394120>Parce que hum ce qui n'allait pas c'était que c'était aviez mis un transformateur/ Et même si on néglige pas les frottements ce qui n'ira pas dans ce cas là c'est le fait que il faut lui donner en fin bon/ Peut être vous avez l'impression que c'est pareil mais faut lui donner beaucoup d'énergie au ballon quand même pour qu'il monte/ Est ce que vous sentez est ce que vous vous êtes d'accord avec ça que il faut donner.../

370. Une des élèves_ Oui y a plus d'énergie que heu/

371. P_ Transférée dans ce transfert là que dans celui là/ Et donc y aurait aussi un problème/

372. <<4419895>Une des élèves_ Et il peut ne pas y avoir de transformateur dans la chaîne/
373. P_ Oui bien sur c'est pas obligatoire qu'il y en ai un/ Donc en fait votre ballon qu'est ce qu'il fait/ Il reçoit de l'énergie/
374. <<4436465>(Pr-Gr 2)Alexandra_ Mme/
375. P_ Oui/
376. Alexandra_ Pour la montée et la descente/
377. P_ Oui/
378. Alexandra_ C'est ça y a pas de transfert avec le corps y a rien un transfert avec l'environnement/
379. P_ Oui/
380. Alexandra_ Il se vide de l'énergie sur le corps mais au moment du lancement/
381. P_ Au moment du lancement oui/
382. Alexandra_ d'énergie entre le médecine-ball et le corps/
383. P_ C'est ce que vous avez mis là/ Oui /
384. Alexandra_ soit par travail/
385. P_ Mécanique oui/
386. <<4463575> Alexandra_ Donc pendant la montée et pendant la descente le transfert avec le corps/
387. P_ Vous êtes sûr/
388. Alexandra_ Oui ça fait dix minutes qu'on en est dessus qu'on en est sûr hein/
389. P_ Vous êtes sûr/ Non non c'est vrai/
390. Alexandra_ Donc il se vide de son énergie mais le transfert avec l'environnement/
391. <<4480918>P_ Et il se vide de son énergie pourquoi/
392. Alexandra_ Non c'est un transfert avec l'environnement/
393. P_ Et bien si il transfert avec l'environnement c'est que heu/
394. L'autre élève_ Est ce que si on néglige le frottement et bien/
395. P_ Alors on néglige les frottements effectivement/
396. Alexandra_ l'environnement on le met pas/
397. P_ Donc on le met pas/
398. Elève et Alexandra_ y a pas de heu transfert/
399. P_ Donc il donne pas d'énergie à l'environnement donc y a pas de transfert/<<4505443>
Et donc ce que tu m'as mis/
400. Alexandra_ J'ai mis monter et descente pas de transfert d'énergie avec le corps mais avec le.../
401. P_ Mais c'est pas ça que tu viens de me dire hein/ Donc pas avec le corps on est d'accord/
402. Alexandra_ .../
403. P_ Oui/
404. Alexandra_ Je vais conclure ça/
405. P_ Voilà/
406. Alexandra_ En fait a la monter et descente ça veut dire que/
407. <<4521108>P_ En fait t'es.../ T'es partagée entre.../ Quand tu réfléchis en disant et bien y a pas de frottement y a pas de transfert thermique/ Quand tu vois ça tu dis bon donc y a pas de transfert entre l'environnement/ T'as deux point de vue contradictoires/
408. Alexandra_ On aurait pas mis ça là mon truc saurait y aurait le réservoir médecine-ball qui allait à l'environnement/
409. P_ Oui En fait tu ne le met pas parce que/
410. Alexandra_ Parce que c'est écrit négligeable/
411. <<4551163>P_ Mais pourquoi t'as envie de dire qu'il donne de l'énergie à l'environnement qui est ce qui te fait dire ça/
412. Alexandra_ Avec la vitesse de frottement ça s'échauffe y a un transfert thermique/

413. P_ Alors tu l'as trouvé chaud ton ballon/ Quand tu l'as récupéré/
414. Alexandra_ C'est vrai si on fait ça plusieurs fois/
415. P_ Non mais c'est vrai que y a effectivement un échauffement en fin un frottement/
416. <4572334>Alexandra_ C'est comme tout à l'heure que vous avez dit avec la prise le fil électrique on le touche c'est pas forcément chaud tout de suite/
417. P_ Oui c'est vrai ça peut être infime et ici c'est le cas/ Il est tout petit/
418. Alexandra_ Hum hum il est chaud/
419. P_ Donc c'est juste/ Bien c'est vrai que l'air frotte sur le ballon et que heu de façon théorique on peut dire bien du coup il va s'échauffer s'il y a un frottement /
420. L'autre élève_ Si on le lance heu/
421. P_ Mais c'est pas perspec voilà/ C'est pas perceptible/
422. <4598070>L'autre élève_ en fait pour heu pour la réception le réservoir c'est le médecine-ball et.../
423. P_ Oui/
424. L'autre élève_ le réservoir c'est le médecine-ball/
425. P_ Oui tout à fait/
426. Alexandra_ Je le mets ou pas l'environnement/
427. P_ Alors si on dit qu'on le néglige/
428. Alexandra_ je le mets pas/
429. P_ on le met pas/<4617836> (*elle cherche sa feuille en quittant ce groupe, ensuite elle regarde le travail d'élevés d'un autre groupe*)/<4651590> **(Pr-Gr 3)** Monter descente pas de transfert d'énergie/Si on voulait représenter/
430. Lynda_ .../
431. P_ Oui vas y Fais/
432. L'autre élève_ Mais on le représente pas/
433. P_ Vous avez fait des diagrammes dans la phase de lancer dans la phase de réception/ Donc on peut aussi faire une chaîne énergétique pour la montée et pour la descente/Oui/
434. Elève du Gr2_ il faut le dessiner aussi pour la montée et la descente/
435. P_ Mais on peut/
436. Lynda_ Oui mais/
437. <4680697>P_ Et ça ça va/
438. Lynda_ Comment ça/
439. P_ ça c'est bon c'est cohérent avec ce que t'as mis là/
440. Lynda_ Oui mais ça apparaît puisque y a pas de transfert/ Moi je pense à un réservoir/
441. P_ Oui c'est ce que t'as mis/ Ah attend t'as dessiné un transformateur je croyais que t'avais des.../
442. Lynda_ Non non c'est un réservoir/
443. P_ D'accord/ Disons que ça c'est juste une représentation de ce que t'as écrit là/ C'est la même chose mais sauf que c'est représenté par un schéma alors que là t'as mis une phrase/ Mais tu peux faire aussi un schéma dans ce cas là/
444. <4720342>Benoît_ Mme/
445. P_ Oui j'arrive/
446. <4723077> **(Pr-Ind)** Aude_ On ne peut pas représenter pour la descente/
447. P_ Si vous pouvez Pourquoi/
448. Aude_ Y a que le ballon/
449. P_ Et bien/
450. Aude_ Et bien dans le modèle que je viens de lire le réservoir est.../
451. P_ Ah oui/
452. Aude_ En fin attend/ Le réservoir initial est différent du réservoir final/
453. P_ oui c'est vrai/ C'est une excellente remarque/

454. Aude_ Excellente remarque/ (*Rires*)/
 455. P_ Donc c'est vrai c'est disons/ Non non c'est vrai c'est ce qu'on disait tout à l'heure en plus Je suis tout à fait d'accord/ Ce qu'il y a c'est que ça c'est quand il y a des transferts d'énergie en fait/ En fait souvent quand on fait une chaîne quand on représente une chaîne heu énergétique c'est une chaîne où il y a des transferts qui interviennent/ Et là y en a pas alors heu c'est vrai que heu je vous ai dit aussi en fin à d'autres groupes qu'on peut représenter mais on met juste un réservoir/ Mais c'est vrai qu'on est plus dans le cas d'une chaîne y a plus de transfert en jeu/ Donc heu c'est vrai un peu tiré par les cheveux/
 456. Aude_ Bon/
 457. <4783006>P_ Disons que c'est un c'est c'est un peu en contradiction avec ce qui est mis là/<4791291>*Silence Pr*/ <4799218>Moi j'ajouterais plutôt ici le réservoir initial est différent du réservoir final si y a des transferts en jeu/ Mais heu.../ Parce que si non effectivement le fait de dessiner un seul réservoir ça va être en contradiction/ Je trouve que ta remarque est pertinente très intéressante/ C'est vrai/
 458. Aude_ Il faut fructifier ça/
 459. P_ (*rires*)/ On verra on verra/<4821127> **(Pr-CI)** Est ce que vous avez fini/ Au b du 1/
 460. <4826236> **(Pr-Gr 5)** Une des élève _.../
 461. P_ Oui/
 462. Une des élève_ Pour la montée et la descente y a que le médecine-ball/
 463. P_ Oui y a que le médecine-ball oui/ Effectivement il ne transfère pas d'énergie/<4837697> **(Pr-Gr 4)** Inclusion sous thème Variation de l'énergie stockée par un système Changement de forme et évolution de l'énergie Vous vous êtes déjà dans le 2/ C'est ça/
 464. Benoît et Jonathan_ Oui/
 465. P_ Mais vous allez trop vite/
 466. Benoît_ Donc heu donc pour en déduire comment évolue la quantité d'énergie du système médecine-ball pendant la montée/ En bon la quantité d'énergie est inchangée/ Mais dans le tableau on n'a pas dit qu'elle était inchangée/
 467. Jonathan_ Non mais/
 468. P_ C'est l'énergie cinétique qu'on vous demande hein/
 469. Benoît_ Oui donc la quantité d'énergie elle est inchangée mais en fait il existe dans les différents heu oui bref/ <4864011> Mais après comment évolue l'énergie cinétique/ Elle diminue parce que heu la vitesse diminue pendant la montée/
 470. P_ Oui hum/ Fin inclusion sous thème
 471. <4872073> Inclusion sous thème Grandeurs dont dépend l'énergie potentielle de pesanteur Benoît_ Alors après/
 472. Jonathan_ Mais c'est pas ce qu'on c'était heu/
 473. Benoît_ Non mais ah toi t'es/
 474. Jonathan_ L'énergie potentielle/
 475. P_ Oui à votre avis de quelle grandeurs dépend l'énergie potentielle du système/
 476. Jonathan_ Il pense à la masse je pense à la distance/
 477. Benoît_ Non non pas que la masse / Pas que la masse/ Mais je pense un peu à la vitesse aussi mais je sais pas/<4891855> Plus la vitesse est petite l'énergie potentielle est grande quelque chose comme ça / Non c'est rien/
 478. P_ Heu alors effectivement c'est un il faut regarder par rapport aux données que vous avez dans votre tableau/
 479. <4904976>Benoît_ Parce que l'énergie cinétique quand elle diminue elle donne de l'énergie à la quantité d'énergie heu potentielle/
 480. P_ Oui on dit qu'elle se transforme en énergie potentielle oui/
 481. Benoît_ Donc suivant la vitesse y a plus ou moins d'énergie heu potentielle/

482. P_ Heu Oui/ Est ce que c'est toujours en accord ça / En fait c'est pas ça marche pas/ Ce que tu dis mais est ce que de votre tableau/Est ce que on pourrait déduire ça de votre tableau/ De toute façon c'est à votre avis hein d'accord/ Donc y a des choses vous allez proposer des choses en fonction de vos résultats qui sont là effectivement/α<4941607> Toi tu me dis bien je vois que l'énergie cinétique heu/

483. Benoît_ Nous on a mis le contraire pour les deux/

484. P_ Diminue quand ça monte alors que l'énergie potentielle augmente/ Bon tu peux tu pourrais heu tu peux en déduire des choses qui sont pas forcément justes/α<4953189>En l'occurrence ce que tu me dis c'est pas juste ça dépend pas de la vitesse/

485. Tous deux_ Hum/

486. Jonathan_ Distance/

487. Benoît_ C'est toi qui/

488. P_ Ah ça effectivement ça marchera oui ça dépend de la distance/

489. α<4965325>Benoît_ Mais distance c'est quoi alors/

490. P_ En fin je sais pas c'est quoi ta distance/ Dont tu parles/

491. Jonathan_ Vous en avez parlé tout à l'heure/ Vous aviez bien dit (*rires*)/

492. P_ Ah alors je non alors je te dis non parce/ Je croyais que tu parlais d'autre chose/ Je t'ai répondu un peu vit/

493. α<4978276> Benoît_ Distance/

494. P_ Non non/ C'est non en fin/ Pas la distance dont je parlais tout à l'heure/

495. Benoît_ Oui mais on va s'accrocher à la distance/

496. P_ Par contre je vous laisse parce faut que j'aïlle voi faire avec les autres/ *Fin inclusion sous thème*α<4993996>**Correction de la partie 1 de l'activité 2 (Organisation de la classe CE)** Bien pour le heu les le premier paragraphe/ S'il vous plait/ Vous avez tous représenté des chaînes énergétiques qui heu sont similaires/ S'il vous plait/ Pour le lancer vous avez mis donc l'élève vous avez dessiné deux réservoirs l'élève et le médecine-ball/ On va marqué MB/ Et entre les deux vous avez marqué/

497. Elèves_ transfert d'énergie/

498. P_ Transfert par travail mécanique ça c'est pour le lancer/α<5038819>Pour la descente vous avez mis l'inverse/ Et pour la montée/ Non pour je veux dire pour la réception vous avez mis l'inverse/ C'est-à-dire/ Vous vous taisez s'il vous plait/ C'est le médecine-ball cette fois-ci qui va transférer de l'énergie à l'élève hein/ Pour la réception c'est le schéma dans l'autre sens/α<5060072>Ce que je voulais là où je voulais revenir c'était sur la montée et sur la descente/ Vous m'avez dit/ Par exemple pour la montée vous m'avez pratiquement tous dit pendant la montée il n'y a.../

499. Elève_ pas de transfert/

500. P_ pas de transfert d'énergie/ ça veut dire que l'énergie du ballon est constante/α<5084286>Et vous me l'avez représentée le réservoir ballon tout seul qui transfert pas d'énergie/ En fin je sais pas j'ai vu au moins trois je vais dire j'ai peut être pas vu Lynda/ Si j'ai vu aussi vous étiez vous aviez fait ça aussi Jessica aussi/

501. Jessica_

502. P_ Vous avez fait ça aussi/ Est ce que quelqu'un a dessiné/ Non/α<5110326>Vous aviez en vie de mettre des transferts avec l'environnement/ Et vous les avez enlevés ces transferts avec l'environnement pour quelle raison/

503. Noé_ Parce que ces transferts c'est de l'énergie thermique/

504. α<5123765> Benoît_ En mécanique on les néglige/

505. P_ Parce que on a en fin on vous disait qu'effectivement on négligeait les frottements avec l'air donc qui étaient susceptibles de faire des transferts par travail mécanique/ Et par transfert thermique/α<5135780>Qu'est ce que tu dis Noé/

506. Noé_

507. P_ Le transfert thermique entre quoi et quoi/
 508. Noé _.../
 509. P_ On peut avoir un transfert thermique entre l'élève qui lance et l'air/
 510. Noé _.../
 511. P_ Alors.../
 512. Noé _.../
 513. P_ Oui tout à fait/ Tu veux dire dans la pièce oui parce que le corps humain est 37 degrés et que l'air est pas à 37 degrés/ Y a un transfert thermique/ Mais on regarde pendant la durée de l'expérience pendant la durée du lancer/ C'est là qu'on négligeait le transfert thermique entre le corps humain et l'environnement d'accord/ Donc effectivement si tu fais sur une grande durée ça sera plus négligeable/α<5180326> Là on peut le négliger c'est pareil si on lançait cent fois/ Et bien ça provoquerai un échauffement hein/ Vous savez bien que plus quand on bouge on on s'échauffe/ Est ce que vous êtes tous convaincus que y a pas de transfert thermique pas de transfert d'énergie entre le ballon et l'environnement/
 514; Elève _.../
 515. P_ Personne n'avait en vie de dire heu l'énergie du ballon diminue/ L'énergie du ballon reste constante/α<5209391> Alors deux remarques j'ai deux remarques à vous faire/ Y a Aude qui disait que ce schéma là il était en désaccord avec le modèle/ Parce que dans le modèle on vous dit que quand on fait une chaîne énergétique le réservoir heu initial doit être différent du réservoir final/α<5225862> Donc effectivement ici y en a un seul réservoir/ Donc cette phrase qui est dans le modèle qui vous dit qu'il faut prendre un réservoir final différent du réservoir initial c'est pas dit mais ça aurait dû être mis/ C'est sous entendu c'est quand il y a des transferts d'énergie/α<5243480> Si on a un système isolé et bien il est tout seul y a qu'un seul réservoir/ Donc ça l'air en contradiction c'est vrai parce que la phrase du modèle finalement elle était pas assez précise hein/ Donc c'est import cette remarque est importante en principe tout se qui est en contradiction avec le modèle c'est faux/α<5258760> Donc les chaînes énergétiques souvent on s'en sert quand on représente des transferts énergétiques/ Et faire une chaîne pour un ballon entre guillemets qui est tout seul c'est vrai c'est pas heu ç'a pas vraiment d'intérêt/ A la limite c'est plus une chaîne énergétique/ C'est pour ça que c'est un cas où on va l'accepté/ [Fin sous thème Transfert d'énergie pendant les différentes phases Représentation chaîne énergétique Evolution d'énergie](#) α<5276709> [Début sous thème Système isolé du point vue énergétique](#) Mais le fait de représenter le ballon tout seul comme ça ça veut dire que c'est un système qui transfère pas d'énergie avec heu avec le milieu extérieur ça veut dire que c'est un système isolé/ Est que le ballon est un système isolé là/ Puisque vous le dessinez tout seul sans transfert d'énergie/ Donc est ce que le ballon est vraiment un système isolé/ Y a quelque chose moi qui me gêne dans ce schéma/
 516. Benoît_ Moi je pense pas/
 517. P_ Toi tu penses pas Benoît je t'ai déjà (*rires*) on a déjà discuté ensemble/ Là je demande plutôt aux autres/ Est ce que le ballon pendant la montée par exemple est ce que c'est un système isolé/ Je sais si vous vous rappelez mais quand on faisait l'analyse des forces en jeu/ Quelle est la force qui intervient ou les forces/
 518. Elève_ Le poids du ballon/
 519. P_ Oui y a le poids y la force exercée par la Terre sur le ballon/ Mais pendant la montée pendant la descente aussi/α<5334861> Donc le ballon en toute rigueur il est pas isolé/ Le système qui est isolé.../
 520. Benoît_ c'est l'ensemble du.../
 521. P_ C'est l'ensemble Ballon +Terre/ Donc en général ce qu'on fait si on veut être rigoureux et cohérent avec le modèle/ C'est à dire y a pas de transfert le système transfère aucune énergie il est donc isolé / Il faut prendre le système ballon+Terre/ Parce que le ballon il est en interaction avec la Terre/α<5365078> D'ailleurs vous savez bien qu'il est en

interaction avec la Terre puisque quand vous le lancez il monte et et puis après/ Et bien il redescend/ Puisque la il reste pas il part pas il s'en va pas/ Il revient d'accord/α<5379527>Donc ça c'est pour vous expliquez pourquoi dans la suite dans le 2 le système dont on parle c'est le système médecine-ball+Terre/ Parce que c'est l'ensemble des deux qui forment un système qu'on peut considérer comme isolé/α<5397590>Mais le ballon tout seul on peut pas considérer qu'il est isolé/ C'est pas possible/α<5401932>On peut considérer on peut faire une approximation et dire y a pas d'échange y a pas de frottement par exemple/ On fait comme si y avait pas de frottement entre le ballon et l'air/α<5411557>Parce que effectivement les frottements effectivement les frottements en jeu sont petits par rapport heu par exemple à la force exercée par la Terre aux autres grandeurs en jeu/α<5423765>Mais en aucun cas on peut négliger l'interaction avec la Terre/ Donc pendant dans le II et dans le III le système dont on va parler ça sera le système médecine-ball+ Terre/Parce que en toute rigueur c'est celui là qui est isolé/α<5438462>Et par abus de par habitude et par abus de langage on a tendance à près/ Et puis on le fera dans la suite/ Mais on à parler parfois que du ballon tout seul/ Et à dire que son énergie reste constante mais c'est un peu un abus de langage/α<5453296>Donc là vous pouvez faire le heu le 2/Vous pouvez passer à la suite hein/ Et c'est on a à partir de ce moment là on vous parle du système médecine-ball+Terre/ *Fin sous thème* **Fin Thème**α<5470019>**Début thème Variation, évolution et changement de formes d'énergie stockée par un système isolé du point de vue énergétique. Grandeurs dont dépend l'énergie potentielle de pesanteur (suite) Réalisation de la partie 2 de l'activité 2 (Organisation de la classe Gr ou Ind) *Sous thème variation de l'énergie stockée par un système Changement de forme et évolution de l'énergie (Pr-Ind)*** Aude_ Il diminue/

522. P_ Alors je vous laisse répondre aux questions Hein/

523. Aude_ Il diminue/

524. P_ Alors/

525. Aude_ S'il diminue pas il continue à monter/

526. P_ Et bien regarde ce que t'avais mis tout à l'heure hein/ Regardez ce que vous avez mis tout à l'heure comme réponse ça doit être cohérent avec ce que vous aviez mis avant/

527. *Fin sous thème*α<5494945>*Sous thème Grandeurs physiques dont dépend l'énergie potentielle de pesanteur*α<0> **(Pr-Gr 4)** Jonathan_ Mme/

528. P_ Oui/

529. Jonathan_ Quand tout à l'heure on parlait de distance de la distance de lancer c'est ça que je veux dire/

530. P_ C'est pas la distance de lancer/

531. Benoît_ Soit la distance de lancer soit la distance parcourue/

532. P_ Alors dans le l'activité 1 moi parlais de la distance de lancer effectivement c'est de ça dont je parlais moi/

533. Benoît_ La distance parcourue par la balle/ Non/

534. P_ Heu hum/

535. Benoît_ Non/

536. α<5517165>P_ Alors je sais je cherche la question/

537. Benoît_ .../

538. P_ Ah vous êtes pendant la montée/ Donc déjà pendant la montée la distance de lancer n'intervient pas/ C'est une phase di.../ Différente là/

539. Benoît_ Non non on est là à votre avis/

540. P_ Oui mais là vous avez fait l'analyse cette analyse là que vous avez faite c'est pour la pendant la montée/ D'accord donc c'est à partir de là/ Donc je t'ai répondu oui trop vite tout à l'heure/ Hein/ Tu m'a parlé de distance tu me parles en fait de la distance de lancer mais on est pas du tout dans cette phase là/ Et moi j'ai en fait j'ai compris autre chose dans ce que tu me disais/

541. Benoît_ La distance/
 542. P_ Donc regardez votre tableau et essayer de voir de trouver une grandeur qui pourrait heu qui pourrait influencer l'énergie potentielle du système.../ Intervenir dans l'énergie potentielle/
 543. Jonathan_ La masse/ Non/
 544. Benoît_ L'énergie cinétique/
 545. Jonathan_ Oui mais c'est pas une.../
 546. Benoît_ C'est pas très bizarre quand même/
 547. Jonathan_ .../
 548. <5575879><5577644> **(Pr-Ind)** P_ L'énergie cinétique et l'énergie potentielle/ Vous m'avez marqué ça vous avez vous dites ça parce que le ballon il monte l'énergie cinétique diminue/
 549. Aude_ Oui/
 550. P_ Et se transforme en énergie potentielle/ Oui/<5587643> Et l'énergie cinétique dépend de la masse et de la vitesse/ Oui c'est vrai/ Et l'énergie potentielle/ Tu me dis elle dépend aussi de la masse et de la vitesse/
 551. Aude_ Non/
 552. <5597394>P_ Donc alors pourquoi faire heu utiliser deux grandeurs/ Pourquoi utiliser deux termes si ça dépend des choses/
 553. Aude_ Bien c'est quand ça se transforme/
 554. P_ ça va se transfor ça ce transforme oui la forme d'énergie dans le ballon se transforme/ C'est à dire il a au départ il avait de l'énergie qui était liée à sa vitesse et sa masse/
 555. Aude_ Hum/
 556. P_ Et la vitesse diminue/ Donc son énergie cinétique diminue
 .../<5620522>**(Organisation de la classe CE) Correction de la partie 2 de l'activité 2**
 Qu'est ce que vous m'avez dit d'autres/
 557. Elève_ .../
 558. P_ Bien je l'ai entendu donc je l'ai mis mais attendez/ Vous dites tout vous dites tout après on discute/
 559. Elève_ Distance au sol/
 560. P_ Distance au sol Ensuite/<5638368>Hé y a trop de bruits là/ Quelle heure est-il/ Ou là
 Elèves_ .../
 562. P_ Hein non il est quinze heure huit on a le temps là de finir/<5650412>Qu'est ce que vous proposer d'autres là/
 563. Elèves_ C'est tout/
 564. P_ Tout à l'heure vous m'avez dit pleins de trucs/
 565. Elève_ la masse/
 566. P_ *(rires)* La masse/
 567. Elèves_ .../
 568. <5665523>P_ Bien alors hé s'il vous plait il reste cinq minutes j'aimerais qu'on discute là dessus/
 569. Noé_ .../
 570. P_ Oui deux minutes exactement puisque ça sonne à dix/ Donc vous avez réagi violemment là tout à l'heure sur heu y a des choses que vous vouliez enlever/
 571. Elèves_ La force des mains on l'enlève la force des mains/
 572. P_ Vous êtes sûrs hein/
 573. Elève_ Ah oui/
 574. P_ Le ballon une fois qu'il est.../ *(elle mime avec ses mains le lancer du ballon)*
 575. Elève_ en l'air/

576. P_ en l'air il n'est plus en interaction avec les mains d'accord/ ça on l'a vu en mécanique donc effectivement la force des mains on va l'enlever/ (*elle barre la force des mains*)/α<5702173>Ensuite La distance au sol/
577. Elève_ Non on va garder/
578. P_ Donc ça veut dire ça veut dire l'altitude/
579. Elèves_ Oui/
580. P_ Plus il est haut le ballon plus quoi/
581. Elève_ Plus y a de l'énergie potentielle/
582. P_ Plus il a de l'énergie potentielle/ Est ce que ça ça vous paraît heu/
583. Elèves_ Oui oui/
584. P_ ça vous paraît bien/
585. Elèves_ Oui oui/
586. P_ Oui/ α<5726124>**Conclusion de la séance** On finira la discussion heu alors attendez que je réfléchisse Heu lundi oui lundi on fait de la physique/
587. Noe_ .../
588. P_ Non/
589. Noe_ Ah si/α<5736805> **Fin Thème (provisoire)**

LTID. Chapitre I. Travail et Puissance

1. **Début. Thème. Modèle de l'énergie. Notion de système en physique, propriétés, modes de transfert et chaînes énergétiques (Organisation de la classe : CE)** $\alpha < 0 >$ [Sous thème.](#)

[Fonctionnement de la physique : les fonctions du modèle en physique \(Pr-CI\)](#) **Introduction**

de la séance P...de la physique...intitulé...champs et énergie/ (il distribue les feuilles en même temps)/ Alors l'énergie donc sera le premier modèle qu'on va

étudier/ $\alpha < 37382 >$ **Introduction. Le modèle de l'énergie/** D'abord nous allons définir c'est quoi un ...un modèle/Alors le physicien part toujours ...d'un constat ou bien d'un fait d'observation/ A partir maintenant des faits d'observations il utilise un modèle pour interpréter maintenant ce qu'il a observé/ Ou bien pour expliquer ce qu'il a observé déduire une loi ensuite prévoir aussi d'autres actions/ $\alpha < 78230 >$ Donc le modèle nous permettra chaque fois d'expliquer ou bien d'interpréter certains phénomènes aussi de prévoir d'autres phénomènes/ $\alpha < 88001 >$ Voilà alors le premier modèle je dit que donc c'est ...qu'on va voir c'est l'énergie/Donc c'est un modèle donc on va utiliser l'énergie pour interpréter certains phénomènes de la vie courante ou bien expliquer ou bien prévoir/[Fin sous thème](#) $\alpha < 105968 >$

[Sous thème. Exemple de formes d'énergie/](#)**Cours. Lecture et explication du modèle**

énergie/Maintenant c'est quoi l'énergie/ Ou bien exemple d'énergie/ Oui il faut parler fort/

2. Elève _énergie solaire/

3. P_ Exemple d'énergie/ énergie solaire/ (il écrit en même temps au tableau)/ Hum... Oui/

4. Elève _énergie éolienne/

5. P_ L'énergie éolienne/ Oui/

6. Elève _ énergie électrique/

7. P_ il faut parler fort/ énergie/

8. Elève .../

9. P_ énergie...électrique/ Hun Hun électrique oui oui/

10. Elève _énergie mécanique/

11. P_ énergie mécanique/ Oui/

12. Elève _énergie hydraulique/

13. P_ Hydraulique/ énergie hydraulique/ Hun hun Oui/

14. Elève _énergie cinétique/

15. P_ Cinétique/ Oui/

16. Elève _énergie chimique/

17. P_ énergie chimique/ Donc vous voyez chaque fois vous donnez des exemples d'énergie/

Nous allons partir d'un exemple c'est à dire le premier ex...exemple/ l'énergie solaire/ C'est quoi/ est produite par quoi/ Oui/

18. Elève _Le Soleil/

19. P_ Par le Soleil/ [Fin sous thème.](#) $\alpha < 206047 >$ [Début sous thème. Notion de système en physique. Les propriétés de l'énergie, les modes de transferts d'énergie et les chaînes énergétiques](#)

Maintenant donc on va prendre donc l'énergie d'une manière générale parce que vous avez donné plusieurs exemples/ Nous allons partir de l'énergie d'une manière générale pour expliquer donc ce modèle là c'est quoi/ A travers d'abord si vous lisez bien à travers ses formes/ $\alpha < 220140 >$ On a dit que donc l'énergie est d'abord introduite par ses propriétés puis

comme le font les physiciens par un principe fondamental de conservation/ Donc c'est une partie qu'on va voir/ Nous c'est surtout à travers les propriétés de l'énergie/ $\alpha < 235430 >$ Alors

les propriétés de l'énergie on voit que donc l'énergie peut être stocké par quoi/ Par un système/

C'est quoi un système/ (silence)/ C'est quoi un système en physique hein/ Comment on a

défini un système en seconde/ (silence)/ Comment on a défini un système en seconde/

(silence)/ Quand on faisait heu...les exercices sur les forces oui/

20. Elève _Un corps sur lequel agissent des forces/

21. P_ Un corps sur lequel agissent des forces/ C'est à dire le corps ...qu'on étu.../

22. Élève _ .../
23. P_...qu'on étudie/ C'est l'objet étu.../
24. Élève _ .../
25. P_...étudie/ Voilà donc c'est ça un système/ Le système donc c'est l'objet étudié/ C'est à dire donc ici l'objet d'étude d'accord/α<296478> Alors donc le système donc peut stocker de l'énergie hein/ Donc une forme d'énergie...l'énergie peut être conser...stockée/α<305782>Ensuite l'autre forme d'énergie/ l'énergie peut être .../
26. Elève _changée/
27. P _Changée/ c'est à dire une autre.../
28. Élève _ .../
29. P_... forme/ Parce que vous avez ici élaboré une liste d'énergie/ ça veut dire que donc sous...vous avez établi l'énergie sous plusieurs ...sous plusieurs formes/ Alors stockée on prend l'exemple de l'énergie solaire ...l'exemple de la photopile photovoltaïque les capteurs/ fait quoi/ Stocke de l'énergie l'énergie solaire les photopiles photocathodes/ Vous connaissez/
30. Élève _ .../
31. P _Voilà donc stocke de l'énergie l'énergie solaire/ Ensuite une fois cette énergie est stockée qu'est ce qui se passe/ Quel est le rôle de la photopile là-bas/ Les cellules oui/
32. Elève _Transforment l'énergie.../
33. P _Transforment l'énergie sous quelle forme maintenant là-bas/
34. Elève _électrique.../
35. P _Produit de l'électricité une énergie que vous avez ela... élaborée/α<363482>Donc l'énergie peut être stockée mais aussi peut être transformée/α<368960> Et maintenant la dernière propriété/ Peut être trans.../
36. Elève _transférée/
37. P _Transférée/ On part de quel système/ On part du Soleil qui transfère son énergie à quoi/ A la photo...photopile/ α<384097>Donc voilà différente forme l'énergie donc...les propriétés à retenir l'énergie peut être stockée elle peut être transformée mais aussi elle peut être transférée/α<397893>Donc on part d'un système à un autre le Soleil qui fournit qu'est ce qui reçoit là-bas/ L'autre système qui reçoit c'est quoi/
38. Elève _la photopile/
39. P _La photo...la photopile/ Donc le Soleil fournit la photopile reçoit/ Voilà donc on a là-bas deux systèmes voilà/α<418055>Donc le transfert se fera d'un système à un autre/α<421934> Maintenant comment se fait le transfert/ c'est le II/ Vous voyez donc les modes de transfert et de changement de formes de l'énergie/ On a vu que donc le mou...l'énergie pouvait être sous différentes formes mais aussi l'énergie pouvait être transférée/ α<440724>Alors comment se fait le transfert/ Donc le transfert se fait d'un système à un autre/α<446404> Ou bien on peut toujours avoir un même système dans le même système... le système peut être composé de deux sous systèmes/ On parle de sous-systèmes/ Dans le même système le système est un système composite/ α<457767>Alors le transfert va se faire à l'intérieur du système même/ D'accord/ α<463560>Alors ici on dit que quoi/ Dans ce cas le transfert d'énergie au sein du système peuvent se traduire par des changements de forme sous laquelle il stocke l'ener...l'énergie/α<475990>Les différents modes de transferts de l'énergie sont/ Alors la aussi il faut retenir/ on a quoi/ Le transfert par mode travail/ Comment on apprécie cela/ C'est à dire comment se rendre compte que ici le transfert se fait par mode de travail/ On considère que y a transfert d'énergie par mode de travail chaque fois qu'il y a déplacement d'un objet ou d'une partie d'un objet au cours d'une inter...interaction/Voilà/ donc on se rend compte qu'il y a énergie si et seulement si...y a travail si et seulement si ...y a /
40. Elève _déplacement/
41. P _Y a déplacement de l'objet...de l'objet étudié c'est à dire du système

étudié/α<523108>Donc un système... maintenant il suffit de voir maintenant quel est le système qui va ...qui a fournit l'énergie au système étudié/ Qui a permis quoi le déplacement/ Donc dès qu'il y a déplacement on peut parler quoi/ On peut parler de tra.../

42. Élève_ Travail/

43. P_...de travail. Voilà le premier mode de transfert/α<544495>Ensuite donc on peut distinguer là-bas le travail mécanique qui est l'objet donc de ce chapitre qu'on va voir le premier chapitre/ Et le travail élec...électrique qu'on verra ultérieurement/α<559410>Ensuite l'autre transfert/ le transfert aussi peut être le transfert thermique ou mode de ch.../

44. Élève_ Chaleur/

45. P_...chaleur/ Ensuite l'autre mode de transfert le transfert par mode de rayonnement/ Donc toutes ces formes de transfert là seront étudiés/ Donc on va utiliser les modèles pour interpréter/ Donc pour montrer que y a travail on va utiliser quoi/ Le modèle énergie c'est à dire donc j'ai ...je répète encore/ On va interpréter les faits en utilisant un modèle c'est à dire le modèle de l'énergie/ Sous quoi/ Sous quoi...en reconnaissant sous ses propriétés en tenant compte des propriétés de l'énergie/ α<601783>**Contrôle oral de connaissances** On a noté combien de propriétés/ Combien de propriétés on a noté/

46. Elève_ Trois/

47. P_ trois propriétés/ Alors la première propriétés mademoiselle/

48. Elève_ l'énergie peut être stockée/

49. P_ Deuxième propriétés/

50. Elève_ l'énergie peut être transformée/

51. P_ L'énergie peut être transf.../ Troisième propriétés/

52. Elève_ L'énergie peut être transférée/

53. P_ L'énergie peut être trans...transférée/α<622156>Et le transfert se fait q...sous forme de...oui vous derrière/

54. Elève_ déplacement/

55. P_ Sous forme de déplacement/ Quand on d...quand y a déplacement y a quoi encore/ Hein/

56. Elève_ mouvement/

57. P_ Mouvement c'est à dire/

58. Elève_ Travail/

59. P_ Travail/ Dès que y a...on apprécie ça sous forme de donc...l'énergie sous forme de travail/α<641265>Ou bien sous forme the.../

60. Elève_ thermique/

61. P_ Sous forme thermique/ Le transfert thermique et le transfert.../

62. Elève_ Par mode rayonnement/

63. P_ Par mode de rayonnement/ Et maintenant les systèmes dont on a parlé...donc il faut identifier maintenant les systèmes qui inter...interviennent au cours de ce transfert là/ Les systèmes qui interviennent au cours de ce transfert là/α<667571>**cours :Lecture du texte et explication du modèle (suite)** Donc il faut les identifier/ Et on a les différents types de systèmes qui interviennent au moment de l'interaction/ ça c'est la...le deuxième...toujours deuxième partie du même modèle énergie/ Donc vous voyez modèle de l'énergie partie II/ Les différents types de systèmes/ Alors ces systèmes là maintenant seront appelés soit réservoir ou bien quoi.../

64. Elève_ transformateur/

65. P_ Transformateur/α<696567>Alors c'est quoi un réservoir/ On dit que donc un réservoir est un...le heu...un réservoir c'est tout simplement...sera con est le système qui est capable de stocker l'énergie et qui est capable de faire quoi/ de faire va.../

66. Elève_ .../

67. P_...de faire varier l'énergie/ Voilà un réservoir/α<713112>Un réservoir c'est le système

qui est capable de stocker ou bien de faire varier l'ener...l'énergie/α<719608>Et le transformateur comme son nom l'indique c'est quoi...sans regarder la note/

68. Elève _ .../

69. P_...transformer/ Parce qu'on a dit que donc l'énergie peut être transformée/ Parce que ici on a évoqué plusieurs formes d'ener...d'énergie/ Voilà donc identifier le réservoir identifier aussi quoi/ Le transformateur/ Et ceci indique quoi/ Donc dans l'interaction là on aura chaque fois une chaîne/ Et maintenant dans la chaîne là il faut identifier quoi/ Le réservoir le transformateur/ Et vous avez donc chaîne énergétique en II/ Donc y aura une chaîne et identifier la chaîne/ Alors dans la chaîne maintenant il convient de symboliser au lieu mettre chaque fois réservoir transformateur transfert écrire en toute lettre les physiciens conviennent à utiliser un symbole/ Dès que vous voyez le symbole vous savez que ça c'est un réservoir ça c'est un transformateur ça ça explique quoi le trans...le transfert/ Et donc ce sont les symboles que vous voyez sous vos yeux là/Alors le réservoir sera tout simplement représenté par quoi/ Par un rectangle/ Et maintenant pour le transformateur y a une barre à...juste à gauche en haut/

70. Elève _ .../

71. P_ Voilà à droite en haut/ Et ensuite le transfert on met une ...une flèche/ Voilà dans la chaîne donc on doit faire figurer tous ces élé...tous ces éléments là/ Et maintenant qu'est ce qu'il faut noter surtout là-bas/ On tiendra compte surtout de la chaîne énergétique complète...que la chaîne énergétique complète commence et se termine par un reser...réservoir/ Donc la chaîne complète...la chaîne va commencer toujours par un réservoir et se terminera par un reser... réservoir/α<836493>Le réservoir initial est différent du réservoir fi...final/α<842529>

Clôture. Lecture et explication du modèle énergie Voilà donc le modèle qu'on va utiliser à savoir encore une fois l'énergie pour interpréter les phénomènes physiques/ Pour expliquer ou bien aussi pour prévoir d'autres résultats ou bien d'autres circonstances/ On va toujours utiliser donc le modèle je dis bien pour expliquer/ C'est compris/ Et le modèle ici utilisé sera le modèle de l'énergie/ Donc on va utiliser l'énergie pour expliquer les phénomènes qu'on va voir/Fin sous thème. Fin Thèmeα<873039> **Début Thème. Travail d'une force constante en déplacement. Sous thème. Annonce de l'étude du premier mode de transfert d'énergie : le travail** Introduction Chapitre Travail et Puissance Alors le premier mode qu'on va voir ici sera le travail/ Donc en grand chap...en chapitre I/ On va mettre PI/ Physique I/ Travail/ c'est le modèle..et Puissance/ Travail et

Puissance/α<903637> **Inclusion. Organisation du travail** Là aussi donc vous allez utiliser votre cahier en même temps vous allez vous servir du support là/ Donc dans le cahier y aura un complément là-bas à faire hein/ Donc vous allez...voilà.../ Donc modèle/ travail d'une force en déplacement/ (*il distribue de nouvelles feuilles*)/ Alors chaque fois vous allez coller ça au niveau de votre cahier pour ne pas perdre hein. Voilà/ **Fin inclusion. Organisation du travail**

Fin sous thème α<987059>**Début sous thème. transfert d'énergie par mode travail et déplacement du système** Cours Travail d'une force en déplacement

Alors ...donc là-bas vous voyez modèle travail d'une force en déplacement/ On va partir d'un exemple/(*efface le tableau pour faire un schéma*)/ Alors je prends un ouvrier... qui déplace une masse par l'intermédiaire d'une poulie/ Donc voilà l'ouvrier il est là/ Voila (il est en train de dessiner au tableau)/ Voilà l'ouvrier va déplacer la charge de masse m/ Donc fait monter sur une auteur h/ Il déplace la masse donc soulève une masse m par l'intermédiaire d'une poulie et d'un ...et d'un fil/ Voilà/α<1079963>Maintenant problème/ Ici est ce que la masse reçoit de l'énergie/ Est ce que la masse reçoit de l'énergie/ Oui/

72. Elève _ Non la masse ne reçoit pas d'énergie/

73. P_ La masse ne reçoit pas de l'énergie/ Pourquoi/ (*silence*) /

74. Elève _ C'est la poulie...c'est la poulie qui reçoit de l'énergie/

75. P_ C'est la poulie qui reçoit de l'énergie/

76. Elève _ .../

77. P _ De qui/ qui donne cette énergie là/
78. Elève _ C'est la personne qui tire/
79. P _ La personne/ Donc l'ouvrier donc en tirant.../
80. Elève _ en tirant la poulie/
81. P _ Oui/
82. Elève _ la poulie reçoit de l'énergie/
83. P _ Reçoit de l'énergie/ Et maintenant cette énergie reste sur la poulie/ Hein/
84. Elève _ Non non/
85. P _ Cette énergie reste maintenant sur la poulie/
86. Elève _ non non sera.../
87. P _ sera stockée par la poulie/ Et maintenant la masse là ne reçoit rien/ La masse/
88. $\alpha < 1147484 >$ Elève _.../
89. P _...vous parlez fort/
90. Elève _ La masse...la personne en tirant la corde /
91. P _ Hum hum/
92. Elève _ soulève la masse/
93. P _ Hum hum/ (*silence*)/ Oui maintenant en... la masse en se déplaçant je dis ne reçoit pas d'énergie selon vous/ Vous êtes d'accord/
94. Elèves _ Non non/
95. P _ Oui vous/
96. $\alpha < 1174230 >$ Elève _ La masse reçoit de l'énergie/
97. P _ La masse reçoit de l'énergie/ Pourquoi/
98. Elève _ Parce que la personne fournit de l'énergie/
99. P _ La personne fournit de l'énergie par l'intermédiaire de quoi/
100. Elève _ du fil/
101. P _ Par l'intermédiaire du fil/ $\alpha < 1188214 >$ Maintenant pour quoi vous dites que la masse reçoit de l'énergie/
102. Elève _ .../
103. P _ Oui pourquoi reçoit de l'énergie/ Qu'est ce qui nous permet de savoir que la masse reçoit de l'énergie/ Oui/
104. Elève _ Quand la charge monte.../
105. P _ Parce que y a déplace.../
106. Elève _.../
107. P _...déplacement/ C'est tout simplement/ $\alpha < 1210197 >$ On avait vu que donc ça c'est un mode ...hein c'est un mode... d'énergie/ Dès que y a déplacement on dit que donc le système reçoit de l'énergie/ Et ce mode d'énergie là ce modèle là sera quoi/ On appelle ça quoi/
108. Elève _ Travail/
109. P _ Le travail. Et ce modèle là est le travail/ Voilà/ $\alpha < 1231537 >$ Donc la masse en conclusion cette masse reçoit de l'énergie/ De quoi/ L'ouvrier. Par l'intermédiaire de quoi/ Par l'intermédiaire du fil et de la poulie/ [Fin sous thème. Transfert d'énergie par mode travail et déplacement du système](#) $\alpha < 1246700 >$ [Début sous thème. Travail d'une force. Déplacement du point d'application de la force](#) D'accord/ $\alpha < 1248726 >$ Alors ici la masse se déplace donc le système c'est ça / (*il indique l'objet de masse m*)/ Quelles sont les forces qui s'appliquent ici/ quelle est la force appliquée à la masse/ Oui/
110. Elève _ C'est le poids.../
111. P _ Le poids/ y a aussi la ten.../
112. Elève _ Tension du fil/
113. P _ Tension du fil **T**/ $\alpha < 1268578 >$ Alors ici on voit que donc y a la force y a une force **T** par l'intermédiaire donc du fil le fil exerce une ten.../
114. Elève _ tension/

115. P_...tension/ Et y a quoi/ y a déplacement de quoi cette fois-ci/ déplacement.../
116. Elève_ de la masse/
117. P_déplacement.../ (*insiste sur le point d'application de la force tension*).../ Oui déplacement de la masse par l'intermédiaire de quoi/
118. Elève_ du fil/
119. P_ Par quel modèle/ Par l'intermédiaire du fil alors le fil exerce quoi/
120. Élèves_ une force/ une tension/
121. P_ Une ten...tension/ Donc ça c'est un autre modèle/□<1303303>Maintenant l'action là cette action là aussi il faut interpréter ça par quoi/ Cette action a eu lieu grâce/ (*il indique la tension du fil*)/ à la force/ Y a action/ Vous avez défini la force comme étant une action/ donc vous dé...vous interprétez le déplacement maintenant par cette action/ L'action ici c'est quoi c'est la force/ Voilà un autre modèle/ Je dis chaque fois il faut interpréter d'accord/ Maintenant y a déplacement sous l'action de quoi/ (*il indique la tension du fil*)/
122. Elève_ De la tension/
123. P_ De la tension/ La force exercée au sys...au système/ Donc on voit que donc la masse en se déplaçant alors le point d'application de la force se dé...déplace et on dit que quoi/ On dit que maintenant cette force là travaille/ On dit que cette force travaille/ parce que y a quoi/ Y a déplacement du point d'application et ceci nous permet donc de définir le travail/ Alors quelle définition donnez-vous au travail maintenant/ Travail d'une force/ (*silence*)/ Quelle définition donnez-vous au travail d'une force/ Oui/
124. Elève_ Une force effectue un travail lorsque son point d'application se déplace/
125. P_ Une force effectue un travail lorsque son point d'application se dé...déplace/ Voilà comment on le scientifique explique le travail/□<1392478>Donc maintenant travailler c'est pas tout simplement rester sur place ou travailler intellectuellement hein/ C'est pas le fait de porter un lourd fardeau hein/ Le fait d'être fatigué qu'on a travaillé/ Donc travailler en physique c'est quoi/ C'est lorsque la force effe...le point d'application de la force se dé...se déplace très bien/□<1415699>[*Recours a la camera élève*] Donc la personne fournit de l'énergie à quoi/ A la masse/ Grâce à quoi/ Grâce au dép...déplacement par l'intermédiaire du...du fil/ Y a action/ cet action est interprétée par quoi/ Par une force/ Y a déplacement parce que y a force/ Et maintenant déplacement du point d'application de la force nous permet de dire donc.../ Donc l'énergie...sous forme de travail par l'intermédiaire de quoi/ Par l'intermédiaire de la force qui s'exerce sur quoi/ Sur le système étudié/ Et cette force nécessairement son point d'application doit se déplacer/ ça donc c'est la définition que vous avez sous vos yeux / [*Fin recours a la camera élève*]/□<1483212>Travail d'une force constante/ [*Fin sous thème. Travail d'une force. Déplacement du point d'application de la force*](#)□<1485769>[*Sous thème. Les facteurs qui influencent le travail mécanique*](#) Alors maintenant on va voir les facteurs dont dépend le travail/ A partir toujours d'une activité/ Qu'est ce qu'on fait/ On avait travaillé avec la masse m / On va...on remplace la masse m par une masse m_1 qui est supérieure... m_1 supérieure a m sur un même déplacement/ Donc le déplacement ne change pas/ On a tout simplement change la masse/ Alors l'ouvrier va-t-il fournir beaucoup plus d'énergie ou non/ Oui.../ L'ouvrier va fournir.../
126. Elève_ beaucoup plus d'énergie/
127. P_ Beaucoup plus d'énergie/ Pourquoi/ parce que.../
128. Elève_ m_1 est sup.../
129. P_ La charge a .../
130. Elève_ augmenté/
131. P_ La charge a augmenté/□<1540996> Donc la charge ayant augmenté sur un même déplacement l'ouvrier donc va fournir beaucoup plus d'énergie/ ça veut dire quoi/ ça veut dire que donc le travail va augmenter ou bien va diminuer/
132. Elève_ va augmenter/

133. P_ Le travail va augmenter/ $\square < 1556896 >$ Alors la masse est liée à quoi/ au poids/ Si le poids augmente ça veut dire que .../
134. Élève _ .../
135. P_ ...la tension augmente/ $\square < 1564962 >$ Donc on va dire quoi/ que le travail ...hein est proportionnel à quoi/
136. Elève _ l'intensité/
137. P_ L'intensité de quoi/
138. Elève _ de la force/
139. P_ De la force/ Bien/ Proportionnel à l'intensité de la force F/ Voilà un premier facteur donc la force F est un facteur dont dépend le travail/ Alors maintenant l'autre facteur je maintiens toujours la masse m maintenant je fais varier la hauteur/ Je déplace maintenant sur une hauteur h_1 supérieure h / Maintenant h_1 supérieure à h comment va évoluer le travail/
140. Élève _ .../
141. P_ Parlez fort/
142. Elève _ l'ouvrier va encore fournir plus d'énergie/
143. P_ Donc .../
144. Elève _ Donc le travail est proportionnel à la hauteur .../
145. P_ La hauteur c'est à dire d'une manière générale...le dép.../
146. Élève _ le déplacement/
147. P_ Le déplacement bien/ donc travail proportionnel au déplacement/ Maintenant l'ouvrier pour maintenant fournir moins de travail va toujours conserver sa masse mais maintenant va déplacer la masse sur un plan incliné/ Voilà le système reste inchangé maintenant le fil fait un angle α par rapport au déplacement/ Vous voyez que ici dans le premier cas le fil hein...est parallèle au dépla...au déplacement/ C'est à dire la force est parallèle au déplacement/ Maintenant quand le fil est incliné d'un angle α vous voyez que la force ici ...maintenant fait un angle α par rapport au déplacement/ $\square < 1682412 >$ Voilà la personne charge...donc la hauteur ne change pas la masse aussi ne change pas/ Et on s'aperçoit que ici la personne fournit moins d'é.../
148. Élève _ .../
149. P_ d'effort/ ça veut dire quoi ici quel est le nouvel ...le nouveau paramètre qui intervient ici/
150. Elèves _ angle/
151. P_ C'est l'angle/ Hein donc le travail est fonction de ...de l'angle/ Donc proportionnel au cosinus de l'angle α / [Fin sous thème. Facteurs qui influencent le travail mécanique](#) $\square < 1714267 >$ Voilà donc finalement l'expression va donner donc l'expression du travail est donnée c'est pour cela on dit donc... c'est pour cela qu'on dit donc le ...les facteurs dont dépend le travail on a ...la valeur du travail d'une force en déplacement dépend des facteurs suivants/ intensité de la force la longueur du déplacement et l'angle entre le vecteur force et le vecteur dep.../
152. Elève _ .../
153. P_ déplacement/ $\square < 1739532 >$ **Contrôle oral de connaissances** Voilà/ Donc.../Travail ...lorsqu'il y a quoi/ Lorsque le point d'application se .../
154. Elève _ déplace/
155. P_ ...déplace/ Y a travail lorsque le point d'application se déplace/ Les facteurs/ Les facteurs.../
156. Elève _ Les facteurs/ Il y a.../ il y a l'angle/
157. P_ Il y a l'angle/ Y a ensuite l'intensité de quoi/
158. Elève _ l'intensité de la force/
159. P_ De la force/ Y a aussi quoi / derrière/
160. Elève _ la longueur du déplacement/

161. P_ La longueur du déplacement/ Donc ces trois facteurs là seront tenus en ...en compte dont dépend le...le travail/α<1780172> [Début sous thème. Travail moteur, travail résistant et travail nul](#) Cours. Travail moteur, travail résistant et travail nul Maintenant si on prend on revient au premier cas/ Si on revient au premier cas/ On a ici deux types de force/ Y a quoi/ La tens.../

162. Elève_ la tension du fil/

163. P_ Y a aussi quoi/

164. Elève_ poids/

165. P_ Le poids/α<1797633> Alors regardez le poids par rapport au...la tension par rapport au déplacement/ Favorise -t-elle ou bien s'oppose-t-elle au déplacement/

166. Elève_ favorise/

167. P_ La tension oui/

168. Elève_ favorise/

169. P_ La tension favorise le dé...déplacement/Alors que .../

170. Elève_ .../

171. P_ ...le poids .../

172. Elève_ s'oppose/

173. P_ ...s'oppose au déplacement/ C'est à dire ne favorise pas le déplacement/ Donc y a/

174. Elève_ une résistance/

175. P_ ...il faudrait faire quoi un diffé...une différence différentiel/α<1829964> Lorsque la force favorise le déplacement on dit que le travail est moteur/ Lorsque la force ne favorise pas le déplacement on dit que le travail.../

176. Elève_ résistant/

177. P_ ... est résistant/α<1847950> Et ceci sera déterminé par une grandeur algébrique on va algébriser/

178. Parce que le cosinus de l'angle est compris entre quoi/ Cosinus alpha/ Cosinus de l'angle est compris entre quoi et quoi/

179. Elève_ 1 et -1/

180. P_ Entre -1 et 1/ Donc là vous voyez que donc comme ça dépend de l'angle on peut algébriser/ Alors si la force favorise le travail alors...si la force favorise le déplacement on dira que le travail est moteur et le travail sera compté positivement/ Si maintenant la force ne favorise pas le travail...le travail...le déplacement on dira que le travail est résistant et on va compter ça négativement/ Le travail sera compté négativement/ Donc convention/ convention/ travail ...la force favorise le mouvement le travail est compté positivement/ La force ne favorise pas le mouvement le travail est compté négativement/ On dit que donc le travail est moteur pour le premier cas et résistant pour le deuxième cas/ Maintenant si ça ne favorise ni ne défavorise le mouvement l'autre cas c'est à dire donc un travail est nul/ Voilà/ Donc voilà.../ Travail moteur en conclusion le travail d'une force est moteur si la force favorise le mouvement dans ce cas $W(\mathbf{F})$ est compté positivement/ Travail résistant on note ca...le travail d'une force est résistant si la force ne favorise pas le mouvement/ dans ce cas $W(\mathbf{F})$ est.../

181. Elève_ .../

182. P_ ...négatif/ Travail nul alors si la valeur du travail d'une force est nul on dit que le travail est...nul on note $W(\mathbf{F})$ égal a zéro/ Alors le travail est nul/ [Fin sous thème. Travail moteur, travail résistant et travail nul](#) α<1973770> [Sous thème. Travail d'une force constante en déplacement rectiligne](#) Cours. Travail d'une force constante sur un déplacement rectiligne Maintenant nous allons voir un cas/ Les types de mouvement/ Y a le mouvement de translation/ y a aussi les mouvements de rotation/α<1982792> Pour le cas d'une ...translation cas d'une translation on voit que donc le travail d'une force constante sur un déplacement rectiligne est donné par l'expression/ Donc donne directement l'expression parce

que dépendait de quoi/ de l'intensité...dépendait de quoi/ de la longueur du déplacement/
 Dépend de quoi/ de l'angle alpha/ $\alpha < 2004194 >$ Alors on a vu que le travail pouvait être compté
 positivement ou bien négativement/ Alors la relation mathématique qui traduit tout ça/ la
 relation mathématique qui traduit tout ça travail de la force \mathbf{F} au cours du déplacement \mathbf{AB} est
 traduite par le produit scalaire qui est une grandeur algé...algébrique/ $\mathbf{F} \cdot \mathbf{AB}$ / F scalaire
 \mathbf{AB} / $\alpha < 2027615 >$ Donc ici on introduit quoi/ La force hein le déplacement et aussi l'angle que
 forme la force et le déplacement/ Parce que ici vous avez F/ AB/ cosinus (de l'angle formé
 entre A et B)c'est à dire donc $\cos(\mathbf{F}, \mathbf{AB})$ qu'on note alpha alpha égale à l'angle formé par \mathbf{F} et
 \mathbf{AB} / $\alpha < 2059050 >$ Donc voilà donc le produit scalaire ici va traduire la grandeur algébrique du
 travail qu'on a déjà établi ici/ Donc vous ajoutez cette relation là/ Vous ajoutez F scalaire AB
 et vous mettez F fois AB fois cosinus de l'angle formé entre \mathbf{F} et \mathbf{AB} / Vous ajoutez ça là-
 bas/ $\alpha < 2080081 >$ $\alpha < 2092969 >$ Donc ça c'est le cas où le déplacement est rectiligne voilà.
 Prenez A B on prend une force \mathbf{F} voilà/ Voilà le cas simple/ (il fait un schéma représentant
 une force F en déplacement rectiligne)/ \mathbf{AB} représente le vecteur déplacement/ ça y est/ vous
 avez complété/ voilà/ Fin sous thème. Travail d'une force constante en déplacement
rectiligne $\alpha < 2150495 >$ Sous thème. Travail d'une force constante en déplacement quelconque.
Travail élémentaire. Force conservative. Cours Alors maintenant si le déplacement est
 quelconque/ Je prends le cas où le déplacement est quelconque/ Voilà je vais maintenant
 toujours utiliser la masse m/ La masse est déplacée de A à C en passant par en suivant le
 trajet A B C/ Voilà le problème/ Je veux déterminer le travail de la force \mathbf{F} voilà \mathbf{F} la force qui
 s'exerce sur la masse m/ Voilà la force exercée sur la masse m/ Maintenant je veux déplacer le
 corps de A à C en passant par le trajet A B C/ Comment faire à partir de ce qu'on connaît
 maintenant... / comment faire pour déterminer le travail de la force de A à C en suivant le
 trajet A B C/ Comment procéder/ Oui/ $\alpha < 2221494 >$
 183. Elève _ Il faut calculer le travail entre A et B puis après B et C/
 184. P _ il faut calculer le travail entre A et B puis entre.../
 185. Elève _ .../
 186. P _ ... B et C/ Donc on a fait quoi/ On a décou...il a découpé le tronçon en deux part...
 parties c'est à dire donc il a ramené ça au premier problème/ Hein travail d'une force constante
 sur un déplacement rectiligne/ Donc alors en découpant maintenant la portion AC en deux
 parties rectilignes on a défini donc un élément de travail qu'on appelle travail travail
 élémentaire/ $\alpha < 2260524 >$ Donc le travail de A à B d'abord ensuite travail de B à
 C/ $\alpha < 2272136 >$ Et maintenant pour avoir le travail total qu'est ce qu'on fait/
 187. Elève _ On additionne...on fait la somme/
 188. P _ On addi...on additionne et maintenant le travail total de A à C sera égal à quoi/ Oui
 vous/
 189. Elève _ travail de A à B/
 190. P _ Travail de A à B plus/
 191. Elève _ travail de.../
 192. P _ travail de B/
 193. Élève _ C/
 194. P _ Voilà/ $\alpha < 2292265 >$ Donc voilà si le déplacement est quelconque on fait appel à la ...on
 découpe le déplacement en éléments rectilignes en petits éléments rectilignes/ Et lorsqu'on
 découpe le travail en petits éléments rectilignes on a...on a fait quoi...on a effectué le travail
 élémentaire qu'on note comme ça ou bien W_{el} qui est égale à ça/ Et maintenant qui est égale à
 quoi à la force \mathbf{F} scalaire le déplacement élémentaire qu'on note Δl / ça ça veut dire un
 élément de longueur Δl / Donc voilà travail élémentaire donc chaque fois si le
 déplacement est quelconque on va découper en portion en petites portions rectilignes ce
 travail là/ $\alpha < 2340476 >$ Et maintenant le travail au cours du déplacement élémentaire c'est à dire
 donc en petites portions c'est ça qu'on appelle le travail élémentaire voilà/ $\alpha < 2348935 >$ Donc

c'est ça pour déterminer un travail quelconque on passe par le travail élé...élémentaire/ Alors pour un déplacement quelconque le travail de la force sera exprime par la somme des travaux élémentaires/ Le travail élémentaire d'une force \mathbf{F} alors il faut éliminer l'autre \mathbf{F} si vous regardez bien le deuxième \mathbf{F} vous éliminez ça sur un déplacement élémentaire $d\mathbf{l}$ est donné par l'expression suivante $W_{el}(\mathbf{F}) = \int \mathbf{F} \cdot d\mathbf{l}$ d'accord/ C'est bon/ voilà/ Donc voilà le travail élémentaire/ $\alpha < 2397039 >$ Maintenant je prends le cas là/ Au niveau de votre cahier vous pouvez prendre ça/ Par exemple je prends un déplacement quelconque A et B hein alors si j'exerce une force \mathbf{F} je prends un petit élément que je note $d\mathbf{l}$ le déplacement élémentaire/ Voilà un déplacement élémentaire donc vous découpez ça en petits segments de droites de A à B/ Donc chaque fois et vous faites quoi la somme des travaux élémentaires/ Alors la somme de ces déplacements élémentaires là aboutit à quoi au segment de droite AB et vous avez ça/ $\alpha < 2444088 >$ Donc vous faites deux vecteurs sommes de deux vecteurs deux à deux la résultante vous donnez ensuite troisièmes vecteurs plus résultante vous donnez ainsi de suite vous allez aboutir à quoi au segment de droite AB/ $\alpha < 2457988 >$ La somme des éléments de longueur est égale à quoi à AB d'accord ($S_{dl} = \mathbf{AB}$) / Et qu'est ce qu'on constate/ Alors le travail de cette force là de A à B en suivant ce déplacement là...le travail de cette force vous découpez donc en éléments rectilignes/ Et la somme des éléments de longueur là c'est égale au vecteur \mathbf{AB} / $\alpha < 2485566 >$ Donc le travail que cette force là effectue au cours du déplacement de son point d'application en prenant cette courbe là n'est rien d'autre que le travail de la force lorsque le point d'application se déplace de quoi de A à B suivant le segment là \mathbf{AB} / $\alpha < 2504507 >$ Alors qu'est ce qu'on constate/ on constate donc que le travail là dépend-il du chemin suivi/ On voit que le travail là suivant cette courbe est égale au travail suivant ce segment là/ Alors qu'est ce qu'on peut dire du travail/ Oui/

195. Elève_ Le travail ne dépend pas du chemin suivi/

196. P_ Le travail ne dépend pas du chemin suivi/ Le travail d'une force con...constante ne dépend pas du chemin suivi/ Mais tout simplement de quoi/ Du point de .../

197. Elève _ .../

198. P_ de départ et du point/

199. Elève _ .../

200. P_ ... d'arrivée/ $\alpha < 2537807 >$ Alors une telle force est dite une force conservative/ D'accord une telle force est dite force conservative/ Si le travail d'une force ne dépend pas d'un chemin suivi on dit que la force est conservative/ $\alpha < 2551978 >$ Donc vous complétez dans votre cahier/ $\alpha < 2554684 >$ Donc travail élémentaire... W élémentaire qu'on note ΔW égale \mathbf{F} scalaire $\Delta \mathbf{l}$ / Maintenant travail total de A vers B de \mathbf{F} égale somme des travaux élémentaires des ΔW qui est égale à $\int \mathbf{F} \cdot d\mathbf{l}$ hum/ Alors qui est égale à \mathbf{F} comme \mathbf{F} est une force constante je sors de la somme sommation/ \mathbf{F} scalaire $\Delta \mathbf{l}$ $\int \Delta \mathbf{l} = \mathbf{AB}$ / Et maintenant $\int \mathbf{F} \cdot d\mathbf{l}$ on voit que c'est quoi/ C'est $\mathbf{F} \cdot \mathbf{AB}$ et on revient à notre expression de départ $\mathbf{F} \cdot \mathbf{AB}$ / Voilà/ $\alpha < 2622862 >$ Donc vous prenez ça/ Vous mettez ça au niveau de votre cahier comme remarque/ Travail élémentaire/ ici travail total voilà/ Donc en complément sur le cahier/ $\alpha < 2646468 >$

201. Élèves _ (recopient) /

202. $\alpha < 2743859 >$ P_ Alors si vous ter...si vous prenez ça maintenant on va faire une application de ça/ Et l'application sera le travail du poids le poids est une force constante/ Voilà pour demain d'accord/ Donc vous prenez ça hein/

203. $\alpha < 2788598 >$ Élèves _ (continuent de recopier)/

204. $\alpha < 2821174 >$ Conclusion du cours P_ C'est bon hein/

205. Elève _ .../

206. P_ Vous mettez donc/ (il dicte les phrases suivantes)/ Le travail d'une force constante... ne dépend pas du chemin suivi mais du point de départ et du point d'arrivée/ Ne dépend pas du chemin suivi mais du point de départ et du point d'arrivée/ Une telle force est dite

conservative/ Une telle force est dite conservative/ [Fin sous thème. Travail d'une force constante en déplacement quelconque. Travail élémentaire. Force conservative](#)^{α<2913518>}
Clôture de la séance Donc maintenant comme exemple de force conservative le poids d'un corps et demain on va faire l'app...une application donc de ça à travers le poids/ Donc on va prendre le poids comme appli...application d'une force constante/ Voilà/ **Fin**
Thème^{α<2932940>}