

CHAPITRE 11

Étude compréhensive des formes de rencontre entre des élèves techniciens supérieurs en électrotechnique et le calcul scolaire des probabilités

Le chapitre 0 a été l'occasion d'évoquer brièvement quelques exemples de rencontres d'élèves avec le calcul scolaire des probabilités et de relever quelques-unes des principales formes de résistance ou d'engouement à son égard. Le signalement des formes de cette rencontre s'est accompagné de tentatives pour en comprendre le sens : il a alors été montré les limites des seules analyses didactiques et l'intérêt heuristique qu'il y avait à articuler anthropologie, histoire et philosophie des sciences, sociologie historique et compréhensive, didactique, sociolinguistique et psychologie cognitive. Ce chapitre est donc le lieu d'une étude approfondie et compréhensive des formes de cette rencontre.

Nous informons le lecteur que pour faciliter sa lecture, nous avons veillé à ne pas trop alourdir le corps du texte de longs extraits d'entretiens : aussi avons-nous choisi d'alterner leur présentation entre corps du texte et notes de bas de page.

Tout apprentissage, situé dans ou hors le cadre de la forme scolaire, s'effectue à partir d'un certain capital de connaissances, scolaires et scientifiques, pratiques et empiriques mais aussi théoriques et conceptuelles, de prénotions et de connaissances langagières, de références à des valeurs (éthiques, politiques, religieuses, mythiques, ...) tramées par des conditions sociales d'existence. Une des pistes de recherche pour tenter de comprendre le type de difficultés généralement rencontrées par les élèves électrotechniciens confrontés à l'apprentissage du calcul scolaire des probabilités, ou encore la nature des réticences et des résistances dont ils peuvent faire preuve, mais également l'engouement et l'aisance de certains d'entre eux, est d'une part de pouvoir rattacher les formes de sa réception et les modes de son appropriation, aux diverses représentations que ces élèves sont amenés à faire, par exemple, de pratiques sociales singulières¹⁸⁰⁸, des disciplines scientifiques, technologiques,

¹⁸⁰⁸ les prévisions (météorologiques, économiques, électorales, ...), les jeux de hasard, les horoscopes

des mathématiques scolaires, et d'autre part d'examiner les formes de leurs rapports à la pratique et à la théorie, à la langue, à la codification, à la formalisation et au formalisme, formes de rapports attachées à l'activation, à la sélection et à l'inhibition de schèmes généraux et spécifiques. La référence à certaines représentations conditionnées par des expériences et des jugements de valeurs, et la prééminence de l'activation et de la sélection de certains schèmes au détriment d'autres qui demeurent inhibés, (référence, prééminence et inhibition élaborées par différents modes de socialisation notamment, familiale, scolaire voire entrepreneuriale), peuvent en effet se révéler, soit des obstacles, soit au contraire des atouts à une appropriation heureuse du calcul des probabilités dans son ensemble ou seulement dans certaines de ses parties.

De même que les aptitudes sont généralement bien trop complexes pour être décrites par une théorie (*cf.* les aptitudes à parler ou à marcher), une connaissance rigoureusement positiviste des comportements, des manières d'apprécier, de raisonner, de faire, est en pratique et en principe impossible. « *Il nous est peut-être impossible, même en principe, de construire, pour un bon nombre de capacités humaines spécifiques, un modèle explicatif du genre de ceux que nous utilisons pour expliquer le comportement des objets physiques, ne serait-ce que parce que le modèle, s'il était exposé de façon suffisamment explicite et détaillée, pourrait bien être inintelligible (et inutilisable) pour des êtres humains.* »¹⁸⁰⁹ Cette manière d'envisager la connaissance des comportements et des pratiques nous conduit, d'une part, à ne formuler que des modèles interprétatifs provisoires et limités relatifs aux formes de réception et aux modes d'appropriation d'une discipline scolaire, et, d'autre part, à écarter la traditionnelle distinction entre un fait et sa valeur. C'est ainsi que nous rendons compte des observations et des entretiens d'élèves techniciens supérieurs en électrotechnique en faisant état, dans nos analyses et commentaires, de certaines "vertus cognitives" habituellement acceptées dans les sciences exactes. Ainsi les termes "cohérence", "simplicité", "concision", "clarté", "rigueur", etc., ont-ils pour ambition de représenter "objectivement" les appréciations auxquelles ils sont appliqués. Il nous apparaît en effet difficile de décrire adéquatement et avec précision des pratiques observées, sans user de termes et de concepts se rapportant au registre axiologique. Écrire, par exemple, que tel élève "manque de considération" pour un savoir, ou que tel autre apparaît "démuni" face à un exercice, ce n'est ni blâmer, ni déplorer, mais simplement décrire.

¹⁸⁰⁹ J. BOUVERESSE, *Rationalité et cynisme*, éditions de Minuit, 1984, p.54

Les élèves qui préparent le brevet de technicien supérieur en électrotechnique, dans le cadre de la formation initiale ou continue, sont porteurs d'une histoire à la fois sociale, individuelle et collective. Appréhendant les contraintes et mobilisant leurs ressources, ils tentent d'articuler dynamique identitaire, recherche de sens dans leurs études, et réussite à un diplôme susceptible de rendre possible une insertion professionnelle ou une nouvelle poursuite d'études supérieures. Tout au long de leur scolarité, ils construisent, déconstruisent et reconstruisent un rapport au savoir scolaire mathématique, plus exactement un rapport à la discipline scolaire mathématique : ce rapport, qui évolue et se modifie au fur et à mesure de leur parcours scolaire en fonction de ce qu'ils perçoivent de la personnalité des enseignants et de celle de leurs pairs, des formes d'enseignement, des intérêts et des désintérêts, des réussites et des difficultés, des projets élaborés, abandonnés ou reconsidérés, est de nouveau bousculé à l'occasion des exposés des premiers chapitres et des premières définitions de calcul scolaire des probabilités dans la mesure où ceux-ci induisent de nombreux changements¹⁸¹⁰ relatifs, d'une part aux formes de représentation des élèves, notamment de ce qu'ils considèrent comme les mathématiques scolaires "légitimes" car traditionnelles (l'arithmétique, l'algèbre, l'analyse, la géométrie plane ou dans l'espace, la trigonométrie, etc.), et d'autre part aux différents schèmes plus ou moins aisément activés lors des activités mathématiques scolaires "habituelles" (appropriation des cours, résolution d'exercices, etc.).

Les travaux des chercheurs auxquels nous nous référons¹⁸¹¹ ont montré qu'il existe des spécificités anthropologiques, épistémologiques, historiques et sociales des disciplines scolaires qui conditionnent les formes de leur réception et les modes de leur appropriation par les élèves, eux-mêmes affectés par les conditions sociales qui structurent leur activité. Par ailleurs, l'analyse socio-historique de l'élaboration de la science probabiliste a montré combien les formes de rapport au calcul des probabilités pouvaient s'opposer à celles du

¹⁸¹⁰ - changements qui peuvent être des ruptures -

¹⁸¹¹ - essentiellement Michel DEVELAY (didactique), Jean Marc MONTEIL (psychologie sociale) et Guy VINCENT (sociologie) -

rapport aux “mathématiques pures”¹⁸¹². Ce dernier point conduit à interroger les effets sur les élèves d’un enseignement qui s’attache non plus à des objets scolaires “purement” mathématiques¹⁸¹³, mais à un ensemble hybride qui mêle objets mathématiques, objets non mathématiques¹⁸¹⁴ et artefacts pédagogiques.

Section I. Repérer et comprendre les formes de réaction suscitées par le caractère hybride du calcul scolaire des probabilités

Considérant que de l’avis des enseignants en mathématiques, élèves et étudiants éprouvent, quelles que soient les filières, des difficultés particulières à leur égard¹⁸¹⁵, Sylvette MAURY affirme dans sa thèse que les obstacles proviennent essentiellement de ce que « *les probabilités entretiennent des liens étroits avec la réalité* »¹⁸¹⁶. Cette affirmation, qui fait implicitement référence aux probabilités scolaires, nous amène à formuler au moins trois interrogations. Tout d’abord, que signifie, pour son auteur, l’expression “*liens étroits avec la réalité*” ? Nous la comprenons ainsi : “*les probabilités scolaires se rapportent à des choses ayant trait à la vie de tous les jours*”. En ce sens, cette affirmation est-elle recevable ? Nous sommes d’avis que cela dépend du contexte historique et social dans lequel un tel enseignement est dispensé. Ainsi, comme nous l’avons montré¹⁸¹⁷, pendant la période dite des “mathématiques modernes”,

¹⁸¹² Les controverses proprement scientifiques relatives à la fois au statut du calcul des probabilités et à ses applications n’ont pas été sans incidence sur les formes de sa diffusion et de son enseignement. Nous avons par exemple évoqué le fait qu’à l’École Polytechnique, vers 1860, lorsqu’une relative autonomie a été laissée aux professeurs de mathématiques, ceux-ci, au rang desquels figurent C. HERMITE et C. JORDAN, se sont hâtés de ne plus enseigner le calcul des probabilités. Vingt-cinq ans plus tard, lorsque cet enseignement est redevenu obligatoire dans le cadre d’un nouveau programme d’analyse, C. JORDAN a été contraint de l’assurer, mais dix ans après, et à son instigation, le cours de probabilités a de nouveau été supprimé du cours d’analyse et transféré aux cours d’astronomie et de géodésie.

¹⁸¹³ Ils ne sont jamais “purement” mathématiques car “pédagogisés”.

¹⁸¹⁴ On fait du calcul des probabilités pour les jeux de hasard, les contrôles de production, mais aussi en biologie, en médecine, en sociologie, en psychologie, etc. On prélève au hasard des jetons ou des boules de couleur dans des urnes, on joue à pile ou face avec une ou plusieurs pièces, on lance des dés pipés ou non, on tire au hasard des cartes au sein d’un jeu, on s’intéresse à des loteries, etc.

¹⁸¹⁵ « *Ainsi nombre d’élèves réputés bons - voire très bons - en mathématiques rencontrent des obstacles.* » S. MAURY, *Contribution à l’étude didactique de quelques notions de probabilité et de combinatoire à travers la résolution de problèmes*, Thèse d’État, mention sciences, Université de Montpellier II, 1986, p.18

¹⁸¹⁶ S. MAURY, *Contribution à l’étude didactique de quelques notions de probabilité et de combinatoire à travers la résolution de problèmes*, *op. cit.*, p.18

¹⁸¹⁷ cf. Chapitre 7, Section II, §.4. Les effets de la domination de la production bourbakiste sur le développement et sur l’enseignement des statistiques et des probabilités dans la seconde moitié du XX^e siècle

même les probabilités ont fait l’objet d’une algébrisation pure et dure et en ce sens, leur enseignement ne se rapportait pas à “*des choses ayant trait à la vie de tous les jours*”. Aujourd’hui, on peut juger pertinente l’affirmation de Sylvette MAURY. Troisième interrogation : en admettant que les probabilités entretiennent des liens étroits avec la réalité, pour quelles raisons cette “liaison” serait-elle susceptible d’engendrer des difficultés spécifiques ? Dans la période où cette recherche est conduite, les mathématiques scolaires “habituelles” enseignées au lycée, se caractérisent effectivement par une coupure, sinon avec toute la réalité, du moins “*avec les choses ayant trait à la vie de tous les jours*” : ainsi l’algèbre (à travers le maniement de calculs littéraux - développement, factorisation -, la résolution d’équations et de systèmes d’équations, les nombres complexes), l’analyse (calcul différentiel - dérivées, équations différentielles -, étude des fonctions - logarithmes, exponentielles -, calcul intégral), la géométrie vectorielle (notions de vecteurs, de barycentre), apparaissent comme des mathématiques difficilement mobilisables dans le cadre de pratiques sociales banales ou quotidiennes¹⁸¹⁸ et appartiennent donc à des univers relativement étrangers aux préoccupations communes¹⁸¹⁹. La question se pose donc de savoir si le calcul scolaire des probabilités est ou non en rupture avec cette représentation des mathématiques comme objet purement théorique et formel et “coupé du monde” ? Dans la mesure où tout enseignement probabiliste, aux niveaux d’étude qui nous intéressent¹⁸²⁰, mêle objets mathématiques et non mathématiques, le calcul scolaire des probabilités relève des mathématiques hybrides, ce qui constitue à plusieurs titres, une rupture avérée avec la représentation dominante des mathématiques scolaires “habituelles”. Cependant, comme le font apparaître certaines observations, cette rupture, contrairement à ce que laisse entendre Sylvette MAURY, n’entraîne pas forcément des difficultés pour tous les élèves : elle peut au contraire induire, pour certains d’entre eux qui se sont socialisés d’une manière que nous serons amené à préciser, des rencontres plus heureuses avec ce savoir hybride qu’avec les mathématiques scolaires “habituelles”.

Nous avons brièvement évoqué, dans le chapitre 0¹⁸²¹, le dédain affiché par Etienne pour le calcul des probabilités, dédain justifié par le faible niveau des connaissances mathématiques supposées devoir être mobilisées dans ce

¹⁸¹⁸ d’où nombre de questionnements récurrents d’un certain type d’élèves vis-à-vis du sens de cet enseignement : “à quoi ça nous sert ?”

¹⁸¹⁹ Nous avons d’ailleurs souligné, dans le premier volume (*cf.* Rapport à l’objet), combien les mathématiques coupent du monde.

¹⁸²⁰ Enseignement secondaire et BTS

¹⁸²¹ *cf.* Section II : Signalement des principales difficultés et réussites à partir de l’évocation de quelques brèves études de cas permettant l’élaboration des premières hypothèses

domaine. Or, le fait que ces connaissances soient perçues comme élémentaires peut, *a contrario*, susciter un intérêt chez des élèves connaissant habituellement des difficultés en mathématiques générales, car ils entrevoient alors une possible réussite à une de leurs tentatives d'appropriation du savoir scolaire mathématique. Dans la mesure où ces formes de réaction ne sont nullement singulières, il apparaît nécessaire de procéder à une étude des formes de représentations relatives au statut des objets étudiés, au niveau des connaissances et des habiletés mathématiques censées prévaloir dans le calcul scolaire des probabilités, et à évaluer l'incidence de ces représentations sur les performances.

§.1. Incidence éventuelle des formes de représentation relatives au statut des objets servant de support à l'enseignement des probabilités et au niveau des connaissances et des habiletés mathématiques censées prévaloir dans ce domaine

§.1.1. Comprendre certaines manifestations de rejet (suivies ou non d'effets)

*« Et, moi, je peux vous dire, j'entends tout le monde dire : “les probas, ça nous saoule”. Voilà, c'est ce qu'on entend... »*¹⁸²²

Etienne¹⁸²³, 21 ans, prépare le BTS électrotechnique dans le cadre de la formation continue en alternance (GRETA). Il dit avoir pour projet de devenir pisteur de haute montagne et d'assurer la maintenance des remontées mécaniques dans une station de sports d'hiver¹⁸²⁴. À travers son expérience scolaire, il a construit une représentation de ce qu'il estime être un savoir scolaire “sérieux” et de ce qui ne l'est pas. Les premières leçons de probabilité au cours desquelles sont exposées les règles de codification et de formalisation spécifiques à l'algèbre des ensembles, puis, par analogie, à l'algèbre des événements, suscitent une réaction de rejet qui rejaillit sur l'ensemble des cours de probabilités. *« Les probas, j'y ai pas pris au sérieux du tout. Moi, faut qu'il y ait des grosses formules de maths, avec des trucs à appliquer, des pages de*

¹⁸²² Henri, élève de BTS électrotechnique (formation initiale).

¹⁸²³ père : ingénieur des services techniques ; mère : secrétaire

¹⁸²⁴ Etienne : *« Tu vois, moi mon rêve, c'est d'être à la montagne, un p'tit boulot tranquille où j'vais l'matin avec l'envie d'y aller. D'un autre côté, des moments libres pour profiter de la montagne, pour faire du ski, pour m'occuper p't'être de ma famille plus tard, même si j'ai pas un gros salaire. Si j'peux offrir un minimum à mes enfants et à ma femme, juste ça, un peu d'argent, une bonne situation pour être heureux. »*

calculs et là, ça m’amuse... Mais les probas où faut faire des sacs à patates, des p’tites croix et tout, j’ai l’impression d’retomber en enfance... » Il justifie ce dédain en évoquant le sentiment de dégradation qu’il ressent à devoir se consacrer à des mathématiques qu’il juge enfantines alors qu’il a jusqu’alors été confronté à des mathématiques beaucoup plus ambitieuses. On peut s’interroger sur les raisons invoquées par Etienne pour justifier ce rejet : ne s’agit-il pas d’un alibi lui permettant de justifier son manque d’intérêt ? Rien de moins sûr tant il assume par ailleurs ses renoncements sans chercher d’excuses ou de prétextes. Bien qu’il déclare n’avoir travaillé dans aucune matière¹⁸²⁵, il n’a cependant pas renoncé à réussir son examen. Etienne affirme avoir toujours procédé ainsi et que cela lui a toujours bien réussi. *Etienne : « Toute ma scolarité, j’ai jamais bossé, j’ai jamais bossé en fait, toute ma scolarité ça a été comme ça, donc, j’ai r’doublé ma s’conde parc’que bon j’suis sorti du collège, on était vachement prisonnier, vachement suivi, on m’a lâché au lycée, on était d’jà libre comme c’tait pas possible, on sortait pendant les pauses, on n’avait plus d’études, plus rien, on sortait. Moi j’étais tout le temps au bar, dès qu’y avait une heure de pause, j’étais au bar, j’étais avec des copains, on s’amusait, c’tait l’lycée, c’tait la liberté quoi et pis, j’mesuis ramassé en s’conde parce que là, vraiment, j’ai strictement rien foutu, la deuxième seconde, ça m’a r’mis en confiance parc’que j’ai commencé à avoir des bonnes notes, ça m’a r’donné un coup d’booster parce que deuxième seconde, ça c’est super bien passé. La première, ça c’est bien passé et pis en terminale, j’ai un peu fait l’con parc’que j’étais tout l’temps au ski t’sais, euh... l’année du bac, j’ai fait cinq semaines de ski. Ben le bac, ça s’est bien passé donc euh... d’ce côté-là, j’suis content, pis j’espère que pour le BTS, ça va être pareil quoi.. »* Dans ce contexte, il ne voit donc pas de raison de changer sa manière d’être et c’est pourquoi il ne fait pratiquement rien pendant l’année et consent à se mettre au travail uniquement le dernier mois. *Etienne : « J’vais essayer d’faire l’maximum pour l’avoir, pour bosser... là, j’suis à fond dans les révisions... »* Cette manière de faire contribue à forger une image de “dilettante intelligent” qui peut réussir tout ce qu’il veut quand il le veut¹⁸²⁶ et qui a choisi de se consacrer en priorité aux loisirs. Il déclare ne pas pouvoir rester

¹⁸²⁵ Etienne : « Chez moi j’ai jamais bossé. Ça fait deux ans, j’ai même pas ouvert un cahier. »

¹⁸²⁶ Etienne : « Toute ma scolarité, ça a été comme ça euh... même pour l’bac, j’y suis allé, j’ai même pas révisé... »

inactif¹⁸²⁷, éprouver beaucoup de difficultés à rester attentif durant les cours auxquels il ne s'intéresse que lorsqu'il va au tableau¹⁸²⁸, et reconnaît avoir besoin de pression pour travailler¹⁸²⁹. Rester passif huit heures par jour dans une salle de classe en étant soumis à la pression continue d'une émission de savoirs scolaires parcellisés lui est excessivement pénible. *Etienne* : « Ça me gave ! » Cette expression résume à elle seule les formes de la rencontre entre Etienne et les savoirs scolaires, et en particulier avec le calcul scolaire des probabilités. Elle souligne à quel point son rapport à la forme scolaire¹⁸³⁰ d'enseignement conditionne la forme de son rapport aux probabilités.

Les représentations qu'il a construites du calcul des probabilités scolaires et qui se limitent au tirage au hasard de jetons ou de boules de couleur dans une urne, font qu'il dit avoir du mal à s'intéresser à ce qu'il considère être des enfantillages. Il déclare préférer enchaîner de longs calculs qui conduisent, par exemple, à la résolution d'équations. *Etienne* : « Moi, je sais qu'en maths, j'me suis toujours intéressé en maths, j'adorais ça t'sais et euh... tout c'qu'est LAPLACE, FOURIER et tout, on f'sait des trucs qui étaient durs, qui avaient un niveau assez dur, qu'on a vus assez rapidement mais bon, c'est un truc où vraiment euh... ça m'intéressait, ça m'plaisait, donc j'me suis investi un peu là-d-dans et pis, j'sais qu'ça se passe pas trop mal quoi. Y avait un truc qui m'plaisait, qui m'a vraiment plu dans les maths et tout, c'tait la résolution de systèmes. Des trucs à cinq, six inconnues et tout, alors ça, c'tait excellent ça. » Son père, ingénieur responsable des services techniques municipaux d'une ville moyenne a connu une ascension permanente après un départ délicat.

¹⁸²⁷ *Etienne* : « Y a un truc qu'est assez contradictoire, c'est que j'aime pas bosser mais j'aime pas glander. Comme là, j'peux pas rester inactif. T'sais, j'me suis coupé les doigts et tout, j'pouvais plus aller au boulot et tout, j'suis resté trois mois à glander chez moi et tout, mais y avait un ras l'bol quoi, fallait qu'j'rattaque, fallait qu'j'm'occupe, fallait qu'j'me change les idées parc'que au bout d'un moment t'sais, tu commences à en avoir marre, t'es pas productif, une vraie larve, tu fais rien quoi et d'l'autre côté, l'boulot, au bout d'un moment quand y en a trop y en a trop quoi, vraiment tu commences à en avoir marre... »

¹⁸²⁸ *Chercheur* : « En cours, je t'ai déjà vu dormir, j't'ai vu r'garder les filles par la fenêtre, j't'ai vu sortir, aller acheter à boire, discuter... »

Etienne : « Ah ouais, complètement. »

Chercheur : « Et des fois au contraire, j't'ai vu aller au tableau... »

Etienne : « Ouais, ouais. Mais en fait, j'me suis rendu compte que c'était au tableau que j'arrivais le mieux à comprendre comme avec le prof d'électrotech, des fois ses cours, mais c'est chiant, c'est barbant et pft... t'es au fond d'la salle, il débite son cours, non, moi, j'sais que si j'participe pas, si vraiment j'm'investis pas, en fait, si j'suis pas vraiment impliqué dans c'qu'on me demande de faire, c'est vrai qu'j'm'investis pas. »

¹⁸²⁹ - nécessité d'avoir un objectif à atteindre dans un court délai -

¹⁸³⁰ cf. Chapitre 1, Section I. Forme scolaire et discipline : la règle impersonnelle imposée par la contrainte

Etienne : « Mon père, il a commencé, il a même pas son bac, il a raté son bac, il a commencé comme dessinateur à la ville de Saint Maur, et pis, t'sais, il a commencé là-bas, et pis en fait jusqu'à trente ans, il a passé des concours : ingénieur subdivisionnaire, ingénieur en chef et tout, il est ingénieur première catégorie donc euh... c'est vrai que bon, mon père, il a quand même une réussite professionnelle qui est assez impressionnante quand même, parce qu'à trente ans, il a fini ingénieur alors qu'il avait même pas son bac. » Sa mère, secrétaire, s'est essentiellement consacrée à l'éducation des enfants. Un élément familial nous semble devoir être pris en considération pour comprendre certaines des raisons qui ont pu inciter Etienne à faire preuve de beaucoup de résistance dans son rapport à la forme scolaire et à construire une image qui a pour caractéristique principale de se situer à l'opposé de celle de l'élève laborieux, appliqué et studieux : il s'agit de l'existence d'un frère jumeau décrit par Etienne comme sérieux et travailleur.

– *Etienne : « J'ai un frère jumeau. Lui, en fait, il est assez sportif. Il a fait du foot assez longtemps et pis il est parti à l'UFRAPS, la fac de sports. Donc, euh... il est parti là-bas et pis bon, ça s' passe pas trop mal quoi. »*

– *Chercheur : « Est-ce qu'il est plus engagé que toi dans les études ? »*

– *Etienne : « Ah ouais, ouais, il a toujours été plus engagé qu'moi, ouais, et pis euh... Ben, en fait, moi, si tu veux le problème que j'ai vraiment eu avec mes parents, enfin surtout avec ma mère, c'est qu'elle nous comparait avec tout le monde. Avec mon frère, au point de vue des notes et tout... »*

– *Chercheur : Elle vous comparait ton frère et toi ? »*

– *Etienne : « Elle comparait moi et mon frère par rapport au travail qu'on fournissait. C'est vrai qu'mon frère travaillait plus. Moi, j'étais plus à sortir, à faire la bringue alors qu'mon frère travaillait. »*

Dans la mesure où ce dernier, plus fragile à la naissance et donc davantage protégé, a répondu aux attentes de ses parents, il n'est pas exclu qu'Etienne, dans son besoin de se différencier de son frère, ait inconsciemment adopté des

conduites de vie opposées¹⁸³¹. Pour Etienne, le rapport aux savoirs scolaires et aux études apparaît organisé selon une double logique : une logique d'efficacité par laquelle il tente d'obtenir un maximum de rendement, ce qui l'incite à écarter les disciplines, comme les probabilités, qu'il estime puérides¹⁸³², et une logique de distanciation par laquelle il s'efforce de montrer qu'il s'engage très peu dans les apprentissages des savoirs scolaires.

* * * * *

Si la présentation du calcul scolaire des probabilités, jugée puéride, peut susciter des discours de rejet, ceux-ci ne sont pas forcément suivis d'effet. Jean-Marie¹⁸³³, 20 ans, prépare son BTS dans le cadre de la formation initiale (lycée). Bien qu'il affirme vouer une aversion à cette discipline et être même souvent "bloqué" face à des exercices¹⁸³⁴, le niveau de ses performances demeure satisfaisant. Comme Etienne, il dit éprouver un profond dédain à l'égard du savoir scolaire probabiliste en raison du statut des objets qui servent de support à l'enseignement des probabilités.

- *Jean-Marie* : « Ouais, les probas, c'est des trucs... ça change complètement, c'est déjà séparé par rapport au reste, parc'que les autres chapitres de maths y a toujours une application électrotech, un exercice qui s'applique dans l'électrotech, des trucs comme ça, alors que là c'est des billes, des trucs comme ça, ça fait déjà un peu... »
- *Chercheur* : « Ça fait un peu... »
- *Jean-Marie* : « Ça fait trucs pour enfant. »
- *Chercheur* : « Trucs pour enfant ? »
- *Jean-Marie* : « Des boules noires, des boules rouges... »

¹⁸³¹ *Etienne* : « J'ai fait des conneries et moi j'me dis que plus tu fais des conneries, meilleur tu deviens parce que c'est en faisant des conneries qu'on apprend et euh... un gars qui a fait plein de conneries dans sa vie et tout, un jour où l'autre, ses conneries, au moins il sait qu'il les refera pas et pis, ça apprend, déjà, y a des morales dans les conneries, faut r'garder le bon côté des choses, les analyser. C'est comme les interros. Les interros, quand on prend des boîtes, c'est rien, moi, j'm'en foutais des boîtes. La preuve, j'ai eu mon bac en bossant sur des interros où j'avais eu deux ou trois. Le tout, c'est d'les r'prendre, d'bien les corriger, analyser là où on a eu faux et pis réviser c'qu'on a péché et à mon avis euh... enfin, moi j'sais pas, c'est comme ça qu'j'conçois, c'est plus tu fais des conneries et pis meilleur tu deviens quoi. Même si un jour où l'autre ça vient tardivement, ça viendra un jour ou l'autre donc euh... enfin, moi j'sais pas, c'est cette optique que j'ai quoi, mais bon, y a des conneries, j'en suis pas très fier quoi enfin euh... »

¹⁸³² - l'expression de son rejet envers les probabilités est suivie d'effet -

¹⁸³³ père décédé : ancien cadre à la DDE ; mère : infirmière

¹⁸³⁴ *Jean-Marie* : « C'est vrai qu'ça m'bloque les probas, j'sais pas pourquoi. »

Jean-Marie vit avec sa sœur aînée¹⁸³⁵ et sa mère. Son père est décédé. Les éléments recueillis lors de l'entretien qu'il nous a accordé et qui rendent compte notamment de la quantité et de la forme des dialogues au sein de sa famille et d'un mode d'exercice de l'autorité familiale qui met l'accent sur la nécessité d'intérioriser le contrôle de son comportement, conduisent, en référence à la catégorisation des formes de structuration de l'environnement familial élaborée par Jacques LAUTREY¹⁸³⁶, à rapporter le mode de socialisation à l'œuvre dans cette famille au modèle théorique de la structuration souple caractérisée par une adoption de règles relativement flexibles et une adaptation aux circonstances. Cette appréciation nécessite cependant d'être fortement nuancée tant les formes de rapports au père et à la mère apparaissent différenciées¹⁸³⁷. La référence au père décédé est en effet extrêmement présente et structure fortement ses conduites de vie, ses schèmes d'appréciation et ses logiques d'action qui sont principalement des logiques d'imitation à un modèle hyper idéalisé. Par ailleurs, l'expérience continue et longue d'assujettissement et de moralisation spécifique de la forme scolaire qui trouve son prolongement dans l'enseignement technologique et professionnel¹⁸³⁸, expérience combinée à une éducation chrétienne¹⁸³⁹, la pratique régulière d'une activité sportive¹⁸⁴⁰ ainsi qu'un certain nombre d'expériences professionnelles dans des entreprises, ont contribué à

¹⁸³⁵ étudiante en BTS, filière transports

¹⁸³⁶ cf. Chapitre IV, §.1 : Incidence des formes de structuration de l'environnement familial sur le développement et le fonctionnement cognitif de l'enfant.

¹⁸³⁷ Chercheur : « *Tes parents, tu les craignais ? Par exemple leurs décisions, est-ce qu'elles se discutaient, se négociaient ?* »

Jean-Marie : « *Avec ma mère oui, mon père non.* »

Chercheur : « *Ton père non, c'est-à-dire ?* »

Jean-Marie : « *C'est que j'le craignais, c'est quelqu'un qu'était très respecté, donc quand il portait un jugement, j pense qu'il avait l' bon jugement, donc j'le respectais.* »

Chercheur : « *Tu penses que c'qu'il pensait était juste et donc que ça s' discutait pas ?* »

Jean-Marie : « *Quand lui avait une opinion et ma mère une opinion différente, j'préfèrais l'opinion d' mon père.* »

Chercheur : « *Est-ce que ton père était quelqu'un qui doutait, qui hésitait ?* »

Jean-Marie : « *Non, non il était sûr. Par exemple, chaque fois qu'il entamait quelq' chose, qu'il voulait construire quelq' chose...* »

Chercheur : « *Par exemple, construire quoi ?* »

Jean-Marie : « *Par exemple une barque. Il était sûr d'y arriver, il mettait tout c'qu'il pouvait pour y arriver.* »

Chercheur : « *Tu penses être un peu comme ça ?* »

Jean-Marie : « *Ouais, j'essaie d' ressembler à ça.* »

Chercheur : « *Tu essaies de ressembler à ça : c'est-à-dire ?* »

Jean-Marie : « *Aller au bout, c'est-à-dire toujours finir les choses.* »

¹⁸³⁸ L. TANGUY, *L'enseignement professionnel en France*, PUF, 1991

¹⁸³⁹ Jean-Marie : « *Mes parents ont voulu que je fasse du catéchisme, que j'ai suivi minimum jusqu'à l'âge de 10/11 ans et pis après j'ai arrêté.* »

¹⁸⁴⁰ judo, une fois par semaine

favoriser la constitution d'une personnalité conciliante et disciplinée. Jean-Marie trouve ainsi "naturelle" la division sociale du travail à laquelle il se soumet sans rechigner¹⁸⁴¹. Il considère sa scolarité et son avenir avec beaucoup de sérieux¹⁸⁴² et s'est construit un projet¹⁸⁴³. Il se fixe des objectifs et s'y tient, consacre son temps à ses études au détriment de ses loisirs et de ses relations. *Jean-Marie* : « *Pour l'instant j'me consacre beaucoup plus aux études, parc'que j'pense que j'peux avoir facilement des copines, donc c'est pas ma préoccupation pour l'moment et pis d'ailleurs j'sors moins souvent, y a les examens qui approchent, tout ça.* » Il juge sévèrement les élèves qui ne travaillent pas sérieusement et estime qu'ils ne méritent pas de réussir leur examen.

Il existe une différence notable entre les jugements de déconsidération portés par Etienne et par Jean-Marie à l'égard des probabilités. En effet, alors que les propos d'Etienne expriment un rejet immédiat et assumé, ceux de Jean-Marie paraissent relever du registre de la déploration comme s'il s'agissait pour lui de trouver des raisons à ses difficultés. Ces impressions sont confirmées par l'attitude d'Etienne qui, en cohérence avec le mépris qu'il revendique pour cette discipline, affiche sa résistance en adoptant une attitude de rejet qui se manifeste notamment pendant les cours, par une non-attention, un refus de prendre des notes et de s'investir dans les activités scolaires dévolues, alors que Jean-Marie, fait au contraire tout son possible, malgré ses réticences, pour étudier sérieusement le calcul scolaire des probabilités¹⁸⁴⁴. Notons que la compréhension

¹⁸⁴¹ *Jean-Marie* : « *J'suis pas rebelle, j'me plie. On arrive déjà dans l'entreprise, ils sont déjà compatissants d'nous prendre parc'qu'y en a vraiment pas beaucoup qui nous prennent alors si en plus on fait l'difficile !* »

¹⁸⁴² Rappelons que le mot sérieux, est en latin, opposé au jeu : *serium* est opposé à *jocus*. cf. *Dictionnaire historique de la langue française*, Le Robert, 1992, p.1928

¹⁸⁴³ *Chercheur* : « *Tu as des projets après ton BTS ?* »

Jean-Marie : « *Oui j'aimerais bien faire une troisième année, en étudiant encore un ou deux ans.* »

Chercheur : « *Par exemple ?* »

Jean-Marie : « *Bah, en fait un DEST électrotechnique ou un IUP.* »

Chercheur : « *Pour faire quoi ?* »

Jean-Marie : « *C'est pour devenir ingénieur, ou assistant d'ingénieur, niveau bac + 4.* »

¹⁸⁴⁴ *Jean-Marie* : « *J'me force à faire des probas, plus pour essayer de comprendre un peu mieux.* »

Chercheur : « *Et comment tu t'y prends ?* »

Jean-Marie : « *Comment j'm'y prends, au niveau des révisions ? J'me fixe des objectifs. J'regarde déjà mon cours, en premier, en notant tout c'qui est formule, tout ça, ensuite j'mets des trucs dans...* »

Chercheur : « *Tu mets des trucs dans ta calculatrice. Tu t'es fait un répertoire ?* »

Jean-Marie : « *Oui, donc j'mets tout ça dans un répertoire, c'qui fait déjà que rien qu'le fait d'y taper sur la calculatrice, j'y sais déjà, j'arrive à y apprendre. Et puis d'y mettre en mémoire ça m'fait une sécurité. Après je r'fais, soit mes exos, soit les devoirs qu'on a faits.* »

Chercheur : « *Donc tu r'fais toujours les exercices ?* »

de ce qui fonde les résistances de Jean-Marie envers les probabilités ne se limite pas à l'examen du manque de considération qu'il éprouve à leur égard. Il sera en effet intéressant d'interroger la forme des rapports qu'il entretient aux jeux de hasard, celle qu'il a construite avec les concepts de destin et de hasard, ainsi que ses difficultés à raisonner autrement que de manière dichotomique.

Après avoir évoqué quelques-unes des réactions négatives provoquées par le caractère jugé *a priori* enfantin et élémentaire du calcul scolaire des probabilités, examinons maintenant quelques réactions positives suscitées par cette même perception.

§.1.2. Comprendre certaines formes d'engouement (suivies ou non d'effets)

Sylvain est âgé de 23 ans : ses parents¹⁸⁴⁵ n'ont pas fait d'études¹⁸⁴⁶. À l'issue du collège, Sylvain a entrepris des études en BEP électrotechnique ; il a ensuite enchaîné un baccalauréat professionnel EIE¹⁸⁴⁷, puis, après un an d'interruption d'études, une préparation au BTS électrotechnique dans le cadre de la formation continue en alternance (GRETA). Il dit ne pas avoir encore de projet quant à l'après BTS. Connaissant de grandes difficultés dans pratiquement toutes les matières et en particulier en mathématiques générales, Sylvain se montre séduit par le savoir probabiliste nouvellement enseigné¹⁸⁴⁸, savoir scolaire qui lui semble nécessiter des connaissances mathématiques élémentaires laissant présager une appropriation plus facile que les mathématiques générales ainsi que des résultats meilleurs que ceux obtenus habituellement. *Sylvain* : « *C'est pas spécialement compliqué à comprendre quoi. Y a pas besoin d'avoir des bases super solides pour comprendre.* » Pour

Jean-Marie : « *Oui, j'trouve que... c'est pas les clés d'la réussite mais disons qu'ça me réussit bien. Faut voir qu'avant, je r'gardais just' mes cours et j'voyais qu'ça marchait pas très bien, alors maintenant je suis les cours et je prends les cours. Comme j'ai dit, j'les r'prends sur la calculatrice, ensuite je fais mes exos, j'essaie de r'faire les exos avec c'que j'ai enregistré sur la calculatrice, c'qui permet d'vérifier en fait si j'ai bien rentré les données dans ma calculatrice. Et après si vraiment y a quelqu'chose que j'comprends pas, je r'fais des devoirs si j'en ai déjà faits d'ssus ou des trucs comme ça.* »

¹⁸⁴⁵ père : ouvrier sur une chaîne de production ; mère : sans profession

¹⁸⁴⁶ *Sylvain* : « *Ils ont pas fait d'études, i sont pas allés au-d'ssus du collège.* »

Chercheur : « *Pas allés au-dessus du collège ?* »

Sylvain : « *Non, j'crois même pas qu'ils ont été au collège.* »

Chercheur : « *Oui ?* »

Sylvain : « *Ouais ils se sont arrêtés en primaire.* »

¹⁸⁴⁷ - équipement et installation électriques -

¹⁸⁴⁸ Compte tenu de son cursus, BEP et baccalauréat professionnel EIE, Sylvain n'a jamais bénéficié d'enseignements de probabilités.

Sylvain, le calcul scolaire des probabilités apparaît en effet comme une discipline pour laquelle le passé scolaire intervient peu dans la mesure où les outils mathématiques convoqués lors des premiers chapitres se réduisent aux opérations arithmétiques. De plus, il semble que le fait d'être confronté à un savoir pratiquement nouveau pour tous les élèves l'incite à penser que tous sont à égalité face à cet apprentissage. Ainsi l'idée que le calcul scolaire des probabilités puisse offrir la possibilité à chacun de faire reconnaître ses talents et ses mérites sur un terrain dégagé, constitue un préjugé favorable à son apprentissage. Sylvain : « *En fait, parce que ça demande moins de... enfin, j'veux dire, on peut commencer... Comme c'est un... c'est quelque chose qui commence, c'est un nouvel enseignement, à la limite, notre passé il compte pas tellement, il rentre pas en jeu tandis que c'est vrai, si tu fais LAPLACE ou FOURIER, t'as tout ton passé qui...* » L'engouement pour les probabilités relève ici d'une logique purement scolaire au sens où celles-ci constituent une opportunité pour un élève qui éprouve des difficultés en mathématiques générales, de glaner quelques points supplémentaires et ainsi d'accroître ses chances de réussite à l'examen du BTS. Mais si Sylvain exprime un relatif engouement pour le calcul scolaire des probabilités, il n'est par contre pas avéré que celui-ci soit suivi d'effets et que ses performances en ce domaine se distinguent singulièrement de ses habituelles performances en mathématiques générales. Lors de l'épreuve de mathématiques du "BTS blanc", Sylvain a ainsi obtenu trois points sur sept à l'exercice de probabilités¹⁸⁴⁹. S'il a correctement traité les questions relatives à l'application de la loi normale (trois points sur trois) et ce, grâce notamment à une parfaite utilisation de sa calculatrice transformée en banque de données recelant toutes les formules usuelles, il a échoué dans ses tentatives de résolution des questions portant sur les probabilités conditionnelles (zéro point sur quatre). À cette occasion, il a trouvé une probabilité d'un événement égale à 1,02 ce qui aurait dû l'inciter à s'interroger sur ses méthodes et calculs. L'itinéraire scolaire emprunté par Sylvain (BEP, baccalauréat professionnel), l'existence d'une année d'interruption avant la reprise d'études en BTS, le fait que ses études soient organisées dans le cadre de la formation continue, c'est-à-dire en alternance (une semaine en entreprise, une semaine de formation) et le peu de travail scolaire effectué¹⁸⁵⁰, ne constituent pas un ensemble d'éléments particulièrement

¹⁸⁴⁹ cf. Chapitre 10, exercice F

¹⁸⁵⁰ Chercheur : « *Comment est-ce que tu travailles ?* »

Sylvain : « *D'une manière générale, j'consacre pas beaucoup de temps.* »

Chercheur : « *Oui. Alors, pendant la semaine en entreprise, qu'est-ce tu...* »

Sylvain : « *Semaine en entreprise, rien du tout.* »

Chercheur : « *Rien du tout.* »

Sylvain : « *J'ouvre rien.* »

favorable à la réalisation d'un niveau de performances scolaires susceptibles de permettre une réussite à l'examen du BTS. Pour Sylvain, l'engouement éprouvé et déclaré pour les probabilités scolaires a du mal à produire des effets positifs sur le niveau de ses performances¹⁸⁵¹.

* * * * *

Comme Sylvain, Julien¹⁸⁵², 22 ans, est élève de deuxième année en BTS électrotechnique dans le cadre de la formation continue en alternance. Cette préparation fait suite à un BEP électrotechnique et à un baccalauréat professionnel EIE. À l'issue du BTS, Julien a pour projet de travailler à la conception de machines spéciales. Il dit apprécier l'étude du calcul des probabilités qu'il considère comme une "détente" comparée aux autres parties du programme de mathématiques (notamment la maîtrise des transformées de LAPLACE permettant de résoudre des équations différentielles) et qui de plus est susceptible de permettre de glaner facilement des points. *Julien* : « À la rigueur, c'est un peu comme le dessin d'art pour passer le BEP, c'est une épreuve facultative. Les probas, j'ai l'impression que c'est comme une épreuve facultative où on peut ramasser des points assez facilement et puis comme elle est pas facultative, donc c'est encore mieux quoi. Quand je commence à lire le sujet de probas, je suis pas stressé. Alors que quand je lis le sujet de maths sur la transformée de LAPLACE, ben là, je m'dis mais c'est pas possible ! Alors que les probas, ça me stresse pas du tout, non. C'est une détente à la rigueur de faire des probas même si on patauge des fois, c'est pas désagréable. » Compte-tenu de ces appréciations favorables, le niveau de ses performances dans ce domaine est-il ou non élevé ? La réponse à cette question est négative (zéro sur sept, par exemple, à l'exercice proposé à l'épreuve du BTS blanc, les observations recueillies lors de l'entretien confirmant ces faibles performances). Deux raisons peuvent être avancées pour rendre compte à la fois de son sentiment et de ses résultats. La première est relative au fait que Julien travaille très peu durant les deux années de formation. Comme Etienne, il ne se met au travail que dans les toutes dernières semaines précédant l'examen.

– *Chercheur* : « Il semble que tu commences à travailler juste avant l'examen : en particulier les probabilités ? »

Chercheur : « T'ouvres rien. Et puis, pendant la semaine de formation ? »

Sylvain : « J'essaie, mais c'est pas évident. »

Chercheur : « T'essaies, c'est pas évident. Le soir, le week-end, non ? »

Sylvain : « Le week-end, non, c'est hors de question. »

¹⁸⁵¹ Ceci confirme la nécessité de distinguer rapport au savoir exprimé et engagement effectif dans le savoir

¹⁸⁵² père : cadre technique ; mère : enseignante (secteur tertiaire)

- Julien : « J'me dis que ça permet de rapporter des points. »
- Chercheur : « Parce que tu as le sentiment que c'est facile, c'est ça ? »
- Julien : « J pense que par rapport à FOURIER ou à LAPLACE c'est une aubaine. »
- Chercheur : « Tu te mets à travailler dans la dernière ligne droite. Tu n'as pas travaillé du tout auparavant ? »
- Julien : « Ben, j'comprendais mon cours plus ou moins, mais je le cultivais pas en arrivant chez moi donc... pour que ça disparaisse pas tout de suite quoi, mais ça disparaissait souvent. »
- Chercheur : « Et en cours, tu travaillais ? »
- Julien : « Ouais, en cours j'faisais les trucs, je comprenais bien. Le problème, c'est que c'était... Donc au bout de deux semaines ben c'était d'à plus vague, et puis je fais souvent des p'tites erreurs de signe... »

Une des spécificités de la formation continue en alternance est, comme son nom l'indique, d'être organisée "en alternance". Une semaine de cours d'environ trente-cinq heures (cinq journées à sept ou huit heures de cours) succède à une semaine de trente cinq heures au sein de l'entreprise. Ceci a pour effet, par exemple, d'imposer une quinzaine de jours entre deux séances d'un même enseignement, ce qui, en l'absence d'un travail régulier et systématique, est susceptible de générer un grand nombre de difficultés. De plus, les productions en calcul scolaire des probabilités de Julien sont émaillées d'erreurs dans la conduite de calculs élémentaires (relatifs à la création et à la suppression de parenthèses dans un calcul, savoir-faire exigible en classe de quatrième de collège), qui témoignent d'un parcours scolaire antérieur, au moins en mathématiques, pour le moins difficile. Ainsi, lors de plusieurs enchaînements de calculs relatifs à la loi normale et mobilisés avec cohérence, Julien commet les erreurs suivantes :

1^{ère} erreur : dans l'écriture $P(T \leq 2,333) - P(T \leq -2,333)$, et alors qu'il est nécessaire de remplacer $P(T \leq -2,333)$ par $1 - P(T \leq 2,333)$ pour pouvoir lire le résultat dans une table de loi normale, Julien écrit $P(T \leq 2,333) - P(T \leq -2,333) = P(T \leq 2,333) + 1 - P(T \leq 2,333)$, ce qui lui donne la valeur 1 comme résultat, alors que l'écriture attendue est $P(T \leq 2,333) - (1 - P(T \leq 2,333))$, soit, après suppression des parenthèses $P(T \leq 2,333) - 1 + P(T \leq 2,333)$ qui s'écrit $2P(T \leq 2,333) - 1$.

2^e erreur : (du même type) : Julien transforme l'écriture $P(T \leq -1,750) - P(T \leq -1)$ en $1 - P(T \leq 1,750) - 1 - P(T \leq 1)$, ce qui est en partie erroné puisque l'écriture correcte est $1 - P(T \leq 1,750) - (1 - P(T \leq 1))$, c'est-à-dire $1 - P(T \leq 1,750) - 1 + P(T \leq 1)$ ou $- P(T \leq 1,750) + P(T \leq 1)$.

Le niveau des performances de Julien, dans le domaine du calcul scolaire des probabilités apparaît donc, malgré l'engouement qu'il dit éprouver pour cette discipline et les représentations favorables qu'il s'en fait, relativement "faible". Ce "faible niveau" s'inscrit dans le prolongement d'une scolarité difficile qui a vu Julien réussir son baccalauréat professionnel grâce à un bachotage intensif de dernière heure. Ce succès, arraché au moyen d'un gros effort produit dans "la dernière ligne droite", a ainsi pour effet de créer un précédent qui lui laisse espérer un succès au BTS s'il arrive à reproduire le même processus.

* * * * *

Après la réussite au baccalauréat électrotechnique, Boris¹⁸⁵³ prépare, dans le cadre de la formation initiale (lycée), le BTS électrotechnique. Il double sa deuxième année de préparation. À l'issue de son BTS, il évoque le souhait de poursuivre, si possible, des études afin de préparer un DNTS¹⁸⁵⁴ relatif à la maîtrise des nouveaux appareils de communication utilisés par l'armée. Boris dit préférer avoir à résoudre des exercices scolaires de probabilité plutôt que des exercices scolaires de mathématiques générales tout simplement parce que les premiers sont moins longs, nécessitent donc moins de temps, se révèlent moins "théoriques" et donc plus "faisables" que les seconds.

– *Chercheur* : « Tu vois une grande différence avec les maths habituelles ? »

– *Boris* : « Euh... si quand même si. C'est moins théorique, y a moins de... »

– *Chercheur* : « De calculs ? »

– *Boris* : « Oui, déjà moins de calculs et pis... mais c'est pas... j'dirais pas qu'y a moins de bla-bla mais euh... par rapport à toutes les formules et... c'est moins, c'est moins... »

– *Chercheur* : « Oui, euh... y a moins d'équations, y a moins d'enchaînements de calculs ? »

– *Boris* : « Ouais c'est ça, y a pas de... Parce que quand on commence souvent un calcul, par exemple dans les équations différentielles, y a tout un enchaînement et si on se trompe sur un petit détail, un signe, ben après c'est... »

¹⁸⁵³ père : menuisier ; mère : secrétaire

¹⁸⁵⁴ - diplôme national de technicien supérieur -

- Chercheur : « On peut faire des calculs pendant des pages et des pages, tandis qu'là, à la limite... »
- Boris : « En probas, ça tient en trois-quatre lignes. Et puis si... ben si on s'trompe, ben c'est plus facile à récupérer, quand on voit notre erreur c'est plus facile à récupérer, alors que quand on a des pages de calculs c'est plus dur à tout reprendre... »

Ainsi, et à l'instar de Sylvain, Boris dit apprécier l'enseignement du calcul scolaire des probabilités parce qu'il lui semble constituer un domaine relativement à l'abri de l'usage d'outils mathématiques jugés trop sophistiqués¹⁸⁵⁵. Appréhendé comme une exception heureuse susceptible de permettre la réalisation de performances meilleures qu'en mathématiques générales, le calcul scolaire des probabilités semble faire naître chez Boris un léger engouement : celui-ci est-il ou non suivi d'effets ? Si l'on s'en tient uniquement aux propos tenus par Boris lors des entretiens, on peut penser que cet intérêt a des répercussions favorables, quoique moyennes, sur le niveau de ses performances¹⁸⁵⁶. Par contre, si l'on se réfère aux observations relatives au traitement des exercices qui lui sont proposés, on est obligé de nuancer fortement, voire d'infirmier, ce jugement. Les extraits d'entretien suivants révèlent la nature du malentendu.

- Chercheur : « J'te propose qu'on fasse un exercice, par exemple l'exercice E¹⁸⁵⁷. Partie A, question 1)a), "5 erreurs exactement", tu as repéré quoi ? que c'était la loi de... »

¹⁸⁵⁵ Transformée de LAPLACE, développement des fonctions périodiques en séries trigonométriques (série de FOURIER), courbes en coordonnées polaires, etc.

¹⁸⁵⁶ Chercheur : « Les probabilités, comment tu t'en sors par rapport aux autres matières ? »

Boris : « Ben en fait, j'y arrive à peu près... je comprends... j'arrive à y mettre en place mais... c'est pas toujours ça, mais ça va à peu près... »

Chercheur : « Tu y arrives mieux que les autres maths ? »

Boris : « Ouais, ouais en fait, ouais, c'est plus euh... enfin c'est moyen... »

¹⁸⁵⁷ Exercice E

A) Le service qui gère les commandes a relevé pour les années passées une moyenne de 5 erreurs pour 100 commandes. On suppose que la variable aléatoire X qui mesure le nombre d'erreurs pour 100 commandes suit la loi de POISSON de paramètre 5.

1° Déterminer la probabilité de dénombrer pour une série de 100 commandes :

- a) 5 erreurs exactement.
- b) moins de 5 erreurs.
- c) au moins 5 erreurs.

2° Déterminer le plus petit entier k tel que la probabilité d'avoir moins de k erreurs soit supérieure à 0,9.

B) A l'atelier de coupe, deux machines M_1 et M_2 découpent les pièces ; celles-ci sont stockées sans distinction de provenance.

La machine M_1 découpe 60 % des pièces ; 5 % de ces pièces sont défectueuses.

– Boris : « La loi de POISSON donc je prends par rapport au paramètre, $\lambda = 5$ et on prend $P(X = 5)$ et on lit dans la table $P(X = 5) = 0,176$. »

– Chercheur : « Partie A, question 1)b), “moins de 5 erreurs”. »

Boris écrit : $P(X < 5) = P(X = 0) + P(X = 1) + P(X = 2) + P(X = 3) + P(X = 4)$

– Chercheur : « C’est ça. Donc là, t’as aucune hésitation. »

– Boris : « Ben c’est par rapport à l’énoncé quoi, donc on a, soit 0, soit 1, soit 2, etc. »

– Chercheur : « Tu travailles assez vite, ça a l’air d’aller. »

– Boris : « Ouais. »

– Chercheur : Partie A, question 1)c) : “au moins 5 erreurs”.

Long silence, puis Boris écrit $P(X \geq 5) = 1 - P(X < 5) = 0,559$.

– Chercheur : « Ça semble correct. On passe à la question 2) de la partie A ? »

Long silence

– Chercheur : « Tu sèches un peu ? »

– Boris : « Oui, quand même. »

Boris écrit : $P(X < k) > 0,9$ puis $P(X < k) > P(X = 0) + \dots + P(X = k)$, ce qui n’a pas grand sens.

– Chercheur : « Tu peux passer à la partie B si tu veux. »

– Boris : « Oui. »

Boris élabore le tableau ci-dessous pour traiter la partie B :

	Pièces défectueuses	Pièces bonnes	Total
Machine M_1	5%	55%	60%
Machine M_2	2,5%	37,5%	40%
Total	7,5%	92,5%	100%

– Chercheur : « Là tu fais un tableau... »

La machine M_2 , découpe 40 % des pièces ; 2,5 % de ces pièces sont défectueuses.

On notera E_1 l’événement « la pièce a été découpée par la machine M_1 . »

On notera E_2 l’événement « la pièce a été découpée par la machine M_2 . »

On notera D l’événement « la pièce est défectueuse. »

1° On prélève au hasard une pièce de la production totale.

a) Quelle est la probabilité de prélever une pièce défectueuse provenant de M_1 ?

b) Quelle est la probabilité de prélever une pièce défectueuse provenant de M_2 ?

c) En déduire que la probabilité de prélever une pièce défectueuse est 0,04.

2° On prélève une pièce, on s’aperçoit qu’elle est défectueuse. Calculer la probabilité qu’elle provienne de M_1 ?

3° A la sortie de l’atelier de coupe, on prélève au hasard, successivement et avec remise, 10 pièces. Quelle est la probabilité d’avoir au plus 2 pièces défectueuses ?

– Boris : « Oui parce que c'est plus facile. Par exemple, comme on a 60 % des 5 % qui sont défectueuses, donc j'vois les pièces qui sont défectueuses et pas défectueuses... Après je fais le total de la production et je vais avoir chaque nombre pour chaque machine. »

– Chercheur : « Donc tu fais un tableau et ensuite tu mets des nombres à l'intérieur dont tu te sers pour répondre aux questions ? »

– Boris : « Ouais. »

– Chercheur : « Partie B, question 1)a). »

– Boris : « La pièce est défectueuse et provenant de M_1 . De E_1 ou de M_1 , enfin, c'est pareil... »

Boris écrit pour la partie B, question 1)a), $P(D/E_1) = \frac{P(D \cap E_1)}{P(E_1)} =$

$$\frac{5\%}{60\%} = 0,083.$$

– Chercheur : « Fais voir. »

Boris écrit pour la partie B, question 1)b), $P(D/E_2) = \frac{P(D \cap E_2)}{P(E_2)} =$

$$\frac{2,5\%}{40\%} = 0,0625$$

– Chercheur : « Partie B, question 1)c). “Dédurre que la probabilité de prélever une pièce défectueuse est 0,04”. »

– Boris : « On devrait trouver 0,04 en ajoutant les deux réponses précédentes... »

– Chercheur : « Donc là, tu te trouves en situation un peu délicate... »

– Boris : « Mouais, j'vais essayer de la refaire ou je passe à autre chose ouais. »

– Chercheur : « Partie B, question 2). »

Boris écrit : $P(L) = \frac{P(D)}{P(E_1)} = \frac{7,5}{60} = 0,125.$

– Chercheur : « Tu veux passer à la troisième question ? Partie B, question 3) ? »

– Boris : « Ouais. »

– Chercheur : « Alors tu fais quoi là ? »

– Boris : « Là, je vais me servir de la loi binomiale... On doit avoir “au plus 2 pièces défectueuses”, donc on va se servir de cette formule-là :

$$P(X \leq 2) = P(X = 0) + P(X = 1) + P(X = 2) = C_{10}^2 8^2 2^8. »$$

– Chercheur : « Qu'est ce qui t'a fait penser que ça pouvait être une loi binomiale ? »

- Boris : « C'était par rapport aux tirages successifs qu'on avait, avec remise, donc euh voilà ! »
- Chercheur : « Donc là, tu es dans un modèle binomial. Il y a un problème pour p et q ... Pourquoi as-tu pris $p = 8$ et $q = 2$? »
- Boris : « Ben euh, quand on fait $P(X = 2)$, il en reste 8... »

L'analyse de cette expérience permet d'extraire les éléments suivants. Boris résout correctement trois questions¹⁸⁵⁸ sur sept : celles relatives à l'utilisation de la loi de POISSON. Pour le reste, il utilise, certes, un tableau à double entrée pour traiter les questions de probabilités conditionnelles¹⁸⁵⁹, ainsi que la formule permettant de calculer une probabilité binomiale¹⁸⁶⁰, mais si le choix des outils est pertinent, l'utilisation qu'il en fait ne peut lui permettre d'aboutir aux résultats exacts. Pour les questions de probabilités conditionnelles, il pose correctement les rubriques¹⁸⁶¹ dans un tableau, dispose neuf nombres dans neuf cases du tableau, mais le choix de ces nombres est en partie erroné (seules les cases 60 %, 40 % et 100 % sont correctes) et ne lui permet donc pas de produire les réponses appropriées. De même, s'il mobilise avec à-propos la formule relative à la loi de probabilité binomiale, il affecte les paramètres de cette loi de valeurs numériques pas du tout rationnelles. Il pose en effet dans la formule $P(X = k) = C_n^k p^k q^{n-k}$ que $p = 8$ et $q = 2$, alors que p et q sont des probabilités ce qui impose que leurs valeurs soient comprises entre 0 et 1. L'examen de cette production révèle que Boris se leurre sur ce qu'il estime pouvoir réussir dans le domaine du calcul scolaire des probabilités. S'il ne reste pas sans rien faire, presque tout ce qu'il fait est erroné. Il essaie de renouveler des procédures qu'il a vues fonctionner, mais ce qu'il propose est largement inexact. Boris tente d'assembler et d'articuler un certain nombre d'éléments extraits de l'énoncé de l'exercice, avec des éléments de méthodes qui lui ont été transmises par son professeur. C'est lors de cette étape qu'il achoppe, comme s'il n'avait pas assimilé complètement le fonctionnement de ces outils méthodologiques. Il tente d'imiter ce qu'il a vu fonctionner mais sa tentative se solde par un échec.

* * * * *

¹⁸⁵⁸ Partie A, questions 1)a), 1)b) et 1)c)

¹⁸⁵⁹ Partie B, questions 1)a), 1)b), 1)c), 2)

¹⁸⁶⁰ Partie B, question 3)

¹⁸⁶¹ pièces défectueuses, pièces bonnes, pièces découpées par la machine M_1 , pièces découpées par la machine M_2 .

Jérôme¹⁸⁶², 21 ans, prépare son BTS dans le cadre de la formation initiale (lycée). Après la classe de troisième, et compte tenu des représentations qu'il s'est faites de ses aptitudes scolaires (« *ils [les enseignants] m'ont dit que pour une seconde générale ça sera dur ; je suis conscient de mon niveau* »)¹⁸⁶³, Jérôme s'oriente en BEP électrotechnique, puis intègre une classe de première d'adaptation permettant de préparer le baccalauréat électrotechnique. Il est ensuite admis en section de techniciens supérieurs en électrotechnique. Ses parents, d'origine modeste, ont une formation de niveau CAP¹⁸⁶⁴. À l'issue de son BTS, il envisage de travailler, éventuellement en intérim¹⁸⁶⁵. Jérôme dit éprouver des difficultés en mathématiques.

- Chercheur : « *Quelle est la matière où tu as le plus de difficultés ?* »
- Jérôme : « *C'est les maths hein, parce que la physique, ça m'arrive d'avoir des mauvaises notes, mais j'ai quand même compris l'ensemble du cours. Je sais que, en révisant, en travaillant certains points, j'arriverai à me récupérer, mais pour ce qui est des maths, c'est vrai, je comprends pas des fois ce qu'on fait.* »

Comme nous l'avons vu avec Sylvain et Boris, il arrive fréquemment que des élèves techniciens supérieurs qui éprouvent des difficultés en mathématiques générales voient d'un bon œil les enseignements de probabilités, tout au moins au début, avant qu'ils ne trouvent que celui-ci devient trop difficile, sous-entendu, trop théorique ou mathématique.

¹⁸⁶² père : menuisier ébéniste ; mère : employée de bureau

¹⁸⁶³ Jérôme : « *Alors, école primaire normale, après j'étais au collège de Saint Roch, donc sur Bourg et en arrivant en troisième, ils [les enseignants] m'ont dit que pour une seconde générale ça sera dur, donc parce que c'est vrai, que j'avais pas encore d'idées de ce que je voulais faire et donc je me suis dit, si pour une seconde je suis trop juste, je vais essayer un BEP, je veux pas me casser les dents sur quelque chose, je suis conscient de mon niveau, donc je fais une première année de BEP.* »

Chercheur : « *BEP quoi ?* »

Jérôme : « *BEP électrotech. Première année dure, mais par contre j'ai bien progressé : 23^e, 13^e, 10^e. Deuxième année, dans la moyenne de la classe, et mes parents sont allés voir les profs de la deuxième année de BEP et ont demandé ce que je devrais faire l'année prochaine. Et ils ont dit, (bon moi, j'étais parti pt'être pour un Bac Pro, finir en 2 ans), et ils m'ont dit qu'un Bac Pro c'était autre chose, c'était plus difficile tout ça et que j'aurais pt'être du mal, alors mes parents, ils ont dit, on va essayer, on va faire première d'adapt, et là j'suis arrivé en adapt. Première année, j'ai fait une grosse année. Quand je suis passé en BTS, j'ai un peu chuté, ça devenait un peu plus dur et donc c't'année c'est plus dur.* »

¹⁸⁶⁴ Jérôme : « *Mon père a fait un CAP, ma mère aussi.* »

¹⁸⁶⁵ Jérôme : « *Après le BTS, je compte me lancer dans la vie active, trouver du boulot.* »

Chercheur : « *Et continuer les études ?* »

Jérôme : « *J'estime que dans la filière où on est, faire des études... continuer après le BTS, oui, mais faut faire au moins trois ans après le BTS, c'est-à-dire sortir au moins avec Bac + 5, parce que sortir avec un Bac + 3 c'est pas intéressant : je pense que les entreprises préfèrent prendre un Bac + 2 et le former en un an.* »

- Chercheur : « Tu aimes bien venir aux cours de probabilités ? »
- Jérôme : « Donc le début ça allait bien, je trouvais ça amusant même, et c'est vrai que sur la fin bon... moi j'y trouvais d'autant plus long qu'à la fin j'y comprenais pas grand-chose les derniers cours. »
- Chercheur : « La fin, c'est la loi normale avec les intégrales, la densité de probabilité ? »
- Jérôme : « Tout ça devient vraiment des maths, c'est plus dur, donc oui, ça devenait un peu plus dur, donc moi, j'arrivais plus à suivre. »

Jérôme n'éprouve aucun dédain pour le calcul des probabilités et semble faire la part des choses entre ses différentes applications. Jérôme : « Les probabilités, c'est pas forcément que pour le jeu ; on les utilise souvent dans les entreprises pour le contrôle de qualité. » Si le calcul des probabilités peut lui permettre d'augmenter le niveau de ses performances en mathématiques et donc d'accroître ses chances d'obtenir son diplôme, il semble cependant abusif de parler d'engouement à leur égard.

- Chercheur : « Est-ce que tu dois te forcer pour travailler les probabilités ou est-ce que tu le fais avec plaisir ? »
- Jérôme : « Non, faut que je me force. Je me dis pas ouais, chic, je vais arriver ce soir, je vais faire des probas. C'est : ah bon, j'ai deux exercices à faire, donc je vais les faire. Le plus dur, c'est quand même de se mettre en route, une fois qu'on est dedans bon, si ça va bien, on les fait, on voit pas trop le temps passer mais pour s'y mettre, faut quand même se forcer. »
- Chercheur : « Dans quel but ? Réussir ton examen ou... »
- Jérôme : « Pour l'examen ouais. Mon but, c'est l'examen, c'est pas forcément d'acquérir des connaissances autres, moi mon but, c'est d'avoir le BTS. »
- Chercheur : « Tu penses t'être particulièrement intéressé aux probabilités, d'avoir fait le minimum, ou plutôt d'avoir négligé leur étude ? »
- Jérôme : « J'ai fait un peu comme les autres chapitres, le minimum quoi, ce qu'on me demande. »

Pour accroître ses chances de succès, Jérôme, comme pratiquement tous les élèves préparant le BTS, insère, dans sa calculatrice, toutes les formules de base. Jérôme : « Pour la plupart d'entre nous, je veux dire, une calculatrice, ça remplace une feuille de pompe un peu. Moi les formules, je les apprends pas trop, je les mets sur la calculatrice. Bon, les plus importantes souvent on les utilise toujours dans les exercices, donc elles reviennent souvent, donc à force,

elles rentrent dans la tête, puis je les relis, à force, ça rentre. » L'étude approfondie des productions de Jérôme (ses contrôles et ses productions lors des entretiens qu'il nous a accordés) nous amène à penser que le léger engouement qu'il a pu avoir pour le calcul des probabilités n'a été suivi d'effets que jusqu'à un certain point : les connaissances et autres habiletés mathématiques qui paraissaient simples se sont assez vite révélées beaucoup moins simples qu'initialement perçues.

* * * * *

À travers les expériences d'Etienne, de Jean-Marie, de Sylvain, de Julien, de Boris et de Jérôme, nous avons pu observer l'existence de différentes manières de réagir face à un enseignement probabiliste qui s'attache à des objets singuliers (boules, jetons, jeux de cartes, etc.) et qui mobilise, tout du moins au début, des connaissances mathématiques élémentaires. Certains élèves peuvent alors éprouver à son égard du dédain, d'autres de l'intérêt. Jérôme a ainsi pu dresser le constat suivant : « *Quelqu'un qui est pt'être mauvais en maths peut réussir en probas, alors que ceux qui sont forts en maths d'habitude, en général, réussissent pas en probas.* » Il est en effet fréquent de voir des élèves qui réussissent généralement bien en mathématiques générales ne pas apprécier l'enseignement des probabilités, et de rencontrer des élèves qui ne réussissent pas très bien en mathématiques générales considérer avec bienveillance ce nouvel enseignement même si leur opinion se modifie assez vite au fur et à mesure que le niveau de sophistication du nouvel outil s'accroît. Il nous semble que le calcul scolaire des probabilités peut ainsi être comparé ou assimilé à une "bouée" à laquelle certains élèves¹⁸⁶⁶ entrevoient la possibilité de s'accrocher dans le but d'améliorer leurs performances mathématiques, mais qui, après quelques tentatives maladroites et infructueuses, prennent conscience que non seulement celle-ci ne les empêche pas de couler mais qu'elle est même susceptible d'amplifier et de favoriser leur naufrage. Pour d'autres¹⁸⁶⁷, cette "bouée" est non seulement inutile et encombrante, mais fait insulte à leur intelligence tant elle apparaît élémentaire et s'attache à des objets jugés inconvenants.

Nous voyons à travers ces quelques exemples que les formes de représentations relatives au statut des objets servant de support à son

¹⁸⁶⁶ Ceux qui sont parvenus en BTS électrotechnique à l'issue d'un itinéraire complexe, par exemple BEP + Baccalauréat professionnel ou BEP + première d'adaptation, et plus généralement tous ceux qui éprouvent des difficultés en mathématiques générales.

¹⁸⁶⁷ Ceux qui s'estiment "bons" en mathématiques.

enseignement ainsi que le niveau des connaissances et des habiletés mathématiques supposées prévaloir dans le calcul scolaire des probabilités peuvent conditionner de manière décisive l'accueil fait à cet enseignement et donc la nature des performances en ce domaine. Ces formes de représentations sont inhérentes à la forme qui structure les enseignements de probabilités : forme scolaire, savoir disciplinarisé dont l'appropriation permet uniquement de franchir avec succès l'étape de l'examen, savoir détaché de la science véritable et de sa force critique et émancipatrice.

D'autres éléments sont également susceptibles d'influencer les formes de rapports au calcul scolaire des probabilités : ils font l'objet du paragraphe suivant.

§.2. Incidence éventuelle des formes de rapport aux jeux de hasard sur la construction des formes de rapport au calcul scolaire des probabilités

« La compréhension de l'intelligence de l'action conduit logiquement à celle de la dimension axiologique de toute pratique, même lorsque cette dernière prétend s'en tenir strictement aux règles de la rationalité technique et instrumentale. »¹⁸⁶⁸

Calcul scolaire des probabilités et jeux de hasard sont étroitement liés. La consultation de n'importe quel manuel scolaire est, à cet égard, édifiante. Cette liaison a évidemment des origines historiques puisque, nous l'avons montré¹⁸⁶⁹, la science probabiliste s'est élaborée en grande partie à partir d'une réflexion sur les jeux de hasard. Or les jeux de hasard ont longtemps fait l'objet de controverses et de condamnations de la part des autorités morales, religieuses et politiques¹⁸⁷⁰. Aujourd'hui, les formes de rapport qu'entretiennent les élèves aux jeux de hasard peuvent être très différentes selon les espaces de socialisation qu'ils connaissent. Il existe ainsi des univers familiaux où les jeux de hasard

¹⁸⁶⁸ J.P. SYLVESTRE, *La pratique et ses raisons, op. cit.*, 1996, p.5-6

¹⁸⁶⁹ cf. Chapitre 6, Mathématisation du hasard et du probable. Processus de rationalisation des prises de décision en situation d'incertitude et en situation de risque. Calcul des espérances. Constitution du calcul des probabilités : étude socio-historique

¹⁸⁷⁰ cf. Chapitre 6, Section IV. La pensée du hasard au moyen-âge : interdits et transgressions. §.1. Le poids des interdits théologiques et juridiques liés aux réflexions sur le hasard et aux pratiques des jeux de hasard

sont condamnés, d'autres où ils sont encouragés¹⁸⁷¹. En raison des liens étroits qui attachent jeux de hasard et probabilités, les formes de rapport aux jeux de hasard qu'ont construites les élèves peuvent ne pas être sans incidence sur les formes de rapport qu'ils sont amenés à construire au savoir scolaire probabiliste¹⁸⁷². Le calcul scolaire des probabilités renvoie ainsi à un ensemble de pratiques sociales comme le loto, le loto sportif, le keno¹⁸⁷³, le tiercé, la roulette, les loteries, qui sont connotées plus ou moins favorablement selon les contextes familiaux. Lorsque ces pratiques sociales se trouvent méprisées par un élève, pour des raisons ayant généralement trait aux valeurs propres à sa dynamique identitaire, le rapport qu'il va entretenir au calcul scolaire des probabilités est susceptible d'être affecté de manière significative par cette disqualification. Si au contraire ces pratiques font l'objet d'un intérêt spécifique et approfondi par l'élève, le rapport qu'il entretient à cette discipline peut s'en trouver favorisé. On pourrait ainsi interroger l'hypothèse selon laquelle des modes de socialisation de type ascétique ou, à l'opposé de type hédoniste, seraient ou non susceptibles de générer des systèmes de dispositions relatives aux jeux de hasard et donc un rapport aux probabilités, sensiblement différents. Dans quelle mesure une éducation plutôt ascétique et austère aurait-elle tendance à favoriser l'avènement de résistances à l'apprentissage du calcul des probabilités ? À l'inverse, un environnement riche en questionnements stratégiques relatifs aux jeux ne constituerait-il pas un terrain favorable à la construction, par le sujet, de schèmes stochastiques susceptibles d'être facilement activés lors de l'apprentissage du calcul scolaire des probabilités ?

¹⁸⁷¹ On se souvient de l'évocation, par Richard HOGGART, du rapport entretenu aux jeux de hasard et d'argent par les membres des classes populaires anglaises entre les années vingt et cinquante (1920-1950) : « *On sait le goût que manifestent les membres des classes populaires pour les jeux d'argent. S'agit-il d'une revanche sur la vie réelle où l'effort "ne paye pas" ? Ou bien les jeux d'argent doivent-ils leur vogue au fait qu'ils constituent, au même titre que les jeux d'adresse, une des rares occasions de s'exprimer qui soient données aux classes populaires ?* » R. HOGGART, *La culture du pauvre, op. cit.*, p.187

¹⁸⁷² Notons que l'existence de liens entre jeux de hasard et probabilités ne joue pas uniquement à sens unique, à savoir que seules les formes de rapport aux jeux de hasard auraient des incidences sur les formes de rapport aux probabilités. En effet, et à l'inverse, la connaissance des règles du calcul des probabilités induit celle des règles probabilistes des jeux de hasard.

¹⁸⁷³ Le keno, jeu de la Française des jeux, consiste à cocher une grille de numéros : le joueur peut cocher de deux à dix numéros par grille sur les soixante-dix numéros proposés. Il choisit ensuite sa mise qui est aujourd'hui de un à cinq euros par grille et par tirage. Pour une mise de deux euros, les gains sont doublés, de trois euros, les gains sont triplés, etc.

§.2.1. Comprendre certaines manifestations de rejet des probabilités eu égard aux formes de suspicion et de réprobation envers les jeux de hasard

« Le sort est une puissance déraisonnable qui récompense le malhabile et méprise l'effort, ne tient aucun compte des mérites et, ce faisant, bouleverse l'ordre du monde. Le jeu de hasard remet en cause les valeurs individuelles et sociales qui ont cours, il provoque ainsi la colère de tous ceux qui croient en son bien fondé. [...] Si les rapports instaurés entre les hommes, la hiérarchie des fonctions, des honneurs, des richesses, sont justes, c'est-à-dire s'ils sanctionnent des différences essentielles, comment peut-on admettre qu'un dé roulant sur une table, que le tirage d'une carte, viennent modifier, de façon parfois importante, l'organisation sociale patiemment édifiée ? »¹⁸⁷⁴

Nous avons évoqué, dans un paragraphe précédent, la résistance de Jean-Marie au programme d'enseignement des probabilités scolaires : à l'origine de cette résistance, et en première analyse, son mépris pour le statut des objets¹⁸⁷⁵ qui servent de support à la présentation des premiers éléments de ce savoir scolaire. Nous avons ensuite pris acte de ses efforts pour tenter d'inhiber ce mépris afin de s'appropriier les connaissances nécessaires à la réussite de son examen. Ce faisant, nous avons omis de mentionner une autre dimension également constitutive de la résistance de Jean-Marie envers les probabilités, à savoir le jugement qu'il porte sur les jeux de hasard.

- Chercheur : « *Quels rapports as-tu aux jeux de hasard ? Par exemple, par rapport au loto, par rapport au tiercé... Tu as quel regard sur ces pratiques ? Tu t'y intéresses ?* »
- Jean-Marie : « *Non, je méprise.* »
- Chercheur : « *Tu méprises ?* »
- Jean-Marie : « *Oui, parc'qu'on a déjà eu justement des preuves en maths que vu les probabilités, vu la probabilité de gagner, c'est faible quoi !* »

Pour tenter de comprendre la suspicion et la réprobation qui touchent les jeux de hasard, et par incidence le calcul des probabilités, il est intéressant de partir de la tentative de catégorisation des jeux élaborée par Roger CAILLOIS. Dans son ouvrage, *Les Jeux et les Hommes*, R. CAILLOIS distingue notamment l'agôn de l'alea. Alors que l'agôn désigne tout groupe de jeux apparaissant

¹⁸⁷⁴ L. THIROIN, *Le hasard et ses règles, Le modèle du jeu dans la pensée de PASCAL*, op. cit., p.34

¹⁸⁷⁵ des boules ou des jetons de couleur, des dés, des pièces de monnaie, des cartes, etc.

comme une compétition, « *c'est-à-dire comme un combat où l'égalité des chances est artificiellement créée pour que les antagonistes s'affrontent dans des conditions idéales, susceptibles de donner une valeur précise et incontestable au vainqueur* »¹⁸⁷⁶, l'*alea* désigne « *tous jeux fondés, à l'exact opposé de l'agôn, sur une décision qui ne dépend pas du joueur, sur laquelle il ne saurait avoir la moindre prise, et où il s'agit par conséquent de gagner bien moins sur un adversaire que sur le destin.* »¹⁸⁷⁷ Des exemples de jeux appartenant à la catégorie de l'*agôn* sont fournis par les épreuves sportives, individuelles ou collectives, ou par les échecs, le billard, etc. Les dés, la roulette, le pile ou face, la loterie constituent des exemples de jeux appartenant à la catégorie de l'*alea*. R. CAILLOIS rappelle que la pratique de l'*agôn* suppose de l'attention, un entraînement, des efforts et la volonté de gagner : « *Elle laisse le champion à ses seules ressources, l'invite à en tirer le meilleur parti possible, l'oblige enfin à s'en servir loyalement et dans les limites fixées, qui, égales pour tous, aboutissent en revanche à rendre indiscutable la supériorité du vainqueur. L'agôn se présente comme la forme pure du mérite personnel et sert à le manifester.* »¹⁸⁷⁸ À l'opposé de l'*agôn*, l'*alea* marque et révèle la faveur du destin. Le joueur est passif et ne déploie ni ses qualités ni ses dispositions (adresse, force, intelligence). Il risque un enjeu puis espère en attendant l'arrêt du sort. « *À l'inverse de l'agon, l'alea nie le travail, la patience, l'habileté, la qualification ; il élimine la valeur professionnelle, la régularité, l'entraînement. Il en abolit en un instant les résultats accumulés, il est disgrâce totale ou faveur absolue. Il apporte au joueur heureux infiniment plus que ne saurait lui procurer une vie de labeur, de discipline et de fatigue. Il apparaît comme une insolente et souveraine dérision du mérite.* »¹⁸⁷⁹ On saisit, à travers cette définition de l'*alea*, le risque que peuvent représenter les jeux de hasard pour un élève, comme Jean-Marie, jugé "sérieux" et dont la réussite en mathématiques générales, décrétée par l'école, doit lui permettre un accès aux responsabilités qu'il ambitionne, réussite qui procède ainsi de l'ordre des choses alors que les jeux de hasard, considérés par Antoine FURETIÈRE dans son dictionnaire du XVII^e siècle comme « *les jeux des fainéants et des débauchés* »¹⁸⁸⁰, apparaissent susceptibles de bouleverser cet ordre. Dans le cas de Jean-Marie, nous avons déjà souligné combien apparaissait forte la référence à un père droit, intègre,

¹⁸⁷⁶ R. CAILLOIS, *Les jeux et les hommes*, éditions Gallimard, 1958, p.50

¹⁸⁷⁷ R. CAILLOIS, *Les jeux et les hommes*, op. cit., p.55-56

¹⁸⁷⁸ R. CAILLOIS, *Les jeux et les hommes*, op. cit., p.52

¹⁸⁷⁹ R. CAILLOIS, *Les jeux et les hommes*, op. cit., p.56-57

¹⁸⁸⁰ A. FURETIÈRE, *Dictionnaire universel*, 1690, cité par L. THIROIN, *Le hasard et ses règles, Le modèle du jeu dans la pensée de PASCAL*, op. cit., p.31

méticuleux¹⁸⁸¹, référence qui structure profondément ses schèmes de perception et d'appréciation et ses logiques d'action. Dans le système scolaire méritocratique caractéristique de la France contemporaine, la chance apparaît souvent comme l'expression d'une faveur imméritée et donc de l'injustice. Par association d'idées, et même si cette association ne perdure pas, la chance, les jeux de hasard et le calcul scolaire des probabilités se trouvent mis dans le même sac de l'opprobre : ils bafouent le travail patient et acharné et les vertus nécessaires au respect de l'ordre des choses. C'est donc dans ce cadre qu'il nous semble pertinent de retenir l'hypothèse selon laquelle, ce serait parce que le calcul scolaire des probabilités apparaîtrait intimement lié à l'*alea*, assimilé, comme l'écrit R. CAILLOIS à une "dérision du mérite", que la plupart des élèves "sérieux", à l'image de Jean-Marie, qui arrivent, grâce à beaucoup d'efforts à réussir en mathématiques générales, pourraient être amenés à rechigner à l'enseignement du savoir probabiliste.

Cependant la nécessité de réussir l'examen est telle qu'elle peut induire une inhibition à l'encontre de toutes les représentations susceptibles de se révéler parasites à la réussite de ce projet. Le niveau d'engagement dans l'apprentissage des probabilités scolaires est alors fonction du rapport de forces entre des attracteurs antagonistes : d'un côté certaines représentations négatives des jeux de hasard qui génèrent des formes de résistance à l'enseignement de la discipline, de l'autre la nécessité de dépasser cette répulsion afin de réaliser l'objectif. Lorsque de telles représentations ont été identifiées et repérées, le niveau des performances en calcul scolaire des probabilités peut alors être expliqué en grande partie par la capacité du sujet à dépasser son aversion en filtrant et en inhibant les éléments parasites, ce qui doit avoir pour effet d'accélérer l'accès aux éléments pertinents.

Nous avons vu que lorsque la suspicion et la réprobation qui entourent les jeux de hasard s'accordent avec l'ethos des élèves, celles-ci peuvent apparaître susceptibles d'inférer de manière significativement négative, au moins dans un premier temps - c'est-à-dire avant l'inhibition réussie des représentations parasites -, leurs rapports aux probabilités scolaires. Inversement, est-ce que l'intérêt et la passion pour les jeux de hasard peuvent favoriser la qualité des performances en calcul scolaire des probabilités ?

¹⁸⁸¹ Jean-Marie : « J'me force un peu à être plus méticuleux. C'est toujours en rapport avec le modèle de mon père. »

§.2.2. Intérêt pour les jeux de hasard et incidence éventuelle sur les formes de rapport au calcul scolaire des probabilités

Xavier¹⁸⁸², élève en première année de BTS électrotechnique dans le cadre de la formation continue (GRETA), s'est investi avec passion et efficacité dans l'apprentissage scolaire du calcul des probabilités. À l'origine de cette réussite se trouve l'intérêt suscité par un jeu de conquête et de stratégie¹⁸⁸³, puis par un jeu de hasard, le keno, proposé par "la Française des jeux". Xavier a en effet trouvé dans le savoir probabiliste qui lui a été enseigné au lycée une réponse à ses propres questionnements de joueur.

Tentons tout d'abord une présentation du jeu "Risk". Le jeu se déroule sur un planisphère divisé en territoires. Deux à six joueurs s'y affrontent et tentent de conquérir des territoires. *« La victoire exigera de vous des manœuvres audacieuses et du talent militaire : mais les grands stratèges peuvent, eux aussi, être desservis par le résultat des dés. »*¹⁸⁸⁴ Voici quelques extraits du fascicule qui accompagne le jeu et qui précise les règles. *« L'attaquant prend les dés rouges et lance autant de dés qu'il engage de régiments dans le combat. Le nombre des dés maximum pouvant être lancés est trois. Le défenseur (dés bleus) peut lancer un ou deux dés suivant le nombre de régiments présents sur son territoire attaqué. Les deux joueurs lancent leurs dés et on compare les résultats. Le plus fort dé de l'attaquant est comparé au plus fort du défenseur. Le résultat le plus élevé l'emporte. Le vaincu retire aussitôt un régiment de son territoire et le replace dans son lot. S'il y a égalité, c'est l'attaquant qui perd un régiment. Si les deux joueurs ont lancé plusieurs dés, on compare le plus fort dé suivant de chacun, et le vaincu perd un régiment. »*¹⁸⁸⁵ Ces précisions apportées, nous pouvons maintenant examiner dans quelles mesures les questionnements que Xavier a été amené à se poser au cours des parties qu'il a effectuées ont influencé la forme de ses rapports au calcul scolaire des probabilités.

– Xavier : *« Moi, c'que j'ai voulu faire, c'est calculer à l'aide des probas euh... le rapport quoi... Savoir si c'était mieux de défendre avec deux dés, c't-à-dire de s'laisser attaquer pour avoir plus de chances de gagner ou au contraire d'attaquer un maximum, parc'que vous avez pas un nombre d'attaques limité. Donc j'voulais savoir s'il valait mieux camper*

¹⁸⁸² père, chef d'un bureau de comptabilité ; mère, ouvrière en usine

¹⁸⁸³ - le jeu Risk -

¹⁸⁸⁴ - extraits de la règle du jeu Risk, Kenner Parker France S.A., p.2

¹⁸⁸⁵ - extraits de la règle du jeu Risk, *op. cit.*, p.9-10

sur ses positions et pis attendre que l'adversaire i s'casse les dents d'ssus, ou si i valait mieux attaquer un maximum. »

– Chercheur : *« Et tu as trouvé quelque chose ? »*

– Xavier : *« En fait, i m'semble que j'avais trouvé qu'c'était largement plus avantageux d'attaquer. »*

– Chercheur : *« Tu as essayé de trouver la meilleure stratégie ? Ça t'a fait faire des mathématiques. »*

– Xavier : *« Voilà, des probabilités. »*

– Chercheur : *« C'est ce jeu qui t'a amené aux probabilités ou l'inverse ? »*

– Xavier : *« Ben, en fait, euh... c'est les probas qui m'ont amené à réfléchir qu'ça pouvait m'servir sur c'jeu. Parc'qu'avant ça, bon, j'savais calculer la probabilité d'faire un 1 avec un dé ou d'faire un double avec deux dés, mais euh... là, ça devenait plus compliqué et avec les probas j'ai su y calculer. J'l'ai fait avec l'équiprobabilité, mais c'est long quoi, faut faire par des arbres, tout ça... Donc, ça m'amenait à faire un tableau de 36 lignes sur euh... 3 colonnes. Et après, détailler, pour chacune des colonnes, faire l'équiprobabilité, donc c'était assez long quand même. »*

– Chercheur : *« A quel moment, tu t'es posé ce genre de questions ? »*

– Xavier : *« Donc, la première S, elle remonte déjà à quatre ans... Donc j'jouais un p'tit peu au jeu avant, d'jà, c'tait un jeu qu'j'aimais bien parc'que, y a une bonne part de chance, pis y a une bonne part de stratégie quand même suivant comment vous avancez vos pions et euh... en fait, quand j'ai étudié les probas, ça m'a amené à... Avant j'me posais la question, mais euh... j'avais pas réussi à la résoudre et quand j'ai fait les probas, p'tit à p'tit, j'ai vu que j'pouvais quand même y résoudre parc'que j'avais pas encore un assez bon niveau pour y résoudre, quoi, c'tait un p'tit peu trop compliqué. »*

– Chercheur : *« Tu as fait des calculs ? »*

– Xavier : *« Voilà, j'ai fait des calculs, j'ai passé du temps à faire des calculs, quoi. »*

– Chercheur : *« Et t'as essayé de les utiliser pour gagner ? »*

– Xavier : *« Ouais, ben là ça fait longtemps qu'j'y ai pas joué mais, j'sais que... à partir du moment où j'savais que j'avais plus de chances de gagner en attaquant avec trois dés qu'en défendant avec deux, ben, après, oui, j'avais plus tendance à attaquer. »*

– Chercheur : *« Et par exemple, pour c'qui est des autres jeux de hasard, le tiercé ou l'loto, tu t'y intéresses aussi ? »*

– Xavier : *« Ben avec le keno, j'avais fait plus, j'avais calculé par curiosité la probabilité d'gagner à deux numéros, à trois numéros, voir par*

rapport aux gains, la probabilité qu'ça amenait, sinon, j'm'étais fait un programme pour euh... enregistrer les numéros et pis essayer de... essayer d'sortir les plus anciens numéros. »

– Chercheur : « Tu t'étais fait un programme ? »

– Xavier : « Ouais, j'avais fait, parc'que en fait euh... vu que c'est des combinaisons d'deux numéros mais, j'crois qu'y a cinquante numéros au keno, donc ça fait un bon nombre de combinaisons quand même, ça fait 50×50 , ça fait deux mille cinq cent, donc j'avais fait un programme, une matrice, en fait, de 50 sur 50 qui euh... qui m'enregistrait les numéros, qui m'notait combien d'fois ils étaient sortis quoi. »

– Chercheur : « Sur un ordinateur ? »

– Xavier : « Ouais, ouais, sur un ordinateur. »

– Chercheur : « Et c'est toi qui rentrais les... »

– Xavier : « Les données, ouais. »

– Chercheur : « Et qu'est-ce que tu faisais de ces données ? »

– Xavier : « Ben, après, j'y ai fait pendant un moment parc'que d'jà avant qu'ce soit significatif, j'voulais attendre que tous les numéros soient sortis une fois et euh... en fait, j'crois, sur deux numéros, vous aviez une chance sur treize que ça sorte et j'ai attendu 150 tirages pour avoir tous les numéros. Donc après, pendant deux, trois semaines, j'ai regardé les résultats qu'ça donnait et pis après, j'm'en suis désintéressé un peu, pas parc'que ça marchait pas, parce que ça marchait assez bien, mais c'aurait pas été rentable par'ce que euh... ça en donnait pas mal qui étaient justes, mais ça en donnait beaucoup qui étaient faux aussi. Et euh... parc'qui fallait suivre le keno et que ça m'prenait du temps. »

Pour interpréter le sens de telles expériences, il apparaît nécessaire de les rapporter à l'ensemble des conditions sociales qui les ont rendues possibles, notamment au fait que Xavier vivait à cette époque dans des conditions matérielles relativement modestes : son père était comptable et sa mère sans travail. Au cours de notre entretien, Xavier nous a dit que c'est pour se procurer de l'argent qu'il a délibérément interrompu ses études durant une année, après l'obtention de son baccalauréat, pour travailler dans une fromagerie. Il évoque le même argument pour justifier son choix de la filière électrotechnique plutôt que celui de la série S. Xavier : « J'ai pas voulu r'faire une première S. Les débouchés, i z'étaient pas assez rapides. » C'est toujours pour des raisons d'insatisfaction à l'égard des ressources qu'il nous a dit avoir choisi de préparer, après une année passée dans le monde du travail, un BTS, non dans l'enseignement initial, mais dans le cadre d'une formation en alternance sous le régime du contrat de qualification, statut lui permettant de bénéficier d'une

rémunération. Xavier : « *J'aurais voulu faire d'alternance, j'aurais un salaire, j'avais besoin d'un salaire.* » C'est donc dans ce contexte socio-économique relativement précaire¹⁸⁸⁶ que Xavier, passionné par les jeux de stratégie et de hasard, sollicité, comme chacun d'entre nous, par la publicité relative aux jeux de hasard faisant espérer une possible fortune, disposant par ailleurs d'outils mentaux susceptibles d'élaborer des conjectures et des modèles mathématiques, a construit et développé des schèmes spécifiques au raisonnement probabiliste. Il nous semble d'autre part intéressant de rapprocher sa démarche et celle du chevalier de MÉRÉ, philosophe, homme de lettres à la cour de Louis XIV et joueur. MÉRÉ avait gagné une fortune en pariant qu'il pouvait obtenir au moins un six en quatre lancers de dé puis, ne trouvant plus de parieurs, gagea qu'il pouvait faire un double six en lançant deux fois deux dés : il perdit alors beaucoup d'argent. Il sollicita alors Blaise PASCAL afin qu'il examine ces choses de manière rationnelle. Entre MÉRÉ et Xavier, il y a le commun désir de gagner au jeu et d'élucider d'éventuelles lois du hasard. En tentant de mettre au jour des règles susceptibles de lui permettre de gagner, soit au jeu Risk, soit au keno, Xavier développe une maîtrise du calcul des probabilités, non réductible à la simple effectuation de performances dans le seul cadre scolaire. Il montre ainsi qu'un savoir scolaire n'est pas forcément reçu de manière scolaire. Ses tentatives de résolution d'exercices, même si elles se rapportent davantage à ce qui est généralement qualifié de solutions bricolées plutôt qu'à des solutions expertes, au sens où elles ne répondent pas aux canons de la démonstration mathématique, demeurent cependant exactes. Nous tenterons d'analyser leur forme et leur sens dans le paragraphe 1¹⁸⁸⁷ de la section IV¹⁸⁸⁸.

* * * * *

¹⁸⁸⁶ Ainsi, pour un étudiant, le choix de la formation en alternance par le biais du contrat de qualification, peut être un moyen de pallier la précarité. Celle-ci, comme cela est souligné dans le rapport de l'Observatoire de la Vie Étudiante (OVE) sur les étudiants en difficulté, touche principalement les enfants d'employés et d'ouvriers : le salaire mensuel versé par l'entreprise qui accueille le stagiaire (entre 350 et 400 €), combiné éventuellement au logement chez les parents, permet ainsi une relative autonomie et une émancipation par rapport à la tutelle parentale.

cf. C. GRIGNON, L. GRUEL, *Les étudiants en difficulté : pauvreté et précarité*, Rapport remis à Monsieur le Ministre de l'Éducation Nationale, de la Recherche et de la Technologie, Ministère de l'éducation Nationale, 2000 ; C. GRIGNON, L. GRUEL, B. BENSOUSSAN, *Les conditions de vie des étudiants*, enquête OVE 1994, La documentation française, 1996 ; J.C. EICHER et L. GRUEL, *Le financement de la vie étudiante*, PUF, 1996 ; C. GRIGNON, L. GRUEL, *La vie étudiante*, PUF, 1999 ; C. GRIGNON, *Les conditions de vie des étudiants*, enquête OVE 1997, PUF, 2000

¹⁸⁸⁷ cf. §.1., Comprendre la production de solutions bricolées

¹⁸⁸⁸ cf. Section IV. Repérer et comprendre certaines manières de faire comme l'expression de résistances à la tentative d'imposition, via l'enseignement du calcul scolaire des probabilités, de l'ethos de la rationalité stochastique et formelle

Si Xavier a pu développer des compétences probabilistes en se passionnant pour les jeux de hasard et de stratégie, il n'est pas exclu que Yannick, bien qu'il ne se soit jamais directement engagé dans ce type de recherches, de calculs et de pratiques, mais simplement parce qu'il a baigné dans une ambiance familiale propice aux jeux de hasard, ait pu construire un certain nombre de dispositions et de schèmes qui se sont révélés par la suite bénéfiques dans la constitution des formes de rapport qu'il entretient au savoir scolaire probabiliste. Ainsi, lorsqu'il résout des exercices, Yannick prétend avoir l'intuition du résultat : « *On sait que y a tant de pour cent de chance, j'veux dire, on le sent, on se dit que bon, soit y a peu, soit y en a beaucoup, et on sait tout de suite si ça va être bon ou pas.* » Yannick, 23 ans, prépare le BTS électrotechnique dans le cadre de la formation continue (GRETA) après avoir suivi un BEP électrotechnique et un baccalauréat technologique STI (génie électrotechnique). Son père est ouvrier¹⁸⁸⁹ soudeur, tuyauteur et sa mère ouvrière¹⁸⁹⁰. Il a pour projet de travailler dans un bureau d'études, devenir conducteur de travaux puis chargé d'affaires.

– *Chercheur* : « *Tu t'intéresses aux jeux de hasard ? Au tiercé, au loto...* »

– *Yannick* : « *Ben mon beau-père¹⁸⁹¹ i jouait au loto, et mon père lui i s'était mis, pendant un moment au keno, i marquait tout, tout c'qui sortait.* »

– *Chercheur* : « *Au keno ?* »

– *Yannick* : « *Ouais l'keno. Ben l'keno, j'pense, c'est plus de hasard que l'tiercé, y a quand même euh...* »

– *Chercheur* : « *Au tiercé y a des pronostics. Il y a des bons ou des mauvais chevaux...* »

– *Yannick* : « *Voilà oui quand même c'est du... Bon y a quand même du hasard euh... mais c'est pas... On peut travailler le tiercé.* »

– *Chercheur* : « *Tandis que le keno ?* »

¹⁸⁸⁹ *Yannick* : « *Mon père, i fabrique des presses à injecter et donc i monte sur les machines tout ce qui est hydraulique, donc tous les tuyaux, il les fait, il a une cintruse, ça tord les tuyaux, puis après, il les met sur la machine et i branche tous les tuyaux qu'y a à brancher quoi, i fait des... i branche les distributeurs. C'est un ouvrier.* »

Chercheur : « *Il a fait des études ?* »

Yannick : « *Il a fait un BEP ferronnerie d'art, j'crois, un truc comme ça, t'sais i font des lustres, des barrières, des trucs comme ça.* »

¹⁸⁹⁰ *Yannick* : « *Ma mère, elle s'est arrêtée euh... avant le BEP, donc euh... au certificat d'études et maintenant, au début, elle était assistante maternelle euh... jusqu'à ce que mes parents divorcent, donc y a dix ans, ouais, et maintenant, elle travaille en usine euh..., dans une usine qui fait des peignes, des peignes ou des barrettes, donc elle met en sachets.* »

¹⁸⁹¹ L'ami de sa mère

- Yannick : « Oui le keno, oui, c'était un peu comme le loto, quoi, y a des... »
- Chercheur : « T'as beau travailler... »
- Yannick : « Ben mon père euh... Il avait tout noté sur une feuille immense : le numéro qui sortait et pis... il essayait de trouver euh... qu'est ce qui sortait en même temps, des choses comme ça mais... »
- Chercheur : « Et alors ? »
- Yannick : « Non, il a arrêté. Il a arrêté finalement. »
- Chercheur : « Il n'a pas gagné. Et toi, tu as joué un peu ou non ? »
- Yannick : « Non, ça m'a jamais... ben ça prend du temps... »

Dans le cas de Yannick, il est possible que cette sensibilisation indirecte aux jeux de hasard ait eu un effet positif sur l'élaboration de schèmes cognitifs activés lors de la pratique du calcul scolaire des probabilités. En effet, Yannick réussit plutôt bien en probabilités : ses performances sont bonnes. Il éprouve le sentiment d'avoir réussi à percer la logique du raisonnement probabiliste et est admiratif devant la modélisation des phénomènes aléatoires par des lois de probabilité.

- Yannick : « C'est un peu d'la logique euh... C'est vrai que, quand on n'a pas compris, c'est dur, mais une fois qu'on a compris euh... on suit la démarche. »
- Chercheur : « Quelles compétences sont nécessaires, à ton avis, en probabilités ? »
- Yannick : « Ben c'est global quand même, j pense qu'i faut prendre du recul et pis euh... »
- Chercheur : « Tu veux dire qu'i y a pas de formules à sortir comme ça ? »
- Yannick : « Oh ben, y a des formules à utiliser quand même, mais euh... faut bien faire gaffe à c'qu'on nous d'mande et pis après, une fois qu'on a la proba, de voir si ça colle ou pas¹⁸⁹². Non, les probas c'est pas mal, euh... ça fait quand même réfléchir et pis on voit une nouvelle façon

¹⁸⁹² La résolution de la première question de l'exercice A par un autre élève, (Jérôme), est un bon exemple de ce que peut être l'intuition d'un résultat en calcul des probabilités.

Jérôme : « "Le rivet présente un défaut A et un défaut B": donc là, c'est A inter B et quand on me demande la probabilité qu'elle possède les deux défauts, c'est P de A inter B. »

Chercheur : « Tu penses que c'est exact ? »

Jérôme : « Oui, car je vois que la proba de A inter B est plus petite que P(A) plus P(B). »

Chercheur : « Le fait que ça soit petit ça te... »

Jérôme : « Ça me paraît logique puisque la probabilité est petite d'avoir le défaut A, la probabilité est petite d'avoir le défaut B, donc la probabilité d'avoir les deux défauts en même temps c'est encore plus petit. »

de raisonner. J’sais pas, on voit qu’des fois on peut approcher n’importe quel truc par une loi qu’est définie déjà d’avance et qu’en fait, pratiquement, tout suit c’tte loi et, j’veux dire euh... fallait le trouver ça... »

Bien qu’il affirme se contenter de ne faire que ce qui est demandé par son professeur¹⁸⁹³, Yannick semble s’investir avec sérieux dans son travail. Il s’est ainsi procuré un fascicule d’annales afin de préparer les épreuves pour l’examen. Il semble cependant utiliser ce fascicule de manière quelque peu superficielle puisqu’il se contente de lire les énoncés ainsi que les corrections des sujets proposés mais ne s’engage pas, crayon en main, afin d’essayer de les résoudre.¹⁸⁹⁴ Comme la plupart des élèves de BTS, Yannick a investi une somme importante dans une calculatrice scientifique très perfectionnée qui a la spécificité de pouvoir être utilisée comme banque de données et dans laquelle sont stockées, entre autres, les formules de calcul scolaire des probabilités susceptibles d’être mobilisées à l’occasion de la réalisation d’exercices.¹⁸⁹⁵ Lors de l’épreuve du “BTS blanc”, Yannick a obtenu la note de 5 sur 7 à l’exercice de probabilités. Il a parfaitement réussi les questions portant sur la loi normale. Quant aux questions relatives aux probabilités conditionnelles, Yannick a commis une erreur de codification qui probablement est une erreur de sens dans la mesure où il semble avoir confondu les deux énoncés suivants : “probabilité qu’une pièce de monnaie frappée par la Banque de France soit refusée par l’appareil” et “probabilité qu’une pièce de monnaie soit frappée par la Banque de France sachant qu’elle est refusée par l’appareil”. Nous avons déjà évoqué combien la langue utilisée dans les exercices de probabilité conditionnelle nécessitait attention et subtilité : cela se vérifie de nouveau ici. La plupart des difficultés apparaissent en effet davantage d’ordre linguistique que

¹⁸⁹³ Chercheur : « T’as essayé d’approfondir tes connaissances sur les probabilités, par exemple, dans des revues, dans des encyclopédies ? »

Yannick : « Non, non, moi je fais que ce qu’on me demande. »

¹⁸⁹⁴ Chercheur : « Est-ce que tu as des annales ou des ouvrages spécialisés ? »

Yannick : « J’ai un tout p’tit bouquin : “ABC maths”, là, donc dessus y a des épreuves, des trucs comme ça, quoi. »

Chercheur : « Tu les utilises ? »

Yannick : « Ben, les cours j’utilise bien. Les exos, j’les r’garde, j’les fais pas. Je regarde le sujet et pis la correction mais j’les fais pas. »

¹⁸⁹⁵ Chercheur : « Au niveau calculatrice, tu as... »

Yannick : « La TI 92. »

Chercheur : « Et tu as mis des choses en mémoire ? »

Yannick : « Sur les probas ? Ouais, en général, j’remplis au fur à mesure. On peut mettre du texte, on tape c’qu’on veut. Ben, en probas, j’ai mis comment on peut approcher la loi normale, la loi binomiale, des choses comme ça... »

mathématique. Nous reviendrons sur cette question dans la section III de ce chapitre.¹⁸⁹⁶

* * * * *

Henri¹⁸⁹⁷, 20 ans, est élève de deuxième année en BTS électrotechnique (formation initiale). À l'issue de ce cycle d'études, Henri souhaite intégrer une école d'ingénieurs. Au sein de son groupe-classe, il est la personne ressource. Lorsqu'un élève ne sait faire quelque chose, n'a pas assimilé une connaissance, il sollicite d'abord Henri avant d'interroger éventuellement l'enseignant.

- *Henri* : « *« On m'appelle Riton la science et puis voilà... »*
- *Chercheur* : « *Riton la science ?* »
- *Henri* : « *Voilà, et, euh... Parce que quand on a un problème, bon, ben, on vient voir Henri. Ben, il a des solutions, quoi...* »

Bien avant d'étudier en classe le calcul des probabilités, Henri s'intéresse aux probabilités de manière pour le moins originale : obnubilé par les exercices scolaires, les interrogations, il en vient, alors qu'il est en classe de seconde, à élaborer un modèle bayésien lui permettant d'évaluer la probabilité qu'un enseignant propose un contrôle lors du prochain cours sachant qu'il a été absent pendant un certain nombre de séances. Pour cela Henri procède par analogie à partir d'une situation décrite dans un livre de mathématiques.

- *Henri* : « *Moi, j'me rappelle que j'utilisais les probas... J'me disais : alors le prof, il a été absent cinq fois sur tant, quelle est la probabilité qu'il y ait une interro, tactactac... Sachant qu'il est pas là aujourd'hui, quelle est la probabilité que l'interro soit le prochain cours. J'utilisais des formules toutes faites, quoi.* »
- *Chercheur* : « *Des probabilités conditionnelles ?* »
- *Henri* : « *Ouais, voilà. Mais je m'amusais avec ça, voilà quoi. C'est... on fait son petit truc.* »
- *Chercheur* : « *Mais quand ça ?* »
- *Henri* : « *Ça ? Euh, en seconde par-là...* »
- *Chercheur* : « *On ne t'avait pas encore enseigné les probabilités...* »
- *Henri* : « *Non, non. On prend un bouquin, dans le genre "formulaire", on regarde dedans, "loi de BAYES", j'me rappelle, je l'avais vue. Il y avait*

¹⁸⁹⁶ cf. Section III, Repérer et comprendre les difficultés de la rencontre avec les règles de formalisation du langage probabiliste et avec celles du langage de la formalisation probabiliste.

¹⁸⁹⁷ père : zingueur ; mère : femme de ménage

un petit exemple avec un chat et une fenêtre, j'sais plus quoi, ça m'avait plu. J'avais compris. »

– *Chercheur : « Tu peux essayer de le reformuler ? »*

– *Henri : « Alors c'était, j'ai tant de chances... »*

– *Chercheur : « En seconde... Quand t'étais en seconde, tu lisais des bouquins de probas ? »*

– *Henri : « Oui, c'était très... vous voyez c'que j'veux dire, c'était pas... J'rentrais pas dans les détails. J'appliquais, voilà. Donc là, il me semble donc que l'exemple, c'était un chat... et il y avait une chance sur tant que le chat soit dans la pièce, une chance sur tant que la fenêtre soit ouverte. Quand la fenêtre est ouverte, y a une chance sur tant que le chat soit dans la pièce. Etant donné que l'on voit le chat, quelle est la probabilité que la fenêtre soit ouverte ? Voilà, c'était ça. Moi, je mettais la même chose : je mettais l'interro, le prof et hop. Mais c'était pour s'amuser, quoi... Y avait pas un réel intérêt, quoi, j'étais content de le faire. »*

Henri est curieux et s'investit avec passion dans les savoirs scientifiques.

– *Chercheur : « Certains disent que le calcul des probas c'est utile... Que quand on joue au loto, à la roulette, au tiercé, ça peut aider... »*

– *Henri : « Ouais, ben, moi, c'est vrai que... moi c'est simple, dès qu'y a... oui, c'est vrai que j'me suis amusé, j'ai pris une grille au loto, j'ai fait les gains, les espérances mathématiques et pis après on jette tout ça parce qu'on s'aperçoit qu'on est largement perdant (rires). D'façon y a que l'Etat qui gagne. »*

Après avoir évalué les espérances de gain aux jeux de hasard et s'être construit sa propre opinion quant à leur intérêt, il s'engage dans une lecture approfondie de différentes revues scientifiques et cherche à approfondir ses connaissances dans des domaines spécifiques relativement “pointus” comme la théorie du chaos, les fractals, la théorie des jeux¹⁸⁹⁸. Non seulement Henri s'intéresse aux jeux, mais il se passionne également pour l'informatique dans sa

¹⁸⁹⁸ *Henri : « Ben, moi j'fais des... j'fais mes p'tites recherches, là comme je faisais des... j'fais des... des fractals, le chaos, donc je m'amuse à suivre l'évolution qu'on suivi les... ces personnes quoi, qui ont découvert ça, donc j'remonte dans leurs... dans leurs découvertes. »*

Chercheur : « Tu t'intéresses à la notion de chaos ? »

Henri : « Ouais, voilà, des machins comme cela. Alors, ben, déjà j'ai commencé, j'ai pris la mathématique des jeux, premier truc quand on est plus petit. On prend un bouquin et on regarde... »

Chercheur : « À quel âge ? »

Henri : « Euh... Quand c'est que j'ai fait ça ? J'sais pas... en première par là, ouais, seconde, première. »

dimension de programmation : c'est ainsi qu'il est amené à élaborer des programmes permettant de simuler des jeux.

– Henri : « Je programmais des... des jeux et, euh... ben, j'regardais les méthodes, et du moins, pour arriver à faire une intelligence en face ou du moins pour trouver des trucs, quoi. »

– Chercheur : « Quels jeux, par exemple ? »

– Henri : « Le premier jeu, il me semble, c'est... ah, oui, j'en ai fait encore avant... Le jeu fort Boyard, donc, à un moment y a des barres, donc, c'est le jeu des barres et donc on doit en tirer une, deux ou trois et on ne doit jamais prendre la dernière. Au total, y a vingt barres. Donc chacun à notre tour, on enlève une, deux, trois sans prendre la dernière. Et moi, je voulais faire donc une intelligence du jeu. Au début, j'sais pas, j'voulais faire des probas, des machins et j'ai trouvé qu'il y avait une méthode gagnante qui fait qu'on gagnait à tous les coups, pis c'est là qu'après, bon, ben, j'ai voulu voir. Euh, à la suite quoi, j'ai regardé, euh, les probas au tennis, les machins comme ça. »

– Chercheur : « Les probas au tennis ? »

– Henri : « Alors, les probabilités dans le tennis donc, euh... c'est, du moins, les chances de gagner un match en fonction des chances de gagner un point. C'était ça. Mais c'est il y a longtemps (rires). »

– Chercheur : « Tu joues au tennis ? »

– Henri : « Non, non. »

– Chercheur : « Donc tu... tu menais une réflexion sur... »

– Henri : « J'avais vu ça sur des bouquins. J'avais ça, j'ai regardé, euh, le loto, le bridge, euh, du moins les jeux comme ça pour voir un peu... Je me rappelle des petits trucs parce que c'est des anecdotes qui font que on va voir dedans, quoi. J'me rappelle que y avait quelqu'un qui avait réussi à gagner de l'argent... parce que donc c'était le début des probas, et, euh, je sais pas si vous connaissez, c'est, euh, la roulette et il avait pris donc les valeurs des sorties... Et, euh, au bout d'un mois, il s'est aperçu que donc, la roulette, elle était légèrement penchée comme ça, et donc, euh, certaines valeurs sortaient plus et il s'est fait de l'argent comme ça. C'est pour ça depuis maintenant, ils changent les roulettes à chaque fois, on sait pas où elles sont, elles ont changé de place dans les casinos, quoi. »

– Chercheur : « Et toi-même, tu joues à des jeux de hasard... »

– Henri : « Alors, moi, je ne joue absolument pas... sauf si je suis sûr de gagner. Ça c'est... (rires), ça c'est une règle. »

– Chercheur : « Ce n'est plus des jeux de hasard, alors... »

– Henri : « Et ben voilà, tout simplement ! C'est ça, c'est plus des jeux de hasard, quoi. Faut qu'il y ait une technique gagnante au bout. »

- Chercheur : « *Que tu maîtrises et pas ton partenaire ?* »
- Henri : « *Voilà. Ben sinon le jeu, j'aime pas. Mais sinon je fais des jeux.* »
- Chercheur : « *Tu fais des jeux ?* »
- Henri : « *Ben, je vous le disais tout à l'heure, sur les calculatrices, je faisais des petits calculs. Bon, sur les calculatrices, parce que c'est là qu'on commence... Alors, euh, j'vais dire les jeux que j'ai faits : j'ai fait donc le jeu de morpions. Faut aligner trois trucs, donc, ce qui se passe, j'avais fait les premiers programmes, ils étaient trop lourds parce que je voulais tout gérer, toutes les combinaisons. Ça devenait infernal. Mais, petit à petit, je l'ai diminué. Faut faire une intelligence artificielle, et ce que j'ai fait, donc je mémorise les coups des joueurs adverses, je regarde où vaut mieux jouer en fonction des parties précédentes. Et c'est comme ça donc que j'ai utilisé les probas.* »
- Chercheur : « *Tu programmais ?* »
- Henri : « *Oui. J'ai fait également ça, j'ai fait euh, là c'est plus récent, j'ai fait un jeu de yams, vous connaissez les yams ?* »
- Chercheur : « *Oui.* »
- Henri : « *Donc avec les dés et tout il vous suffit de... On choisit les dés qu'on garde et ça nous donne les probabilités, bon, ben, d'avoir un brelan, d'avoir un machin en faisant, euh... entre dix mille lancés successifs parce que... les calculs j'saurai pas assez faire pour retrouver... Donc, ça m'approche de la vérité quoi, c'est quasiment tout le temps juste...* »
- Chercheur : « *Si j'essaie de reformuler ce que tu me dis... Tu essaies de... comment ça... de maîtriser le hasard, non ?* »
- Henri : « *Ouais, un peu. Ouais. Voilà, c'est un peu ça, oui.* »
- Chercheur : « *Grâce à l'informatique...* »
- Henri : « *Oui, parce que là, l'intérêt de l'informatique, c'est que ça calcule très vite et donc je peux tester des..., très vite, euh... la situation plusieurs fois, quoi. C'est ça l'intérêt. Donc je refais cinq cent mille fois le même essai et, euh, j'en tire des conclusions.* »
- Chercheur : « *Par exemple, tu simules dix mille lancés de trois dés, pour les yams ?* »
- Henri : « *Voilà, ben là j'en fais... Moi, j'en faisais deux mille cinq cent parce que ma machine est trop lente. Mais, ouais, sur des pentium, j'en mets dix mille. Et, euh, en gros, les probas, vu que j'arrondis à deux chiffres, ben, ça allait toujours. J'fais bien deux, trois calculs pour voir si ça tombe juste, ben ça a bien l'air d'être bon, quoi.* »

Avec de telles dispositions, on pourrait penser que le niveau des performances scolaires d'Henri en calcul scolaire des probabilités est excellent. En fait, il est globalement honorable, sans plus. Nous avons en effet déjà évoqué, dès l'introduction de cette thèse, les difficultés qu'il rencontre dans la partie dénombrement d'arrangements et de combinaisons de cas favorables ou possibles à la réalisation d'un événement. Ces difficultés sont fréquentes, et ce même pour la plupart des enseignants, et donc nullement spécifiques à Henri. Les questions de combinatoire sont en effet délicates et leur traitement fait généralement l'objet de multiples erreurs et ce quand bien même on se passionne pour les jeux de hasard. L'intérêt d'Henri pour ce type de jeux a, certes, une incidence très positive sur les formes du rapport qu'il entretient au calcul scolaire des probabilités mais n'inhibe pas toutes les difficultés. S'il trébuche sur les problèmes de dénombrement, il s'en tire avec plus ou moins de facilité dans les exercices mobilisant l'algèbre des événements et fait preuve, par contre, d'une très grande virtuosité lorsqu'il s'agit de manipuler les lois de probabilités (loi binomiale, de POISSON et loi normale). *Henri* : « *Les lois, normales, tout ça... disons, ça c'est, c'est plus des méthodes à suivre et ça me va, j'ai pas trouvé de difficultés.* » L'examen des copies des devoirs surveillés d'Henri confirme cette affirmation. Alors que la résolution des questions portant sur les lois de probabilité requiert un raisonnement quasi mécanique et mobilise des schèmes procéduraux automatisés (enchaînement nécessaire d'algorithmes de calculs), celle des questions portant sur l'algèbre des événements nécessite davantage de réflexion. Soumis aux premières questions de l'exercice A¹⁸⁹⁹, Henri perd quelque peu ses moyens¹⁹⁰⁰. *Henri* : « *J'ai un diamètre, j'ai une longueur... "Défaut de diamètre"... Alors ça c'est le genre de problème que j'ai horreur. "Y a aucun défaut"... Voilà, ça c'est... pour moi, c'est, ouais, voilà, je devrais mettre ça avec le dénombrement... J'aime bien dès que je vois "suit une loi normale", "suit une loi machin", mais là...* »

¹⁸⁹⁹ cf. Chapitre 10, exercices proposés aux étudiants lors des entretiens

¹⁹⁰⁰ Une entreprise fabrique des rivets de différents types : des « C 8.25 », des « R 8.25 ». Pour les rivets de type « C 8.25 » deux défauts de fabrication seulement sont possibles : un défaut de diamètre et un défaut de longueur. Une étude statistique permet d'admettre que, pour un rivet choisi au hasard dans la production d'une journée, la probabilité de l'événement A : « le rivet possède un défaut de diamètre » est $P(A) = 0,02$ et la probabilité de l'événement B : « le rivet possède un défaut de longueur » est $P(B) = 0,03$.

On admet que les événements A et B sont indépendants. Calculer la probabilité de chacun des événements suivants :

E_1 : « le rivet possède les deux défauts » ;

E_2 : « le rivet possède au moins un défaut » ;

E_3 : « le rivet ne possède aucun des deux défauts ».

Henri a la conviction, à tort ou à raison, qu'il est le seul élève de sa classe à travailler sérieusement¹⁹⁰¹. Il organise son temps de travail personnel de manière réglée et rigoureuse¹⁹⁰². Quant aux schèmes méthodologiques qu'il met en œuvre, certains apparaissent à la fois originaux et contestables pour ses enseignants qui n'apprécient que modérément le fait qu'il se dispense de prendre leurs cours puisqu'il n'écrit que ce qu'il ne sait pas : souvent il ne note qu'un seul mot par séance¹⁹⁰³. Par ailleurs, il s'attache à souligner les erreurs qu'il a commises : il leur accorde une importance majeure.¹⁹⁰⁴ Une des singularités de cet entretien est d'avoir pu nouer un court échange avec la mère d'Henri lorsque celle-ci est arrivée à son domicile en fin d'après-midi et m'a demandé, pas vraiment informée de la nature de ma recherche, comment je trouvais son fils. Je me suis alors laissé aller à répondre que je trouvais Henri "pressé". Un échange s'est

¹⁹⁰¹ Henri : « Ben, la méthode que je fais, déjà, ben, je fais mes exercices, parce que faut demander à beaucoup d'élèves de la classe, je suis souvent le seul, hein, le seul sur vingt-quatre, un sur vingt-quatre, c'est pas beaucoup... à faire mes exercices de maths... Quand j'ai un problème, je note le problème, je le résous tout de suite. Faut pas laisser des failles, parce que les failles au début, c'est rien mais elles s'amplifient. »

¹⁹⁰² Henri : « Je travaille le samedi et le dimanche et j'évite au maximum de travailler le soir. J'aime faire tout d'un coup. C'est-à-dire que... bon, ben allez hop, la physique, quatre heures de physique, après, pouf, des maths, deux heures de maths, pouf, après... Si j'ai besoin d'approfondir c'est le week-end... Parce que si c'était pendant la semaine, ça ferait tard, et je me couche de bonne heure. Parce que c'est le secret de la réussite aussi, hein. En général, c'est couché neuf heures. Et en période d'examen, encore plus tôt. En cours, je fonctionne à fond. »

¹⁹⁰³ Henri : « Alors, la prise de notes, alors là, c'est assez spécial. Le prof n'apprécie pas. J'écris que ce que je sais pas. »

Chercheur : « Tu n'écris que ce que... »

Henri : « Que ce que je ne sais pas. »

Chercheur : « Et les profs n'apprécient pas ? »

Henri : « Ah, ben, non. Parce que... non... Moi, je peux vous montrer, je vais vous montrer à quoi ressemble mon cahier, euh, vous allez prendre peur, hein. »

Chercheur : « Non, non, moi, je... »

Henri : « Mais, si, si. Alors, bon, ben, bien sûr, euh, je me force à écrire, parce qu'il faut que... faut que j'écrive. Voyez, y a des traits rouges là, c'est les traits rouges, pour moi, qui comptent. Le reste, c'est pour faire joli. Donc, les traits pointillés, c'est pas obligatoire d'y savoir, voyez. Bon, ça c'est la prise pure et simple de notes, bon, après, il nous a filé des photocopies. Donc, moi, ma prise de notes... voilà, ça, c'est ma prise de notes personnelles... »

Chercheur : « Y a juste un mot... »

Henri : « Voilà, je mets un petit mot comme ça. »

¹⁹⁰⁴ Henri : « Je mets également des annotations dans ce que je fais. Quand je fais des erreurs dans une interrogation, du moins, dans un des exercices. »

Chercheur : « Ah, oui... »

Henri : « Et, ben... euh... j'sais plus où c'est, je vais vous montrer ça... Ici : ne pas oublier P de $X = 0$. J'ai fait deux fois la même erreur où j'ai oublié P de $X = 0$. Donc, maintenant, ben, le fait d'y avoir noté, maintenant je me dis "ne pas oublier le 0". »

Chercheur : « Donc, euh... tu mets en rouge tes erreurs. Tu ne les occultes pas... au contraire, tu les mets bien en évidence. »

Henri : « Ah, oui, oui, oui. Là c'est clair. »

alors instauré : elle a alors renchéri dans ce sens. Henri a souhaité préciser qu'il s'efforçait effectivement d'"optimiser" son temps.

– *Mère d'Henri* : « Un homme pressé, oui. Il a toujours été comme ça. Pour lui, il n'y a pas assez d'heures dans une journée, faudrait qu'il y en ait le double. Par exemple, faut pas perdre de temps pour manger, faudrait pas perdre de temps pour ces détails inutiles. Lui s'il pouvait manger du poulet en gélules... »

– *Henri* : « Oui, attention, parce que c'est important pour mieux optimiser la journée. »

– *Chercheur* : « Ton critère, c'est l'optimisation ? »

– *Henri* : « Tout à fait, oui. Faut être opti... faut optimiser le... voilà. Faut faire mieux en un minimum de temps, c'est comme ça qu'il faut faire. »

– *Mère d'Henri* : « Donc quelquefois, faudrait peut-être qu'il lâche un tout petit peu. Ben non, c'est pas possible. Même si on lui dit : "tu viens faire un tour avec nous" ... "euh, oh, ouais, je sais bien que c'est bien, mais j'ai des trucs à faire". Pour lui, dans le fond, ça, c'est beaucoup plus intéressant, bien sûr. Il voit pas que ça nous recharge ou que ça nous libère un peu la tête. Nous, on a toujours dit qu'il a la tête comme une cocotte-minute, de temps en temps il faut lever la soupape, mais, bon, hein. Mais il baigne tellement dedans. Il est heureux avec ça. Si c'est sa vie, moi, je dis tant mieux. Pour lui, le reste est accessoire. »

Il n'est pas facile, au vu des éléments dont nous disposons, d'isoler et d'identifier ce qui a pu permettre la naissance de telles dispositions, d'autant que le petit frère d'Henri, âgé de douze ans, semble adopter un tout autre profil¹⁹⁰⁵. Henri aime apprendre et aime l'école. Son père est ouvrier zingueur, sa mère femme de ménage. Les autres membres de sa famille, oncles et tantes, ont fait peu d'études si bien qu'Henri a le sentiment de se trouver "hors normes"¹⁹⁰⁶. Il évoque alors l'histoire scolaire de sa mère en soulignant qu'elle a été empêchée d'études pour des raisons de santé.¹⁹⁰⁷ Ses parents lui font confiance et lui

¹⁹⁰⁵ *Chercheur* : « Dans ta famille, vous êtes combien ? »

Henri : « Ben, y a mon petit frère que vous avez vu tout à l'heure, et puis c'est tout. Il a douze ans. Donc, il est au collège, euh. L'école, il aime pas. »

Chercheur : « Il n'aime pas l'école ? »

Henri : « Oui, il aime pas l'école. Moi, j'aimais l'école. Et j'aime toujours. »

¹⁹⁰⁶ *Chercheur* : « C'est quoi le métier de ton père ? »

Henri : « Mon père, il est mécanicien, il est zingueur. Voyez ? »

Henri : « D'autres cotés de la famille, je veux dire, y a maçon, y a des trucs comme ça. Et puis moi... (rires), je me retrouve au milieu et je fais des maths. Je suis hors normes. »

¹⁹⁰⁷ *Chercheur* : « Ta mère est... ? »

laissent toute latitude pour organiser comme il l'entend ses études et pour construire son avenir.

– *Henri : « Moi, mes parents, ils me font très confiance, et faudrait que ce soit eux plutôt qui me poussent, par exemple, pour, euh, style, sortir en boîte, les machins comme ça. Mais, euh, l'autorité, c'est que, disons, je fais pas, je fais pas de conneries, j'ai jamais fait de conneries, donc, euh, c'est, euh, amical. Euh, c'est comme si ma mère, ah, ben, c'est ma copine. Vous voyez ? Mes parents, c'est des personnes de conseil. »*

À travers l'évocation des formes de rapport aux jeux de hasard entretenues par Henri ou Xavier, il apparaît probant que l'intérêt pour les jeux de hasard induit des effets favorables sur la construction du rapport au calcul des probabilités. Nous veillons pourtant à ne pas spécifier "calcul scolaire des probabilités" dans la mesure où il est possible que les effets positifs sur le niveau des performances scolaires ne soient pas immédiats et systématiques dans la mesure où cet intérêt permet, certes, de développer des schèmes stochastiques mais ceux-ci ne sont généralement pas "formatés" de manière à répondre aux exigences de la forme scolaire. Ceci se traduit par la production de solutions bricolées généralement correctes dans leur essence mais, parce qu'elles ne sont pas formulées dans une forme canonique en accord avec les attentes des enseignants, ne sont que modérément appréciées voire acceptées.

Intéressons-nous maintenant à l'éventuelle incidence des conceptions qu'ont les élèves du hasard et du destin sur la construction de leurs rapports au savoir scolaire probabiliste.

§.3. Incidence éventuelle des formes de rapport au hasard et au destin sur la construction des formes de rapport au calcul scolaire des probabilités

Dans quelle mesure les formes de rapports que les élèves entretiennent avec la notion de hasard et avec celle de destin¹⁹⁰⁸ sont-elles ou non susceptibles de conditionner les formes de leur rapport au calcul scolaire des probabilités ? En particulier, est-ce que le fait, pour un élève, de s'être socialisé dans un univers

Henri : « Femme de ménage. »

Chercheur : « Chez des particuliers ?

Henri : « Chez des particuliers. Et, euh, je pourrais vous dire, par exemple, ben, quand elle était plus jeune, elle a toujours voulu faire des études. Mais elle était tout le temps malade. »

Chercheur : « Tout le temps malade ? »

Henri : « Ouais, et elle a pas pu. »

¹⁹⁰⁸ - cf. La représentation du destin comme une porte fermée, opposée à celle du hasard comme une porte ouverte -

où le hasard est nié¹⁹⁰⁹ et où est accordé au destin un rôle essentiel dans l'enchaînement des événements, constitue-t-il ou non un obstacle à sa manière d'appréhender le calcul scolaire des probabilités ?

Ahmed¹⁹¹⁰, âgé de 40 ans, a repris des études après une longue période d'activité professionnelle. Il a obtenu son baccalauréat à 21 ans et tente, dans le cadre de la formation continue, d'obtenir le diplôme de brevet de technicien supérieur en électrotechnique afin d'occuper un emploi de qualification supérieure, soit en France, soit en Algérie. Au point de vue religieux, il se définit comme musulman non pratiquant, jeûne pendant le ramadan et ne consomme jamais de porc. Par ailleurs, il semble, au moins "pour une part" qu'il ait incorporé la conception du destin attachée à la tradition musulmane : *Ahmed* : « *J'ai une partie de moi... J'ai une croyance en moi donc euh... Je sais que... Ouais, comme on dit chez nous, le mektoub donc c'est le destin. Ça fait partie de la vie donc euh... Il faut l'accepter.* » On pourrait penser a priori que, compte tenu de la conception qu'il se fait du destin et qui écarte de fait l'existence du hasard, Ahmed éprouve un certain nombre de résistances pour s'engager dans l'apprentissage du calcul des probabilités : ce n'est pas le cas.

– *Chercheur* : « *Est-ce que tu préfères, par exemple, faire des probabilités ou des mathématiques habituelles ?* »

– *Ahmed* : « *Non, j' préfère faire les probas.* »

– *Chercheur* : « *Tu préfères faire les probas. Et comment tu expliques ça ?* »

– *Ahmed* : « *J'ai l'impression que c'est plus concret.* »

– *Chercheur* : « *Plus concret ?* »

– *Ahmed* : « *Ouais.* »

– *Chercheur* : « *Avec, tu veux dire, des applications.* »

– *Ahmed* : « *Voilà, ouais. Bon, on a des formules types, on a des... Faut savoir interpréter à quelle loi on a à faire et pis euh... après, c'est une suite logique.* »

Comme nombre de ses confrères d'origine maghrébine, Ahmed a été confronté à moult conflits nés des contradictions propres à son identité

¹⁹⁰⁹ cf. Chapitre 6, Section II, §.3. L'absence ou la négation du hasard, §.3.2. L'absence de hasard dans la problématique destinale

¹⁹¹⁰ père : retraité ; mère : retraitée

culturelle. Il a ainsi connu de nombreuses situations d'acculturation¹⁹¹¹. Alors que la forme scolaire de socialisation, les relations professionnelles, les modes de vie, les médias, le poussent, dans le cadre de rapports de domination, à adopter la culture française, certains éléments de sa culture d'origine, transmis par son milieu familial - la langue, les traditions, la religion, les formes de sociabilité - demeurent¹⁹¹². Nous avons déjà évoqué, dans la seconde partie de cette thèse, l'existence d'un antagonisme entre la conception musulmane du destin qui nie le hasard¹⁹¹³ et celle véhiculée par le calcul des probabilités considéré comme la science du hasard. Cet antagonisme pourrait conduire au rejet de l'une des conceptions. Au passage, notons que cet antagonisme entre négation du hasard et réflexion probabiliste fait parfois l'objet de négociations serrées entre scientifiques et autorités politiques et religieuses de certains pays musulmans. C'est ainsi qu'un spécialiste de l'enseignement de la statistique et des probabilités, Michel HENRY de l'IREM de Besançon, sollicité en 1994 pour assurer la formation de professeurs de mathématiques mauritaniens en probabilités dans le cadre d'un stage à Nouakchott, a reçu officiellement des "conseils" de la part d'un représentant du ministère de l'éducation mauritanien. Ce dernier lui a rappelé que, dans le cadre de ce stage et comme pour toute autre action éducative, l'existence du hasard ne pouvait être évoquée, car ce serait alors contraire aux enseignements du Coran¹⁹¹⁴. Ainsi aucun exemple relatif à des jeux de hasard, interdits, ne pouvait être présenté. À l'instar de ce que réussit l'axiomatique "pure et dure" du calcul des probabilités fondée par KOLMOGOROV, dégagée des notions "vagues" de hasard et de chance, il est alors nécessaire de traiter de l'incertitude comme inhérente à la nature humaine. Le destin, exempt de tout aléa, appartient à "la gloire de l'omniscience et de l'omnipotence du Créateur suprême" selon les termes de Jakob BERNOULLI dans *Ars Conjectandi*.

¹⁹¹¹ Rappelons que le concept d'acculturation désigne les phénomènes de contacts et d'interpénétration entre civilisations différentes. Initialement, ce concept a été forgé pour rendre compte des formes de la diffusion culturelle à travers l'espace, mais R. HOGGART l'a par exemple utilisé, dans le contexte temporel, pour décrire la manière dont les membres des classes populaires urbaines anglaises s'approprièrent, en les réinterprétant, les messages véhiculés par la culture de masse.

¹⁹¹² *Ahmed* : « Oui, bon, moi, j'cotoie différents milieux et y a également dans ma famille, j'ai des gens qui sont fanatiques, que je qualifie de fanatiques. Et pis euh... chaque fois qu'on a des discussions, i m'lassent ; du moins, c'est le mari de ma belle-sœur. Donc lui, il est à fond dans l'islam, et à chaque fois qu'on se rencontre, on se voit très peu, très peu souvent, mais chaque fois qu'on se voit, comme sujet de conversation, il a que ça. »

¹⁹¹³ cf. Chapitre 6, Section IV. La pensée du hasard au moyen-âge : interdits et transgressions, §.1. Le poids des interdits théologiques et juridiques liés aux réflexions sur le hasard et aux pratiques des jeux de hasard

¹⁹¹⁴ - il n'y a pas de hasard : dieu est maître du monde -

Nous avons côtoyé d'autres élèves de culture musulmane, notamment Aycan¹⁹¹⁵ de nationalité turque et musulman pratiquant, et nous n'avons pas constaté de problèmes spécifiques relatifs à l'existence d'éventuelles résistances ayant pour origine un conflit entre représentation religieuse du hasard et enseignement scolaire des probabilités. À la recherche d'une efficacité maximale leur permettant de réussir leur examen, ces étudiants se montrent ainsi capables d'user de schèmes incompatibles, à l'image de ceux qui sont utilisés par certains membres des classes populaires anglaises, décrits par R. HOGGART, lorsqu'ils passent, par exemple, d'un système de valeurs et de représentations à un autre : celui qui leur est propre ("nous"), celui des autres ("eux")¹⁹¹⁶. Cette opération, qui consiste à inhiber les conceptions du hasard et du destin susceptibles de parasiter l'appropriation du savoir scolaire probabiliste, est d'ailleurs facilitée par le fait que le calcul des probabilités enseigné aux élèves techniciens supérieurs en électrotechnique, est un savoir disciplinarisé essentiellement procédural. Ceci a pour effet, à l'exception notable des jeux de hasard évoqués précédemment, de gommer, voire d'occulter les références ontologiques au hasard et au destin : leur euphémisation est ainsi parfaitement opérante.

* * * * *

Jean-Marie n'est pas musulman, mais la conception qu'il s'est faite du destin pourrait, *a priori*, susciter des résistances quant à son rapport à la science du hasard. Pour Jean-Marie, nous l'avons déjà évoqué, le décès de son père constitue l'événement fondamental qui conditionne les formes de son rapport au monde et aux autres. Lors de l'entretien qu'il nous a accordé, il reconnaît des difficultés à se représenter ce qu'est le hasard. Quant au destin, il lui apparaît comme le grand rouleau sur lequel tout ce qui arrive est écrit ; il le découvre lorsqu'il tente de lire ou de relire ce qui (lui) arrive. Cela l'aide en quelque sorte à accepter l'inacceptable.

- *Chercheur* : « Est-ce que tu penses qu'on a un destin, que c'est qui nous arrive est prévu ? »
- *Jean-Marie* : « Ouais. »
- *Chercheur* : « Tu peux m'en donner des exemples ? »
- *Jean-Marie* : « Ouais, j'ai l'impression que ça se passe un peu comme ça. Quand on est à l'heure de mourir, c'est à l'heure-là, ça doit arriver, c'est tout... »

¹⁹¹⁵ père : ouvrier ; mère : sans profession

¹⁹¹⁶ R. HOGGART, *La culture du pauvre*, op. cit., p.117

- Chercheur : « Tu penses à ça par rapport à ton père ? »
- Jean-Marie : « Ouais, ouais. »
- Chercheur : « Et y a d'autres choses dans la vie qui peuvent être plus ou moins prévues ? »
- Jean-Marie : « Comme les accidents, ouais. J'pense qu'on peut toujours forcer le destin, mais j'pense que ça reste quand même toujours écrit. »
- Chercheur : « Et dans cette conception, quelle est la place du hasard ? Est-ce que tu penses que... est-ce que dans notre vie, dans ta façon d'voir la vie, y a d'la place pour le hasard ? »
- Jean-Marie : « Il doit y avoir une place du hasard mais j'pense que c'est quand même... Le destin est déjà tout tracé donc que le hasard intervienne, ouais ça peut arriver mais les grandes lignes restent les grandes lignes, après le hasard peut toujours intervenir pour les p'tits trucs. »

La conception qu'a Jean-Marie du destin pourrait donc être rapportée à l'ethos stoïcien : il y a ce qui dépend de nous et ce qui ne dépend pas de nous¹⁹¹⁷. Pour autant, est-ce que ce type de conceptions et de représentations est susceptible ou non de conditionner les formes de son rapport au calcul scolaire de probabilités que nous avons décrit à la fois difficile mais volontaire ? Nous éviterons évidemment de l'affirmer, mais force est de constater, sinon la difficulté à évaluer cette hypothèse, du moins la possible convergence de processus qui peuvent, en se combinant, renforcer les résistances éventuelles à l'appropriation de ce savoir scolaire.

Notons, pour conclure ce paragraphe, que les rapports entre formes de rapports au hasard et au destin et formes de rapports au calcul des probabilités, sont des rapports interdépendants : ils interagissent. Il est ainsi probable que l'enseignement du calcul des probabilités produit en retour des effets sur la conception que les élèves se font du hasard.

¹⁹¹⁷ Cette manière d'être au monde s'inscrit dans une forme originale et remarquable de ce que J. LEVINE et M. DEVELAY, appellent le "désencombrement" : « Il n'y a pas de dimension accidentée sans organisation réactionnelle. » J. LEVINE et M. DEVELAY, *Pour une anthropologie des savoirs scolaires, De la désappartenance à la réappartenance*, op. cit., p.100

Section II. Repérer et comprendre les difficultés de la rupture avec la pensée dichotomique et avec celle de la nécessité

Comme nous l'avons évoqué dès le début de cette recherche¹⁹¹⁸, Jean-Marie manifeste un rejet pour les "choses vagues", le flou, et tout ce qui est approximatif. Il aime ce qui est clair, net et précis. *Jean-Marie* : « *Parc'que les probas, c'est pas des résultats qui sont sûrs, on estime quelque chose, mais la probabilité d'quelque chose à 95 %, ça veut pas dire qu'on aura. On a des chances de...* » Retrouvant sur ce point l'opinion d'Auguste COMTE¹⁹¹⁹, pour qui le calcul des probabilités est disqualifié dans la mesure où il n'induit pas nécessairement la prescription, il ne sait que penser et que décider au regard d'une valeur donnée de la probabilité d'un événement. Comme nombre d'élèves scrupuleux qui, d'une certaine manière, parce qu'ils redoutent l'imprévu ne laissent rien au hasard, Jean-Marie répugne au calcul des probabilités qu'il considère comme un "à peu près"¹⁹²⁰ au regard des mathématiques générales auxquelles il confère rigueur, justesse et exactitude. La recherche des fondements d'une telle représentation, - par ailleurs problématique tant elle omet de prendre en compte la rigueur des raisonnements et des enchaînements probabilistes et l'obligation, pour les mathématiques générales, de mobiliser et de maîtriser les approximations -, conduit à élaborer l'hypothèse selon laquelle la compréhension d'un certain nombre de difficultés inhérentes à la rencontre des étudiants avec le calcul des probabilités gagnerait à être rapportée à leurs difficultés d'accommoder (au sens piagétien) une double rupture de paradigme : rupture avec la pensée dichotomique et rupture avec la pensée de la nécessité.

* * * * *

Laurent¹⁹²¹, 21 ans, prépare, dans le cadre de la formation initiale, le BTS électrotechnique dans un lycée du Val de Saône après un Baccalauréat électrotechnique¹⁹²². Âgé de 21 ans, il vit avec sa sœur lycéenne¹⁹²³ chez ses

¹⁹¹⁸ cf. Chapitre 0, Section II : Signalement des principales difficultés et réussites à partir de l'évocation de quelques brèves études de cas permettant l'élaboration des premières hypothèses.

¹⁹¹⁹ cf. Chapitre 6, Section VII. Les controverses sur les fondements du calcul des probabilités et sur son applicabilité au XIX^e siècle, §.2. "La prétendue théorie des probabilités" selon Auguste COMTE.

¹⁹²⁰ cf. G.Th. GUILBAUD, *Leçons d'à peu près*, éditions Christian Bourgois, 1985

¹⁹²¹ père : cadre de banque ; mère : animatrice dans un centre de loisirs

¹⁹²² Bac technologique STI, option génie électrotechnique

¹⁹²³ - Terminale ES, économique et social -

parents dans une villa près de Châtillon sur Chalaronne (01). Appliqué¹⁹²⁴ et discipliné, Laurent trouve “naturel” l’ordre des choses et affirme consentir à occuper plus tard une place d’exécutant¹⁹²⁵ : à l’issue de son BTS, il souhaite intégrer une classe d’adaptation pour techniciens supérieurs afin de devenir assistant d’ingénieur, situation qui peut effectivement se percevoir comme celle d’un exécutant qualifié. À l’instar de la plupart des élèves de l’enseignement technologique qui, comme lui, ont incorporé les catégories de classement induites par les jugements professoraux relatifs à l’existence de “profils” différents de rapports aux savoirs (“profil théorique”/“profil technique”), Laurent dit éprouver davantage de facilité dans les disciplines d’enseignement général que technologiques. Il estime obtenir des résultats satisfaisants en mathématiques générales, physique, français et anglais et rencontrer des difficultés en conception mécanique¹⁹²⁶, en physique des moteurs et en calcul des probabilités. *Laurent : « Les maths... j’aime bien les maths sauf les probas, je dirais... Parce que c’est vrai que les probas, c’est quand même bien spécial, c’est quand même pas... C’est pas du... C’est vrai que je me suis toujours demandé pourquoi on faisait des probas en maths... C’est p’être pour ça que j’y arrive pas trop ; j’ai jamais vu le lien par rapport à ce qui est logarithmes, exponentielles, factorielles et machins... Depuis la terminale, je m’demandais vraiment qu’est ce qu’ça venait faire dans les maths, donc c’est vrai que... Sinon les maths, j’aime bien, la physique aussi j’aime bien, tout ce qui est, euh... pas la physique des moteurs... j’aime bien la physique des filtres, de l’analyse*

¹⁹²⁴ Laurent : « On a ce qu’on mérite, c’ui qui travaille, euh... il mérite d’avoir quand même quelque chose de bien. C’ui qui fait rien, faut pas qu’i s’étonne après si... enfin c’est comme pour les examens, moi, bon, j’sais qu’j’ai essayé de travailler régulièrement. Ça a pt’être pas été parfait tout le long, mais j’estime que comme j’ai quand même travaillé, euh... si dans la classe y en a qui le loupent, j’aimerais pas être dedans et c’est vrai que la logique voudrait plutôt qu’ce soit ceux qui ont rien fait, qui ont été à droite, à gauche, tous les week-ends, au lieu de travailler, qui... C’est peut-être un peu méchant de dire ça, je sais pas, mais bon... »

¹⁹²⁵ Laurent : « J’estime que bon... pour faire tourner n’importe quelle société ou n’importe quelle structure, il faut qu’il y en ait qui soient décideurs et d’autres qui subissent, ou qui... pas subir mais qui... qui exécutent, ou je sais pas comment on peut dire, mais... L’anarchie, à mon avis, ça marche pas donc... euh ... »

Chercheur : « Tu te rangerais plutôt dans ceux qui exécutent ? »

Laurent : « Ouais, ouais... »

Chercheur : « C’est un rôle qui te convient ? »

Laurent : « Hum, hum, moi ça ne m’dérange pas... ouais. »

¹⁹²⁶ Laurent : « Ce que j’aime pas du tout, c’est la construction mécanique : donc tout ce qui est conception de systèmes. C’est d’ailleurs pour ça que j’ai pas pris productique parce que, tout ce qui est même élaboration de... comment va marcher tel ou tel système avec des roulements raccordés par des clavettes, des machins comme ça... J’aime pas la conception mécanique, j’y arrive pas, donc ça, c’est vrai que c’est la matière qui marche le moins bien. »

harmonique, tout ce qui se rapporte un peu en calcul de maths avec des intégrales... »

Si on tente d'approfondir le rapport aux probabilités entretenu par Laurent en examinant dans le détail la nature de ses performances, il apparaît intéressant de prendre en considération au moins deux éléments qu'il a lui-même identifiés. *Laurent : « J'ai souvent du mal à retranscrire les énoncés, à y voir clair en fait ... Par contre, si j'peux rajouter un truc, c'est que les probas... c'qu'on fait avec la loi binomiale, deux possibilités, un succès, un machin... ça j'y arrive mieux. La loi normale et euh... la loi de POISSON, ça va mieux aussi... Mais tout ce qui est probas "A union B", "A et B", je mélange... Les probas conditionnelles, ça je... c'est une grosse galère quoi ça... En début d'exercice, ça c'est le risque que ça m'bloque pour tout le reste. »*

- Le premier élément est l'existence de difficultés spécifiques relatives à la traduction et à la codification des énoncés d'exercices scolaires de probabilités en langage formel (questions relatives à l'algèbre des événements et aux probabilités conditionnelles) : nous laissons de côté pour l'instant l'analyse de ce phénomène puisque la section III¹⁹²⁷ est consacrée à son étude.
- Le second élément, déjà repéré à l'occasion d'études de cas précédentes¹⁹²⁸, est, malgré le peu de goût exprimé par Laurent pour la pratique du calcul scolaire des probabilités, sa réussite limitée aux questions portant sur les lois de probabilité : lois binomiales, de POISSON, normale. *Laurent : « Si c'est un exercice, en fait, qui commence par "on donne l'écart-type et la moyenne, trouver les paramètres de la loi de POISSON", tout ça ou autre... donc c'est vrai là, j'y arrive, mais si ça commence par les énoncés classiques de terminale, ça me bloque et j'passe aux questions à la fin quoi, c'est tout. »* Quel peut être le sens de cette réussite relative seulement à une certaine catégorie de questions de probabilités ?

Pour tenter d'apporter une réponse à cette question, il apparaît judicieux d'interroger la spécificité, à la fois disciplinaire et épistémologique, de cette partie du programme de probabilités au regard de celles des principaux savoirs scolaires diffusés aux élèves de l'enseignement secondaire.

¹⁹²⁷ cf. Section III. Repérer et comprendre les difficultés de la rencontre avec les règles de formalisation du langage probabiliste et avec celles du langage de la formalisation probabiliste

¹⁹²⁸ cf. Jean-Marie, Henri, Yannick, Sylvain, Ahmed

▪ Premier constat, l'enseignement dispensé aux élèves techniciens supérieurs en électrotechnique développe l'idée que la plupart des savoirs qui leur seront utiles relèvent de la connaissance exacte, universelle, nécessaire et vérifiable : c'est le cas des lois de la mécanique, de l'électricité, de l'électrotechnique, de l'informatique, de l'automatisme et de l'étude des systèmes électrotechniques. Ces disciplines, imposées durablement dans le cadre de la forme scolaire, privilégient l'explication des phénomènes par la stricte nécessité et la mobilisation d'une logique de type binaire (vrai ou faux, 1 ou 0, circuit ouvert ou fermé, etc.). Tout ce qui ne relève pas d'une loi et d'un ordre permanents n'est pas étudié. L'incertain et l'incertitude, la nuance, le flou, l'existence de degrés dans la vérité sont éludés. Dans ce cadre, les tâches scolaires se ramènent à un traitement procédural : elles ne nécessitent que d'appliquer des formules de mathématique et de dérouler des algorithmes de calcul. Ces manières de faire, qui ne sont pas sans effets de nature politique, n'apparaissent pas très éloignées de ce préconisait en 1783 l'avocat du Roi Philipon DE LA MADELEINE¹⁹²⁹, au sujet de l'instruction des seules applications de la science¹⁹³⁰ utiles dans l'exercice de certaines professions. Pour Philipon DE LA MADELEINE, il s'agissait alors de diffuser "la science sans le savoir", c'est-à-dire la science débarrassée des "germes nocifs" qu'elle contient, par exemple lorsqu'elle conduit à « *l'audace d'examiner ce qui n'exige de nous que de la soumission.* »¹⁹³¹

▪ Second constat, le calcul scolaire des probabilités, à l'exception remarquable de la partie traitant des lois de probabilité, introduit une rupture de paradigme. Il ne s'agit plus d'une activité de production de vérité ou de certitude, mais de réduction d'incertitude, non pas de supprimer l'incertitude mais de la réduire. Une difficulté, pour Laurent, consiste en l'accommodation d'un nouveau paradigme d'essence stochastique. Il lui faut désormais raisonner, dans le cadre scolaire, non plus comme il a longuement été habitué à le faire, en termes de bivalence mais en termes de plurivalence où les différentes éventualités sont affectées de probabilités. Il lui faut également accommoder le changement de paradigme qui consiste à passer du modèle de la nécessité stricte à un

¹⁹²⁹ « Si, à ce mot d'instruction l'on attache l'idée d'étude des langues, des sciences, des lettres, des beaux-arts, sans contredit on doit l'éloigner du peuple ; l'ignorance est préférable. Je ne connais pas d'arme plus dangereuse que le savoir entre les mains du peuple. » Philipon DE LA MADELEINE, *Vues patriotiques sur l'éducation du peuple tant des villes que des campagnes*, 1783, cité par G. VINCENT, *Recherches sur la socialisation démocratique*, éditions des Presses Universitaires de Lyon, 2004, p.20

¹⁹³⁰ - les applications pratiques sans la théorie -

¹⁹³¹ P. DE LA MADELEINE, cf. G. VINCENT, *Recherches sur la socialisation démocratique*, op. cit., p.20

modèle qui prend en compte l'irruption du hasard et de l'aléatoire¹⁹³². La pertinence de cette interprétation nous semble être confirmée par le fait que la manipulation des lois de probabilité, se distinguant en cela des autres parties du programme de probabilités, se résume à une application et à un enchaînement de procédures calculatoires, ce qui peut expliquer l'aisance et le fort degré de réussite de leurs traitements par Laurent qui, comme ses camarades, dit être beaucoup plus à l'aise lorsqu'il s'agit de manipuler, sous formes de routines ou de recettes, des procédures et des algorithmes, que lorsqu'il doit traduire et codifier en langage formel des énoncés au moyen de l'algèbre des événements ou encore comprendre la subtilité des énoncés qui se rapportent aux probabilités conditionnelles. Sa réussite, remarquable, dès qu'il s'agit de manipuler des connaissances formalisées de nature essentiellement procédurale est à rapporter au destin social des techniciens supérieurs tel qu'il a été envisagé et organisé par l'institution scolaire au regard de l'organisation du travail.

La prise en compte de tensions entre schèmes apparaît ainsi susceptible de permettre la compréhension d'un certain nombre de difficultés relatives à la rencontre entre des étudiants et le calcul des probabilités : tension entre schèmes de la pensée dichotomique et schèmes de la pensée modale (ou plurivalente) ; tension entre schèmes de la pensée de la nécessité et schèmes de la pensée de l'aléatoire.

* * * * *

Mario, 23 ans, prépare le BTS électrotechnique dans le cadre de la formation continue (GRETA) après avoir suivi, dans le cadre de formations en alternance, un CAP et un BP en électrotechnique puis le baccalauréat professionnel EIE¹⁹³³. À l'issue de son BTS, il souhaite être confirmé dans l'entreprise qui l'accueille pendant sa formation. Mario a beaucoup de mal à s'approprier les savoirs probabilistes. S'il est difficile de cerner avec précision la nature de ses difficultés, nous avons la conviction que leur compréhension exige de prendre en compte la spécificité des conditions d'éducation et de vie qui ont contribué à lui forger un caractère particulièrement affirmé. Ses collègues de classe le qualifient de "buté", "borné" : « *Quand il a une idée, c'en est pas une autre quoi, c'est la sienne.* » Mario ne s'embarrasse pas de subtilités. Il est vrai que rien dans son environnement familial ne le prédispose à évoquer l'existence de probabilités subjectives et à construire des dispositions et des schèmes

¹⁹³² Rappelons que ce qui caractérise un phénomène aléatoire, c'est précisément qu'il n'est pas nécessaire.

¹⁹³³ - équipement et installation électriques -

favorables au développement de la pensée stochastique. Ainsi, pour son professeur de français, « Mario a du mal à s'inscrire dans le groupe. Parfois, dans les discussions, les autres le trouvent pénible, casse-pieds. C'est vrai qu'il a souvent des idées arrêtées qu'il a envie de faire passer. Et même quand il n'a pas des idées forcément arrêtées, le fait qu'il n'arrive pas à les exprimer, qu'il ne trouve pas les bons mots, quand tu lui réexpliques avec des mots qui sont plus justes, il n'a pas forcément l'impression que tu lui traduis la même chose. »¹⁹³⁴ Cependant, lorsqu'il ne comprend pas quelque chose, Mario n'hésite pas à poser des questions aux enseignants. Mario : « La première année, je comprenais rien du tout, y a des profs qui m'ont carrément dit "retourne en première". Je suis désolé, quand y a des trucs que je comprends pas alors je demande, quitte à agacer le type en face, je demande. Je lui casse la tête jusqu'à ce que j'aie une réponse. »

Mario est né en France. Ses parents sont originaires de Yougoslavie. Son père a appris le métier de maçon en Yougoslavie. Mario : « En France, il a fait des petits boulots : restaurateur ; il a fini comme décolleteur. » Sa mère ne travaille pas. Ses sœurs sont arrivées en France à l'âge de six-sept ans. Mario : « Elles avaient déjà une part de scolarité en Yougoslavie. Elles sont allées dans l'école du village jusqu'en sixième. La première a suivi une scolarité difficile d'après comme mon père en parlait. Elle était pas du tout maniable. On n'arrivait pas à lui faire faire ce qu'on voulait, elle faisait ce qu'elle voulait quoi, un peu comme moi, mais moi j'me suis rangé un peu. Ma grande sœur, arrivée en sixième, elle allait en cours une fois sur dix et pis elle a été prise en charge par une femme qui s'occupait un peu d'elle, une sorte d'assistante sociale, mais comme j'étais petit, j'me rendais pas bien compte. J pense qu'elle a dû aller en sixième et qu'elle a dû arrêter l'école après la sixième ou la cinquième parc'qu'elle avait 16 ans. » Son autre sœur a essayé, en vain, d'obtenir un CAP de couturière. Mario : « Elle a dû rentrer en sixième à un certain âge et a dû faire un CAP de couturière tout de suite après la sixième. Elle parle [le français] pour se débrouiller mais j pense pas qu'elle puisse rédiger quelque chose. »

¹⁹³⁴ On croirait entendre une analyse formulée par Basil BERNSTEIN : « Quand on propose à l'usager du langage commun une formulation plus appropriée, ce dernier peut prétendre que c'est justement là ce qu'il voulait dire. La reformulation constitue une caractérisation d'un autre ordre (celui du langage formel), qui demeure étrangère au locuteur qui s'efforcera de ramener cet énoncé à l'énoncé original. S'il n'y parvient pas, il considérera l'énoncé du second ordre comme gratuit, non pertinent, éventuellement absurde, à moins qu'il ne soit lui-même désorienté et déconcerté. » B. BERNSTEIN, *Langage et classes sociales*, op. cit., p.41-42

Deux périodes se distinguent dans le récit de vie qu'élabore Mario. Une première période, couvrant l'enfance et le début de l'adolescence où Mario vit au sein de sa famille en étant scolarisé ; une autre débute après l'âge de quinze ans et correspond au moment où Mario "part dans le professionnel". Entre ces deux périodes survient un événement dramatique et fondateur : son père perd successivement son emploi et est victime d'un accident qui le rend invalide.

Mario : « Avant, mon père travaillait et gagnait un salaire assez conséquent. Il a été licencié abusivement par un employeur qui voulait plus l'avoir dans son entreprise, donc il y a eu des procédures judiciaires et compagnie et manque de chance, il est tombé dans l'escalier. Du jour au lendemain pendant un mois, le temps que les papiers se fassent et tout, on s'est retrouvé avec pas grand chose comme argent pour manger, etc. Ça a pas été le drame total, mais ça fait bizarre. On se retrouve du jour au lendemain avec la réalité. Un travail c'est important. J'me suis dit, faut que je fasse quelque chose. En regardant un peu la situation qu'il avait, je me suis dit, je ne veux pas avoir la même situation, donc j'veais essayer de faire quelque chose pour avoir un travail qui tienne la route. Donc je me suis lancé dans une formation professionnelle. »

Le licenciement et l'invalidité de son père lui font prendre conscience de l'importance du travail.

Mario : « T'as un travail tu peux manger, tu peux avoir de l'argent, un toit ; t'as pas de travail la vie est difficile. Le changement a été assez brutal. Ça été un déclic. »

Il est à noter que le thème de "la leçon qu'on tire en observant la vie des autres", en particulier par identification négative, est souvent repris.

Mario : « J'ai beaucoup appris de la vie par rapport à ce que j'ai vu. Ça paraît bizarre, comme truc mais le fait de voir certaines choses, après tu te dis faut pas que je fasse comme ça. Donc le fait de voir à droite, à gauche ça m'a toujours fait me conduire par rapport à ce que je voyais. J'ai déjà vu pas mal de trucs qu'étaient pas super chouettes, j'ai vu pas mal de personnes qui étaient en galère, des personnes de la famille à ma mère, qui sont morts en Yougoslavie quoi. Y a plus grand monde... »

À quinze ans, Mario part en centre d'apprentissage et c'est la rencontre avec un nouveau monde qui lui plaît.

Mario : « Ça fait tilt, je suis parti dans le professionnel, j'ai eu des personnes qui m'ont encadré, qui valaient vraiment le coup : mon ancien employeur, l'employeur que j'ai maintenant. Ils sont toujours là pour m'aiguiller, me montrer des trucs. J'ai rencontré le monde professionnel donc j'ai complètement changé d'optique du monde. Ça a été le bouleversement pendant la première année. Ça m'faisait bizarre de travailler, je rencontrais des professionnels, j'avais des contacts avec des personnes qui étaient assez bien placées. J'm'y plaisais, ça me faisait plaisir de faire des réunions de chantiers, d'aller boire un coup avec les collègues de travail, de changer du monde du collègue en passant au professionnel. Je pense que ça, ça m'a beaucoup motivé pour devenir un professionnel. »

Les dialogues entre Mario et ses parents sont réduits au minimum et l'ont toujours été. Mario ne leur "raconte pas sa vie". *Mario* : « *Avant, c'était encore pire. J'ai toujours été à part. Chacun vit sa vie, on se croise de temps en temps. Je me lève à six heures du matin, je reviens le soir à vingt-trois heures du soir, je vois personne.* » Il ne les prévient pas lorsqu'il sort, ne dit ni où il va ni l'heure à laquelle il pense rentrer. *Mario* : « *Ça ne m'intéresse pas de dire où je vais, à eux. Ils ont une vision des choses de la vie, moi j'en ai une autre. Moi les études m'ont développé un esprit plus large et eux sont restés bornés.* » Mario fait ici l'expérience du déchirement décrit par P. BOURDIEU : « *Plus tu réussis (c'est-à-dire plus tu accomplis la volonté paternelle de te voir réussir), plus tu échoues, plus tu tues ton père, plus tu te sépares de lui.* »¹⁹³⁵ Le mode d'exercice de l'autorité de son père peut être saisi à travers la narration de deux événements. Lors du premier, Mario a six ans. *Mario* : « *Je me suis barré un jour en vélo, j'avais six ans, j'ai fait le tour de mon patelin en vélo, mon père voulait pas que j'aille en vélo, il m'a rattrapé, il m'a tué. J'veux dire c'est normal, j'ai compris, j'ai pas discuté.* » Lors du second, Mario a quatorze ans.

– *Mario* : « *On s'est barré pour un voyage de fin d'année. Je devais rentrer à six heures, on est rentré vers les dix heures. J'ai raconté que le car était tombé en panne, des conneries, j'sais pas quoi, je me suis fait attraper.* »

– *Chercheur* : « *Tu craignais tes parents ?* »

– *Mario* : « *Mon père oui, physiquement. Il a une main qui part bien.* »

Quant aux rapports de Mario avec sa mère, ils se cristallisent autour des problèmes scolaires.

– *Mario* : « *J'étais pas un casseur ni rien, mais bon j'f'sais rien. J'allais pas en cours. J'me promenais. Quand j'y allais, j'travaillais plus avec mon cerveau à faire des bêtises qu'à travailler en cours, parc'que ça me plaisait pas le système scolaire, c'est pour ça que j'arrivais toujours en retard.* »

– *Chercheur* : « *Comment réagissaient tes parents ?* »

– *Mario* : « *Ma mère pétait les plombs. Mais bon, on peut pas obliger quelqu'un à travailler.* »

– *Chercheur* : « *Tu avais des punitions ?* »

– *Mario* : « *Non c'était pas la peine. Moi, quand j'ai décidé quelque chose ça bouge plus. Moi, j'vois pas comment mes parents auraient pu m'forcer à travailler parc'que j'sais pas... c'est pas en disant "travaille" que j'aurais travaillé. Pis i z'auraient fait quoi pour finir ?* »

¹⁹³⁵ P. BOURDIEU, *Les contradictions de l'héritage*, in *La misère du monde*, op. cit., p.715

J'vois pas. J'faisais c'que j'voulais. Mais j'avais mes limites. J'savais c'qui était bien et mal, à mon niveau, mais j'f'sais c'que j'pensais. »

– Chercheur : « *Est-ce que tes parents s'occupaient de ta scolarité ?* »

– Mario : « *Non non. Parc'que j'faisais jamais mes devoirs. Ma mère me poussait un peu au début, mais j'étais tout le temps dehors. Elle aurait voulu l'faire qu'elle aurait pas pu. Elle savait même pas de quoi ça parlait. Dans ma première cinquième, j'ai commencé à travailler les trois premiers mois, j'ai eu des notes correctes et les deux autres trimestres j'ai rien fait. J'inventais n'importe quoi pour pas aller en cours. »*

– Chercheur : « *Tu avais un carnet de correspondance au collège ? Tes parents devaient justifier de tes absences ?* »

– Mario : « *J'inventais toujours n'importe quoi, mais c'était toujours la vérité. "Pourquoi t'es pas venu ce matin ?" "Ben parc'que j'étais chez un pote". J'ai jamais raconté des bobards, c'était la vérité. »*

– Chercheur : « *Mais tu n'étais jamais puni ? Tu avais des heures de colle ?* »

– Mario : « *J'y allais pas. »*

– Chercheur : « *Tu te faisais exclure des cours ?* »

– Mario : « *Ouais j'ai passé à la porte un peu trop souvent. Mais j'étais jamais impoli par contre. J'étais jamais incorrect parc'que ma mère, elle insistait là-dessus quoi, elle m'a bien montré les limites de la correction, c'est une chose qu'elle m'a appris, p't-être parc'que mes parents sont yougoslaves et que le régime était strict. »*

Des communications restreintes, des relations réduites à de brefs échanges de commandement en prise directe sur les situations particulières sont des indicateurs d'un ethos familial caractérisé par l'utilisation, au sens de Basil BERNSTEIN, d'un mode impératif de contrôle s'opérant par l'intermédiaire d'un code restreint et par la contrainte physique. Ce mode de contrôle sous-tend peu d'incitations et induit peu de réciprocité dans la communication. Il engendre ainsi un retrait communicationnel. De nombreux propos de Mario prennent alors sens : Mario : « *Elle [Ma sœur] était pas du tout maniable. On arrivait pas à lui faire faire ce qu'on voulait, elle faisait ce qu'elle voulait quoi, un peu comme moi. / Moi, quand j'ai décidé quelque chose ça bouge plus. Etc. »* On perçoit ici l'intérêt de conduire une sociogenèse des dispositions. Mario a en effet vécu dans un environnement binaire et manichéen laissant peu de place à l'échange et au dialogue. Cet environnement peut être décrit, en se référant au modèle élaboré par J. LAUTREY, comme structuré rigidement : il y a peu de place pour les nuances, les doutes. Cet environnement est le lieu d'un mode d'exercice de l'autorité exclusivement impératif qui accorde une prépondérance aux

affirmations et aux certitudes : il ne permet ni de développer les schèmes cognitifs susceptibles d'être activés dans les raisonnements abstraits, ni de permettre la création d'intuitions susceptibles de favoriser la constitution d'un mode de pensée spécifique des probabilités. Dans ce contexte, la pensée s'élabore en termes d'alternatives et non en termes de modalités ou de degrés de possible ou de probable. Ce mode de socialisation peut avoir pour effet d'accroître les résistances à l'enseignement scolaire des probabilités. Mario dit avoir beaucoup de difficultés à mémoriser les "formules" : « *Jusqu'en bac, je les connaissais sur le bout des doigts. Mais en BTS, les formules sont devenues extravagantes.* » Il dit être davantage capable de se représenter concrètement les phénomènes que de s'approprier les savoirs théoriques, notamment probabilistes. « *Les probas ça m'bloque, j'arrive pas à matérialiser les choses.* » Confronté aux exercices scolaires de probabilité, il met beaucoup de temps à imaginer la situation, à s'en construire une représentation : il tente ensuite d'élaborer un raisonnement et de jeter sur papier une esquisse de solution. Il est possible que ses difficultés de représentation des situations aléatoires et probabilistes puissent en partie s'expliquer, en référence aux travaux de J. PIAGET et B. INHELDER sur la genèse de l'idée de hasard, par un processus de développement opératoire général relativement long. À ses difficultés d'activation des schèmes stochastiques (du fait de leur non-crédation préalable aux enseignements de probabilités) qui ne peuvent s'articuler à des savoirs fiables ou à des représentations préalables, s'ajoutent des difficultés dans la maîtrise de la langue, ce qui affecte lourdement ses propositions de solutions. Nous abordons maintenant cette question.

Section III. Repérer et comprendre les difficultés de la rencontre avec les règles de formalisation du langage probabiliste et avec celles du langage de la formalisation probabiliste

« En fait, de façon évidente dans les disciplines littéraires et plus sournoisement, il semble, dans les disciplines scientifiques, l'aptitude à manipuler le langage scolaire reste le facteur principal de la réussite aux examens. C'est même une des médiations les plus importantes, - bien que la plus cachée - entre l'origine sociale, des enfants et leur destin scolaire. Ce n'est pas seulement là où l'on en voit le plus facilement l'influence, c'est-à-dire dans les épreuves de langage, que les inégalités tenant au milieu linguistique familial font sentir leur efficacité, c'est plus généralement dans toute épreuve intellectuelle supposant le déchiffrement ou le maniement de structures complexes auxquels prépare inégalement l'apprentissage d'un langage inégalement complexe selon les milieux familiaux. »¹⁹³⁶

Considérons la première question du problème de calcul des probabilités posé en 1995 à l'épreuve de mathématiques du BTS électrotechnique.

Une usine fabrique en grande série des pièces susceptibles de présenter un défaut A dans 3 % des cas, ou un défaut B dans 7 % des cas. L'apparition d'un défaut est indépendante de l'apparition de l'autre.

Calculer la probabilité qu'une pièce tirée au hasard :

- a) présente les deux défauts ;*
- b) présente au moins l'un des deux défauts ;*
- c) présente un seul défaut ;*
- d) ne présente aucun défaut.*

Cet exercice traite de l'analyse de la qualité de la production d'objets industriels. Une pièce étant susceptible de présenter deux types de défaut, il s'agit de déterminer la probabilité qu'une pièce tirée au hasard présente soit "deux défauts", soit "au moins un défaut", soit "un seul défaut" ou "aucun défaut". Remarquons, une nouvelle fois, que la partie "analyse" de tous les cas susceptibles d'apparaître lorsqu'une pièce est tirée au hasard, est effectuée par celui qui rédige l'énoncé de l'exercice et non par l'étudiant. Pour résoudre ces

¹⁹³⁶ P. BOURDIEU et J.C. PASSERON, *Langage et rapport au langage dans la situation pédagogique*, in *Rapport pédagogique et communication*, Cahier du Centre de Sociologie européenne, éditions Mouton, 1965, p.29

questions, il est donc nécessaire de saisir des nuances (par exemple, entre “au moins un défaut” et “un seul défaut”), de mettre à distance la langue afin d’étudier la subtilité des énoncés. Dans un second temps, l’étudiant doit “mettre en signes” ces données : il s’agit alors d’un exercice de codification. Il dispose, pour cela, de connecteurs logiques, notamment les symboles “ \cap ” pour “et”, “ \cup ” pour “ou”. Pour franchir cette étape, l’étudiant utilise des “règles d’action”¹⁹³⁷. Il reformule ainsi l’énoncé au moyen de termes normalisés, puis passe à la phase de traduction-codification. Ainsi l’expression écrite en langue naturelle “*la pièce présente au moins l’un des deux défauts A ou B*” est d’abord explicitée puis reformulée en “*la pièce présente l’un ou l’autre ou les deux défauts*”, puis codée au moyen de l’écriture symbolique $A \cup B$. Les étapes de traduction et de codification ayant été réalisées, le calcul des probabilités peut alors être mené à l’aide des algorithmes de résolution exposés au cours des leçons. La probabilité demandée se calcule ici à l’aide la formule

$$P(A \cup B) = P(A) + P(B) - P(A \cap B),$$

et, dans la mesure où il est précisé dans l’énoncé de l’exercice que les événements A et B sont indépendants, on a

$$P(A \cup B) = P(A) + P(B) - P(A) \times P(B).$$

Il ne reste alors plus qu’à affecter les valeurs données dans l’énoncé aux expressions respectives : comme $P(A) = 0,03$ et $P(B) = 0,07$, la probabilité demandée est alors égale à $0,03 + 0,07 - 0,03 \times 0,07 = 0,0979$.

Plus précisément, on distingue, dans ce genre d’exercices :

1) Le “**et**” : lorsque deux événements se produisent simultanément.

Exemple : “*Une pièce présente les deux défauts A et B*”

Codification : $A \cap B$

2) Le “**ou exclusif**” : si l’un des événements se produit, l’autre ne se produit pas. Et réciproquement. Ainsi, dans l’expression commune “le menu comporte fromage ou dessert”, il est proposé soit l’un, soit l’autre, mais pas les deux à la fois.

“A ou B” dans le sens du “ou exclusif” signifie :

“A et (non B) ou (non A) et B”.

Exemple : “*Une pièce présente un seul défaut*”

Codification : $(A \cap \bar{B}) \cup (\bar{A} \cap B)$ ¹⁹³⁸

¹⁹³⁷ Exemples de règles d’action : « Il faut mettre un accent sur le “a” lorsque l’on ne peut pas dire “avait” », ou bien « pour calculer $7 + 2 \times 5$, il faut faire la somme de 7 et 10. »

¹⁹³⁸ Rappelons que l’écriture \bar{A} désigne l’événement contraire de A.

3) Le “**ou non exclusif**”¹⁹³⁹ : l’un ou l’autre des événements peut se produire, ou les deux. Ainsi l’assertion “un voyage est organisé pour les élèves qui étudient l’anglais ou l’allemand” comporte un implicite : il est sous-entendu que les élèves qui étudient l’anglais ou l’allemand ou les deux sont concernés par ce voyage.

C’est le sens implicite avec lequel le mot “ou” est utilisé en calcul des probabilités : il s’agit d’un “et/ou”, d’un “ou non exclusif”.

“A ou B” dans le sens “ou non exclusif” signifie “A ou B ou (A et B)”.

Exemple : “*Une pièce présente au moins l’un des deux défauts*”

Codification : $A \cup B$

4) “**Aucun**” : ni l’un, ni l’autre, ni les deux ne peuvent se produire.

“non (A ou B)” signifie “(non A) et (non B)”

Exemple : “*Une pièce ne présente aucun défaut*”

Codification : $\overline{A \cup B} = \overline{A} \cap \overline{B}$

Selon quels processus, l’étudiant confronté à ce type de questions est-il amené à produire ses réponses ? Les études récentes, notamment en psychologie cognitive¹⁹⁴⁰, montrent que le traitement de l’information linguistique de l’énoncé d’un exercice déclenche, dans un premier temps, l’activation de plusieurs schèmes de résolution. Dans un second temps, un certain nombre de ces schèmes sont inhibés en fonction des contraintes particulières de la situation-problème. Soulignons que ces schèmes de résolution sont généralement activés et inhibés selon un processus inconscient et très rapide.

Aycan, 22 ans, est d’origine turque. Il prépare le BTS électrotechnique dans le cadre de la formation continue (GRETA) après avoir facilement obtenu le baccalauréat professionnel EIE. Très volontaire et travailleur, il éprouve cependant des difficultés à se hisser au niveau des exigences du BTS. Considérons cinq situations, relativement élémentaires, susceptibles de rendre compte des manières de faire d’Aycan.

¹⁹³⁹ - appelé aussi “ou inclusif” -

¹⁹⁴⁰ cf. J.F. RICHARD, *Les activités mentales*, éditions A. Colin, 1995 ; R. GHIGLIONE et J.F. RICHARD, *Cours de psychologie, Processus et applications*, tome 6, éditions Dunod, 2000

Situation 1 :

On jette 10 fois de suite une pièce de monnaie bien équilibrée en notant chaque fois le résultat. On note X la variable aléatoire mesurant le nombre de “faces” obtenues. Calculer la probabilité de l'événement E : “Le nombre de faces est compris entre 3 et 6 (bornes incluses)”.

Aycan commence à faire cet exercice en considérant un dé et non une pièce de monnaie. Il est pourtant précisé dans la première phrase : “*On jette 10 fois de suite une pièce de monnaie*”. Il n'est pas difficile d'exhiber, dans l'ensemble de cet énoncé, le vocabulaire susceptible d'induire cette confusion. En effet, les signifiants que sont le mot “faces” ainsi que les nombres 3 et 6” dans l'expression “*Le nombre de faces est compris entre 3 et 6*” peuvent effectivement se retrouver dans le contexte d'un autre exercice scolaire de probabilités ayant pour support “le dé”, mais il ne s'agit alors plus des mêmes signifiés. Aycan m'explique ainsi son erreur : « *J'ai lu entre les lignes.* » Il est en effet probable qu'une lecture rapide par repérage d'indices puisse engendrer cette confusion qu'une lecture plus attentive et soucieuse de l'importance et de la pertinence de certains détails ou mots-clés aurait sans doute évitée. Le fait de rappeler que l'exposé du cours de probabilités par l'enseignant s'est précisément fait à partir du jeu de dés peut également éclairer sa confusion. Quelques minutes plus tard Aycan dit : « *J'comprends plus rien : le nombre de faces... c'est quoi ça ? Et pis “bornes incluses”... ça veut dire quoi ça ?* » Ainsi Aycan n'arrive plus à distinguer les différents signifiés du mot “face”. En calcul des probabilités, on rencontre en effet ce signifiant dans l'expression “*les faces du dé*” et puis dans celle où “*la pièce de monnaie a deux faces et dont “une des faces” s'appelle justement “face*”. Et puis il y a aussi un étudiant qui est “face” à un énoncé d'exercice. Dans cette situation précise, Aycan n'apparaît pas en mesure de comprendre une construction langagière qui construit son propre contexte.

Situation 2 :

On tire 8 cartes d'un jeu de 32 cartes. Calculer la probabilité de l'événement “obtenir au moins 3 cœurs”.

La traduction mathématique de l'événement “obtenir au moins 3 cœurs” est “obtenir 3 ou 4 ou 5 ou 6 ou 7 ou 8 cœurs”. Pour Aycan, la traduction mathématique de cet événement est “obtenir 0 ou 1 ou 2 cœurs”. On peut faire l'hypothèse que pour Aycan, l'expression “au moins 3 cœurs” signifie “moins de 3 cœurs”, ce qui indique qu'il ne maîtrise pas complètement les nuances de la langue française.

Situation 3 :

On tire 8 cartes d'un jeu de 32 cartes. Calculer la probabilité de l'événement "obtenir au moins 1 roi".

Pour résoudre cette question, les étudiants sont amenés à considérer le contraire de l'événement "obtenir au moins un roi". Pour Aycan, le contraire de cet événement est "obtenir un seul roi", ce qui est inexact. En effet, l'explicitation exhaustive de l'événement "obtenir au moins 1 roi" est "obtenir 1 roi ou 2 rois ou 3 rois ou 4 rois". De cette explicitation, on en déduit que le contraire de l'événement "obtenir au moins 1 roi" est "obtenir aucun roi". Cet exemple confirme notre hypothèse selon laquelle la capacité à saisir ce genre de nuances et de subtilités est une des conditions de la réussite aux exercices élémentaires de calcul scolaire des probabilités.

Situation 4 :

Une usine d'horlogerie fabrique une série de montres. La fabrication comporte deux phases. La première phase fait apparaître un défaut « a » dans 2 % des cas ; la seconde phase, un défaut « b » dans 10 % des cas. Une montre est tirée au hasard.

Événement A : la montre présente le défaut « a » ;

Événement B : la montre présente le défaut « b » ;

On suppose que les événements A et B sont indépendants.

Calculer la probabilité de l'événement suivant :

Événement D : la montre ne présente aucun des deux défauts.

Pour Aycan la traduction mathématique de l'événement "la montre ne présente aucun des deux défauts" est "la montre ne présente pas le défaut « a » ou bien la montre ne présente pas le défaut « b »" d'où sa proposition de codification $D = \overline{A} \cup \overline{B}$ qui est inexacte. En effet, la codification correcte de cet événement est "la montre ne présente pas le défaut « a » ni le défaut « b » ni les défauts « a » et « b »", c'est-à-dire $D = \overline{A \cup B}$.

La prise en compte de l'ensemble de ces observations nous conduit ainsi à interroger les modalités de la socialisation d'Aycan et notamment les conditions de la construction du rapport qu'il entretient à la langue française et qui conditionne celle de ses structures cognitives, notamment logiques. Aycan est arrivé en France à l'âge de cinq ans. « *Mon père était déjà en France depuis quatre ans. I voulait retourner en Turquie et pis i s'est dit non, là-bas y aura pas d'avenir pour nos enfants donc il a préféré nous emmener en France. Au départ, mon père en Turquie était berger. Il avait fait un crédit pour acheter son*

troupeau de moutons. I s'est dit, tiens j'vais aller en France pour rembourser mon crédit d'un coup. Finalement il est resté. Mais au départ c'est rien que ça. » Dès son arrivée, son père occupe des postes de travail qui le mettent en contact avec la production. Il ne parle pas du tout le français. Aycan : « I savait pas... Juste pour acheter le pain, pour acheter le lait. I savait rien faire, strictement rien. Zéro. I s'y est jamais mis. Pas le temps. Il a jamais été au chômage donc il a jamais pu. » Aujourd'hui encore son père a toujours des difficultés pour parler et lire le français. Aycan : « I pourra se démerder quoi, pour acheter un truc comme ça mais i peut pas faire une conversation. I le lit mais, parc'qu'i sait lire le turc, donc i le lit par l'intermédiaire de... C'est-à-dire... I le prononce en turc. Si i lit quelque chose i roulera les "r" par exemple. S'il dira, j'sais pas moi, "une voiture", i dira "une voiturrrre", voilà. » La mère d'Aycan est analphabète : Aycan : « Elle a jamais été à l'école, ni en Turquie, ni là, donc elle sait pas écrire le turc non plus, ni le lire... Par contre elle connaît les chiffres pour acheter dans les magasins. Elle comprend le français. Elle parle français comme mon père... pareil, pas bien... Parc'que, i sont une petite communauté donc i sont pas trop ouverts, i se sont jamais mélangés. »

La socialisation primaire d'Aycan s'est donc déroulée en Turquie. Aycan : « Y avait mon grand frère en Turquie avec moi, il a trois ans de plus, et mes deux petits frères sont nés en France. Ma mère, elle était avec nous en Turquie, elle a jamais travaillé, elle s'occupait tout le temps à la maison. On habitait à la montagne dans un p'tit village isolé, pas de routes goudronnées, rien, vraiment, pas de flotte dans les baraques, fallait aller chercher l'eau à la fontaine au milieu du village. » Lorsque l'ensemble de la famille arrive en France rejoignant ainsi le père, Aycan n'a encore jamais été scolarisé : Aycan : « Comme j't'ai dit, ça m'a fait un changement dingue. En un jour hein ! J'suis monté à l'avion, donc Istanbul. Tac, j'suis arrivé à Genève. Là-bas on a pris le train, on est arrivé à Bourg. Pis j'm'en rappelle comme si c'était hier. On a pris le taxi, on est arrivé à Châtillon. Déjà ces immeubles, c'était dingue parc'que, j'voyais pas une poussière, pas un caillou alors que dans le village y avait que d'ça. On est rentré dans la maison, c'était un appartement en ville. Pour moi c'était bien parc'que j'savais pas c'que c'était qu'un robinet, j'avais jamais vu ça moi. C'était dingue et pis j'avais jamais vu les chiottes comme ça, et pis plein de trucs comme ça, j'avais jamais vu de bananes, de trucs comme ça, j'en avais jamais mangées, tu sais j'découvrais des trucs, c'était la folie. » Une telle transplantation ne s'est pas faite sans difficulté, mais Aycan s'est rapidement adapté. Aycan : « Au début, j'avais un peu de chagrin parc'que y avait ma famille qui est restée là-bas, tout ce qui est grand-père, grand-mère et pis, je regrettais un peu au début, et pis j'parlais pas français, pas un mot tout-ça, et pis à l'école, c'était dur, c'était dur. J'suis rentré en cours d'année, en

maternelle, au mois d'avril un truc comme ça, en dernière année de maternelle et là, i z'ont vu que j'savais pas trop parler français, i m'ont fait redoubler la maternelle, donc j'ai refait un an, donc j'ai perdu un an. Après CP, ça a été super hein, CP super hein, les profs super surpris. J'me suis mis tout de suite tout d'un coup, alors que mon frère aîné, lui, i l'ont fait passer directement en CE₂, euh, et l'année d'après i l'ont reculé d'un an, en CP. Et moi après le CP, ça a été super hein. C'était chez les sœurs à Châtillon, les sœurs Saint Vincent, tu sais, elles sont habillées en bleu marine. J'm'y suis intéressé tout d'un coup. Et j'me suis pas rendu compte, mais au bout d'un moment j'parlais français. C'est vrai en plus. CE₁ ça a super marché, CE₂ pareil, félicitations tout. En maths, ça marchait super bien, histoire-géo ça marchait bien. C'est là que j'ai commencé à faire les paperasses à la maison, c'est là que j'ai commencé à faire les traductions pour mon père pour tout c'qui est social, alors que mon grand frère non, lui i s'intéressait pas, mais moi si. Les devoirs, j' les faisais tout seul. Mais autrement, ouais, tout c'qui est paperasse, c'est tout le temps moi, tout c'qui est à la maison, je m'occupe de tout chez moi ! Ah ouais les autres sont tous déconnectés hein ! Ma famille, au niveau études, eux, zéro. Ah ouais, i veulent pas s'y mettre. C'est tout moi qui fais tout. Que ce soit n'importe quoi, c'est tout moi qui marchande, comme là pour la fête du mouton, hier... »

Nombreux sont les détails qui montrent que si Aycan subit de manière efficace l'influence de l'école et des valeurs scolaires, il n'en reste pas moins très attaché à la vie du groupe familial et à ses valeurs.¹⁹⁴¹

Ses parents, très éloignés de tout univers scolaire, n'ont pas "transmis" à Aycan d'expériences scolaires malheureuses. Aycan : « I s'intéressaient pas, parc'qu'i savaient pas. I s'intéressaient pas du tout, c'est moi-même que j'me suis mis. Moi, je travaillais de moi-même hein, alors mes parents, même main'nant i savent pas, i savent pas vraiment quel niveau j'ai... quoi... c'qu'j'fais... » En même temps qu'il est accaparé par sa scolarité française, Aycan apprend la langue turque et le coran. Aycan : « À un moment donné, j'te dis, je f'sais l'école français, le turc le dimanche matin et le samedi après-midi l'école religieux. C'était l'islam, mais pas l'islam intégriste hein, nuance... l'islam, savoir lire l'arabe, c'est-à-dire... j'ai lu tout le coran quoi, savoir faire des prières, les bases de la religion. Mais c'était dur hein, c'est-à-dire que... faire trois choses en même temps on faisait, mais j'étais aussi brill... j'étais

¹⁹⁴¹ Aycan : « C'est-à-dire que nous on est uni. Mon frère, il a vingt-quatre ans, mais il habite toujours chez mes parents. Donc lui, il a apporté une aide à mon père et pis, vu qu'il habite tout le temps à la maison, de temps en temps i paie l'assurance, i paie. I dit pas non quoi. Même moi, plus tard, si mon père i m'dit, ouais j'ai besoin d'aide, j'dirai pas non, non plus, parc'qu'on est solidaire. Voilà y a ça qui compte. C'est-à-dire que, j'prendrais jamais un appart pour vivre tout seul... »

aussi bon à l'école religieux, qu'à l'école turque, qu'à l'école français. Je m'en sortais très bien. D'ailleurs j'ai fini premier à l'école religieux. » Tout son temps est occupé. Il faut alors associer la description de ces pratiques aux propos qu'il tient sur son père : *« Il a toujours voulu travailler et pis i faisait des heures phénoménales, même main'nant d'ailleurs. »* Il juge sa scolarité au collège correcte : *« J'tapais à onze de moyenne, c'était moyen partout, dans toutes les matières sauf le français, un peu, ça a toujours été mon point faible... alors que les maths, histoire-géo, c'était mon point fort. »* Jusqu'en classe de troisième, Aycan fait très consciencieusement son métier d'élève, mais n'a encore élaboré aucun projet professionnel. Il souhaite une entrée rapide dans la vie active, mais n'est pas fixé sur le choix d'un métier précis. Tel "le boursier" décrit par R. HOGGART, Aycan fait une totale confiance à ses professeurs¹⁹⁴². Il ignore ce qu'est un BEP, ce qu'est l'électrotechnique et n'a donc aucun préjugé sur cette discipline. Son appétence vis-à-vis du savoir scolaire est immense et il s'en remet aux conseils de son professeur principal. Aycan : *« Fin de troisième, j'savais pas quoi faire, j'savais vraiment pas quoi faire... Et j'avais un niveau pour aller en seconde... Mais moi, pff, j'avais envie de travailler déjà, j'sais pas, avoir un métier déjà, un p'tit métier. J'savais pas quel métier choisir, et pis mon prof de gym qui m'a conseillé, euh : "un BEP en électrotech j'te vois bien là-d'dans". Sans qu'avant je voulais même pas faire de l'électricité quoi... Pis i m'a dit : "faut faire ça pour toi, j'crois". Pis j'ai dit si j'd'croche un BEP c'est déjà pas mal. J'ai fait un BEP électrotechnique, j'bossais super. Les deux ans de BEP, j'te dis franchement, c'est là où j'ai le plus appris, et c'est là où j'ai bien bossé. Et pis j'ai adoré mon métier. C'est là, j'ai dit c'est super, l'électrotechnique, c'est super. J'ai décroché le BEP à plus de 15 de moyenne... J'étais intéressé. Après j'ai choisi le Bac Professionnel, vu que y avait des stages, tout ça, c'était plus technique. Et pis le Bac Pro ça a bien marché aussi. En maths, j'ai eu 16 au Bac. J'ai eu la mention AB. »*

Pour comprendre la manière dont Aycan a pu construire certaines dispositions culturelles, on peut mettre en parallèle la description qu'il fait du rapport au travail de son père et son propre rapport à l'école. Aycan : *« Avec le patron, au début, i s'entendait bien et mon père, chaque fois que le patron i disait faut bosser, et ben i z'y allaient tous les deux quoi, i z'étaient tout le temps ensemble. Même si i savait pas parler français, le patron, avec lui, il était super bien parc'que chaque fois qu'il avait besoin de quelque chose mon père i disait*

¹⁹⁴² « Il est porté à prendre ses professeurs terriblement au sérieux parce qu'il voit en eux les comptables du "capital de matière grise". À la maison, le père est toujours le père, mais au lycée l'autorité paternelle s'évanouit et le boursier a tendance à faire du professeur principal son imago paternelle. », R. HOGGART, *La culture du pauvre*, op. cit., p.353

pas non et des fois i bossaient tous les deux jusqu'à onze heures, minuit du soir et i réattaquait à quatre heures du matin et c'est pour ça... Mon père, euh, il a toujours été bien vu quoi, enfin, parc'qu'il a bossé avec lui. » Au contact privilégié de son père, Aycan construit progressivement les schèmes spécifiques du consentement des dominés à la domination et intériorise la nécessité de son environnement social : *« Parc'qu'à l'école, i fallait, pour être bien vu... fallait être bon et pis fallait suivre, et pis si je f'sais le con, je savais déjà que ça servait à rien. »* Ces dispositions (la disponibilité, le dévouement, l'abnégation, le goût de l'effort) qu'il acquiert, sont en harmonie avec les principes de la forme sociale scolaire (soumission aux normes de la vie scolaire, maîtrise de soi, bon esprit, souci de "se faire bien voir", etc.). Même s'il n'explique pas tout, l'effet de ces dispositions sur la scolarité d'Aycan a contribué, au moins jusqu'au Bac Professionnel, à sa réussite. Comment alors comprendre, qu'en BTS, la combinaison de ces mêmes éléments ne produise plus autant de "succès" et qu'Aycan se retrouve en difficulté notamment dans le domaine qui nous intéresse, c'est-à-dire le calcul scolaire des probabilités ?

Nous avons évoqué le fait que les parents d'Aycan sont analphabètes et qu'il ne s'exprime avec eux qu'en turc. Avec ses frères, par contre il communique en français.¹⁹⁴³ Au cours des extraits d'entretien retranscrits, nous avons remarqué, par exemple, ses difficultés à conjuguer les verbes et à faire concorder les temps. *Aycan : « S'il dira, j'sais pas moi, "une voiture", i dira "une voiturrre" voilà. / Au début j'avais un peu d'chagrin parc'que y avait ma famille qui est restée là-bas, tout c'qui est grand-père, grand-mère. / I s'intéressaient pas du tout, c'est moi-même que j'me suis mis. / Sans qu'avant je voulais même pas faire de l'électricité quoi... / Si j'aurais tout mon temps à travailler, j'vais te dire franchement, ça serait facile pour moi, très facile même. »* Autre exemple de son rapport au langage, à travers la non-prise en compte, à l'oral, des marques du féminin. *Aycan : « À un moment donné, j'te dis, je f'sais l'école français, le turc le dimanche matin et le samedi après-midi l'école religieux. »* Ainsi Aycan fait preuve, dans le contexte de l'entretien, de sa difficulté à maîtriser les propriétés phonologiques de certains mots. Or, ce type de production langagière, et le rapport au langage qu'il sous-tend, n'est pas en harmonie avec la norme scolaire. En effet, si l'on fait l'hypothèse que de telles productions orales, certes, contextualisées, sont un indicateur des dispositions générales d'Aycan à l'égard du langage, on peut alors comprendre, en analysant ses productions, la genèse de ses difficultés lorsqu'il est confronté à la forme sociale scolaire d'enseignement du calcul scolaire des probabilités. Il est à noter

¹⁹⁴³ *Aycan : « Chez moi je parle le turc, mais entre mes frères c'est français quoi, le français passe d'abord. »*

par exemple qu'au cours de notre entretien, Aycan utilise fréquemment, ce que B. BERNSTEIN appelle le code restreint. *Aycan* : « [Mon père], *i fait, tu vois les sièges là, qu'on... Tu sais en hauteur on peut jouer avec la vis, la tige filetée pour baisser ou relever le siège. Ben i fait les tiges filetées.* » Dans l'échange réglé par le code restreint, une grande partie de l'information passe en effet par les gestes, les mimiques, l'implicite. Le message passe autant en dehors des mots qu'à travers les mots. Or, cette pratique langagière n'est pas non plus en adéquation avec les pratiques langagières scolaires visées par les enseignants qui exigent une explicitation dans un français correct.

Dans un contexte d'acculturation, Aycan est contraint d'adopter des formules de compromis entre les attentes différentes des milieux de socialisation auxquels il est confronté (l'organisme de formation, l'entreprise qui l'accueille, la famille)¹⁹⁴⁴. Mobilisé sur de très nombreuses activités qui ne relèvent pas toutes de la logique scolaire, il adopte un comportement intermédiaire en essayant de tout concilier. Ses difficultés, en calcul scolaire des probabilités, peuvent se comprendre lorsqu'on les rapporte aux structures cognitives qu'il a élaborées, dans des formes sociales et des pratiques langagières spécifiques, précédemment et partiellement décrites. Celles-ci ne favorisent pas l'adoption d'une attitude réflexive et de mise à distance de la langue qui se révèle indispensable à la réussite dans cette discipline. La prise en compte de l'importance des responsabilités familiales qui lui incombent, de ses conditions d'études, propres à la formation en alternance, permet également de comprendre combien celles-ci peuvent amplifier ses difficultés.

Il pourrait nous être objecté qu'il n'est pas véritablement probant d'élaborer une analyse compréhensive des formes de rapports à la formalisation du langage probabiliste et au langage de la formalisation probabiliste en fondant son argumentation sur l'étude du cas d'un étudiant d'origine turque qui rencontre des difficultés dans le maniement de la langue française et incidemment dans son rapport au calcul des probabilités. En ce sens, l'évocation du cas de Mario, qui non seulement évolue dans un environnement binaire et

¹⁹⁴⁴ *Aycan* : « *J'ai plein de trucs à faire chez moi aussi. L'alternance, toutes les responsabilités que j'ai, et ça j'en parle pas avec eux (les autres stagiaires), parc'que, tu parles, i vont se foutre de ma gueule et pis... tu sais, j'veins te dire franchement, j'aurais été à leur place, i sont, franchement... Y en a qui sont gâtés hein... Donc moi faut que j'me démerde, j'économise pour m'acheter une voiture, j'aide mes parents avec une p'tite pension ... et pis j'm'en sors quoi. J'ai plein de responsabilités et je vais t'dire c'est pas évident hein... Si j'aurais tout mon temps à travailler, j'veins te dire franchement, ça serait facile pour moi, très facile même. Mais là, non j'peux pas... Y a ça aussi qui joue hein. Si j'aurais du temps et pis si je m'entraîne sur les exos chaque fois, j'refais les exos, tout le temps, tout le temps, je pense j'y arriverais. J'connais le cours.* »

manichéen peu favorable au développement de schèmes stochastiques, mais connaît également des difficultés dans la maîtrise de la langue dues à un environnement familial non francophone¹⁹⁴⁵ ainsi que des difficultés de traduction-codification en probabilités, n'accroît pas davantage la pertinence de notre analyse compréhensive. Considérons alors le cas d'un élève dont le français est la langue d'origine, comme Nicolas, qui rencontre également des difficultés dans son rapport à la langue, difficultés susceptibles d'induire des problèmes de transcription-codification des énoncés en écriture symbolique probabiliste.

* * * * *

Nicolas¹⁹⁴⁶, 20 ans, étudiant en deuxième année de BTS électrotechnique (formation initiale)¹⁹⁴⁷ a pour projet, à l'issue de son BTS, d'entrer rapidement dans la vie active, si possible à EDF. Il déplore que les questions de probabilités jouent trop sur les mots et estime qu'en fait, "les probas c'est plus du français que des maths"¹⁹⁴⁸. Nicolas, semble s'être investi dans l'apprentissage des probabilités scolaires dans le but explicite de réussir son examen¹⁹⁴⁹. Les observations que nous avons effectuées auprès de lui révèlent des difficultés à s'exprimer en général et à traduire les énoncés probabilistes en langage formel en particulier. Ainsi l'entretien qu'il nous a accordé a-t-il été relativement laborieux. Pour une durée d'environ deux heures, sa retranscription complète ne comporte qu'une vingtaine de pages : souvent Nicolas se contente de répondre par oui ou non, voire par deux ou trois mots. Globalement, il se livre très peu ; l'ensemble de l'entretien donne le sentiment d'échanger avec une personne qui

¹⁹⁴⁵ origine yougoslave

¹⁹⁴⁶ père : infirmier psychiatrique ; mère : sans profession

¹⁹⁴⁷ origine : Bac technologique STI (génie électrotechnique)

¹⁹⁴⁸ Chercheur : « Tu as suivi cette année, dans le cadre de ta formation, un enseignement de calcul des probabilités. Comment est-ce que tu l'as abordé ? Dans quelles dispositions ? »

Nicolas : « Ben, j'aime déjà pas trop au début, alors, euh... »

Chercheur : « T'aimais pas trop au début ? »

Nicolas : « C'était mal parti, ouais. »

Chercheur : « Ah, oui ? Et pourquoi t'aimais pas trop au début ? »

Nicolas : « Ben, parce que je préfère les maths, euh... les fonctions, euh... Les probas, j'aime moins bien. »

Chercheur : « Et comment tu t'expliques ça ? »

Nicolas : « Ben, pff, j'sais pas, déjà les, les probas c'est souvent par rapport au texte... Les questions comment elles sont posées, ça joue sur les mots. Je trouve que c'est plus du français que des maths, les probas. »

¹⁹⁴⁹ Nicolas : « Je m'y suis intéressé parce qu'il y a beaucoup de chances que cela tombe à l'épreuve de BTS en maths. »

éprouve de réelles difficultés à s'exprimer, ce qu'il confirme¹⁹⁵⁰. Par ailleurs, l'élaboration des schèmes afférents à la formalisation mathématique d'un texte rédigé en langue naturelle requiert un entraînement spécifique ainsi que des dispositions réflexives spécifiques à l'égard de la langue que Nicolas a, semble-t-il, peu développées.

* * * * *

Considérons de nouveau l'entretien que nous a accordé Etienne¹⁹⁵¹. Bien qu'il assure ne pas s'intéresser aux probabilités au regard des représentations qu'il s'en fait (savoir "mineur" ne mobilisant que des opérations élémentaires et peu "sérieux" dans la mesure où il s'attache aux jeux de cartes, aux tirages de boules, aux loteries, au tiercé, et autres "fantaisies"), Etienne reconnaît également éprouver des difficultés lors de la phase de traduction-codification des énoncés en écriture symbolique.

– Etienne : « *En fait, j'me rends compte aussi d'un truc, c'est qu'j'ai un problème, c'est euh... lire un problème et le mettre en équation. C'est un truc, j'arrive pas bien à l'faire. En physique, en maths et tout, t'sais, avec l'autre prof de maths et d'électrotech, tout c'qui était FOURIER, LAPLACE et tout, ça se passait super bien : y avait aussi tout c'qu'était, tu sais, l'asservissement. Tu vois ce que c'est à peu près l'asservissement ? C'est pareil, c'est des formules, des nombres complexes et tout, faut r'trouver une formule... donc faut bidouiller dans tous les sens et ça, ça m'intéresse vachement... Mais, si tu veux, le passage du problème à l'application de la formule, c'est un passage où des fois j'galère, et c'est pour ça que j'me plante quoi... parce que j'arrive pas... »*

– Chercheur : « *Ton problème, c'est la prise d'informations dans le texte ? Tu dis être plus à l'aise dans les longs calculs qui s'enchaînent... parce qu'en probabilités, il y a assez peu de calculs... »*

– Etienne : « *Ouais, c'est de l'application de formules, faut traduire un texte en formules et après c'est un tout p'tit bidouillage. »*

¹⁹⁵⁰ Chercheur : *Quelles sont les matières que tu préfères et puis éventuellement celles où tu obtiens les meilleurs résultats, et puis celles que tu n'aimes pas ? »*

Nicolas : « *Y a les maths, la physique... Et j'aime pas l'anglais... Pis, le français, moyen. »*

Chercheur : *En français c'est la synthèse de documents ? »*

Nicolas : « *Hum. »*

Chercheur : *Pour la synthèse, t'as des difficultés euh, à écrire, à... ? »*

Nicolas : « *Ouais, j'ai beaucoup de difficultés à m'exprimer. »*

¹⁹⁵¹ On pourrait également considérer les cas de Laurent, de Jean-Marie ou d'Henri ou d'autres étudiants.

Comment rendre compte des difficultés d'Etienne lors de l'étape de traduction-codification d'un énoncé en écriture symbolique ? Une fois cette étape franchie, la suite des calculs lui apparaît comme un "tout p'tit bidouillage", une routine de calculs élémentaires à enchaîner qui n'opposent pas vraiment de résistance. Il apprécie la résolution de grandes équations, mais ne sait pas bien mettre en équations. Il est à l'aise dans les calculs procéduraux qu'on lui soumet. Il sait surtout appliquer des formules. Précisément, le fait qu'il sache appliquer des formules doit être à rapporter à l'essence même de sa formation et au rôle qu'un technicien supérieur va devoir assurer dans le cadre de la division du travail. Il suffit pour s'en convaincre, d'examiner la forme des exercices scolaires de mathématiques générales qui sont proposés aux épreuves d'examen du BTS pour se faire une idée de la différence entre, d'une part ces exercices qui nécessitent une application de formules et une succession de procédures et d'algorithmes de calcul (1990 : résoudre, par la méthode de la transformée de LAPLACE, l'équation différentielle $RC \frac{dv}{dt}(t) + v(t) = f(t)$; 1991 : même type d'exercice avec la résolution de l'équation différentielle $f''(t) + 2f'(t) + 2f(t) = e^{-t}$; 1992 : calculer les intégrales $\int_0^{\pi} t \cdot \cos nt \, dt$ et $\int_0^{\pi} t^2 \cdot \cos nt \, dt$, en déduire le développement en série de FOURIER de la fonction paire et 2π -périodique $f(t) = -t^2 + 2t$ pour $t \in [0 ; \pi]$; 1997 : étude, dans le plan complexe, de la fonction $f(x) = \frac{1 + jx}{1 + 2jx}$; 1998 : calculer l'intégrale $\frac{2}{\pi} \int_0^{\frac{\pi}{2}} t (\sin 3t - \sin t) \, dt$, en déduire le développement en série de FOURIER de la fonction paire et π -périodique $f(t) = t \sin t$ pour $t \in [0 ; \pi/2]$; etc.) alors que, nous l'avons montré, la résolution des exercices scolaires de calcul des probabilités nécessite une traduction-codification préalable à leur résolution ce qui n'est nullement le cas en mathématiques générales où tout est prédécoupé, mis en forme et où il n'y a qu'à appliquer des formules et à dérouler des calculs. C'est seulement lorsque l'on réfère les formes de ces différents exercices scolaires (ceux proposés en mathématiques générales et ceux proposés en probabilités) à la finalité de la formation des techniciens supérieurs qui est de former des opérateurs intelligents capables d'exécuter des tâches qu'on leur dicte, que l'on peut comprendre la relative aisance des élèves techniciens supérieurs en électrotechnique pour toutes les mathématiques procédurales (en mathématiques générales et pour la partie "lois de probabilités") et leurs difficultés récurrentes pour les tâches de traduction-codification qui sont nécessaires à la résolution des exercices de probabilité

ayant trait à l’algèbre des événements et aux probabilités conditionnelles. C’est la prise en compte du fait que les élèves techniciens supérieurs ne sont guère habitués à proposer, à élaborer et à poser des écritures et des formules, mais par ailleurs habitués à reconnaître et à admettre que d’autres maîtrisent des savoirs qu’eux-mêmes doivent simplement appliquer dans des cadres précis, qui permet de comprendre qu’ils se trouvent en difficulté lorsque, d’une manière qui leur apparaît déroutante, ils sont sollicités d’abord pour élaborer des écritures formelles (ce qu’on leur demande rarement, premier changement) et d’autre part pour élaborer des écritures formelles dans un domaine, la stochastique, (deuxième changement) qui est encore plus inhabituel, voire marginal au regard de l’ensemble de leur formation (mathématique, physique, électrotechnique) qui n’envisage l’étude des phénomènes que sous un aspect nécessaire, binaire et procédural. Si la plupart des élèves techniciens supérieurs en électrotechnique se montrent très à l’aise pour appliquer des formules telles que $P(X = k) = C_n^k p^k (1 - p)^{n - k}$ ou $P(X = k) = e^{-\lambda} \lambda^k / k!$, ils le sont beaucoup moins dès qu’il s’agit de mettre en signes un énoncé de calcul des probabilités.

Section IV. Repérer et comprendre certaines manières de faire comme l’expression de résistances à la tentative d’imposition, via l’enseignement du calcul scolaire des probabilités, de l’ethos de la rationalité stochastique et formelle

§.1. Comprendre la production de solutions¹⁹⁵² bricolées

Considérons l’exercice suivant¹⁹⁵³ proposé à Xavier lors d’un entretien :
“Deux usines fabriquent les mêmes pièces. La première en produit 70 % de bonnes et la deuxième 90 %. Les deux usines fabriquent la même quantité de pièces.

1°) Quel est le pourcentage de pièces bonnes sur l’ensemble du marché, supposé alimenté par les deux usines ?

2°) On achète une pièce ; elle est bonne ; quelle est la probabilité pour qu’elle provienne de la deuxième usine ?”

¹⁹⁵² - aux exercices scolaires de calculs de probabilité -

¹⁹⁵³ cf. exercice F, Thème 5 : Les manières de faire, d’appréhender un exercice

Considérons une des méthodes académiques possibles pour résoudre rationnellement cet exercice, par exemple celle qui utilise un tableau à double-entrée¹⁹⁵⁴.

Provenance → Qualité des Pièces ↓	Usine 1 (U1)	Usine 2 (U2)	
Bonnes (B)	$P(U1 \cap B) = 0,5 \times 0,9 = 0,45$	$P(U2 \cap B) = 0,5 \times 0,7 = 0,35$	$P(B) = P(U1 \cap B) + P(U2 \cap B) = 0,45 + 0,35 = 0,80$
Défectueuses (\bar{B})	$P(U1 \cap \bar{B}) = 0,5 \times 0,1 = 0,05$	$P(U2 \cap \bar{B}) = 0,5 \times 0,3 = 0,15$	$P(\bar{B}) = P(U1 \cap \bar{B}) + P(U2 \cap \bar{B}) = 0,05 + 0,15 = 0,20$
	$P(U1) = 0,50$	$P(U2) = 0,50$	1

L'examen de ce tableau permet de répondre à la première question. Il vient : $P(B) = P(U1 \cap B) + P(U2 \cap B)$, soit $P(B) = 0,45 + 0,35 = 0,80$. Le pourcentage de pièces bonnes fournies par les deux usines est donc de 80 %.

Considérons maintenant la solution proposée par Xavier :

- Xavier : « Donc, j'mets rapidement à plat mes données d'une façon que j'puisse les comprendre moi. »
- Chercheur : « Oui. »
- Xavier : « À savoir que la seule chose qui diffère dans les deux usines, c'est le rendement. Donc, ensuite, si euh... si les deux usines fournissent la même quantité de pièces, donc, pour moi, l'pourcentage de bonnes, ça va être la moyenne des deux, à savoir euh... ben 80 % si euh... ouais, si elles produisent, enfin si elles fournissent la même quantité, voilà. »

Quant à la réponse académique de la deuxième question, elle est tirée de la formule de probabilité conditionnelle :

$$P(U2/B) = \frac{P(U2 \cap B)}{P(B)} = \frac{0,45}{0,80} = \frac{45}{80} = \frac{5 \times 9}{5 \times 16} = \frac{9}{16}.$$

Xavier propose comme solution :

$90 + 70 = 160 \% \rightarrow \frac{90}{160} \rightarrow \frac{9}{16}$. Ses réponses, qui sont formulées de manière quasi instantanée (environ dix secondes pour chacune d'elles) sont toutes les deux exactes. Un trait remarquable de cette manière de faire est, pour

¹⁹⁵⁴ Nous aurions aussi pu proposer une méthode de résolution utilisant une analyse arborescente (utilisation d'un arbre de probabilités).

l'élève technicien-supérieur, d'accorder davantage de crédit aux résultats qu'à la restitution écrite des voies empruntées pour les atteindre : la production écrite est ainsi réduite au minimum. Bien qu'ayant été "initié" aux méthodes académiques dans le cadre de la forme scolaire, Xavier évite de mobiliser ces méthodes et utilise des procédures où s'imbriquent initiative, intuition, inventivité, créativité, le tout dans une recherche d'efficacité maximale. Il fait en effet appel à ses connaissances, qui sont peut-être incomplètes, pas très explicites et scolaires, mais solidement ancrées¹⁹⁵⁵. Il mobilise ainsi une logique qui lui est propre en activant des schèmes qu'il a construits lors de ses activités personnelles antérieures¹⁹⁵⁶ à sa formation scolaire probabiliste : c'est parce qu'il a tenté d'apprendre seul les probabilités qu'il continue, lorsqu'il est confronté à des exercices scolaires, d'appliquer les mêmes procédures "personnelles" qui se révèlent mal "calibrées" aux normes scolaires. Cette intelligence rusée prend ainsi la forme du bricolage par opposition au savoir expert et impersonnel promu par le professeur représentant de l'autorité "légale-rationnelle". Le cheminement de la pensée de Xavier se moque de la rigueur : ici règnent discernement, "bidouillage", astuce. Sa manière de procéder apparaît orientée par des habitudes qui lui font préférer des choix peu académiques, mais sécurisants, dont il sait qu'ils marchent, même s'ils ne sont pas les meilleurs dans la mesure où ils s'accompagnent d'un niveau de production écrite, forme sociale dominante, jugée insuffisante. La justification et l'explicitation, dans une forme scripturale, n'interviennent (éventuellement...) que dans l'après coup de la réussite. Ce savoir empirique, conjectural, n'est pas sans rapport avec la *mètis* des grecs, intelligence rusée, longtemps refoulée et rejetée comme un non-savoir. Dans l'ouvrage qu'ils consacrent à l'étude de cette forme d'intelligence, Marcel DETIENNE et Jean Pierre VERNANT soulignent que la *mètis* implique « *un ensemble complexe, mais très cohérent, d'attitudes mentales, de comportements intellectuels qui combinent le flair, la sagacité, la précision, la souplesse d'esprit, la feinte, la débrouillardise, l'attention vigilante, le sens de l'opportunité, des habiletés diverses, une expérience longuement acquise.* »¹⁹⁵⁷ L'effort des enseignants de mathématiques et de physique tend à engendrer chez les élèves techniciens-supérieurs le refoulement de telles méthodes bricolées, empiriques, au profit de l'ordre, de la raison et du *logos* soigneusement posé et réfléchi. Il s'agit de mettre de l'ordre dans la pensée, de la discipliner. La

¹⁹⁵⁵ Remarque : Alors que la méthode académico-experte apparaît relativement précaire, puisque susceptible de s'évaporer assez rapidement des mémoires étudiantes dès la fin de la période d'activation scolaire, la durée de vie des méthodes bricolées semble devoir être plus longue.

¹⁹⁵⁶ cf. Chapitre 11, section I, §.2.2. Intérêt pour les jeux de hasard et incidence éventuelle sur les formes de rapport au calcul scolaire des probabilités

¹⁹⁵⁷ M. DETIENNE et J.P. VERNANT, *Les ruses de l'intelligence, La mètis des grecs*, éditions Champs Flammarion, 1974, p.10

disciplinarisation du savoir probabiliste participe ainsi d'un ethos de la rationalisation au sens où l'élève est assujéti au respect de méthodes rationnelles académiques : il doit soumettre ses manières de faire aux règles impersonnelles inhérentes au travail de codification et de rationalisation pédagogique qui organise, ordonne et expose le savoir probabiliste. Les écarts à la norme scripturale sont sanctionnés par l'attribution de notes chiffrées qui rendent compte du niveau de performances en calcul scolaire de probabilités. L'imposition de ces modèles et de ces normes, dans le cadre de la forme scolaire, n'est pas sans induire des résistances. La production de solutions bricolées en est l'expression : celle-ci apparaît ainsi comme une des réponses possibles à l'imposition de l'ethos de la rationalité stochastique et formelle ; elle témoigne également d'une forte persistance de "schèmes familiais" qui font obstacle à la mise en place de nouveaux schèmes. Mais évidemment, comme le souligne Claude JAVEAU¹⁹⁵⁸, les choses bricolées finissent, un jour ou l'autre, par se déglinguer : les propositions de résolution bricolées par Boris et examinées précédemment¹⁹⁵⁹ en attestent.

* * * * *

Il arrive également que le bricolage des calculs soit induit par la forme scolaire elle-même. Ainsi, dans l'énoncé de l'exercice A, proposé aux étudiants durant l'entretien, il est question (partie B), d'une entreprise qui fabrique des rivets de type « R 8.25 » expédiés par deux succursales S_1 et S_2 . « *On désigne par Y_1 la variable aléatoire qui, à un jour choisi au hasard parmi les jours ouvrables de 1995, associe la quantité de rivets, exprimée en kilogrammes, expédiée par la succursale S_1 . On désigne par Y_2 la variable aléatoire qui, à ce même jour, associe la quantité de rivets, exprimée en kilogrammes, expédiée par la succursale S_2 . Une étude statistique antérieure permet d'admettre que la variable Y_1 suit la loi normale de moyenne 50 et d'écart type 3 et que la variable aléatoire Y_2 suit la loi normale de moyenne 55 et d'écart type 4. On suppose que Y_1 et Y_2 sont deux variables aléatoires indépendantes. On désigne (question 2, partie B) par Y la variable aléatoire qui, à un jour choisi au hasard parmi les jours ouvrables de 1995, associe la somme des quantités expédiées par les deux succursales S_1 et S_2 . On a $Y = Y_1 + Y_2$ et on admet que Y suit une loi normale.* » Il est alors demandé aux élèves de « *vérifier que la loi normale suivie par Y a pour moyenne 105 et pour écart type 5.* » La tâche à accomplir peut donc se résumer ainsi : sachant que la moyenne et l'écart-type de la variable aléatoire Y_1 sont respectivement 50 et 3, que la moyenne et l'écart-type de la variable

¹⁹⁵⁸ C. JAVEAU, *Le bricolage du social*, PUF, 2001, p.24

¹⁹⁵⁹ cf. Section I, §.1.2. Expressions de formes d'engouement suivies ou non d'effets

aléatoire Y_2 sont respectivement 55 et 4, sachant que Y_1 et Y_2 sont des variables indépendantes et que $Y = Y_1 + Y_2$, montrer que la moyenne et l'écart-type de la variable aléatoire $Y = Y_1 + Y_2$ sont respectivement 105 et 5.

Considérons la manière de procéder de Jérôme :

- Jérôme : « Ben la moyenne, c'est la moyenne de Y_1 plus la moyenne de Y_2 , c'est-dire c'est $50 + 55$ donc ça fait bien 105. »
- Chercheur : « D'accord. »
- Jérôme : « Et donc l'écart-type c'est donc... L'écart-type, ça coince parce que l'écart type, ils nous mettent que c'est 5... Faut juste justifier que c'est 5. »
- Chercheur : « Pour la moyenne tu as fait $50 + 55$. »
- Jérôme : « Ben oui, je peux... mais là, si j'additionne les deux écarts-types, j'ai $3 + 4$, ça fait 7. Ah oui, faut faire $55 - 50$. »

Pour trouver la valeur 5 de l'écart-type de la variable aléatoire Y , il ne faut pas, comme le propose Jérôme, faire la différence des deux moyennes (55 et 50), mais calculer la racine carrée de la somme des carrés des deux écarts-types :

$\sigma = \sqrt{3^2 + 4^2} = \sqrt{9 + 16} = \sqrt{25} = 5$. On peut se demander dans quelle mesure le fait de préciser, dans l'énoncé de l'exercice, le résultat à trouver ne serait pas susceptible d'inciter les élèves à bricoler n'importe quels calculs afin d'arriver au but recherché. L'étude suivante semble confirmer cette hypothèse.

* * * * *

Richard¹⁹⁶⁰, 20 ans, dit n'être guère plus à l'aise en calcul des probabilités qu'en mathématiques générales. Il préfère se confronter à l'étude des systèmes électriques, aux machines. Richard : « J'arrive bien à maîtriser les machines et tout. Les probabilités, ça tient pas du concret alors que c'qu'i y a dans les autres matières c'est plus, euh... La physique, tu as un système, une machine... » Richard redouble sa deuxième année de BTS mais, dans la mesure où il a obtenu la moyenne à l'examen dans certaines disciplines lors de la session précédente, il n'a pas à se représenter à toutes les épreuves. Il se dit lassé par les études, ne désire pas les prolonger à l'issue du BTS¹⁹⁶¹, envisage d'entrer

¹⁹⁶⁰ père : chef de travaux dans un lycée professionnel ; mère : bibliothécaire

¹⁹⁶¹ Chercheur : « Tu veux poursuivre des études ? »

Richard : « Je voulais. »

Chercheur : « Tu voulais ? »

Richard : « Oui, mais finalement... Faire des épreuves de huit heures, ça me passe au-dessus de la tête. »

Chercheur : « T'as envie d'arrêter ? »

dans la vie active pour, si possible, travailler dans un bureau d'études afin de "concevoir des machines". D'abord tenté par la productique en classe de seconde, il justifie son orientation vers l'électrotechnique par ses préférences envers des disciplines censées être plus pratiques que théoriques.

– *Chercheur* : « *Après la troisième, comment as-tu choisi cette filière ?* »

– *Richard* : « *C'était plutôt parce que bof... les études générales... Bon, c'est pas que ça me plaisait pas... ça me plaisait un peu... mais c'est plutôt que j'avais envie de toucher un peu plus à la technique.* »

Richard préfère la mécanique pratique à ce qu'il nomme la mécanique théorique, sous-entendue la mécanique mathématisée. « *Au départ, j crois que j'ai bien aimé la technique, mais en seconde, j'aimais bien la productique. Mais le problème, c'est que la mécanique, ça me passait au-dessus de la tête, enfin la mécanique théorique... La mécanique pratique, j'aime bien, mais la mécanique théorique, j'aime pas ça du tout, donc c'est vrai que s'il y avait pas eu tant de mécanique théorique, j'serai parti plutôt en productique.* » Richard aime démonter et bricoler les appareils électriques, et avoue avoir beaucoup de mal à rester assis pour étudier des livres. Il s'avoue bien plus à l'aise lorsqu'il est confronté à des machines réelles plutôt qu'à des exercices théoriques scolaires. Il fait preuve de pragmatisme et déclare avoir les pieds bien sur terre¹⁹⁶². Il nous confie ne pas être intéressé par les jeux de hasard¹⁹⁶³, évoque une connaissance des contrôles de qualité¹⁹⁶⁴ à l'occasion d'un emploi saisonnier dans une usine de fabrication de matières plastiques. S'il déclare n'avoir rien compris au calcul des probabilités lorsqu'il était en terminale, il pense avoir cependant réussi à construire et à organiser au moins un certain nombre de connaissances élémentaires dans ce domaine durant sa formation en BTS qui a duré trois ans. Richard exprime en effet le sentiment d'avoir fait des progrès mais seulement

Richard : « *Ouais, ouais.* »

¹⁹⁶² *Richard* : « *Ben disons, comme les gens de la campagne, j'ai plutôt les pieds bien sur terre.* »

¹⁹⁶³ *Richard* : « *Ça m'intéresse pas.* »

¹⁹⁶⁴ *Chercheur* : « *Tu sais comment est utilisé le calcul des probabilités dans le contrôle de qualité ?* »

Richard : « *Ben j'sais que, là où je travaillais cet été, les personnes de la qualité passaient prendre, sur des postes, des pièces... Donc, au hasard, et puis ils les contrôlaient et j crois que... J crois que s'ils avaient... s'ils avaient des pièces fausses... ils reprenaient les cartons et ils revérifiaient un peu plus...* »

Chercheur : « *Les cartons, c'est-à-dire ?* »

Richard : « *Les cartons de pièces. Ils repassaient dans la plasturgie, puis donc des cartons de... d'objets fabriqués... Ils notaient l'heure où ils les ont pris. Ils notaient, quoi, ils notaient le poste et à partir de là, si vraiment la pièce était fausse, ils retournaient contrôler un peu plus dans la série de cartons puis bon après, c'était référé au chef de production qui après disait s'il fallait reprendre la production, enfin... s'il fallait tout rebuter ou... re-régler les machines...* »

dans une certaine limite, puisqu'il admet avoir trouvé la fin du programme de probabilités "un peu dure", et qu'il ne connaît pas les "termes techniques" (loi normale, variables aléatoires), qui constituent le vocabulaire de base de la discipline¹⁹⁶⁵.

Examinons sa tentative de résolution d'une question ayant trait à la détermination d'une probabilité conditionnelle : pour mémoire, nous redonnons, en notes de bas de page¹⁹⁶⁶, l'énoncé de l'exercice C (extrait).

- Chercheur : « Il faut montrer que la probabilité qu'une pièce tirée au hasard soit défectueuse est 0,048. »
- Richard : « J'vais tenter quelque chose : "(quatre divisé par cinq) fois (5 %)" "multiplié par" "(un cinquième) fois (4 %)". Ça fait "quatre divisé par cinq fois 5 %" et l'autre "0,2 multiplié par quatre et divisé par cent". Là je multiplie les deux et ça fait 0,000320. C'est pas ça ! Parce qu'on doit trouver 0,048. Ah ben oui, c'est l'un plus l'autre. »
- Chercheur : « Tu as fait quoi ? »
- Richard : « J'ai fait "quatre cinquièmes multipliés par cinq pour cent" puis "un cinquième multiplié par quatre pour cent"... Et au départ, je pensais qu'il fallait multiplier les deux et en fait... faut les ajouter. Si je fais "quatre cinquièmes de 5 %" plus "un cinquième de 4 %", je trouve bien le 0,048 attendu. »
- Chercheur : « Donc tu écris quoi ? »
- Richard : « $\frac{4}{5} \times \frac{5}{100} + \frac{1}{5} \times \frac{4}{100} = 0,048$. Ben : probabilité qu'une pièce soit défectueuse dans M_1 , "plus", probabilité qu'une pièce soit défectueuse dans M_2 . »

¹⁹⁶⁵ Chercheur : « Tu as bien réussi en probabilités ? »

Richard : « Donc, on les voit déjà en terminale. En terminale, j'avais carrément rien compris. »

Chercheur : « Rien compris ? »

Richard : « Là, j crois que c'est la première année que je comprenais. »

Chercheur : « Oui ? »

Richard : « Et puis, euh... enfin, la fin des cours sur les probas, c'était limite quoi... »

Chercheur : « Lorsque ça commence à être très mathématique avec les intégrales, la loi normale, les sommes de variables aléatoires ? »

Richard : « Je me rappelle pas bien les termes techniques mais... oui, la fin c'était un peu dur... Bon après tout ce qui était calculer les probabilités de ça par rapport à ça. Ça, ça allait, ça allait bien. »

¹⁹⁶⁶ Dans un atelier, deux machines M_1 et M_2 , fonctionnent de façon indépendante, produisent des pièces de même type. La machine M_1 fournit les $\frac{4}{5}$ de la production, la machine M_2 en fournit $\frac{1}{5}$. Parmi ces pièces, certaines sont défectueuses : c'est le cas pour 5 % des pièces produites par M_1 et pour 4 % des pièces produites par M_2 . On prélève au hasard une pièce dans la production de l'atelier.

1°) Démontrer que la probabilité que cette pièce soit défectueuse est 0,048".

2°) Sachant que cette pièce est défectueuse, déterminer la probabilité qu'elle ait été fabriquée par la machine M_1 .

- Chercheur : « Et si dans l'énoncé on ne donne pas la réponse à la question ? »
- Richard : « Sinon je me serais trompé... J'aurais marqué ma première intuition, j'y pense. »
- Chercheur : « C'est-à-dire la multiplication... »
- Richard : « Enfin, peut-être pas parce que ça faisait vraiment un résultat petit : 0,000320. C'est 320 microns. Ça faisait trop petit pour une probabilité, je pense. »

Richard tente d'articuler, dans un effort d'intelligence, contraintes et ressources : il dispose d'une balise (la réponse à la question : 0,048) qui le guide vers le résultat recherché. S'il multiplie $\frac{4}{5} \times \frac{5}{100}$ par $\frac{1}{5} \times \frac{4}{100}$, il ne trouve pas 0,048 et s'il ajoute ces deux quantités, il trouve 0,048. Nous considérons que cette manière de faire, qui consiste à bricoler les nombres et les opérations jusqu'à l'obtention du résultat donné, est induite par la nature même de l'exercice dont le caractère pédagogique et non scientifique est avéré. Le bricolage de sa réponse passe par des tâtonnements, des ajustements et des réajustements successifs, des essais et des erreurs. Il se débrouille ainsi avec les contraintes, les règles normatives, ses ressources cognitives et son ignorance. Lorsqu'il rend compte de son travail, lorsqu'il développe sa réponse, ce cheminement bricolé se trouve gommé et devient invisible. Ayant été amené à construire de nombreux schèmes spécifiques au bricolage à l'occasion de ses expériences de démontage et de remontage d'appareils électriques (téléviseurs, ordinateurs), expériences qui ont longtemps constitué l'essentiel de ses loisirs, Richard transpose et généralise facilement ces manières de faire à la résolution d'exercices scolaires.

* * * * *

Nous pouvons conclure ce paragraphe en soulignant combien les pratiques des élèves sont loin d'obéir aux préconisations des enseignants. Toute procédure enseignée est réinterprétée et aménagée par ceux-ci, parce qu'elle ne les rencontre pas comme une cire molle où s'inscrit passivement la mémoire des procédures à reproduire. L'enseignement probabiliste a pour objet, dans sa forme et son contenu, d'imposer la substitution de méthodes rationnelles à des savoir-faire personnels orientés vers la résolution bricolée des problèmes. Dans ce cadre, les difficultés des élèves techniciens supérieurs, variables selon les conditions de vie et les systèmes de valeurs à l'œuvre dans les dynamiques identitaires, apparaissent comme l'expression de résistances à l'imposition de

l'ethos de la rationalité formelle et stochastique réalisée dans le cadre de la forme scolaire.

§.2. Comprendre les tentatives d'“appropriation accélérée” du calcul scolaire des probabilités

« Ecouter quelqu'un, c'est l'écouter dans la façon dont il écoute sa propre vie. »¹⁹⁶⁷

Lorsque nous avons évoqué le cas d'Etienne¹⁹⁶⁸ et notamment les formes de son rapport au savoir scolaire probabiliste, nous avons mis en évidence, entre autres, une certaine forme de rapport au travail scolaire qui consiste à très peu travailler tout au long des deux années de formation¹⁹⁶⁹ et à étudier de manière intensive durant le dernier mois qui précède l'examen¹⁹⁷⁰. Nous avons également repéré ce même type de rapport aux savoirs scolaires et aux examens avec Julien¹⁹⁷¹, qui a réussi son baccalauréat professionnel à l'issue d'un effort produit dans “la dernière ligne droite”, et qui espère bien pouvoir renouveler cette expérience avec succès pour le BTS. Qu'est-ce qui est au principe de cette manière de procéder ? S'agit-il de cas singuliers ou au contraire relativement fréquents et quel est alors le sens de telles conduites ? Véronique et Édouard, élèves techniciens supérieurs en électrotechnique, adoptent des conduites similaires à celles d'Etienne et de Julien envers les savoirs scolaires en général et les probabilités en particulier.

Véronique¹⁹⁷² est l'une des rares filles qui préparent un BTS en électrotechnique (formation continue en alternance). Âgée de 24 ans, elle est arrivée dans cette filière à l'issue d'un cheminement singulier¹⁹⁷³ et exprime le

¹⁹⁶⁷ J. LEVINE et M. DEVELAY, *Pour une anthropologie des savoirs scolaires, De la désappartenance à la réappartenance*, op. cit., p.101

¹⁹⁶⁸ cf. §.1.1. Expressions de formes de rejet suivies ou non d'effets

¹⁹⁶⁹ Etienne : « Chez moi j'ai jamais bossé. Ça fait deux ans, j'ai même pas ouvert un cahier. »

¹⁹⁷⁰ Etienne : « J'veais essayer d'faire l'maximum pour l'avoir, pour bosser... là, j'suis à fond dans les révisions... »

¹⁹⁷¹ Julien : « Ben, j'comprenais mon cours plus ou moins, mais je le cultivais pas en arrivant chez moi donc... »

¹⁹⁷² père : agent des TPE ; mère : opératrice sur presse (plasturgie)

¹⁹⁷³ Véronique : « En BEP, ça m'intéressait... mais en BTS, ça m'intéresse moins. »

Chercheur : « C'est quoi qui t'intéresse moins ? L'électrotechnique ou les études ? »

Véronique : « Les études. »

Chercheur : « Tu as été jusqu'en troisième ? Et après la troisième ? »

désir de ne pas poursuivre dans cette voie¹⁹⁷⁴. Consciente de ne pas s'être souciée de ses apprentissages, elle espère "un coup de chance" pour réussir son BTS à la fin du mois de mai.

– *Véronique* : « Pourquoi y a tant d'astrologues pour nous décrire l'avenir ? C'est bien écrit quelque part ! Si c'est pas écrit dans les astres, euh... je vois pas pourquoi est-ce qu'ils s'amuseraient à faire des horoscopes... Moi, mon horoscope, je le lis tous les jours. »

– *Chercheur* : « Et est-ce que ça t'aide à faire quelque chose ? »

– *Véronique* : « À être bien dans la journée, si y a quelque chose de bien dans mon horoscope ouais... Je m'investirai plus à faire quelque chose si mon horoscope est bien, s'il est bon quoi mais euh... En ce moment, ils me disent que j'ai beaucoup de chance que... que je serai récompensée à la fin du mois de mai... donc, euh... j'sais pas ce que c'est... (rires) Pourquoi... j'sais pas... on verra bien. »

Un détail révèle le degré de son relatif investissement. Véronique se procure les annales d'examen du BTS, en mathématiques, douze jours avant le début des épreuves¹⁹⁷⁵. Lorsque je l'interroge sur cet engouement de dernière minute, Véronique me retourne la question : « Vous avez jamais fait des devoirs la veille de les rendre ? » L'évocation de cette pratique, qui consiste à faire un travail au dernier moment, invite à postuler l'existence d'un schème pratique dont le caractère téléologique est facilement identifiable (peu de travail durant l'année, effort intensif avant l'examen). Ce schème est par ailleurs doté d'une bonne flexibilité accommodatrice et les micro-procédures qui le constituent sont transposables et généralisables à de nombreuses situations empruntées autant à

Véronique : « J'étais pas mauvaise en maths et en physique, j'avais même un bon dossier, et euh... donc ma prof de maths, à ce moment-là, m'avait dit, ça serait dommage de ne pas continuer euh... En plus, j'avais un oncle qui avait fait des études en électricité, il m'avait dit euh... y a pas mal de débouchés dans cette branche-là, tu devrais essayer... Alors j'ai dit pourquoi pas et alors j'ai fait un BEP en électro. »

Chercheur : « Et après ? »

Véronique : « J'ai fait une première d'adaptation que j'ai redoublée. J'ai refait une première et je suis passée en terminale STI GE. J'ai passé mon bac, je l'ai loupé. J'ai redoublé une terminale pour repasser mon bac que j'ai eu y a deux ans. »

¹⁹⁷⁴ *Véronique* : « J'ai dit à mon copain que je vais faire une formation de carreleur. Pour voir après si je peux pas déboucher sur un truc dans la décoration. »

Chercheur : « Tu as envie de changer d'orientation ? »

Véronique : « Ouais carrément, ouais. »

¹⁹⁷⁵ *Chercheur* : « Tu as des livres, des annales ? »

Véronique : « Si j'en ai acheté un, là. »

Chercheur : « C'est quand, là ? »

Véronique : « Une demi-heure. Mieux vaut tard que jamais non ? » (rires)

Chercheur : « On est le 12 mai et l'examen a lieu le 24 mai... »

la vie quotidienne (faire les courses avant la fermeture¹⁹⁷⁶, envoi des déclarations d'impôt la veille de l'échéance, etc.) qu'au domaine scolaire (remise d'un devoir, d'un rapport, apprentissage d'une leçon au dernier moment, préparation d'un examen la veille au soir, etc.).

- Chercheur : « *J'ai vu tes résultats au BTS blanc... »*
- Véronique : « *Hum, oui, oui... »*
- Chercheur : « *C'est pas gagné... »*
- Véronique : « *Mais sans réviser, ça peut pas l'être... Quand on y va les mains dans les poches... »*
- Chercheur : « *Tu envisages de réviser ? »*
- Véronique : « *Oui, oui, je pense m'y mettre oui. Là, j'ai rendu mon rapport donc maintenant je vais m'y mettre euh... »*
- Chercheur : « *Tu vas travailler les probabilités ? »*
- Véronique : « *Oui, parce qu'y a des points à prendre et que c'est un peu moins compliqué, faut être honnête, que le reste... Bon, ben je me serais pas plantée au BTS blanc dans la formule du changement de variable de la loi normale, j'aurais peut-être eu quelques points, trois ou quatre sur sept : j'ai écrit $X = mT + \sigma$ à la place de $X = \sigma T + m$, et donc j'ai eu tous mes calculs faux. »*

Le rapport qu'entretient Véronique aux probabilités scolaires apparaît au diapason des rapports qu'elle entretient aux autres disciplines : ambivalence entre une absence d'illusion (“à moins d'un coup de chance”...) et efforts en vue d'une “appropriation accélérée” du minimum requis, notamment dans le domaine du savoir probabiliste. Comme nombre de ses camarades¹⁹⁷⁷, elle estime que ses difficultés en probabilités trouvent leur origine dans les subtilités de la langue naturelle qui sont propres aux énoncés des exercices.

- Chercheur : « *Au sujet des enseignements de probabilités, comment t'as vécu ça ? Est-ce que ça t'a intéressé, été indifférent, ennuyé ? »*
- Véronique : « *Un peu oui... Enfin, faut dire qu'y a tellement de termes comme “sachant”... Comment il faut les prendre et tout... C'est plus euh... du français que des maths en fait... »*
- Chercheur : « *Tu penses que les difficultés viennent plutôt des énoncés ? »*

¹⁹⁷⁶ Richard HOGGART a également pointé ce type de dispositions qui consistent à vivre dans l'instant et bornant leur entreprise à l'horizon du présent : « *On voit des femmes “faire un saut” à la dernière minute, à quatre heures et demie, pour quelques achats destinés au thé de cinq heures [...]. Vivre au jour le jour, [...] c'est un style de vie. »* R. HOGGART, *La culture du pauvre, op. cit.*, p.184

¹⁹⁷⁷ cf. §.6. Formes de rapports à la formalisation du langage probabiliste et au langage de la formalisation probabiliste

- *Véronique* : « Ah oui... Parce qu'après, une fois qu'on a compris l'énoncé, tout ça, on sait comment le gérer... Mais à partir du moment où on n'a pas compris l'énoncé euh... »
- *Chercheur* : « Et par rapport aux autres maths ? Tu aimes mieux faire des mathématiques générales ? »
- *Véronique* : « Ouais, je pense. C'est comme ça et pas autrement. Si faut faire une addition, on fait une addition et faut pas aller chercher pourquoi c'est celui-là et pas l'autre. »
- *Chercheur* : « Tu as travaillé les probabilités ? »
- *Véronique* : « Franchement ? Si j'ai ouvert mon bouquin de maths en regardant les probas ? »
- *Chercheur* : « Par exemple... »
- *Véronique* : « Non. » (rires)
- *Chercheur* : « Et en cours tu suivais ? »
- *Véronique* : « Oui en cours je suivais. »
- *Chercheur* : « C'est une attitude générale ? Dans toutes les matières, tu fais la même chose ? C'est-à-dire que tu te contentes d'assister aux cours... »
- *Véronique* : « Hum, oui. »
- *Chercheur* : « Et tu ne fais rien chez toi ? »
- *Véronique* : « Ben... physique, si je travaille un petit peu. C'est un gros coeff au BTS. »
- *Chercheur* : « Et les mathématiques autres, générales, tu les travailles ? »
- *Véronique* : « Hum, pas plus que les probas. »
- *Chercheur* : « C'est quoi tes matières préférées ? »
- *Véronique* : « Moi, ce que je préférerais c'était l'atelier. Tout ce qui était manip. Par contre, tout ce qui est cours, rester assise, ça dure trop longtemps. »

Véronique a en effet beaucoup de mal à supporter les contraintes propres aux effets de la forme scolaire et principalement l'entrave aux déplacements et aux mouvements au sein de l'espace classe. Il lui est très difficile de devoir rester assise à une même place pendant huit heures d'affilée afin d'écouter, d'assimiler, de noter en vue d'archiver des savoirs théoriques et formels nécessitant beaucoup de concentration et d'abstraction. En ce sens, l'attention distraite qu'elle prête à ce qui se dit durant les cours et qui atteste de la relative indifférence qu'elle porte à sa formation, le peu d'engouement pour le travail personnel et régulier, la pratique des révisions à la dernière minute, le sentiment d'un échec inéluctable à l'examen combiné à l'espoir d'un éventuel coup de

chance, révèlent autant son statut de dominée au sein du système scolaire qu'une certaine forme de résistance à l'imposition de la forme scolaire et à l'ethos de la rationalité formelle. Il semble en effet, que compte tenu de son passé scolaire difficile, Véronique se soit peu à peu convaincue de la faiblesse de ses chances objectives de réussir son BTS et du fait que, quel qu'effort qu'elle produise, celui-ci ne pourrait qu'être vain. D'humeur "passive", Véronique s'est assez vite démobilisée et n'a pas réussi à organiser ses manières de travailler en fonction de la finalité de ses études. Sensible à la lecture des horoscopes, elle reste convaincue qu'il faut toujours espérer. À l'image des membres des classes populaires anglaises qui animent l'univers décrit par Richard HOGGART, la chance apparaît pour Véronique un facteur de réussite tout aussi efficace que le travail régulier et approfondi. Le recours qu'elle fait à la notion de chance procède du fait que, compte tenu de son passé scolaire et de « *l'attention oblique* »¹⁹⁷⁸ qu'elle porte à son travail, elle ne peut raisonnablement envisager de réussir son BTS. Elle ne peut alors compter que sur la bonne fortune, par exemple en étant amenée à composer sur des questions déjà abordées en cours. Son attitude se comprend en référence à une "structure de la conscience temporelle"¹⁹⁷⁹ et à une conception de l'avenir qui ne permet pas d'envisager autrement que dans l'imaginaire un ensemble maîtrisable de possibles gratifiants.

* * * * *

Édouard¹⁹⁸⁰, 21 ans, est élève de deuxième année en BTS électrotechnique (formation continue en alternance). Il est titulaire d'un baccalauréat technologique STI (génie électrotechnique). À l'issue de sa formation, il souhaite « *un travail pas trop dur et une bonne paie* », vœu qui constitue un indicateur du style de vie hédoniste qu'il a adopté et qu'il souhaite voir perdurer. Alors que durant ses deux années de préparation au BTS, il adopte une attitude passive en s'investissant très peu dans les apprentissages, il se met

¹⁹⁷⁸ R. HOGGART, *La culture du pauvre*, op. cit., p.296

¹⁹⁷⁹ Concept introduit par P. BOURDIEU pour analyser les formes de résistance des paysans algériens au développement de l'économie capitaliste. La structure de la conscience temporelle gouverne les pratiques quotidiennes au sens où le rapport à l'avenir apparaît comme le principe organisateur des pratiques. L'ensemble des dispositions des acteurs peut être analysé à partir des dispositions à l'égard de l'avenir, dispositions elles-même structurées par les conditions d'existence. P. BOURDIEU, *Algérie 60, Structures économiques et structures temporelles*, éditions de Minit, 1977, p.18

¹⁹⁸⁰ père : chef d'entreprise ; mère : "sans profession" (?) Chercheur : « *Qu'est-ce qu'ils font tes parents ?* » Édouard : « *Mon père, il a une boîte. Il vend des flux laminaires : c'est des gros caissons avec un filtre. C'est pour les labos ou dans les trucs d'électronique, pour qu'il y ait zéro poussière, l'air nickel. Ça balance l'air dans les filtres et ça purifie. Et ma mère, elle fait rien, enfin elle gère quoi.* »

soudainement, à moins d'un mois de l'examen, à s'activer assidûment en tentant de s'approprier le contenu des cours, en sollicitant à la fois ses enseignants et ses camarades de formation, et à développer une activité intense dans l'urgence.

– Chercheur : « *L'année se termine. On est à une semaine du BTS, et tu te mets à travailler dans la dernière ligne droite ?* »

– Edouard : « *Ouais, mais là, c'est un peu tard mais bon... Je sais pas, ben je verrai au BTS, disons que y a pas mal de choses à revoir quoi...* »

– Chercheur : « *À revoir ou à voir ?* »

– Edouard : « *Ça dépend des trucs quoi...* »

– Chercheur : « *Comment ça s'est passé tes deux ans de formation ? Tu as travaillé en première année, moins en deuxième ?* »

– Edouard : « *Aucune des deux. Au début j'étais content. Mais l'école, ça fait depuis la troisième que je fous rien, donc reprendre en BTS, c'est un peu dur quoi. Donc à chaque fois, j'ai fait ça : en terminale j'ai rien glandé de l'année, puis j'ai bossé à la fin, c'est passé de justesse quoi et là c'est ce que je compte faire quoi...* »¹⁹⁸¹

– Chercheur : « *Dans le secondaire, tu travaillais peu ?* »

– Edouard : « *Non, si. En première peut être un peu plus. Si première j'ai mieux réussi que le reste, je sais pas pourquoi. Puis en terminale, je me suis foutu en l'air, j'ai eu de justesse le bac quoi.* »

– Chercheur : « *Tu ne travaillais pas du tout ?* »

– Edouard : « *En cours, j'étais correct, mais je faisais rien. C'est-à-dire quand tu commences à rien foutre pendant... depuis la troisième... Et puis ça passe quand même, on prend l'habitude de rien foutre et puis le moment ou faut quand même bosser, parce que ça passe pas, c'est vraiment dur quoi.* »

– Chercheur : « *Au niveau du travail personnel, tu fais quelque chose ?* »

– Edouard : « *Alors là, c'est encore pire. C'est peut être arrivé mais rarement. Le soir, on rentre du bahut, on s'est déjà tapé huit heures de cours...* »

– Chercheur : « *Et pendant les cours ?* »

– Edouard : « *En cours, j'écoute en cours. Ça dépend, mais en général j'écoute à peu près. Ce qu'il y a, c'est que sur le coup je comprends bien, ça pose pas de problème, mais une semaine après...* »

– Chercheur : « *Tu prends des notes ? Elles sont classées ?* »

¹⁹⁸¹ L'hypothèse heuristique d'une conception cyclique des événements ne semble pas devoir être écartée : « je ne me suis jamais investi dans mon travail excepté au dernier moment et j'ai réussi : il n'y a donc pas de raison de modifier une telle manière de faire qui autorise le succès aux examens... »

- *Edouard* : « C'est un peu le bordel... Enfin j'essaie des fois d'y remettre en ordre... »
- *Chercheur* : « En probabilités, t'as pris des notes ? »
- *Edouard* : « Pas en probas non, je fous rien. »
- *Chercheur* : « Et les autres cours de maths que tu prends, tu les regardes ? »
- *Edouard* : « Je les ai pas encore regardés mais... »

Nous avons choisi de proposer, soit dans le corps de texte, soit en notes de bas de page, des extraits d'entretien assez longs dans la mesure où ceux-ci rendent assez bien compte des formes du rapport au savoir d'un étudiant peu à l'aise dans le cadre de la forme scolaire d'apprentissage de savoirs théoriques et formels nécessaires à l'obtention du BTS et qui semble privilégier les pratiques hédonistes. La constellation des attitudes et des comportements portée ici à notre connaissance, constitue un matériau particulièrement riche susceptible de permettre d'appréhender la logique sous-jacente à l'ensemble des dispositions et des manières d'être, de penser et de faire d'Édouard, manières qui commandent les formes de ses rapports aux savoirs scolaires. Édouard, qui a le sentiment d'avoir hérité des goûts et des dispositions de son père¹⁹⁸², semble avoir beaucoup de mal à s'autocontraindre, autant vis-à-vis de certaines pratiques sociales (nous évoquerons le fait, par exemple, qu'il ne s'interdit pas de conduire sous l'emprise d'alcool) que vis-à-vis d'activités ayant trait au travail scolaire. Il est significatif de relever que c'est sa mère qui se préoccupe de lui acheter des livres et des annales d'examen afin qu'il prépare son baccalauréat, puis son BTS, ouvrages auxquels il n'accorde qu'une attention obligée et distraite¹⁹⁸³. Son succès dans les études semble davantage préoccuper ses parents

¹⁹⁸² *Édouard* : « Je m'énerve vite fait comme lui. Une petite connerie, ça m'énerve tout de suite. J'aime les mêmes choses que lui en général, enfin à peu près, les bagnoles, les rallyes, les trucs comme ça. Sinon déjà physiquement, je lui ressemble : d'après mes copains, je suis la copie conforme, je parle pareil, j'ai les mêmes expressions et je fais pareil. Il a toujours envie de changer, ça c'est comme moi, c'est pour ça que j'arrive pas à trouver quelque chose que je veux vraiment, parce que je fais un truc et j'ai envie de changer tout de suite. J'achète une bagnole, si j'étais riche, je changerais de bagnole tous les jours. »

¹⁹⁸³ *Chercheur* : « Tu t'es procuré des bouquins de maths, des annales ? »

Édouard : « Ma mère m'en a acheté. Par exemple, pour mon bac, elle m'avait acheté plein de bouquins. »

Chercheur : « Et tu en fais quoi ? »

Édouard : « Moi, je m'en fous, c'est elle qui les achète. Non, si... Je les ai regardés quand même, du fait déjà qu'elle les avait achetés. En général, elle me propose, moi je dis oui ou non. Du coup, elle les achète quand même. Je regarde les bouquins, par respect. Non, parce qu'ils m'ont bien suivi mes parents... Ils suivent bien les études, c'est important pour eux. »

Chercheur : « Mais là par exemple, ils savent que tu ne travailles pas ? »

que lui-même. Comme son ami Etienne, Édouard est un épicurien de la vie quotidienne : les loisirs passent avant le travail scolaire (musique, snow-board, bal, “copains”, “copines”, etc.)¹⁹⁸⁴. Le week-end, lorsqu’il retrouve des amis au bal, il consomme souvent beaucoup d’alcool, ce qui lui a valu un certain nombre de problèmes puisqu’en état d’ébriété, il a provoqué deux accidents de voiture¹⁹⁸⁵. Édouard a tendance à vivre dans l’instant présent et ne songe guère à organiser ses comportements en fonction de l’avenir. Cet hédonisme, qui l’aide ou l’incline à accepter sa condition, pourrait trouver son origine dans le fait qu’il a conscience que les plaisirs et les satisfactions qui supposent une maîtrise de

Édouard : « Ah ben oui, ils le savent, ben oui ils le voient, c’est pour ça, elle me proposait de m’acheter des bouquins ma mère, disons qu’ils sont en souci de l’avenir, ils veulent pas que je devienne clodo, ça c’est clair, je sais que y a des parents qui s’en foutent, les miens non, ils veulent que je trouve quelque chose et que je gagne bien ma vie. »

¹⁹⁸⁴ Chercheur : « Qu’est-ce que tu aimes bien dans la vie ? »

Édouard : « La musique : je fais de la guitare, on fait un groupe, enfin c’est un grand mot. Sinon ben y a les week-ends, le snow-board, ça, ça me plaît aussi. »

Chercheur : « Pour ce genre d’activités, t’es toujours prêt à... »

Édouard : « Ben là, je suis toujours partant. »

Chercheur : « Tout ce qui est activité ludique ça te... »

Édouard : « Ludique, ça veut dire quoi ? »

Chercheur : « Ça a rapport aux jeux, au plaisir. »

¹⁹⁸⁵ *Édouard : « Les nanas, ça va, ça vient et du coup, ça me gonfle vite fait, enfin ça dépend lesquelles : y a des nanas dès que tu bois un peu, elles disent “arrête de boire”. Donc ça, ça m’énerve, elles ont pas non plus à me dire ce que je dois faire et c’est vrai que celles qui disent rien du tout, qui restent plantées à côté de toi... Discuter avec elles, c’est pas le feu non plus quoi... »*

Chercheur : « Les filles trouvent que tu bois un peu trop ? »

Édouard : « Ben, comme tous les jeunes. Tu vas le samedi soir au bal, tu bois des bières... Ça dépend des samedis. »

Chercheur : « Tu vas le samedi soir au bal ? Où ça ? »

Édouard : « Vers chez moi ouais, à Châtillon sur Chalaronne. On picole c’est clair. Je pense que c’est tous les jeunes pareils. Y a des coups, je picole normalement et y a des coups, on picole franchement. Ben disons quand on picole, on a plus tendance à rigoler facilement, puis quand on commence à boire un peu et quand on commence à recevoir un peu ça s’arrête plus. »

Chercheur : « Vous conduisez après ? »

Édouard : « Là, j’ai calmé parce que j’ai eu quelques problèmes avec ça. J’ai retourné deux bagnoles, j’ai bousillé deux bagnoles, j’ai failli bousiller celle-là aussi donc du coup, maintenant quand je sors, j’évite de prendre la mienne si je bois un peu. Sinon je prends la mienne et j’essaie d’aller avec les autres. Disons qu’au niveau conduite, je me suis calmé. »

Chercheur : « Lorsque tu as eu ces accidents, tu avais bu de l’alcool ? »

Édouard : « Ouais. »

Chercheur : « Comment tu expliques cette envie de boire ? »

Édouard : « C’est l’envie de s’amuser, disons que tout le monde fait comme ça, si tu veux. Si t’arrives vers tes copains et qu’eux ils ont tous reçu, ils rigolent, ben toi tu rigoleras pas comme eux, tu te feras chier à côté. Enfin moi je suis avec des potes, ils sont tous un peu comme moi. Tu te fais chier si tu bois pas, t’as pas le même délire avec eux. »

Chercheur : « Tu bois surtout le samedi soir ? »

Édouard : « Ah ben pas tout le temps quand même, disons que tous les week-ends je bois un peu... Des fois ça sera deux trois bières, des fois ça sera plus. »

l'avenir ne lui sont pas accessibles. C'est pourquoi il ne s'investit pas dans sa formation et ne fournit aucun travail : il avoue ne pas être intéressé, ne pas être motivé du tout par les études¹⁹⁸⁶. Bien qu'il formule le souhait d'avoir un travail ni trop dur, ni trop routinier¹⁹⁸⁷, il a apparemment conscience de la place, dominée, qu'il est susceptible d'occuper prochainement au sein de la division du travail, même s'il exprime l'espoir, après son BTS, de trouver un emploi si possible autre que précaire, autre qu'intérimaire¹⁹⁸⁸.

Intéressons-nous à sa tentative d'« appropriation accélérée » des règles et des procédures du calcul scolaire des probabilités.

– Chercheur : « En ce moment tu assistes aux cours d'une autre formation que la tienne¹⁹⁸⁹, notamment pour faire des probabilités, alors que les tiens sont terminés... »

– Edouard : « Je suis venu toute la semaine pour rattraper mon retard... »

¹⁹⁸⁶ Chercheur : « Tu ne sembles pas vraiment intéressé par la formation ? Si ? »

Edouard : « Ouais, parce que si j'étais dans un truc qui me plaisait, là je bosserai. Si je suis motivé, je bosse. »

Chercheur : « Les études en général ? Ça t'intéresse ? »

Edouard : « C'est toujours pareil, c'est chiant. »

Chercheur : « Au niveau de toutes les matières que tu as étudiées, qu'est-ce que tu aimes bien et ce que tu n'aimes pas bien ? »

Edouard : « Ça va en anglais, je me démerde pas trop mal. Français j'ai horreur de ça, je peux pas blairer. J'ai toujours été minable en français, ça m'a toujours emmerdé, je peux pas lire un bouquin, ça me gonfle. »

Chercheur : « Et au niveau de l'écriture ? »

Edouard : « J'ai pas un style de romancier mais bon, c'est correct. Sinon les maths c'est pas mon point fort. »

Chercheur : « Et en physique, électrotechnique ? »

Edouard : « Ça dépend des parties, y a des trucs ça va, je suis. Mais y a des trucs comme quand on a fait les filtres, j'ai pas aimé. Les maths pures, ça me gonfle un peu. »

Chercheur : « Et en physique ? »

Edouard : « Le prof speede un peu, donc dès qu'on speede un peu, moi, je commence à être largué, ça me gonfle, j'arrive pas à être attentif pendant quatre heures de suite. »

¹⁹⁸⁷ Edouard : « Je sais pas ce que je voudrais faire, ce qui me motive vraiment. Moi, j'aime pas la routine : les types qui reviennent le soir toujours pareil, ça me plaît pas trop. Je voudrais un truc qui sorte du commun, mais j'ai toujours pas trouvé. »

¹⁹⁸⁸ Chercheur : « Qu'est-ce que tu penses faire après le BTS, que tu le rates ou le réussisses ? »

Edouard : « Je vais trouver un boulot, même si ça me plaît pas. »

Chercheur : « Dans l'intérim ? »

Edouard : « Si je pouvais trouver mieux que l'intérim ça serait pas mal, parce que l'intérim c'est quoi ? Câbleur ? C'est des trucs bas de gamme en général. »

¹⁹⁸⁹ ceux du BTS comptabilité-gestion

- Chercheur : « Pendant l'année, lorsque les cours sont obligatoires, tu y assistes sans t'investir. Maintenant que les cours ne sont plus obligatoires, tu fais du supplément ? »
- Edouard : « Ouais, parce que j'ai pas le choix, si je veux avoir une chance. Ce qu'il y a, c'est que pendant les deux ans là, j'ai quand même vu tout le programme quoi, je l'ai quand même survolé, je sais de quoi on parle, et quand je reviens la semaine-là, je refais des exos, puis bon, ça rentre quoi. Là par exemple, on a fait les lois de probas, des trucs comme ça, j'y comprenais rien avant. J'me tapais des boîtes parce que y avait deux trois notions que j'avais pas entendues, ce qui fait que maintenant qu'on y a revu un peu, c'est bon. »
- Chercheur : « Ça t'a changé des autres maths ? »
- Edouard : « C'est vrai que ça n'a rien à voir. »
- Chercheur : « Plus facile, plus difficile ? »
- Edouard : « Plus facile, mais ça dépend des exos. Parce que ceux qui ont des phrases bidons, foireuses dans tous les sens, vu que je suis pas trop dans le français. C'est pas des maths moi je trouve. Parce que les maths moi, ce que j'en pense, c'est des calculs, y a une règle : tactactac, puis on sort un résultat. Là, déjà faut comprendre les phrases qui sont déjà assez tordues. »
- Chercheur : « Je te propose qu'on regarde ensemble l'exercice D¹⁹⁹⁰. »
- Edouard : « Bonne idée. »
- Edouard : « Tu as lu le début ? »
- Edouard : « Non. »
- Chercheur : « Tu regardes d'abord les questions ? »
- Edouard : « Ouais, je regarde les questions, puis en regardant le début j'essaie de voir ce qu'ils veulent. Donc, une usine fabrique des pièces, donc y a deux défauts : un défaut A, un défaut B. Dans 2 % de toutes les pièces y a un défaut A, et dans 10 % de toutes les pièces y a un défaut B. Sur 100 pièces, y a 2 pièces qui sont mauvaises et donc y a 10 pièces sur 100 qui sont mauvaises aussi qui ont le défaut B, ce qui fait que sur 100, il doit y

¹⁹⁹⁰ Une usine fabrique des pièces pouvant présenter un défaut A (ce qui arrive dans 2 % des cas) et un défaut B (ce qui arrive dans 10 % des cas). On prélève une pièce au hasard dans la production. On désigne par E_1 l'événement "la pièce présente le défaut A" et par E_2 l'événement "la pièce présente le défaut B".

On admet que les événements E_1 et E_2 sont indépendants et que $P(E_1) = 0,02$ et $P(E_2) = 0,10$.

1° Calculer la probabilité qu'une pièce prise au hasard :

- a) présente les deux défauts ;
- b) présente au moins un défaut.

(Extrait)

avoir 12 pièces qui ont un défaut en tout, donc y en a 12 % qui sont mauvaises. »

– Chercheur : « Tu notes ça comment ? »

– Edouard : « Donc les deux défauts c'est inter... Alors E_1 inter E_2 . Bon alors, ça fait comment... Ça donne $P(E_1) + P(E_2)$, ça fait 0,12. »

– Chercheur : « On passe à la question 1)b) : “la pièce présente au moins un défaut”. »

– Edouard : « Je vais essayer de faire POISSON peut être là... »

– Chercheur : « Parce que ? »

– Edouard : « “Au moins un défaut”, c'est au moins jusqu'à deux. Non ben non, ça fera pas ça, non, non, non. Je sais pas... Comment on fait déjà la normale là ? »

– Chercheur : « La loi normale ? »

– Edouard : « Ben je sais pas, je sais plus ce que c'est. Non, ou alors c'est conditionnel. »

– Chercheur : « Tu veux essayer du conditionnement ? »

– Edouard : « Ah ben non, non, non, ça va pas, ben si, ça va, parce qu'on met normalement le conditionnel si y a des trucs différents : soit y a la pièce A et y a la B, soit elle est défectueuse, c'est D, soit elle est bonne, c'est \bar{D} . Mais non ça va pas, qu'est-ce que je raconte moi, je suis con ! “Au moins un défaut...”, mais non ça va pas, ah non ça va carrément pas, on peut pas faire le conditionnel ! Je peux pas faire le “au moins un défaut”. J'ai fait n'importe quoi là, ouh là, je vais rayer. »

– Chercheur : « Tu as une autre piste ? »

– Edouard : « Je vais essayer POISSON, mais je sais plus comment ça marche ces trucs. POISSON c'est quoi déjà ? $P(X = k) = \frac{e^{-\lambda} + \lambda^k}{k!}$. »

– Chercheur : « Et qu'est-ce que tu fais maintenant ? »

– Edouard : « Et ben, j'ai mon X, faut au moins qu'il soit égal à 2, ouais mais j'ai pas besoin de faire de loi là dessus ? Non, ça m'énerve ça... Le “ou” en probas c'est $E_1 \cup E_2$, c'est soit E_1 , soit E_2 , soit les deux. Bon, ben, voilà, c'est ça, donc, après je sais plus faire, soit l'un, soit l'autre, donc la proba ça fait... »

– Chercheur : « Tu as pris d'abord trois, quatre chemins qui t'ont mené nulle part et le cinquième, il va peut être te conduire à la bonne réponse... »

– Edouard : « Ouais, mais moi, je pense qu'aux lois au début et en fait c'est con, parce que là, y a pas besoin de loi ! Mais disons qu'après, je sais plus faire, je sais pas y calculer. »

Édouard a assisté, de manière rituelle, à toutes les séances de cours qui avaient pour objet l'enseignement des probabilités. Il a porté une attention distraite à cet enseignement, ne prenant aucune note, se contentant d'archiver les documents de cours distribués. Il a donc "entendu" le cours et "vu" les développements exposés au tableau¹⁹⁹¹, mais n'a jamais tenté, à l'exception de la semaine précédant l'examen, de s'investir afin de mobiliser les outils probabilistes. La recherche d'un rendement maximum semble ici révéler l'existence d'une pensée quasi-magique où l'effort de dernière minute doit permettre la réussite. Rappelons que le programme de probabilités destiné aux élèves du BTS électrotechnique est organisé, globalement, de manière à ce que les élèves puissent disposer, à l'issue de leur formation, des outils suivants : "dénombrement et combinatoire", "calculs élémentaires de probabilité au moyen de l'algèbre des événements", "probabilité conditionnelle (théorème de BAYES)", "trois lois de probabilités (loi binomiale, loi de POISSON, loi normale)", "somme de variables aléatoires". Notons que les parties "dénombrement et combinatoire" et "somme de variables aléatoires" sont relativement marginales par rapport aux autres parties dont la maîtrise constitue l'objectif essentiel de ce programme. Les exercices proposés à l'épreuve du BTS se rapportent donc à cinq rubriques principales (calculs élémentaires de probabilité au moyen de l'algèbre des événements", "probabilité conditionnelle", "loi binomiale", "loi de POISSON", "loi normale") et une des premières choses que l'élève technicien-supérieur doit pouvoir faire, c'est repérer, dans un énoncé, les informations qui invitent à rattacher telle question à la catégorie appropriée. Avant le traitement procédural, il s'agit donc d'apparier questions et outils. Imaginons, dans le domaine pratique, qu'il y ait par exemple cinq serrures à ouvrir et cinq clés disponibles. La manière de faire d'Édouard, dans le traitement des exercices scolaires de probabilité, est d'essayer chacune des clés pour ouvrir chaque serrure. Ainsi, comme cela apparaît dans l'extrait d'entretien qui précède, pour calculer la probabilité de l'événement "une pièce tirée au hasard dans la production présente au moins un défaut", Édouard essaie de mobiliser d'abord la loi de POISSON, puis la loi normale, puis les probabilités conditionnelles, puis de nouveau la loi de POISSON et apparaît enfin susceptible, après toutes ses tentatives infructueuses, de disposer de la bonne clé. En effet, le traitement du calcul de la probabilité de l'événement "une pièce tirée au hasard dans la production présente au moins un défaut" relève d'un calcul élémentaire de probabilité au moyen de l'algèbre des événements : c'est bien $P(E_1 \cup E_2)$. Le problème, c'est qu'après avoir trouvé la "bonne clé", la "bonne formule", il

¹⁹⁹¹ Édouard : « Ce qu'il y a, c'est que pendant les deux ans là, j'ai quand même vu tout le programme quoi, je l'ai quand même survolé, je sais de quoi on parle. »

avoue ne pas savoir développer davantage ce calcul. Par ailleurs, nous éviterons d'analyser de nouveau le traitement de la première question de cet exercice qui est relative au calcul de la probabilité pour qu'"une pièce tirée au hasard dans la production présente les deux défauts" puisqu'elle a déjà été évoquée dès l'introduction de cette thèse avec Olivier qui a commis la même erreur¹⁹⁹². Édouard ajoute en effet les probabilités¹⁹⁹³ alors qu'il faut les multiplier. Notons également que la formule de la loi de POISSON qu'il convoque

$P(X = k) = \frac{e^{-\lambda} + \lambda^k}{k!}$ est erronée, ce qui n'est pas complètement surprenant

compte tenu de la manière avec laquelle il a vécu les cours de probabilité qu'il a souvent simplement "vus" et apparemment mal vus, puisque la formule exacte

est $P(X = k) = \frac{e^{-\lambda} \times \lambda^k}{k!}$. À l'issue de l'examen des productions d'Édouard, il

apparaît clairement que sa tentative d'"appropriation accélérée" du calcul scolaire des probabilités ne se solde pas un succès avéré. Jean de LA FONTAINE, s'inspirant d'ÉSOPE, avait déjà pointé le risque de ce genre de pratique lorsqu'il écrivit *Le lièvre et la tortue* : « *Il partit comme un trait, mais les élans qu'il fit furent vains.* »

* * * * *

La recherche du sens à donner aux tentatives d'"appropriation accélérée" du calcul scolaire des probabilités par des étudiants, tels Édouard, Véronique, mais également Étienne ou Julien, fait apparaître que celles-ci sont sous-tendues par un certain type de rapport au temps et à l'avenir. P. BOURDIEU a mis en évidence cette dimension lorsqu'il s'est attaché à décrire les dispositions des paysans algériens et les formes de leur résistance à l'ethos capitaliste. Il considère que c'est la structure de la conscience temporelle qui gouverne les pratiques. Dans ce cadre conceptuel, les pratiques se comprennent au regard de deux modalités de la conscience : une première modalité qui ne considère qu'un "futur" inscrit dans le présent et qui permet de rendre compte à la fois des attitudes de passivité durant les cours et des aspirations envers les plaisirs de la vie et une seconde modalité qui s'attache au contraire à prévoir et à organiser son avenir par exemple en travaillant régulièrement et en sacrifiant délibérément

¹⁹⁹² Rappelons qu'Olivier considère que la probabilité qu'un rivet présente le défaut *A* "et" le défaut *B*, défauts indépendants, est égale à la probabilité qu'il présente le défaut *A* "plus" la probabilité qu'il présente le défaut *B*, alors qu'il faut faire une multiplication. Cette erreur a pour origine le repérage du mot-clé "et" suivi de sa traduction par le signe "+" de l'addition (si on achète des pommes "et" des oranges... on "additionne" les prix).

¹⁹⁹³ 0,2 + 0,10

ses loisirs : c'est par exemple ce que tentent de mettre en œuvre des élèves comme Jean-Marie ou Henri. Quant au schème pratique, qui consiste à "faire les choses au dernier moment", à travailler dans l'urgence en combinant flair et rumeurs pour les impasses qu'il est possible de faire, et "mémorisation"¹⁹⁹⁴ des procédures standard, il semble qu'il traduise une résistance à l'ethos de la rationalité au sens où il pourrait révéler la tension qui existe entre la nécessité d'anticiper et d'organiser son avenir et une autre manière d'être au monde qui consiste à saisir et à profiter de tous les bons moments qui s'offrent pour profiter des saveurs de la vie.

Conclusion

Un des principaux effets de la disciplinarisation du savoir probabiliste est d'évacuer les questionnements ontologiques¹⁹⁹⁵, anthropologiques et épistémologiques¹⁹⁹⁶, atténuant ainsi les résistances susceptibles d'apparaître à propos de questions ayant trait, par exemple, à l'existence du destin et du hasard, en camouflant ces interrogations grâce à la manipulation de procédures calculatoires, ce qui a pour effet de mettre entre parenthèses, éventuellement en renvoyant à d'autres "ailleurs" (philosophiques, spirituels, religieux), leur traitement. La disciplinarisation participe ainsi efficacement à la neutralisation de schèmes *a priori* incompatibles et à celle de la coexistence de contraires, ce qui a pour effet de permettre une intégration au sein d'univers discordants. Cela peut expliquer, par exemple, que des élèves de culture musulmane puissent appréhender le calcul scolaire des probabilités sans objection particulière à son égard. Par ailleurs, l'évocation des "jeux de hasard" (pratiques généralement déconsidérées, méprisées, parfois moralement condamnées) semble davantage faire problème que celle relative à l'existence même du hasard : ce constat nous conduit à penser que certaines des résistances à l'enseignement des probabilités seraient davantage d'essence axiologique qu'ontologique. De même, le fait que les élèves se trouvent habitués, dans le cadre de la forme scolaire, à ne considérer, en mathématiques, que des objets ayant peu à voir avec la vie de tous les jours, n'est pas sans susciter des représentations de ce qu'est un savoir scolaire "sérieux" et de ce qui ne l'est pas : d'où parfois des manifestations et des expressions de mépris envers le savoir probabiliste jugé enfantin lorsque les objets étudiés sont des boules ou des jetons de couleur, des dés ou des cartes, et

¹⁹⁹⁴ Remarquons que le chargement accéléré et à la dernière minute (au moyen de connexion par câble d'une calculatrice à une autre) du maximum de formules et de théorèmes dans les mémoires des calculatrices utilisées comme banques de données accroît de manière très sensible les chances d'améliorer le niveau de ses performances objectives.

¹⁹⁹⁵ - relatifs aux propriétés du monde -

¹⁹⁹⁶ - relatifs aux obstacles de notre connaissance de ce monde -

lorsque les calculs se réduisent à des opérations arithmétiques élémentaires. Au passage, on observera que les schèmes cognitifs et les savoir-faire développés par certains sujets passionnés de jeux de hasard, s'ils sont susceptibles d'accroître leur niveau de curiosité, de motivation et d'investissement envers le calcul des probabilités, n'induisent pas nécessairement la réalisation de très bonnes performances dans le domaine scolaire tant l'écart est grand entre les attentes institutionnelles qui privilégient l'utilisation de méthodes rationnelles et d'écritures codifiées normalisées et les productions bricolées d'amateurs passionnés. Nous avons repéré les difficultés de la rencontre entre les élèves "jugés" ou/et s'estimant "bons" en mathématiques générales et le calcul scolaire des probabilités. Habitué à manipuler procédures et recettes de calcul, ils éprouvent des difficultés à s'adapter aux exigences et aux spécificités de la mathématique du probable (rupture de paradigme). D'où leur réussite locale et limitée aux probabilités modélisées par des lois puisqu'ils retrouvent la mathématique procédurale et algorithmique. Quant aux élèves "jugés" ou/et s'estimant "faibles" en mathématiques générales, leur espérance de pouvoir mieux réussir dans le domaine de la stochastique, après un bref engouement, est généralement rapidement déçue.

La disciplinarisation du savoir probabiliste, nous l'avons évoqué, a pour effet d'annihiler toutes formes de questionnements ontologiques, anthropologiques et épistémologiques de ce savoir. Cette remarque, au demeurant nullement contradictoire avec le fait que certaines difficultés d'élèves peuvent être comprises au regard de celles rencontrées par les hommes qui ont élaboré ces outils et ces concepts, a pour origine notre étonnement de constater, par exemple, qu'une notion aussi problématique que la procédure bayésienne¹⁹⁹⁷ ne suscite ni curiosité, ni interrogation, ses hypothèses étant acceptées par les élèves sans discussion aucune. Alain DESROSIÈRES rappelle que pour les fréquentistes du XIX^e siècle, cette procédure, qui combine des observations en petit nombre avec une "probabilité *a priori*" purement conjecturale afin d'en inférer "une probabilité *a posteriori*" mieux assurée, a longtemps fait l'objet de vives stigmatisations et est longtemps apparue comme une fantaisie¹⁹⁹⁸. C'est cette même procédure bayésienne qui semble d'ailleurs implicitement visée par

¹⁹⁹⁷ On fait remonter aux travaux de T. BAYES l'élaboration de procédures permettant de prendre en compte une information incomplète sur des événements antérieurs pour estimer une probabilité permettant d'orienter une décision.

¹⁹⁹⁸ A. DESROSIÈRES, *La politique des grands nombres*, *op. cit.*, p.61

les propos de Jean DIEUDONNÉ lorsqu'il stigmatise le calcul des probabilités¹⁹⁹⁹. À l'opposé de ces critiques et réserves, Albert JACQUARD, dans un livre de vulgarisation intitulé *La science à l'usage des non-scientifiques*, et après avoir rappelé l'énoncé du théorème de BAYES, montre, au moyen d'un exemple emprunté à l'univers médical, l'intérêt dans le domaine de la décision, de la procédure bayésienne²⁰⁰⁰. Le fait qu'aucun élève, en cours ou/et lors des

¹⁹⁹⁹ Pour J. DIEUDONNÉ, le calcul des probabilités n'est qu'un « mélange de raisonnements d'allure mathématique et de considérations plus ou moins intuitives sur le rôle et l'évaluation du hasard dans les comportements humains et les phénomènes naturels. » J. DIEUDONNÉ, *Panorama des mathématiques pures, Le choix bourbachique*, 1977, cité par S. CALLENS, *Les maîtres de l'erreur, Mesure et probabilité au XIX^e siècle*, op. cit., p.318

²⁰⁰⁰ « Soient E_1 et E_2 , deux événements définis sur une même épreuve; notons $(E_1 \cap E_2)$ leur "intersection", c'est-à-dire l'ensemble des résultats qui les entraînent l'un et l'autre; la probabilité conditionnelle de E_1 sachant que E_2 s'est produit, que l'on note $P(E_1 \cap E_2)$, est définie par $P(E_1 / E_2) = P(E_1 \cap E_2) / P(E_2)$

ce qui peut s'écrire $P(E_1 \cap E_2) = P(E_2) \cdot P(E_1 / E_2)$ [3]

et, par symétrie $P(E_1 \cap E_2) = P(E_1) \cdot P(E_2 / E_1)$ [4]

Lorsque les deux événements sont indépendants, c'est-à-dire lorsque la connaissance de la survenue de l'un ne modifie pas la probabilité de l'autre, les équations [3] et [4] s'écrivent

$$P(E_1 \cap E_2) = P(E_1) \times P(E_2) \quad [5]$$

Relation qui montre l'équivalence entre le "et" du discours probabiliste et le "X" de l'arithmétique.

Egalant les termes de droite des égalités [3] et [4], il vient

$$P(E_1 / E_2) = P(E_1) \cdot P(E_2 / E_1) / P(E_2) \quad [6]$$

Équation qui exprime le célèbre théorème de Bayes. Le lecteur qui aura eu le courage de suivre jusqu'ici cette présentation risque fort d'être déçu et de regretter son effort. Il aura l'impression de tourner en rond dans des définitions sans grand profit pour la résolution de ses problèmes. Il aurait grand tort, car il est arrivé au bout de ses peines. En fait, cette dernière équation nous donne le moyen de modifier avec rigueur la probabilité que l'on avait attribuée à l'événement E_1 lorsque l'on apprend qu'un événement E_2 lié à la même épreuve s'est effectivement produit. C'est là une question centrale pour tout décideur qui doit choisir une voie sans connaître la totalité des conditions de ce choix. Il est à l'affût de toute nouvelle information. Le théorème de BAYES lui permet d'utiliser celle-ci au mieux. Or, il s'agit d'un domaine où la simple intuition est le plus souvent incapable de servir de guide. Nous allons en voir un exemple. Imaginons un médecin, loin de tout hôpital, face à un patient dont les symptômes sont tels que sa maladie peut être due soit à un microbe, soit à un virus. Selon le cas, les soins sont différents ; il faut donc choisir entre ces deux possibilités. Compte tenu de l'état sanitaire local, de son expérience, de ses récentes consultations, ce médecin pense qu'il s'agit plutôt d'un virus et estime la probabilité de cette cause à $P(V) = 0,8$, d'où $P(\text{Mic}) = 0,2$. Un confrère consulté pense au contraire, compte tenu de sa propre expérience, qu'il s'agit plutôt d'un microbe, et propose pour la probabilité du virus $P'(V) = 0,2$, d'où $P'(\text{Mic}) = 0,8$. Quelle décision prendre ? Une mallette-laboratoire est heureusement disponible ; elle permet de savoir si un prélèvement contient ou non le microbe suspecté ; malheureusement, elle est très peu fiable. L'expérience montre que lorsque ce microbe est effectivement présent, il n'est décelé que quatre fois sur cinq, et, lorsqu'il est absent, elle donne quand même une réponse positive une fois sur dix. Ces conditions de l'épreuve peuvent se traduire par les probabilités conditionnelles suivantes, où O représente la réponse "Oui, le microbe est présent" et N la négation :

$$P(O / \text{Mic}) = 0,8$$

$$P(O / \text{Pas mic}) = 0,10$$

entretiens, n'évoque les réserves ou l'utilité de ce savoir, témoigne ainsi d'une absence de questionnement d'essence anthropologique et épistémologique vis-à-vis des objets d'enseignement qui sont proposés. Il ne leur semble ainsi pas du tout pertinent de s'interroger sur l'origine ou sur l'élaboration du savoir probabiliste qui leur est diffusé. Les élèves techniciens supérieurs en électrotechnique, appelés à "appliquer avec application" des formules mathématiques et physiques, des procédures de calcul qui se réduisent généralement à des recettes, sont donc simplement dans une recherche d'efficacité maximale et ne s'encombrent pas de questions ontologiques. C'est un des effets de la forme scolaire, et notamment de la parcellisation-disciplinarisation des savoirs scolaires, de ne pas inciter les élèves à s'interroger sur la nature même des mathématiques enseignées, sur leur intérêt, leur utilité. Remarquons, par exemple, que la question de la nature des mathématiques n'est jamais non plus évoquée. Alors que les mathématiques générales, dans l'enseignement secondaire et secondaire-supérieur, développent plutôt un

$$P(N / \text{Mic}) = 0,2$$

$$P(N / \text{Pas mic}) = 0,90$$

Sachant le peu de fiabilité de leur instrument, les médecins effectuent cinq prélèvements. Les résultats sont successivement : oui, non, oui, non, oui. De quoi être découragé, semble-t-il.

Quelle leçon tirer de réponses aussi contradictoires ? En fait, l'utilisation du raisonnement bayésien va leur permettre d'aboutir à une conclusion débouchant sur une décision. La formule [6] s'écrit ici

$$P(\text{Mic} / \text{Observ}) = P(\text{Mic}) \times P(\text{Obs} / \text{Mic}) / P(\text{Obs})$$

Dans le cas où le microbe est présent, la probabilité du premier résultat fourni par ce "laboratoire" est 0,8, celle du deuxième 0,2, et ainsi de suite, d'où

$$P(\text{observ} / \text{Mic}) = 0,83 \times 0,21 = 0,02048$$

Dans le cas où il n'y a pas de microbe cette probabilité est

$$P(\text{Observ} / \text{Pas mic}) = 0,11 \times 0,92 = 0,00081$$

Pour le premier médecin, ces deux éventualités ont les probabilités 0,2 et 0,8 ; pour lui, la probabilité, de l'observation réalisée est donc

$$P(\text{Observ}) = 0,2 \times 0,02048 + 0,8 \times 0,00081 = 0,04744$$

D'où, pour la probabilité du microbe compte tenu des résultats observés :

$$P(\text{Mic} / \text{observ}) = 0,2 \times 0,02048 / 0,04744 = 0,86$$

Quant à son confrère, qui donnait aux deux éventualités les probabilités 0,8 et 0,2, il obtient par un calcul identique $P'(\text{Mic} / \text{Observ}) = 0,99$

Cette fois, les deux confrères sont d'accord. Leurs opinions initiales étaient très divergentes, les conditions d'analyse étaient scandaleusement imprécises, les divers résultats semblaient incohérents; pourtant, ces observations convergent vers la décision de soigner le malade en admettant la présence du microbe. La seule divergence entre les deux praticiens porte finalement sur le risque de l'erreur éventuellement commise ; elle est de 14 p. 100 pour l'un, de 1 p. 100 pour l'autre. Insistons sur le rôle du cheminement bayésien. Les opinions initiales sont ce qu'elles sont. Elles peuvent être opposées, et cette opposition peut se traduire par des probabilités a priori très différentes. L'important est de tenir compte avec rigueur de toutes les informations peu à peu ajoutées. Si ces informations sont pertinentes, elles provoquent une modification des opinions de chacun et un rapprochement des probabilités qui traduisent ces opinions, rapprochement qui peut déboucher sur une prise de décision commune. » A. JACQUARD, *La science à l'usage des non-scientifiques*, éditions Calmann-Levy, p.190-193

exposé de type réaliste ou objectiviste²⁰⁰¹, les mathématiques probabilistes, dans une large mesure adoptent un point de vue constructiviste²⁰⁰², voire combinent les deux points de vue. Deux thèses relatives à la nature des mathématiques s'affrontent généralement : une thèse objectiviste, d'inspiration platonicienne, selon laquelle il s'agit d'un monde idéal que les hommes découvrent ; une thèse constructiviste selon laquelle il s'agit d'un monde que les hommes construisent pour comprendre les choses. Dans la première conception, le monde mathématique préexiste à la pensée mathématique qui la découvre mais ne la crée pas. Dans la seconde conception, les mathématiques sont une invention de l'homme pour l'homme : il n'y a pas d'être mathématique indépendant du système d'axiomes par lequel une pensée mathématique le crée et le définit. Dans l'ouvrage commun de Jean Pierre CHANGEUX et d'Alain CONNES, *Matière à penser*, le neurobiologiste J.P. CHANGEUX souligne ainsi que « pour les "constructivistes", les objets mathématiques sont des êtres de raison qui n'existent que dans la pensée du mathématicien. Et non dans un monde platonicien indépendant de la matière. Ils n'existent que dans les neurones et dans les synapses des mathématiciens qui les produisent comme de ceux qui les comprennent et les emploient. »²⁰⁰³ A. CONNES, mathématicien, soutient la thèse opposée : « Pour moi, la suite des nombres premiers, par exemple, a une réalité plus stable que la réalité matérielle qui nous entoure. On peut comparer le mathématicien au travail à un explorateur à la découverte du monde. »²⁰⁰⁴ A. CONNES distingue cependant la réalité mathématique des outils de la pensée mathématique : « Dans sa quête de la réalité mathématique, le mathématicien crée des "outils de pensée". Il ne faut pas les confondre avec la réalité mathématique elle-même. »²⁰⁰⁵ Ce type de questionnements a-t-il ou non un intérêt pour ces étudiants ? La question est ouverte. On observera cependant que le problème de la procédure bayésienne, évoqué plus haut et illustré par l'exemple que développe A. JACQUARD, se trouve précisément à la charnière entre un point de vue objectiviste et un point de vue constructiviste. La démarche consistant à inférer une probabilité à partir de probabilités d'événements fixées *a priori* est en effet susceptible de ces deux lectures : probabilité révélée ou probabilité construite ?

Les étudiants techniciens supérieurs en électrotechnique qui apprennent le calcul scolaire des probabilités ne s'interrogent ni sur la manière dont les

²⁰⁰¹ - la science dévoile ou approche au plus près un réel caché -

²⁰⁰² - élaboration de modèles, simulation d'expériences aléatoires -

²⁰⁰³ J.P. CHANGEUX et A. CONNES, *Matière à penser*, éditions O. Jacob, collection poche, 2000, p.28

²⁰⁰⁴ J.P. CHANGEUX et A. CONNES, *Matière à penser*, *op. cit.*, p.28

²⁰⁰⁵ J.P. CHANGEUX et A. CONNES, *Matière à penser*, *op. cit.*, p.29

probabilités ont été constituées, ni sur les fondements de cette discipline, ni sur la relation entre les formules de calcul des probabilités et le monde. Leur pratique du calcul des probabilités se limite à une manipulation efficace et opératoire d'un formalisme. Toutes les questions qui vont au-delà du formalisme et qui sont des questions d'ontologie sont laissées de côté avec l'hypothèse qu'elles n'ont pas d'influence sur la manière de travailler. Leur absence de curiosité va de pair avec la soumission à l'autorité (professorale, entrepreneuriale) et aux experts. Occupés à archiver les savoirs scolaires parcellisés qui leur sont transmis, ils n'éprouvent aucune nécessité à développer en eux une conscience critique susceptible de leur permettre une insertion dans le monde comme agents de transformation de ce monde et non comme sujets dominés consentants à la domination et à la légitimité des valeurs dominantes. En ce sens, la forme scolaire nous apparaît être le vecteur de l'imposition de la passivité, de la soumission et non de la transformation du monde. Elle s'oppose ainsi clairement à la forme instruction publique qui, en rendant possible la constitution d'un espace public, permet aux hommes de juger par eux-mêmes et donc d'échapper à la soumission d'"une raison étrangère".