

Profils d'attributions causales à l'égard d'événements vécus en classes de sciences chez des élèves de 3^{ème}, 2nd, 1^{ère} : influence sur la qualité de la motivation et de l'apprentissage

Pascale Montpied*, Véronique Hiolle*, Andrée Tiberghien*

*UMR ICAR ENS-LSH 15 Parvis Descartes-BP 69 Lyon
pascale.montpied@ens-lsh.fr

Résumé. Les élèves français semblent de plus en plus délaissés les sections scientifiques. Aux âges (3^{ème}, 2nd, 1^{ère}) où ils doivent s'orienter vers les filières scientifiques que pensent-ils des sciences ? Quels systèmes explicatifs se sont-ils construits pour lier effets et causes leur permettant de se prémunir ou d'apprécier ce à quoi ils sont exposés en classe de sciences ? Les études menées jusqu'à présent ne prennent pas en compte la logique causale des élèves. Ceci ne permet donc ni d'analyser les formes de motivation ou de démotivation à l'égard des sciences ni d'en tirer des axes de recherche quant à la remédiation. L'analyse par l'ASI d'un questionnaire fermé interrogeant sur des effets précis vécus en classe de sciences et proposant des éléments d'explication, nous a permis d'obtenir 10 profils typiques d'attributions causales et de conclure sur les possibilités d'améliorer la motivation par des approches pédagogiques.

1 Introduction

En France, la moitié des élèves interrogés par Postel-Vinay (2002) disent être plutôt d'accord ou d'accord avec l'affirmation «l'école assure mal l'enseignement des sciences» et ce sentiment se retrouve dans les opinions sur l'enseignement des sciences dans d'autres pays européens où elles sont jugées ennuyeuses difficiles, et même inutiles (Boy 2002; Ortega Ruiz et al. 1992). De nombreux autres sondages sur ce sujet (Venturini 2004; Osborne et al. 2003; Sjoberg 2000a,b) ainsi que des dossiers faits à la demande des gouvernements (en France rapports Ourisson 2002 et Porchet 2002), aboutissent à deux consensus : l'un concerne le manque d'attrait pour l'apprentissage des sciences qui se manifeste chez les élèves de 14-17 ans, l'autre concerne la baisse des effectifs dans les filières scientifiques. Ces deux aspects apparaissent alors que des sondages montrent que dans les pays industrialisés ou en voie de l'être, les adolescents développent un intérêt positif à l'égard de la plupart des sujets scientifiques ou technologiques présents dans leur environnement.

1.1 Problématique

Dans ce contexte, pourtant bien documenté par ces bilans numériques sur une grande variété de points concernant croyances, attitudes, opinions, sur les sciences et l'orientation des élèves, seuls des constats parallèles sont faits ; ils ne permettent pas d'analyser l'origine du comportement des élèves à l'égard des sciences. Or pour adresser sans *a priori* les questions concernant la problématique motivationnelle, il est nécessaire de saisir l'ensemble du raisonnement de l'élève et la cohérence de ses positions à l'égard des sciences. La motivation à s'engager dans la tâche proposée dépend de l'analyse que l'élève fait de la situation problème proposée comme source d'apprentissage. Cette analyse va dépendre des représentations qu'il en a et des possibilités qu'il y voit quant à ses besoins et ses buts. Il s'agit donc de considérer les diverses représentations pour les sciences d'un même élève comme la totalité utile pour comprendre comment et pourquoi il s'engage ou non dans l'apprentissage des sciences enseignées, et pourquoi son vécu se solde souvent par l'évitement des sections scientifiques.

1.2 Questions de recherche

Dans les situations de classe, l'élève rencontre fréquemment les effets suivants : sensation d'échec, de réussite, de découragement, d'encouragement, de compréhension, d'arbitraire et de directivité. La recherche de causalité étant un fondement humain, l'élève s'est représenté ces effets et a construit une explication à ceux-ci basée sur son expérience scolaire. Pour comprendre ces processus et leur conséquences afin d'évaluer si une action pédagogique est envisageable, il est d'abord nécessaire de se poser les questions suivantes :

Quels sont les profils d'explications types dans la population d'élèves français en âge de s'orienter ?

Est-ce que ces systèmes explicatifs sont cohérents avec des attitudes et des comportements plus généraux sur les sciences ?

Sachant que la motivation est régulée par ces analyses et ces choix, quelles qualités et quelles formes peuvent exister au sein de la population étudiée avec quelles conséquences pour l'apprentissage ?

2 Cadre théorique

Le processus d'attribution d'une cause à un effet a été largement étudié depuis Heider (1958), et un ensemble de règles ont pu être énoncées sur les liens entre cognition psychologie de l'individu et la nature des causes choisies. Ce choix répond à un processus analytique rationnel mais Kelley (1968), lui-même, alors qu'il fut celui qui développa initialement le modèle de co-variation basé sur la démarche quasi « statistique » de l'homme naïf, reconnaîtra des biais de subjectivité ou de circonstances à ce rationalisme de l'inférence ou de l'imputation causale. Notre cadre théorique sera donc amendé de ces points de vue moins rationalistes.

2.1 La nature des causes dans le cadre des situations de classes

Dans cette recherche nous avons donc considéré que l'élève procédait avec un certain niveau de rationalité pour déduire la cause de chaque effet vécu au cours de ses interactions en classes de sciences. Ce lieu de la société où l'élève évolue, l'expose à des situations typiques que nous pouvons très aisément décrire avec les concepts et la systématique de la théorie de Kelley, et de sa révision par Försterling (1989). Ainsi pour décrire et cerner l'origine des attributions causales choisies par un élève dans diverses situations de classe, nous aurons recours aux trois types de paramètres (ou variables) indépendants qui peuvent être mis en cause dans une situation donnée, lieu de l'action dont l'effet est étudié:

- des personnes : l'élève considéré (niveau interne), ses pairs et les professeurs de sciences (niveau externe)
- des entités : don (ex : je suis « bon » ; niveau interne) ; ou abstraites (ex : chance ; niveau externe)
- des circonstances : état (ex : angoisse ; niveau interne), environnementales, liées au travail proposé, aux contenus du savoir, à la forme de l'activité; liées à l'emploi du temps, ou à tous autres facteurs circonstanciels (ex : parce que je suis malade ; ou parce que les tâches ne sont pas adaptées)

Dans une situation donnée, l'élève va pouvoir extraire 3 types d'informations

- consensuelles : sans changement d'une personne à l'autre (vrai pour lui et ses pairs, vrai pour tous les professeurs etc.)
- distinctives : variabilité liée à des changements d'un « objet » (ex : seulement vrai en TP et pas en cours)
- consistantes : liées à la présence ou à l'absence d'un « objet » (ex : seulement vrai si je travaille en petit groupe)

L'évaluation de ces paramètres et des informations contenues dans la situation va conduire à l'attribution de la cause à une personne, une entité ou une circonstance de la situation, de façon plus ou moins stable et plus ou moins contrôlable. On va donc pouvoir distinguer dans les attributions causales qu'un élève exprimera : des causes externes, attribuées à l'autre personne, à une entité, ou à une circonstance, qui déchargent l'élève de la position de contrôle de sa motivation et de son apprentissage, ceci soit ponctuellement, soit de manière permanente, et des causes internes, attribuées à sa propre personne (force ou faiblesse), à des entités internes comme les dons ou le handicapé imaginé inné, à des circonstances ou états internes, qui vont impliquer l'élève de plusieurs manières dans le rôle qu'il a dans sa motivation et son apprentissage. Seules les causes internes attribuées à sa propre personne sont en son propre contrôle, et ces causes vont aussi être plus ou moins stables par nature. Les causes internes attribuées à des entités innées qu'il s'accorde ou dont il se charge ne sont pas contrôlables par nature mais souvent stables ; celles qui vont correspondre à des états positifs ou négatifs à caractère émotionnel (état angoissé, de difficulté ou facilité à se concentrer) peuvent varier en contrôlabilité et en stabilité. En ce qui concerne les causes qui ne sont pas sous le contrôle de l'élève, le biais de complaisance peut être à l'origine du choix, la rationalité devenant de second ordre par rapport à la protection du moi.

C'est donc cet ensemble de critères d'analyse des causes qu'un élève va donner à tous les points que nous interrogeons sous des angles variés, que nous avons utilisés et qui nous ont permis de saisir de nombreux éléments de compréhension sur ce qui a conduit l'élève à forger ses systèmes de causalité dans les situations de classe de science: protection du moi, auto-détermination, prise en charge des effets vécus, planification de son futur, etc.

2.2 Lien entre les attributions causales et la motivation en classes de sciences

Si l'on reprend la formule de Frösterling (2001), on peut considérer la motivation de l'élève comme l'énergie qu'il dégagera face à la situation problème suite à son analyse de l'effort demandé, des difficultés du contexte immédiat, et en fonction de son intentionnalité à l'égard de la discipline ou de la forme de tâche présentée. En simplifiant, ceci conduit à dire que la motivation de l'élève à s'engager dans la tâche d'apprentissage sera d'autant plus forte que son intention initiale à l'égard de cette tâche est grande, que l'effort qu'il pense avoir à faire est jugé petit, et que le contexte est perçu sans obstacles ou conditions handicapantes, d'où :

Motivation = Intention / Effort (+ /-) Difficulté contextuelle avec

Effort = Difficulté de la performance demandée / Evaluation de la capacité du moi

La nature des causes invoquées par l'élève, classifiées selon les critères décrits dans le paragraphe précédent, nous permet aisément de voir comment l'élève gère ces différents aspects et nous permet par conséquent de doser son niveau de motivation et le lieu de régulation de celle-ci. Par ailleurs l'analyse du contenu exact des causes invoquées par l'élève dans une situation donnée permet de saisir l'expression des divers besoins psychologiques fondamentaux (Scheldon et al 2001) dans ce cadre. Ces besoins typiquement humains sont déterminants dans la motivation, et l'analyse des demandes, des satisfactions et des frustrations exprimées à leur égard nous permettra d'affiner l'évaluation des formes de motivation trouvées, en considérant un ensemble de travaux liant ces besoins, le bien-être, la cohérence et la motivation de l'individu (Deci & Ryan 2000a, b; 2004 Assor 2005 ; Scheldon et al 1999 ; Wild et al 1997).

3 Méthodologie

3.1 Population

Un échantillon de 551 élèves inscrits dans 12 établissements de la région Rhône-Alpes en zones urbaine et semi-urbaine ont été sollicités pour répondre à un questionnaire mis en ligne par l'INRP dans une salle informatique de chaque établissement. Les professeurs n'avaient aucun droit de regard sur les réponses, et l'envoi était géré par l'élève. Cet échantillon d'élèves comportait : 310 garçons dont : 108 en 3^{ème}, 109 en 2nd, 93 en 1^{ère} S, STI, STL ou autres et 241 filles dont : 118 en 3^{ème}, 96 en 2nd, 27 en 1^{ère} S, STI, STL ou autres. Cet échantillon est représentatif de la population d'élèves faisant des sciences dans cette tranche d'âge, les filles étant moins nombreuses à s'orienter vers les sections S et ST.

3.2 Questionnaire

Le questionnaire mis au point pour cette étude a été développé à partir des travaux de Sjoberg et de son questionnaire nommé : «ROSE» (Relevance Of Science Education) destiné à mettre en évidence chez des individus de quinze ans scolarisés quels sont leurs rapports aux sciences dans le milieu extrascolaire et à l'école. Cette approche, à l'opposé des projets internationaux du type TIMS ou PISA, ne cherche pas à établir un niveau d'acquis sur les contenus scientifiques. De la même manière, notre questionnaire, bien que plus modeste que celui de Sjoberg (<http://folk.uio.no/sveinsj> «ROSE»), se présente à l'élève sans aucune structure comparable à un devoir, ni aucune demande par rapport à un contenu de savoir. Pour des raisons de rigueur et de reproductibilité du contenu de la réponse nous avons, comme Sjoberg, choisi un modèle de questionnaire fermé où chaque question stimule la représentation d'une situation, une perception, un sentiment précisément décrit ; l'élève peut alors reconnaître ces divers types de phénomènes comme vrais pour lui ou non (choix multiples), ou dans certains cas donner son degré d'adhésion (choix oui/ non /sans avis ou échelle de Likert à 5 degrés ménageant une position médiane entre les deux pôles d'orientation).

Chaque série de questions interroge l'élève dans un cadre précis de ses interactions avec les sciences. Les séries interrogeant des attitudes, ou opinions sur des sujets précis, ne formulant aucune cause dans leurs questions, ont été analysées isolément afin de catégoriser les élèves sur d'autres critères que le genre, le choix d'orientation vers des études scientifiques ou non, le niveau 3^{ème}, 2nd, 1^{ère}, afin de pouvoir implémenter l'analyse des profils d'attribution causales chez les élèves avec des informations plus riches sur l'ensemble des représentations construites à l'égard des sciences. Pour chacune de ces séries qui faisaient un ensemble de propositions allant dans un sens pour ou contre ou positif et négatif sur les axes suivants : « Notions et tâches proposées en classes de sciences », « Ressentis à l'égard de la pédagogie et du savoir enseigné », « Perception du rôle des sciences et des scientifiques dans le monde » ; « Désir d'une future carrière comportant des aspects

typiques », « Etudes scientifiques et ouverture sur diverses carrières », nous pouvions en utilisant notre sens commun regrouper les réponses en deux ou trois catégories signifiant la même orientation ou cohérence. L'analyse statistique par ASI des choix de réponses sur ces séries de propositions montrait que les catégories présumées étaient bien celles qui correspondaient aux cohérences de choix dans notre population d'élèves. Nous avons donc formé 2 ou 3 catégories de répondeurs (selon les séries) indicatrices de l'orientation générale d'un élève sur les axes cités ci-dessus. Ces catégorisations ont été entrées comme des variables supplémentaires dans l'analyse statistique, au même titre que le genre par exemple ; ceci nous a donc permis de ne pas perdre, dans l'analyse des systèmes d'attributions causales des élèves, l'information concernant leurs orientations sur divers types d'opinion sur les sciences, les technologies et les scientifiques.

Les choix faits sur les séries de questions interrogeant la cause à un effet spécifié, ou à une décision précise sont ceux que nous avons utilisés comme variables dans l'analyse statistique. Ces séries de questions sont brièvement décrites dans l'encadré ci-dessous.

Effets « réussite » et « échecs » : *«Moi et ce que je pense à propos de mes résultats»*. Ces 2 séries de questions ont été créés pour cerner les attitudes et les attributions causales de l'élève concernant sa réussite ou son échec en sciences (ex : « Lorsque je réussis c'est que le contrôle correspondait à ce qui avait été fait en classe »)

Effets « encouragement » et « découragement » : *«Moi et ce qui m'encourage ou me décourage vis à vis de des sciences»*. Ces séries visent à cerner les attitudes et les attributions causales reflétant deux types d'effets liés ou non à divers types d'attentes et de besoins quant aux apprentissages exigés et au savoir mis en jeu en classes de sciences (ex : « je suis encouragé en sciences lorsque j'ai de bonnes notes »)

Effet « compréhension » : *«En physique ce qui me permet de comprendre c'est»*. Cette série vise à cerner des attitudes sur ce qui lui permet ou non de comprendre la physique, et interroge les attributions causales de l'élève à ce sujet. Les choix indiquent les besoins que l'élève aime impliquer dans son interaction avec l'objet d'apprentissage: la physique; et les causes choisies donnent des informations sur sa perception de contrôle de sa compréhension (ex : *Ce qui me permet de comprendre la physique c'est de travailler avec mon voisin ou en petit groupe »*)

Effet « bien-être dans l'interaction de classe » : *«Moi et mes activités pendant le cours ou les TP en sciences»*. Les questions se réfèrent ici à des points précis de la vie de classe et des perceptions de l'élève au cours de sa dernière année scolaire : la mise en cause de l'enseignant, du contenu, de la forme de l'enseignement est interrogée (ex : « Mes professeurs de sciences ne laissent pas la possibilité de réfléchir à la solution avant de la donner »)

Causes de la décision d'engagement ou d'évitement des études scientifiques : *«Moi et ma poursuite d'études scientifiques»*. Ces choix donnent aussi des indications sur la modalité de régulation de la motivation en sciences en informant parfois sur les buts utilitaires ou certains des besoins psychologiques fondamentaux: estime, compétence, accomplissement, mais elles peuvent aussi mettre en cause des émotions plus générales (ex : « je ne veux pas poursuivre des études scientifiques parce que les avancées scientifiques et techniques m'angoissent »)

3.3 Traitement des données

Les données produites par le questionnaire et gérées comme indiquées dans la section précédente ont été traitées à l'aide du logiciel CHIC (classification Hiérarchique Implicative et Cohésitive, C.H.I.C., Couturier et al. 2005 ; Gras et al. 2002 ; Gras et Kuntz 2005). Les 169 choix correspondant aux séries interrogeant les processus d'attribution causale des élèves ont été réduits en utilisant le logiciel REDUCHIC (Gras et al. 2002) Cette analyse est faite par croisement des «sujets»: les élèves et des «variables»: les choix de réponse. Elle nous a permis d'extraire de l'ensemble de nos données : des règles d'association entre les variables, de fournir un indice de qualité de cette association, de représenter une structuration en classes cohésitives (à un équivalent $p < 0.01$) et de documenter ces classes à l'aide des variables supplémentaires.

4 Résultats

4.1 Graphe cohésitif

Le graphe cohésitif traduit graphiquement l'ensemble des règles de quasi-implications entre les constructions causales des élèves ainsi que leur structuration en règle de règles quasi-implicatives. Cet arbre est présenté sur la figure 1. Cette hiérarchisation orientée, appliquée à nos données (Gras &Kuntz, 2005), a permis de structurer les

variables « choix de l'élève » en 10 classes qui définissent des R-règles de longueurs, et de niveau de cohésivité variés (ce niveau est reflété par l'indicateur donné par le logiciel ; il varie de 0 à 1 et prend en compte l'intensité implicite). La représentativité de chaque classe au sein de la population est approximée par la taille du groupe d'élèves optimaux pour la classe considérée. Ces données sont reportées sur le tableau 1.

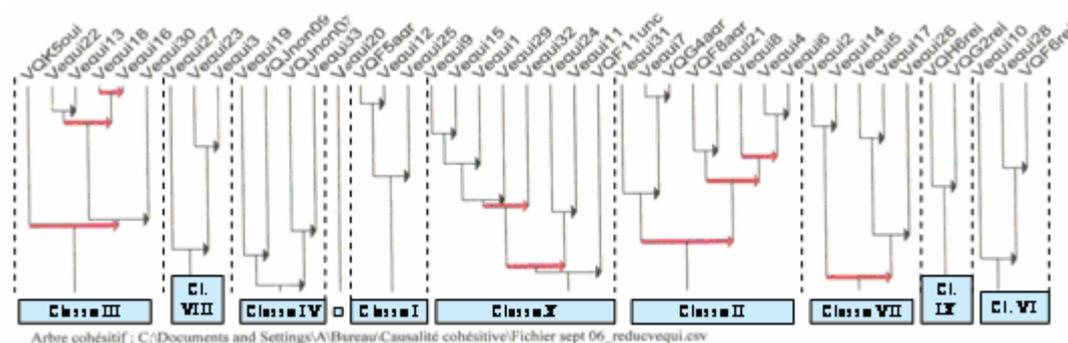


FIG 1 Arbre cohésitif correspondant à la structuration en classes des données. La classe V (non inscrite sur la figure 1 au niveau de Vequi20) correspond à une classe de quasi équivalence donnée par le premier traitement statistique avec le software REDUCHIC, elle lie deux choix dont la cohérence est très grande au sein de la population mais qui n'ont pas d'autre lien d'implication.

classes		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Cohésivité		0.992	0.906	0.951	0.665	1	0.885	0.766	0.904	0.989	0.813
Effectif relatif		55%	39.5%	33%	30.6%	26%	21.2%	16.7%	5.8%	3.8%	2.7%
Nombre de causes		8	24	23	8	2	7	24	21	2	38

TAB 1 Caractéristiques des classes cohésitives

Les causes exprimées par l'élève « idéal-typique » (terme introduit par Venturini 2005 correspondant en quelque sorte à un élève optimal du logiciel) de la classe considérée sont donc structurées tout d'abord par les règles de quasi-équivalences, internes aux classes d'équivalences représentées par leurs variables équivalentes respectives notées « Véqui » sur la figure n°1 puis par les R-règles cohésitives qui lient l'ensemble des variables : celles correspondant aux « choix de l'élève » notées « VQ » sur la figure 1 et des variables équivalentes données par le logiciel REDUCHIC. Cette structuration s'interprète approximativement en se souvenant que la relation logique entre les éléments des classes d'équivalence tend vers $a \Leftrightarrow b$ et que les R-règles peuvent être pensées à travers la tautologie qui en logique formelle s'écrit : $a \Rightarrow (b \Rightarrow c) \Leftrightarrow (a \text{ et } b) \Rightarrow c$. De plus le logiciel C.H.I.C. permet de compléter ce premier niveau d'interprétation par l'analyse du rôle jouer par les élèves appartenant à chaque catégorie supplémentaire dans la genèse de la classe cohésitive, et en fournissant la significativité de ces contributions (niveau de risque variant entre 0 et 1 donné par le logiciel). Ainsi l'interprétation de la logique psychique qui fait écho aux règles de logique formelle trouvées statistiquement entre les choix des élèves, est mieux circonscrite par l'évaluation du « poids » des élèves, appartenant aux neuf catégories (construites comme indiqué précédemment section méthodologie), dans la construction des règles définissant la classe.

4.2 Exemple d'utilisation de la structure de l'arbre cohésitif et des informations supplémentaires au niveau de la Classe II

Les fréquences de choix de règles causales des élèves, qui ont permis la construction de la classe II sont structurées par les règles statistiques de quasi-équivalence et d'implication cohésitive qui établissent l'existence d'une logique causale plus vaste et représentative d'une cohérence psychique de l'élève « idéal-type » de la classe II. Cette logique est représentée par l'arbre cohésitif au niveau de la classe II. On voit sur la figure 2 quels sont les aspects typiques des systèmes causaux relatifs : au succès, à l'échec, à l'encouragement, au découragement, au bien être en classe de sciences chez l'élève « idéal-type » de la classe II. Les effets ressentis par l'élève « idéal-type » en classe de sciences sont résumés sur la figure 2 par les formules « être encouragé »

Attributions causales et motivation pour les sciences

et « être découragé » ou « avoir un échec » et « avoir un succès », ou « avoir peu de bien être » et celles-ci sont liées par une flèche aux causes typiquement choisies par l'élève de la classe II pour représenter l'explication que l'élève a de ces effets. La structuration statistique se surimpose à ces explications. Ainsi, on voit sur la figure 2 que les élèves qui mettent en cause l'absence d'occasion où ils pourraient proposer une solution au problème dans l'effet « être découragés » sont statistiquement les mêmes qui mettent en cause le fait que les tâches sont difficiles (ou présentées comme tel) dans l'effet « être encouragé » et qui finalement se remettent en cause quant à l'effet « avoir échoué » en accusant leur propre stratégies de travail. Pour ce groupe de réponders où l'on observe l'explication des trois effets testés par les trois causes citées, et qui est donc structuré par les relations d'équivalence de choix, on constate que cette disposition psychique implique, statistiquement parlant, le choix « je n'ai pas le temps de chercher la solution » pour l'effet « être découragé ». L'ensemble des relations est donc progressivement déchiffré de la sorte et aboutit à une description intégrale de l'ensemble des règles d'une même classe que l'on peut traduire par un énoncé type que l'on peut attribuer à l'élève optimal de la classe :

« J'ai de nombreuses causes de découragement : ne pas comprendre en cours, étudier des sujets inintéressants, penser que mes connaissances du sujet ne servent à rien, ne pas avoir le temps de chercher, ne pas avoir d'occasion de proposer des solutions, avoir des mauvaises notes, ne pas comprendre le lien avec ce qui m'entoure, et ne pas savoir utiliser le vocabulaire. Cependant, je suis aussi bien, encouragé lorsqu'on me donne une tâche difficile, que découragé si, à l'inverse, on me donne des tâches trop faciles à faire. Je pense aussi que lorsque je réussis c'est que je suis « bon », et que je peux faire mieux, et par contre quand j'échoue c'est que je suis « mauvais » et je ne peux pas faire mieux. La chance joue dans mes réussites et la malchance dans mes échecs. Mes échecs peuvent être aussi causés par les faits suivants: le contrôle était trop différent de ce qui avait été fait en classe, le cours était trop difficile à comprendre, je n'ai pas mis au point les bonnes stratégies de travail, et j'abandonne quand la tâche est trop difficile. Par rapport à mon ressenti de la vie de classe, ce que je mets en cause c'est mon ennui en TP, associé au fait que le professeur ne nous donne pas la possibilité de réfléchir à la solution avant de la donner, dicte le cours et donne la solution, et propose des activités trop difficiles »

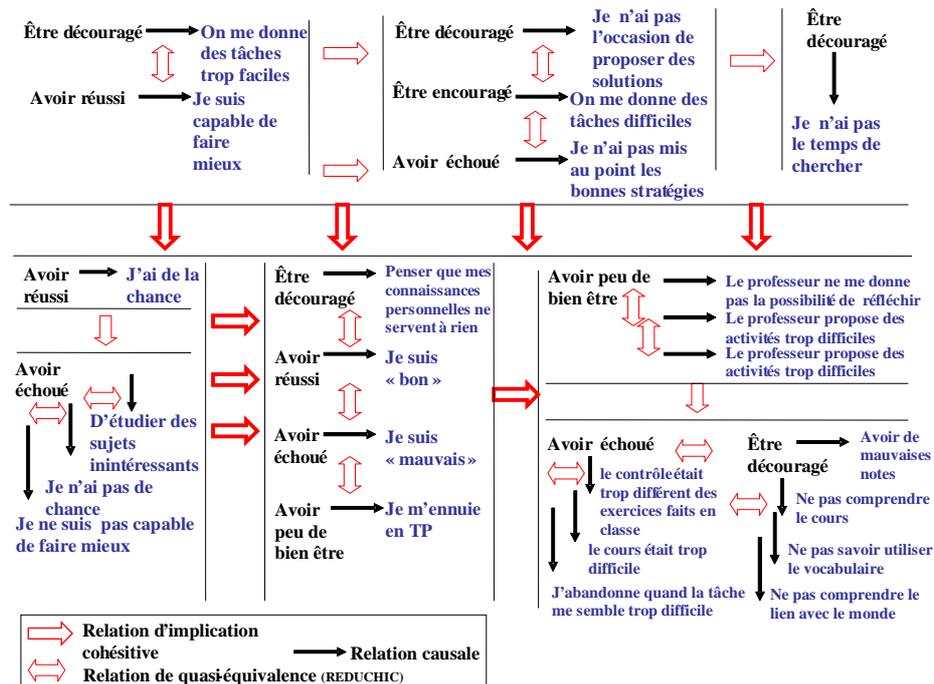


FIG 2 Structuration des relations causales de la classe II par les relations d'équivalence et d'implication statistiques

Ainsi l'arborescence statistique nous permet d'établir un profil d'élève type qui est alors analysable au travers de notre cadre théorique où la nature des causes, leur cohérence au sein d'un système d'attribution causale permet d'envisager un certain nombre de déterminants psychiques régulant la motivation à s'engager dans les actions génératrices des effets sur lesquels l'élève a posé des causes. Les actions interrogées se

rapportant toutes à l'enseignement et à l'apprentissage des sciences, l'engagement motivationnel à leur égard, autorise alors à discuter de la qualité de l'apprentissage dans le contexte défini par les réponses typiques d'une classe statistique.

4.3 Synthèse des résultats sur les profils d'attribution causale significatifs au sein de la population étudiée

La même analyse détaillée a été menée sur toutes les classes cohésives données par l'ASI. Les conclusions quant aux caractéristiques principales des élèves tant au niveau de leur système d'attribution causale qu'au niveau des caractéristiques générales informées par l'analyse supplémentaire et finalement les conclusions concernant la motivation attendue et ses conséquences sur l'apprentissage sont résumées sur le tableau n°2. Les classes V et X ne sont pas présentées car les élèves de ces classes se caractérisent par des règles associant des choix médians sur les échelles de Likert.. La cause n'est donc ni choisie ni rejetée, reste en suspend et de l'ordre du plausible mais ceci est par conséquent peu informatif. Cependant, en ce qui concerne la classe X, l'aspect systématique de cette indécision sur 38 propositions est confirmée par l'analyse supplémentaire montrant que 94% des élèves contribuant le plus à la genèse de cette classe sont ceux qui montrent encore une indécision sur leur choix de poursuite ou non de leur études scientifique (risque $< 3 \times 10^{-7}$) et qui voient autant de causes de bien-être que de désagrément dans leur vie de classe (risque $< 2 \times 10^{-12}$).

Classes		I	II	III	IV	VI	VII	VIII	IX
Attribution causale interne	Moi/ rôle/ capacité	Oui :5+	Oui :2+, 7-	Oui : 8+	Non	Oui : 6-	Oui : 7-	Oui : 11+	Non
	Entité/ don	Non	Oui : 1+,1-	Non	Non	Non	Oui : 1-	Non	Non
	Circonstan -ce / état	Non	Non	Non	Oui : 1-	Non	Non	Non	Non
Attribution causale externe	Personne	Oui : 1+ ses pairs	Oui : 3-, le prof.	Oui : 5+, le prof	Oui : 4-, e prof	Oui : 1- ses pairs	Non	Oui : 2+ Prof- pairs	Non
	Entité	Non	Oui : 2-	Oui : 2+	Non	Non	Non	Non	Oui : 1-
	Circonstan -ce	Oui : 3+	Oui : 1+ ;11-	Oui : 9+	Oui : 3-	Oui : 2-	Oui : 10-	Oui : 14+	Oui : 1-
Besoins psychologiques		Exprs. >0 autonomie compétence accomplmt..	Frustrati° accomplmt sécurité récomp. Faible autonomie	Exprs. >0 autonomie compétence accomplmt	Frustrat° autonomie compétence	Aucun négation	Frustrat° autonomie accomplmt	Satisfacti° compétence autonomie accomplmt estime	Sans satisfacti° à la récomp.
Qualité de la Motivation		Bonne	Mauvaise	Bonne : forte autodétermination	situation peu favorable à sa qualité	Mauvaise	Mauvaise	Bonne :forte autodétermination + compétence	NI
Qualité de l'apprentissage		Bonne	Mauvaise	Bonne	Faible	Mauvaise	Non désirée	Très bonne	NI
Mention du rôle de la pédagogie et de la didactique		Pas Directement	Oui	Oui	Oui presque exclusivement	Pas direct -ement	Oui mais pour dire absence d'effets	Oui	Non
Possibilité d'accès en vue d'une remédiation		Peut être si décision d'augmenter l'orientation scientifique	Oui Temps Directivité Activités - TP	Pas nécessaire	Oui Ecoute Directivité	??? Notions Autonomie Stratégies	Difficile	Pas nécessaire	NI

TAB 2 : Bilan synthétique sur la nature et le sens des attributions causales caractérisant les logiques explicatives significatives dans la population d'élèves étudiée :

(Pour chaque attribution l'effet de la nature causale sur la motivation résumée par la formule : Motivation= Intention/ Effort (+/-) Difficultés contextuelles (Försterling 2001) est représenté par le nombre de causes qui augmentent et qui diminuent (respectivement signe + et -) l'engagement motivationnel. Les besoins fondamentaux considérés sont ceux décrits par Sheldon et al 2001, auxquels s'ajoutent : le besoin de récompense dû au conditionnement scolaire, et le besoin de contrôle et de sécurité en situation décrit par Kruglanski (1996). Abréviations : accomplmt. : accomplissement ; Exprs. : expression ; Frustrat : frustration ; N.I. : non informatif ; prof. : professeur ; récomp. : récompense ; Satisfact° : satisfaction)

Attributions causales et motivation pour les sciences

Cet ensemble de résultats obtenus par l'ASI, nous permet de répondre au plus près aux questions de recherche posées initialement. Le premier constat concerne la diversité des raisonnements explicatifs observés dans la population étudiée. Parmi ces élèves en âge de s'orienter et ayant en tête le problème du choix des études scientifiques ou de leur évitement, seulement 10 règles d'implications causales significatives à l'égard des sciences enseignées, ont été trouvées pour les 169 choix proposés. Ceci montre donc qu'il existe au sein de la population étudiée, seulement une dizaine de systèmes explicatifs ayant une très forte cohérence statistique, reflet d'une réalité partagée et expliquée de la même manière par un nombre d'élèves beaucoup plus élevé que le hasard ne le voudrait.

De plus, ces règles explicatives se limitent aux effets et causes potentielles proposées, mais ces profils ne sont pas indépendants du reste des représentations et des constructions mentales que les élèves ont des sciences, des technologies, des scientifiques, de leurs rôles et des rapports entre les sciences à l'école et dans le monde, ou entre les études scientifiques et le métier souhaité. L'ASI nous a permis de cerner les interactions majeures entre ces points interrogés dans le reste du questionnaire et les profils d'attributions causales. Le second constat concerne donc notre deuxième question de recherche sur l'existence de liens cohérents entre les systèmes explicatifs trouvés et d'autres attitudes ou comportements plus généraux concernant les sciences, et sur leur intérêt quant à la compréhension des profils types d'élève. L'existence et l'intérêt de tels liens sont par exemple montrés dans l'analyse des trois classes pour lesquelles le système d'attribution causale permet d'inférer une motivation de bonne qualité. On constate en effet que les variables supplémentaires qui contribuent le plus aux classes I, III, VIII permettent de faire des liens spécifiques avec d'autres caractéristiques de ces élèves. Ces liens complètent avec une très grande cohérence les 3 profils d'attributions causales tout en les nuancent. Pour des risques modérés (classe I = 0.02 ; classe III = 0.04×10^{-6} , classe VIII = 0.03×10^{-5}) on constate que les élèves qui contribuent le plus à la construction des règles d'implications causales, sont pour les classes I et III, ceux qui appartiennent à la catégorie ayant un bon ressenti de l'enseignant et de la forme sous laquelle le savoir est présenté dans la vie de classe de sciences, alors que pour la classe VIII ce sont ceux qui appartiennent à la catégorie désirant poursuivre leurs études scientifiques. Bien que ces deux traits soient tous deux cohérents avec le niveau de motivation inféré à partir des systèmes causaux de ces élèves, ils permettent de préciser la qualité de la motivation et les modalités de régulation de celle-ci. Pour la classe I, l'autodétermination est fortement liée au bien-être éprouvé en classe de science sans avoir le but forcé de poursuivre en sciences, alors que pour la classe VIII l'autodétermination a une forte composante utilitaire confirmée par le rôle de la variable supplémentaire correspondant aux élèves choisissant des métiers exigeant une forte compétence individuelle pratique et scientifique (risque 0.001), indiquant qu'au but utilitaire à court terme s'ajoute un but professionnel plus lointain. Pour la classe III la composante utilitaire immédiate existe aussi car on observe une forte contribution des élèves de la catégorie « vouloir continuer des études scientifiques » à la construction de la classe (risque de 0.04×10^{-5}). De la même manière la compréhension des classes cohésives II, VI, VII dénotant une mauvaise motivation est éclairée par l'analyse des variables supplémentaires. La variable supplémentaire qui contribue le plus à la construction des règles causales des classes II et VI correspond à la catégorie d'élèves qui se disent dans une mauvaise disposition à l'égard des notions enseignées et des tâches exigées en sciences (risque 0.0009 et 0.7×10^{-5}) alors que celle de la classe VII correspond en première lieu à la catégorie « être de sexe féminin » (risque 0.0003) et en second plan à la catégorie d'élèves qui disent « ne pas vouloir continuer des études scientifiques » (risque 0.01). Cette dernière catégorie d'élève contribue aussi très fortement à la construction de la classe II (risque 0.001), mais pas de la classe VI où la catégorie d'élèves qui joue un rôle de second plan (risque 0.02) est celle de ceux qui n'éprouvent pas de bien être dans leur vécu en classes de sciences en relation avec la pédagogie de l'enseignant et le savoir enseigné. Ces nuances, apportées par l'ASI implémentée de variables supplémentaires, renseignent sur la stabilité des formes de motivation observées face à des changements de contextes pédagogiques en classe de sciences.

Notre troisième question de recherche concernait les liens entre les diverses qualités de la motivation trouvée dans la population et les conséquences sur celles de l'apprentissage. Nos deux premiers constats permettent de voir que l'ASI fournit suffisamment d'éléments et de moyens de contrôle pour établir les profils des logiques d'élèves les plus prédominantes statistiquement dans la population étudiée. Celles-ci réinscrites dans le cadre très riche de la littérature concernant les liens entre la motivation et la qualité de l'apprentissage (Assor et al, 2005 ; Wild 1997 ; Kruglanski, 1996 en particulier), nous a permis de faire correspondre un certain nombre de présomptions concernant l'apprentissage des sciences dans le cadre des dix profils trouvés dans la population d'élèves étudiée. Tout d'abord, nos résultats nous permettent de comprendre que les élèves ne sont pas en majorité hostiles aux notions enseignées et aux tâches demandées en classe de sciences. En effet, les quelques 55% de la classe I, vivent la classe de sciences comme un lieu d'apprentissage où ils sont autorisés à travailler en autonomie avec leurs pairs et où ils ressentent l'enseignant de manière positive. Ces élèves sont dans des conditions externes favorables au développement de la motivation cognitive (Kruglanski 1996), avec de bons

niveaux d'autonomie dus à un besoin interne qui peut dans les conditions décrites s'exprimer. Ces élèves peuvent donc avoir des apprentissages de qualité ayant un temps de recherche d'hypothèses et de débat avec l'autre, doublés au niveau interne d'une évaluation positive de leur capacité, l'ensemble permettant l'acquisition de mémoires construites à travers un raisonnement personnel. Mais, parallèlement à cette bonne disposition d'apprenants, on constate que dans cette classe d'élèves il n'y a pas d'accroissement d'orientation vers les études scientifiques et même un léger surnombre d'élèves qui ne veulent pas continuer en sciences. Ainsi, bien que ce résultat soit rassurant quant au potentiel d'intérêt propre que peuvent avoir les notions enseignées, puisque des élèves apprennent les sciences sans but utilitaire et apprécient la classe de sciences pour ses travaux pratiques et ses conditions non directives, ceci montre aussi que la qualité de l'enseignement pour ce type d'élèves n'est pas la cause qui explique leur choix de ne pas poursuivre des études scientifiques. Si c'est à ce problème que l'on veut répondre, les efforts à engager pour modifier le choix de ces élèves ne semblent pas être du ressort de la didactique. Cependant, ceci ne nous permet pas de dire qu'étendre des pratiques pédagogiques comme celles appréciées par les élèves de la classe I n'aura pas d'effet sur la motivation, la qualité d'apprentissage et l'orientation dans la population étudiée. En effet, quatre classes d'élèves ont des qualités d'apprentissages que l'on peut prévoir faibles en raison de leur motivation. Les causes invoquées expliquant la faiblesse de leur engagement dans l'apprentissage des sciences mentionnent la pédagogie, soit directement en référant à des comportements de l'enseignant, soit indirectement en se référant à leur sensation d'arbitraire concernant les connaissances, le vocabulaire ou la difficulté générale (des cours, des activités, des devoirs etc). Nous ne pouvons évidemment pas contrôler si certaines de ces plaintes ne sont pas des systèmes d'explications construits par l'élève pour protéger sa self estime. Le biais de complaisance est cependant peu tangible dans les deux classes accusant directement certains aspects de l'enseignement, car ces mêmes élèves prennent en charge certains aspects de leurs échecs sans complaisance (manque de bonnes stratégies de travail, manque d'efforts, de persévérance) ou ne semblent pas prendre ces causes comme des sources de renoncement à apprendre les sciences. Nous pouvons donc considérer ces plaintes comme des requêtes ou des appels à l'aide et constater que des élèves démotivés se trouvent dans des contextes de classe de sciences où ils surévaluent l'effort demandé (absence de lien avec leurs connaissances personnelles ou avec ce qu'ils voient autour d'eux, perte de compétence au niveau du vocabulaire, certitude *a priori* d'être mauvais de ne pas réussir), et voient de nombreux écueils contextuels à l'accomplissement (manque de temps, d'écoute, de dialogues). Si l'on considère par exemple la sensation de manque de temps pour trouver la solution au problème qui a été bien étudiée par Kruglanski (1996), on sait que dans ce contexte l'apprentissage est de mauvaise qualité, car l'engagement cognitif de par l'urgence est faible et l'élève ne fait que peu de recherche d'hypothèses. Les autres aspects vont, de la même manière parce qu'ils induisent un contexte désagréable, ou de manière différente parce qu'ils induisent des frustrations des besoins de compétence, d'autonomie et d'accomplissement, conduire à une motivation où l'engagement dans l'action d'apprendre est limité et non promoteur de constructions de connaissances de qualité. Il faut noter un aspect culturel probable dans la classe VII où l'on observe une surreprésentation de filles ; cependant des approches pédagogiques plus adaptées aux filles sont des sujets de recherches actives et on peut donc penser que même dans ce groupe la motivation et donc la qualité de l'apprentissage peut être redressé en particulier en travaillant sur les sensations de familiarité et de compétence (Bell, 2001 ; Miller 2006). Globalement donc dans ces classes d'élèves démotivés tout laisse penser que des interventions pédagogiques peuvent améliorer la qualité des apprentissages en diminuant les frustrations de l'élève. L'absence de frustration dans un milieu ne conduit pas à son évitement il est donc possible que des gains d'orientation soient obtenus par ce biais.

5 Discussion et conclusions

Le bilan de notre approche du problème de la motivation à apprendre les sciences à partir de ce que disent les élèves s'avère positif tant au niveau méthodologique que fondamental. En effet grâce à l'ASI, nous avons pu aller au delà des simples constats qu'un nombre croissant d'élèves se détournaient des études scientifiques, répondaient, d'une manière générale, positivement à l'intérêt des sciences dans le monde et négativement à l'intérêt qu'il vouaient aux notions enseignées et aux tâches proposées (Venturini, 2004 ; Osborne et al 2003 ; Postel-Vinay 2002 ; Boy 2002 ; Ortega-Ruiz 1992 ; Ramsden 1998). Tout d'abord notre questionnaire, si on l'aborde comme dans ces études antérieures de manière quantitative, confirme plus ou moins les précédents sondages. Trente trois % ne veulent pas continuer des études scientifiques, reste donc 67% d'élèves (40% oui 27% indécis) qui n'excluent pas cette orientation ce qui est cohérent avec les chiffres ministériels au niveau des bacheliers scientifiques et techniques qui représentent environ 60% de l'effectif total des bacheliers (Ourisson 2002 ; Porchet 2002) ; concernant la positivité à l'égard des sciences dans la société nos questions sur le rôle des

sciences et des scientifiques apportent une totale confirmation des résultats antérieurs avec 82% d'élèves ayant des opinions positives à cet égard. Par contre, nos effectifs de répondants au niveau de questions relativement comparables à celles des études antérieures concernant les attitudes sur les sciences enseignées sont plus nuancés. Par exemple, à la question « Les activités proposées en cours et en TP ont-elles un rapport avec ce qui vous intéresse ? » les effectifs obtenus sont relativement égaux avec 31% de oui et 29% de non, de même pour la question « Vous ennuyez vous en cours ? », les effectifs sont à 41% de oui et 50% de non. On peut émettre l'hypothèse que la grande diversité des questions auxquelles l'élève est exposé dans notre questionnaire le pousse à une réflexion plus rationnelle ou plus nuancée. Quoiqu'il en soit, si nous en étions resté là nous n'aurions rien pu ajouter aux études précédentes et pas su plus sur ces élèves qui disent oui ou non aux études scientifiques, à l'ennui, ou au sciences dans le monde. Sont-ils motivés ou démotivés par les contenus, l'enseignant d'autres aspects? Aiment ils apprendre ? Leurs apprentissages risquent ils d'être de mauvaise ou de bonne qualité ? L'analyse par ASI nous à permis de discerner au sein de la population interrogée des profils d'élèves en fonction de leurs explications des vécus en classe de sciences et de lier ces profils à d'autres aspects comme par exemple le choix de continuer ou non les études scientifiques. Ceci nous a permis de répondre à des interrogations que les sondages quantitatifs faisaient émerger sans fournir d'issue. Nos résultats nous donnent des indications sur les constructions logiques et les représentations que des élèves démotivés en classe de sciences forment sur les contenus ou l'enseignant de sciences, ou à l'opposé sur celles que des élèves motivés développent. Nous avons pu dégager quelle était la part des modalités d'enseignement dans les diverses formes de motivation observées. Et finalement ayant des profils suffisamment précis nous avons pu émettre des hypothèses sur la qualité de la motivation, le niveau d'engagement cognitif qu'elle est susceptible de produire, et donc sur la qualité de l'apprentissage qu'elle autorise. Globalement, l'étude des divers profils prééminents dans la population d'élèves étudiées montre qu'un nombre important d'élèves français en âge de s'orienter sont satisfaits de l'enseignement qu'ils reçoivent et semblent percevoir la classe de sciences comme un lieu où ils développent leurs connaissances. L'institution pour ces élèves remplit donc sa fonction de développement d'une culture scientifique ; par conséquent on doit interpréter autrement le fait que pour les 95.7% des élèves de ce type (classe I) on observe, soit une tendance significative au choix « ne pas vouloir continuer des études scientifiques » (64%) ou « être indécis » quant à ce choix. L'origine de la désaffection des filières scientifiques ne serait donc pas toujours due à une faiblesse des modalités d'enseignement et des contenus enseignés. Ceci est confirmé par une classe qui est démotivée sans accusation des modalités d'enseignement et admet ne pas réussir et avoir des buts professionnels qui se passent de connaissances scientifiques.

Cependant de fortes accusations à l'égard des modalités d'enseignement et des notions étudiées apparaissent dans des classes d'élèves démotivées, qui pour la plupart ne veulent pas poursuivre leurs études scientifiques. Pour ces élèves, on voit donc que l'institution ne remplit pas ses fonctions. Un redressement à la fois des sensations de développement personnel et de développement des connaissances en classe de sciences peut être envisagé par une amélioration des modalités d'enseignement. Ceci pourrait conduire aussi à des résultats concernant l'orientation pour au moins l'une de ces tendances.

Références

- Assor, A, et al. (2005). "Directly controlling teacher behaviours as predictors of poor motivation and engagement in girls and boys: the role of anger and anxiety". *Learning and Instruction*, 15, 397-413.
- Boy, D. (2002). "Les européens la science et la technologie. Echos d'un sondage. RTD info n°mars. Disponible à: http://europa.eu.int/comm/research/rtdinfo/pdf/eurobarometre_fr.pdf.
- Bell, JF (2001) « Investigating gender differences in the science performance of the 16 years old pupils in the UK » *Int. J. Sci. Educ*, 23, n°5, 469-486.
- Couturier R, Gras R. (2005) : CHIC : Traitement de données avec l'analyse implicite, Extraction et Gestion des Connaissances, Volume II, RNTI, Cépaduès, Paris, p.679-684, , ISBN 2.85428.683.9
- Deci, E-L. & Ryan, R-M. (2000a). "Intrinsic and extrinsic motivations: classic definitions and new directions". *Contemporary educational psychology*, 25, 54-67.
- Deci, E-L. & Ryan, R-M. (2000b). "The "What" and "Why" of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behaviour". *Psychological Inquiry*, 11 (4), 227-268.
- Deci, E-L. & Ryan, R-M. (2004) Self determination theory and basic need satisfaction: understanding human development in positive psychology, *Ricerche di Psicologia* n°1, vol 27, 23-40.
- Försterling F (1989) Models of covariation and causal attribution: How do they relate to the analysis of variance? *J. of Personality and Social Psychology*, 57, 615-625.

- Försterling F (2001) Attribution: An introduction to theories, research, and applications Social psychology, Hewstone Miles Edt, pp23-26.
- Gars R., Kuntz P., Briand H. (2001). «Les fondements de l'analyse statistique implicative». Mathématiques et Sciences Humaines, n°154-155.
- Gras R, et al. (2002). «Réduction des colonnes d'un tableau de données par quasi-équivalence entre variables » in Extraction des connaissances et apprentissage, Hermès, Vol. 1, n°4/2001, p 197-202, ISBN 2-7462-0406-1.
- Gras R, et Kuntz P. (2005). "Discovering R-rules with a directed hierarchy ». Soft Computer Published online, Springer-Verlag..
- Kruglanski, A. (1980). "Lay epistemo-logic-process and content Another look at attributional theory". Psychological Review, 87, 70-87.
- Kruglanski, A. (1996). "Motivated closing of the mind: « Seizing» and « Freezing»". Psychological review, 103, n°2, 263-283.
- Kelley, H.H. (1971) Attribution in social interaction. In E.E. Jones D.E. Kanause, H.H. Kelley, R.E. Nisbett, S. Vlaisn& B. Weiner (Eds) Morristown NJ: General Learning Press.
- Miller et al (2006) Gender differences in high school students views about science" Int. J. Sci. Educ., 28, n°4, 363-381.
- Ortega Ruiz, P., et al. (1992). "Diseno y aplicacion de una escala de attitudes hacia el studio de las ciencias" Ensenanza de las ciencias, 10(3), 295-303.
- Osborne, J., Simon, S., Collin, S. (2003). «Attitude toward science a review of literature and its implication». Int. J. Science Education, 25 (9),1049-1079.
- Ourisson G. (2002). "Désaffection des jeunes pour les études scientifiques". Rapport remis au ministère de l'éducation nationale. Disponible à : <http://www.education.gouv.fr/rapport/ourisson/ourisson.pdf>
- Porchet M. (2002). "les jeunes et les études scientifiques: les raisons de la désaffection, un plan d'action». Rapport remis au ministère de l'éducation nationale. Disponible à : <http://www.education.gouv.fr/rapport/porchet.pdf>
- Postel-Vinay, O. (2002). «Les jeunes et la science: les filles se distinguent » La Recherche, n°359.
- Ramsden, JM. (1998). "Mission impossible? Can anything be done about attitudes to science?". International Journal of science Education, 20(2), 125-137.
- Scheldon, K-M., et al. (2001). "What is satisfying about satisfying events, Testing 10 candidate psychological needs". J. of Personality and Social psychology, vol.30, n°2, 325-339.
- Scheldon K-M. & Elliot A-J (1999). "Goal striving, need satisfaction and longitudinal well-being: the self-concordance model". J. of personality and social psychology, 76 (3), 482-497.
- Sjoberg, S. (2000a). "Science and scientist: The SAS-study cross cultural evidence and perspectives on pupils'interests experiences and perceptions-background: development and selected results". Acta didactica, n°1, University of Oslo. Disponible à : <http://folk.uio.no/sveinsj>
- Sjoberg, S. (2000b). "Interesting all children in the "science for all"curriculum". In Millar,R; Leach, J; Osborne, J.(ed): Improving Science Education-the contribution of research, Buckingham, open university Press;
- Venturini, P. (2004). «Attitudes des élèves envers les sciences: le point des recherches». Revue française de pédagogie, n°149, 97-123.
- Venturini, P. (2005). «Rapport idéal-typiques à la physique d'élèves de l'enseignement secondaire ». Didaskalia, n°26, 9-32.
- Wild, et al. (1997). "Perceicing others as intrinsincally or extrinsincally motivated effect on expectancy formation and task engagement". Personality Social Psychology Bulletin, 23, 837-848;

Summary

A decreased interest in sciences over years of secondary school is observed, while, in France, students have to decide in grade 10 if they pursue or end scientific or technologic courses. What are they thinking at this time about sciences classes? What are the causal rules they built to explain what happen to them there or why they want to follow on with sciences learning or escape from this constraint? To analyse the various types of motivation toward sciences learning in order to improve if possible the causes of the low quality types of motivation, known to produce low quality learning, we need to evaluate the most relevant causal attribution logics existing in the French students between grades 9 to 11. For this purpose we used a closed questionnaire on sciences and a SIA approach. This allowed us to find 10 typical profiles of causal attributions and to draw some conclusions on the pedagogical approaches that might improve student's motivation.