

QUI ENSEIGNERA L'ÉPISTEMOLOGIE DES SCIENCES ? CONCEPTIONS D'ENSEIGNANTS SUR LA SCIENCE ET CONSÉQUENCES POUR L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES

Who will teach the "nature of science" ? :
teachers' views of science and their implications for science education,
International Journal of Science Education, 1994, vol. 16, n° 2, 175-190,
Taylor and Francis Ltd.

Suzanne Lakin
Jerry Wellington

Quelles sont les conceptions et les croyances des professeurs de science concernant l'épistémologie des sciences ? Quels sont leurs besoins et leurs motivations au moment d'aborder cet aspect du programme de science en classe ? Leurs croyances et leurs motivations exerceront-elles une influence importante sur la façon de présenter la science aux élèves ? Telles sont les principales questions abordées dans cet article.

Celui-ci résume les résultats d'une recherche qui a examiné les conceptions d'un certain nombre de professeurs de science selon une méthode dérivée de la théorie du construct personnel de Kelly. Les conséquences pour l'enseignement des sciences sont examinées et des orientations pour la formation professionnelle dans ce domaine sont proposées.

INTRODUCTION

"Notre rôle d'enseignants ne se limite pas à ouvrir la porte du savoir. Nous représentons nous-mêmes, nous incarnons notre sujet. Et dans notre enseignement, nous transmettons non seulement notre savoir explicite mais aussi notre position vis-à-vis de celui-ci, les ramifications et les implications personnelles qu'il suppose pour nous" (Salmon, 1988, p.42).

Si l'on applique cette citation de Phillida Salmon à l'enseignement des sciences, il apparaît que les conceptions et les croyances personnelles sur l'épistémologie des sciences peuvent avoir une influence considérable non seulement sur le contenu de la science enseignée, mais aussi sur la façon dont cette science est enseignée.

L'enseignement de l'épistémologie des sciences constitue une préoccupation croissante à l'heure actuelle dans un certain nombre de pays. Mais lorsque les professeurs de science se trouvent en présence d'un programme qui leur demande d'enseigner "l'épistémologie des sciences", il arrive qu'ils n'adhèrent pas tous au cadre conceptuel proposé. En effet, nous nous forgeons tous, à partir de notre formation personnelle, de notre expérience et de notre philoso-

phie de la vie, un ensemble de concepts unique sur ce que la science signifie pour nous. Ces concepts peuvent s'opposer à certains points de vue exprimés dans les textes du programme. Si tel est le cas, face à un programme ou à un cursus scientifique, les enseignants peuvent se sentir étrangers aux idées et aux concepts définis. Comme le souligne Salmon (1988), il peut en résulter une situation très peu satisfaisante tant pour les professeurs que pour les élèves.

"L'ennui, le manque de confiance, le doute se rencontrent tout autant que l'impression de richesse, d'intérêt, de possibilités nouvelles vis-à-vis du sujet. Certains professeurs enseignent de façon positive un savoir qu'ils ont organisé en se l'appropriant. D'autres, qui restent en partie étrangers à ce qu'ils enseignent, transmettent des messages peu clairs, des réserves secrètes, une distance personnelle, un malaise intérieur vis-à-vis du contenu qu'ils présentent explicitement." (Salmon 1988, p. 42).

En tant que professeurs de science, nous avons à nous interroger sur nos perceptions personnelles de la science. La science constitue-t-elle une méthode permettant de révéler un ensemble de vérités absolues ? Considérons-nous la science comme une nouvelle religion ou simplement comme une méthode, un ensemble de techniques ? Comment envisageons-nous la science par comparaison avec d'autres disciplines ? Avons-nous tendance à croire que seuls les scientifiques accèdent à une véritable pensée par comparaison avec le mode de pensée auquel fait appel, par exemple, l'enseignement de l'anglais ? Quels sont nos préjugés cachés et moins cachés vis-à-vis de la science ?

La recherche rapportée ici a exploré les conceptions personnelles des professeurs et leurs croyances concernant l'épistémologie des sciences ; elle a également examiné les motivations des enseignants vis-à-vis de cet aspect important de l'enseignement scientifique.

MÉTHODOLOGIE

Les recherches conduites jusqu'ici à propos des conceptions des enseignants sur la science et de leurs relations avec la pratique en classe ont surtout utilisé des interviews et des observations de classe. Les résultats obtenus confortent l'idée que ces relations existent.

Lantz et Kass (1987) ont étudié trois professeurs de chimie enseignant le même programme de chimie de base et constaté que leur cours sur l'épistémologie des sciences différait de façon importante, en fonction de leurs différences de conceptions personnelles.

Duschl et Wright (1989) ont constaté que les professeurs de sciences de leur étude adhéraient à une vision hypothético-déductive de la méthode scientifique et à un enseignement de la discipline sous forme de connaissances propositionnelles. La nature et le rôle des théories tenaient peu de place dans leurs choix de contenus et leurs décisions pédagogiques.

Brickhouse (1991) a montré, dans une étude approfondie de trois professeurs de science de formation et d'expérience différentes, que leur idée de la science non seulement influençait les cours portant explicitement sur l'épistémologie des sciences mais aussi déterminait un enseignement implicite sur le savoir scientifique.

Ces études, de nature essentiellement qualitatives, adoptent une approche intensive centrée sur quelques professeurs pris individuellement et sur leurs

élèves. Bien que ce type de recherche apporte des éclairages intéressants sur la pratique individuelle d'enseignement, sa portée quantitative reste limitée.

Dans le cas de la présente recherche, il a par conséquent été décidé de choisir une nouvelle méthode qui, tout en permettant une étude approfondie des conceptions épistémologiques des professeurs, produirait également des descriptions plus quantitatives.

Une approche développée à partir de la théorie du "construct personnel" de Kelly a été adoptée (Kelly 1955). L'idée selon laquelle chacun de nous crée sa propre réalité et que nous ne pouvons connaître le monde dans lequel nous vivons que par des interprétations ou constructions personnelles que nous en tirons est centrale dans cette théorie. Il s'ensuit donc que les êtres humains ne peuvent être compris que par référence à leurs propres réalités intérieures, à leurs systèmes de *constructs* personnels.

Georges Kelly a élaboré cette théorie à partir de ses expériences de psychologue scolaire s'occupant d'enfants à problèmes que des professeurs lui envoyaient. Au lieu de se contenter de confirmer la plainte d'un professeur à propos d'un élève, Kelly essayait de comprendre la plainte avec la signification que le professeur lui donnait. Ce changement de perspective aidait Kelly comme le professeur à considérer le problème d'un point de vue différent, et rendait accessibles un plus grand nombre de solutions potentielles. En pratique cela conduisait à l'analyse de l'enseignant qui se plaignait tout autant que de l'élève qui suscitait le problème.

Les expériences cliniques de Kelly l'ont conduit à penser qu'il n'y a pas de vérité objective, absolue et que les événements n'ont de sens que par rapport à la façon dont nous les interprétons. Dans son modèle, nous sommes tous des "scientifiques" qui tentons activement de donner du sens à nos expériences du monde et de les élargir. Les systèmes de *constructs* que nous créons s'appuient sur des expériences passées et servent à expliquer les événements futurs et à les affronter. Nous regardons le monde et l'interprétons à travers ce système un peu comme avec des lunettes teintées - dont la couleur serait différente pour chacun. Comme le signale Diamond (1985) c'est très différent de la façon dont on décrit souvent les gens comme : *"portant, depuis leur naissance, des sacs à dos invisibles. Tout rentre dans le sac qui est transporté partout, se remplit sans discrimination tout au long de la vie et fournit le matériel souhaité quand il devient nécessaire."* (Diamond 1985, p.15)

Les travaux en psychologie du *construct* personnel se sont d'abord développés dans le domaine clinique essentiellement avec les recherches de Don Bannister sur les désordres de la pensée chez les schizophrènes. Cependant au cours de ces dernières années, un intérêt croissant pour cette approche s'est fait jour dans le domaine de l'éducation. Thomas et Harri-Augstein (1985) ont appliqué ces idées à l'apprentissage, ce qui a conduit à l'approche constructiviste de l'apprentissage adoptée par de nombreux professeurs et chercheurs. Pope et Keen (1981) ont appliqué la théorie du *construct* personnel à la formation et à la pratique professionnelles des enseignants et proposent un utile résumé de la recherche de l'école de Kelly en matière d'éducation. Salmon (1988) rend compte de l'utilité de l'approche en matière d'éducation, en expliquant pourquoi elle : *"... peut offrir aux enseignants des façons nouvelles et potentiellement utiles de traiter les problèmes éducatifs."*

Selon la psychologie de Kelly, dit-elle : *"L'éducation est l'interface systématique entre les systèmes de constructs personnels."*

L'approche de Kelly met autant l'accent sur les constructions de significations des enseignants que sur celles des apprenants. Elle diffère en cela de nombreuses autres approches qui ont tendance à différencier les façons de voir des élèves pris individuellement mais à considérer globalement le point de vue des enseignants. Cette approche réfute les hypothèses absolutistes sur le savoir qui, selon l'auteur, présentent des dangers inhérents :

"... si nous croyons que l'histoire, les sciences et les mathématiques réunissent des vérités fondamentales particulières sur le monde, nous pouvons penser que tous les professeurs de ces matières ont essentiellement le même type de compétence" (Salmon 1988, p. 43)

De l'avis de Kelly, apprendre ne consiste pas à acquérir ce qu'il qualifie de "pépites de vérité" ou de mine de certitudes. L'apprentissage ne permet jamais d'obtenir des réponses définitives. Au contraire, nous rencontrons de nouvelles questions et découvrons d'autres possibilités à essayer. Le savoir est en définitive gouverné par un "alternativisme" constructif - il est toujours possible de tout réinterpréter :

"La réalité n'est pas quelque chose que l'on peut fixer pour toujours dans un programme scolaire normalisé. Les explications données par les professeurs sont essentiellement provisoires. Et bien que le savoir scolaire fasse l'objet d'un consensus social élevé et soit enraciné dans l'ensemble de l'héritage culturel, il est cependant nécessairement personnel. Il trouve son sens dans le système de constructs personnels de chaque enseignant. Dans la mesure où chaque personne habite un monde de signification différente, le programme d'enseignement est reconstruit individuellement par chaque professeur qui le présente." (Salmon 1988, p. 43)

Etant donné l'importance des systèmes de *constructs*, des techniques spéciales permettant d'y accéder ont été mises au point. Ces techniques reposent essentiellement sur l'entretien, et la méthode exclut tout jugement. Nos systèmes de *constructs* englobent parmi nos connaissances bien plus que ce que les mots nous permettent d'exprimer, ils intègrent aussi des sentiments et des émotions. Bien souvent, plus le savoir est fondamental, moins il est accessible à la verbalisation. Pour la mise à jour des *constructs*, il est important que l'écoute soit active, non seulement pour ce qui est dit, mais aussi pour ce qui n'est pas dit.

Trois principaux processus ont été mis en œuvre dans notre étude :

- a/ la mise à jour des *constructs* ;
- b/ le développement des *constructs* ;
- c/ l'utilisation d'une grille répertoire.

La figure 1 résume les étapes du processus.

Mise à jour des *constructs*

Afin de mettre à jour les *constructs* sur la nature de la science, la procédure suivante a été adoptée.

1/ Des disciplines du programme ont été présentées par triades à l'interviewé, par exemple : science, art, histoire. Il était expliqué que ces disciplines n'étaient pas nécessairement définies comme elles étaient enseignées à l'école mais devaient être considérées comme des disciplines de savoir. On demandait à l'interviewé de choisir, parmi les trois, les deux disciplines qui, à son avis, étaient les plus semblables et, par conséquent, différentes de la troisième. Dix-sept séries de triades ont été utilisées. Toutes sauf une, contenaient la discipline "science" dans la mesure où il s'agissait du thème central de l'enquête (voir annexe A).

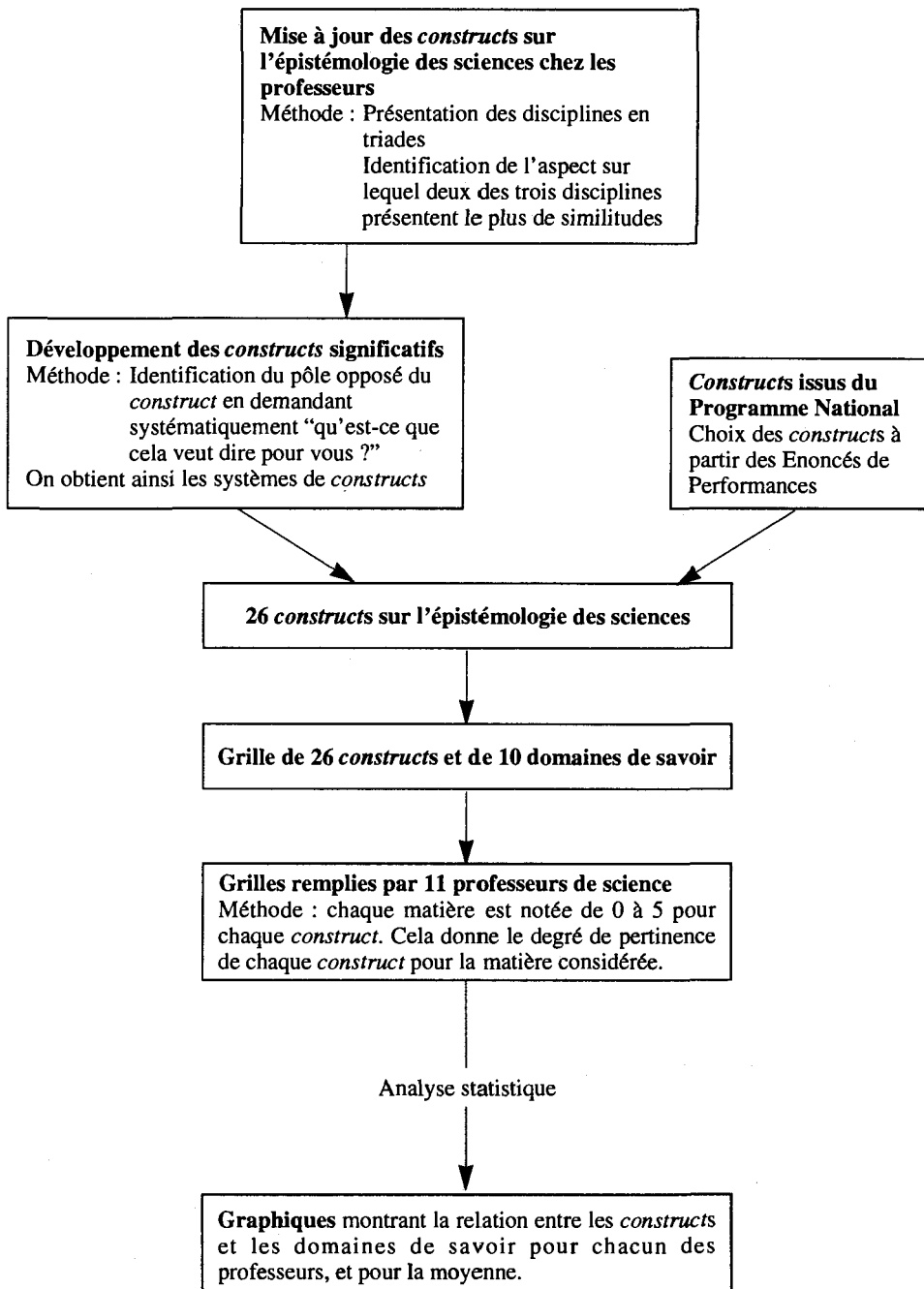


Figure 1. Résumé du processus de recherche des *constructs* des professeurs sur l'épistémologie des sciences

2/ Pour chaque choix réalisé, il était demandé à l'interviewé de trouver une expression brève décrivant avec le plus de précision possible en quoi les deux disciplines choisies se ressemblaient le plus et donc en quoi elles différaient de la troisième. L'ensemble constituait une série de *constructs* (allant jusqu'à 19) relatifs aux conceptions de l'interviewé sur l'épistémologie des sciences.

Les *constructs* de quatre professeurs ont été explicités de cette façon. Ces professeurs, ainsi que les autres professeurs ayant pris part à l'étude, ont été sélectionnés à partir des trois critères suivants :

Expérience : un minimum de dix années d'enseignement des sciences à des élèves d'une tranche d'âge située entre 10 et 16 ans, afin que la recherche mette à jour les *constructs* de professeurs expérimentés formés il y a plus de dix ans, à un moment où il y avait encore moins de chances que maintenant pour que la formation mette l'accent sur l'histoire et la philosophie, ou plus généralement sur l'épistémologie des sciences. Les enseignants ont confirmé que c'était le cas.

Sexe : représentation des deux sexes.

Qualifications : un diplôme scientifique et un diplôme d'enseignement.

Développement des *constructs*

Cette technique (1) a été élaborée par Hinckle (1985) à partir de la théorie de Kelly afin d'explicitier le sens caché derrière les étiquettes verbales des *constructs*. Elle permet de hiérarchiser les *constructs* individuels à l'intérieur du système de *constructs* de chacun. Ils sont ainsi situés dans un contexte, ce qui révèle les implications qui ne sont pas toujours apparentes lorsqu'ils sont envisagés isolément. On peut faire l'analogie avec ce qui se passe en sciences lorsqu'on envisage l'effet produit sur les propriétés d'un élément lorsqu'il est associé à d'autres éléments pour former un corps composé. Les *constructs* individuels peuvent être considérés comme les atomes de l'élément particulier avec leurs propriétés caractéristiques.

Toutefois, lorsqu'ils sont mis en relation dans un système, les *constructs* peuvent prendre un sens différent, tout comme les propriétés des éléments qui sont associés pour former un corps composé changent.

La procédure utilisée engage les processus suivants :

- 1) choix des *constructs* les plus significatifs obtenus pendant la phase de mise à jour. Le caractère significatif est estimé au nombre de fois où le *construct* est explicité ainsi qu'à l'importance (verbale et non-verbale) donnée par l'interviewé ;
- 2) identification du pôle opposé du *construct*. Tous les *constructs* ont deux pôles et le pôle opposé d'un *construct* particulier peut être très différent pour des personnes différentes. Par exemple, le pôle opposé du *construct* "pensée logique" pourrait être "intuition" pour quelqu'un et "pensée confuse" pour quelqu'un d'autre ;
- 3) identification du pôle qui, de l'avis de l'individu, s'apparente le plus à l'épistémologie des sciences. Ce pôle est affecté d'un signe positif et le pôle opposé d'un signe négatif ;
- 4) les deux pôles sont alors développés en posant la question suivante : "Qu'est-ce que cela veut dire pour vous ?".

(1) appelée "*laddering of constructs*" en anglais, dénomination qui renvoie à la construction des étages successifs d'un échafaudage (NdT).

La réponse donnée constitue un autre *construct* qui est écrit sous le premier. Celui-ci est à son tour développé en posant la même question et la réponse apporte un autre *construct*. Le processus se poursuit ainsi jusqu'à ce qu'il n'y ait plus d'autres *constructs* à mettre à jour : c'est-à-dire jusqu'à ce que l'on ait obtenu le *construct* de rang supérieur ou *construct-noyau*. On obtient ainsi le système de *constructs* individuel. Des relations entre les *constructs* sont souvent mis en évidence, de même que des zones de conflit possible pour la personne.

Utilisation d'une grille-répertoire

D'après la théorie de Kelly, chaque personne a accès à un nombre limité de *constructs* grâce auxquels elle (il) évalue les phénomènes qui constituent son monde. Ces phénomènes sont désignés comme des éléments et incluent des personnes, des événements, des objets, des idées, des institutions, etc. On fait appel à une grille-répertoire pour explorer les relations qui existent pour un individu entre ses *constructs* ou entre des groupes particuliers d'éléments.

Dans cette recherche, les éléments choisis sont dix disciplines différentes : sciences, mathématiques, anglais, technologie, histoire, français, géographie, musique, arts, religion. Ces termes ne correspondent pas nécessairement à la discipline telle qu'elle est enseignée à l'école mais désignent la discipline dans son sens le plus large.

Les 26 *constructs* que comportait la grille avaient été choisis à partir de ceux qui avaient été explicités par les professeurs et de ceux que mentionnait le Programme National pour l'Angleterre et le Pays de Galles. Les pratiques habituelles de recherche sont variables : les *constructs* utilisés dans les grilles sont parfois mis à jour au préalable et parfois donnés. Comme le signalent Bannister et Muir (1968), le principal danger de donner les *constructs* est que le chercheur peut présumer que les expressions qu'il propose sont les équivalents verbaux des dimensions psychologiques qui l'intéressent.

La grille que nous avons mise au point (Annexe B) a été proposée à 20 professeurs de science en exercice répondant tous aux critères donnés plus haut et 11 grilles ont été retournées. Bien qu'on ait tenté d'utiliser un échantillon prélevé au hasard, le groupe ayant accepté de compléter la grille s'est, dans une certaine mesure, auto-sélectionné. Il s'agissait de professeurs suffisamment intéressés par ce travail pour consacrer un temps important à cette tâche difficile.

RÉSULTATS DE L'ÉTUDE

Étude détaillée de quelques enseignants

Quatre professeurs ont été choisis pour une étude approfondie de leurs idées personnelles sur l'épistémologie des sciences. Étant donné le temps et l'espace demandés pour l'exposé complet de chaque étude de cas et par souci de brièveté, deux cas seulement sont résumés ci-après (on pourra se reporter à Lakin et Wellington (1991) pour le compte-rendu complet et l'analyse graphique). Nous avons également résumé les résultats du professeur "moyen" (sic) établis à partir des réponses de onze professeurs à la grille-répertoire, afin de servir de référence pour les résultats détaillés des cas étudiés.

• **Mise à jour et développement des constructs**

La liste des *constructs* concernant la science mis à jour pour deux enseignants est donnée ci-après. A l'intérieur des parenthèses suivant certains *constructs*, figure le nombre de fois où le *construct* a été exprimé. Les lettres indiquent les matières choisies comme proches des sciences, pour qui le *construct* était explicité. Les codes suivants ont été utilisés :

Mathématiques (Ma) ; Langue anglaise (An) ; Littérature anglaise (LA) ; Technologie (T) ; Géographie (Géo) ; Histoire (H) ; Arts (Ar) ; Langue étrangère (LE) ; Enseignement religieux (R) ; Education physique (EP) ; Economie domestique (ED) ; Technologie de l'information (TI) ; Enseignement des médias (EM) ; Sociologie (So) ; Philosophie (Ph) ; Psychologie (Psy) ; Etudes commerciales (EC) ; Education individuelle/sociale (EIS) ; Musique (Mu)

(I) Professeur A

Homme

Nombre d'années d'enseignement : 27

Qualifications : *Bachelor of Science* en chimie, *Certificate* en éducation, (3 ans d'études supérieures en chimie et 1 an de formation professionnelle)

Etablissement d'enseignement : mixte, enseignement général public, élèves de 13 à 18 ans, banlieue

Dispositif et méthodes d'enseignement : disciplines scientifiques enseignées séparément, modules de science, approche CLIS en 9ème année (2).

Constructs :

fondement hiérarchique pour l'apprentissage (x7) Ma Ma LE LE LE LE Mu

logique (x3) Ma Ma TI

pratique : Géo

comporte une philosophie et des idées sous-jacentes : R

recherche et réalisation suivant un mode d'emploi ED

utilisation de machines, de matériel (x2) TI EM

recueil de données : So

idées abstraites : Ph

méthodologie : Psy

inclut une sensibilisation à l'économie : EC

se sert des mathématiques comme d'un outil : EC

pensée abstraite associée à habileté manuelle : Mu

en prise avec les faits : EIS

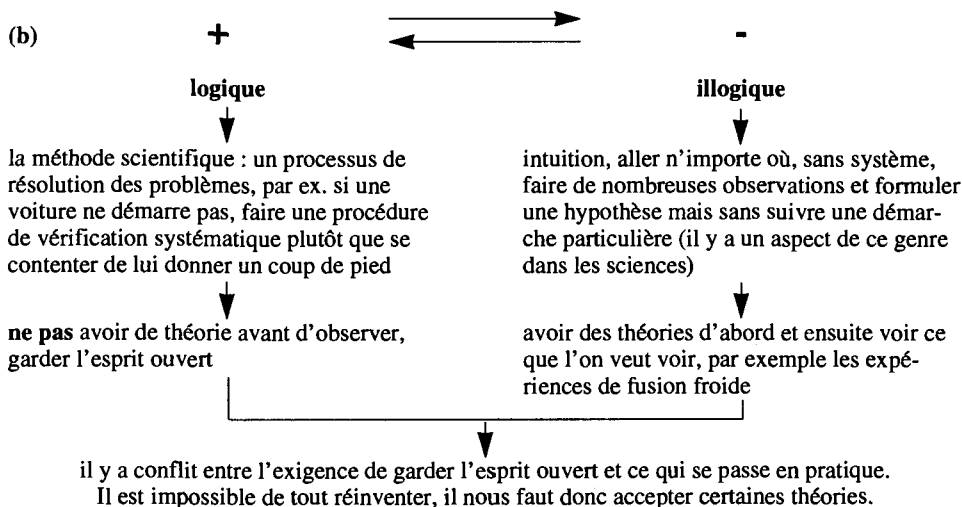
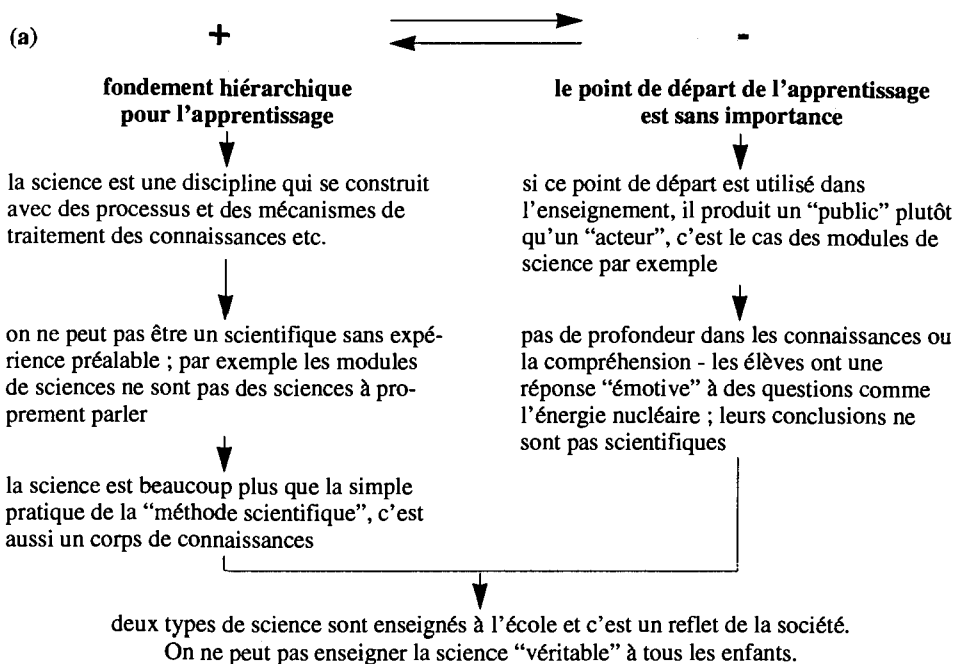
On voit, d'après cette liste, que le professeur A met l'accent sur le caractère hiérarchique des sciences qui les rapproche des mathématiques, des langues étrangères et de la musique. Il a donc été décidé de développer ce *construct*, ainsi que ceux de "logique" et "abstrait", qui semblaient importants pour lui également.

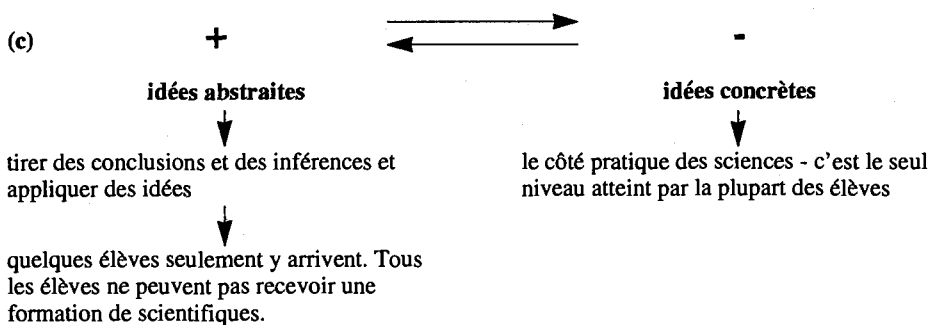
(2) L'enseignement scientifique en Grande-Bretagne est souvent organisé sous la forme de modules de science, par exemple "énergie", "environnement", "génétique", choisis par les enseignants et les élèves, et dont l'ensemble est prévu pour constituer une formation scientifique équilibrée.

Children's Learning in Science (CLIS), groupe de recherche de l'Université de Leeds, a étudié les idées des élèves sur la science et élaboré des propositions d'enseignement et du matériel pédagogique qui prennent en compte les conceptions initiales des élèves.

(Note des auteurs pour la publication de l'article en français)

Voici le résumé du processus de développement de ces *constructs*.





Le professeur A marque une nette distinction entre ce qu'il appelle "science réelle" et "pseudo-science", et pense que seules quelques personnes sont capables de recevoir un enseignement véritablement scientifique.

Les réponses du professeur A avec la grille-répertoire accentuent certains des aspects déjà mis en évidence au cours du processus de développement, en particulier : la science implique peu d'émotion, d'intuition, de hasard, de pensée imaginative ou de rapport avec la culture, bien qu'elle soit déterminée économiquement et politiquement de façon importante. De son point de vue, la science est très éloignée de la morale et de l'éthique et n'a pas de relation avec les croyances spirituelles.

Nous avons également pu explorer la façon dont ce professeur perçoit les relations entre la science et d'autres disciplines (une représentation graphique en est donnée dans Lakin et Wellington 1991). Pour le professeur A, la science a des relations étroites avec les mathématiques et un certain rapport avec l'histoire et la technologie. Elle n'a cependant aucune corrélation avec l'anglais ou la musique.

La corrélation entre les *constructs* peut également être représentée par un graphique (qui n'est pas reproduit ici non plus par souci de concision : voir Lakin et Wellington 1991). Celui-ci permet de mieux comprendre le sens que leur donne le professeur A lorsqu'il les utilise pour classer les disciplines. On peut en tirer les conclusions suivantes :

- Les observations subjectives mettant en jeu émotions, pensée imaginative, intuition et clairement liées à la culture et aux croyances spirituelles sont diamétralement opposées à un grand nombre de compétences scientifiques traditionnelles telles que : formulation d'hypothèses/élaboration de théories, pensée logique, recherche sur le comportement des objets, etc. Ceci renforce le point de vue exprimé au cours du processus de développement des *constructs* selon lequel la "vraie" science ne met pas en jeu de réactions émotionnelles face aux problèmes.

- Le professeur A admet que les vérités et les théories en évolution sont fondées sur l'expérience, qu'elles sont dans une certaine mesure déterminées politiquement et non coupées de la morale et de l'éthique. Ils ne les met toutefois pas en relation avec les *constructs* exposés ci-dessus qui concernent les compétences scientifiques traditionnelles.

(II) Professeur B

Femme

Nombre d'années d'enseignement : 18

Qualifications : *Bachelor of Science* en physique, *Post-Graduate Certificate in Education*, "Advanced Diploma in Learning Difficulties in Education", *Master of Art* en éducation (3 ans d'études supérieures en physique et 3 ans de formation professionnelle)

Etablissement scolaire : mixte, enseignement général public, élèves de 9 à 13 ans, grande banlieue

Méthode d'enseignement utilisée : essentiellement "Science in Process" (3)

Constructs

utilisation du langage pour communiquer des idées, etc :AN

comprend de la technologie : T

développement d'idées (x2) : H R

connaissances factuelles : Géo

approche pratique : ED

utilise l'informatique comme outil : TI

est en relation avec la société dans laquelle elle existe : So

traite d'idées : Ph

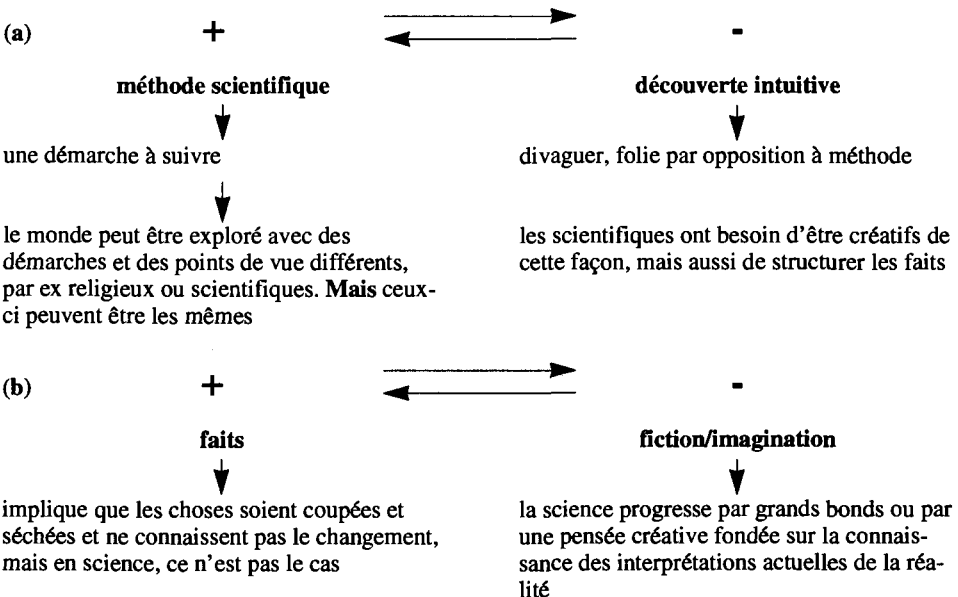
est concernée par les êtres humains et leurs idées (x2) Psy EIS

inclut une sensibilisation à l'économie : EC

implique l'observation (x2) Ar Ar

emploie la méthode scientifique : Mu

Les *constructs* "méthode scientifique" et "connaissances factuelles" ont été développés parce qu'ils englobaient un grand nombre des *constructs* mis à jour à propos de la science.



(3) Méthode publiée qui met l'accent sur l'enseignement des *processus* scientifiques (faire des inférences, émettre des hypothèses...) plutôt que sur les *contenus*. (Note des auteurs pour la publication en français)

Le professeur B décrit certaines des contraintes qu'elle éprouve en tant que professeur de science qui l'empêchent et d'enseigner ce qu'elle estime être la vraie nature de la science.

*“Pour moi, la science n'est pas un ensemble de connaissances. Mais le patron [le directeur] et certains responsables ne supportent pas que je pense cela, cela ébranle leur sécurité. Je suis obligée de l'enseigner comme un ensemble de faits à transmettre, à cause aussi de la pression du temps et de l'évaluation. De plus en plus je m'entends dire aux élèves : « Lisez ce qu'on vous dit de faire » au lieu de leur dire de **penser**. D'un point de vue idéal, je vois la science comme un moyen d'aider les enfants à grandir.”*

Le poids relatif donné par le professeur B aux *constructs* de la grille-répertoire concernant la science montre qu'elle accorde peu d'importance à l'imagination et à l'aspect émotionnel de la science. On peut y voir un lien avec la méthode qu'elle utilise avec les élèves et avec le fait que ses élèves quittent l'établissement à 13 ans.

Il est intéressant de remarquer qu'elle attribue une corrélation positive entre les différentes matières plus forte que ne le font les autres professeurs. Ceci peut venir en partie de la philosophie de l'école moyenne dans son secteur, où les liens pluridisciplinaires entre les sujets sont privilégiés et où une grande partie de l'enseignement est centrée autour de thèmes.

Ces observations sont confirmées par l'examen des relations établies entre les *constructs* (également représentées graphiquement dans : Lakin et Wellington, 1991). Pour le professeur B, aucune matière n'était indépendante de considérations éthiques ; elle a de la même façon, pour d'autres *constructs*, attribué une note équivalente à l'ensemble des matières.

Cette opinion peut ici encore être liée à l'approche pluridisciplinaire développée dans son établissement ainsi qu'à l'utilisation par ce professeur d'une méthode pédagogique pour l'enseignement scientifique qui donne de l'importance au développement des compétences, et enfin à sa philosophie personnelle :

“D'un point de vue idéal, je vois la science comme un moyen d'aider les enfants à grandir.”

Résultats de l'analyse des réponses à la grille-répertoire pour un professeur “moyen”

Puisque seuls onze enseignants répondant aux critères définis ont rempli la grille, les conclusions sur les conceptions du professeur de science “moyen” sont proposées ici à titre tout à fait exploratoire. Etant donné que ces professeurs étaient suffisamment intéressés pour donner de leur temps et jugeaient que la question méritait leur attention, ils constituaient, par nature, un échantillon de professeurs de science probablement pas tout à fait “moyen”. Néanmoins, leurs points de vue sont importants : en effet, même un petit échantillon comme celui-ci permet de mettre en lumière des points importants.

* Les professeurs ont des points de vue assez différents sur le degré de pertinence pour la science des *constructs* proposés. Les idées individuelles sur la nature de la science varient en particulier sur les points suivants : dans quelle mesure la science implique des observations subjectives, des émotions, de l'intuition, du hasard, une pensée imaginative, est-ce qu'elle consiste en un corps de connaissances hiérarchisées, est-ce qu'elle est déterminé par la culture, coupée de la morale/de l'éthique, des croyances spirituelles.

* En général, il y a pour les professeurs une relation étroite entre la science et les mathématiques, la technologie, la géographie et l'histoire, mais très peu, ou quasiment pas de relation entre la science, le français, la religion, l'anglais, l'art et la musique. Ceci suggère que, dans l'esprit du professeur moyen, il existe une similitude en termes de compétence, approches, contenu et philosophie entre la science et un groupe particulier de disciplines qui les rend tout à fait différentes des autres domaines de connaissances, de compréhension et de pratique. Ceci peut vouloir dire que, pour le professeur de sciences "moyen", la "méthode scientifique" n'est pas une compétence transférable ou encore que certains domaines de connaissances sont bien plus liés aux croyances, à la morale/l'éthique, à la culture et impliquent plus d'émotion, une observation subjective et une pensée imaginative.

* Les *constructs* généralement considérés comme caractéristiques de la méthode scientifique (analyse, évaluation, prévisions, formulation d'hypothèses, élaboration de théories, etc.) ont une relation négative à la culture, à l'émotion, aux observations subjectives et ne sont pas fondés sur l'expérience. Ils n'ont pas de relation avec la pensée imaginative, l'intuition, le hasard, les idées "exceptionnelles" et dans une certaine mesure avec les processus abstraits ; ils sont coupés des croyances spirituelles et, dans une certaine mesure de la morale/de l'éthique.

DISCUSSION DE L'ENSEMBLE DE LA RECHERCHE

Le paragraphe ci-dessus a essayé de résumer, aussi succinctement que possible, l'étude des points de vue des professeurs de science en utilisant des méthodes dérivées de la théorie du *construct* personnel. À partir de cette étude ainsi que d'autres données recueillies dans la recherche, nous présentons maintenant un résumé des principales conclusions de cette recherche ainsi que leurs implications pour l'enseignement des sciences.

Un processus exigeant mais satisfaisant pour les enquêtes

Les professeurs ont trouvé, en général, que le processus était exigeant mais satisfaisant. Ils ont fait remarquer que c'était la première fois que quiconque les interrogeait sur leurs points de vue concernant la science. Il est apparu également qu'ils réfléchissaient en marchant et modifiaient leurs idées au fur et à mesure de l'enquête. La méthode utilisée, ont-ils déclaré, les obligeait à réfléchir attentivement et à remettre leurs idées en question. Ceci semble indiquer qu'une méthode similaire à celle-ci pourrait constituer un outil intéressant pour la formation professionnelle continue.

Zones de conflits

Plusieurs zones de conflits auxquelles sont confrontés les professeurs ont été mises en évidence :

* conflit du fait des exigences liées à l'organisation de l'établissement, aux programmes scolaires, de la pression des chefs d'établissements et des autres collègues, des nécessités de l'évaluation et des élèves ;

* conflit avec les méthodes d'enseignement scientifique actuelles qui mettent l'accent sur l'apprentissage des processus, souvent de façon irréaliste (Millar 1989, Wellington 1989) ;

* conflit avec ce qui "marche" le mieux dans la classe. On adopte souvent une approche de découverte guidée même s'il en résulte une impression peu réaliste de ce qu'est la science (Wellington 1981).

Connaissances et réflexion

La recherche a nettement mis en évidence le manque de connaissances des enseignants étudiés sur l'épistémologie et l'histoire des sciences. Ils reconnaissaient verbalement que leurs connaissances étaient parcellaires et leurs idées mal formulées, et par ailleurs des manifestations non-verbales témoignaient de leur insécurité lorsque ces problèmes étaient abordés en profondeur. Les enseignants attendaient une confirmation de ce que leurs interprétations étaient acceptables et étaient "les bonnes". Très clairement, avant que les enseignants ne participent à cette recherche, leur réflexion sur l'épistémologie des sciences avait été limitée - bien qu'ils aient été, il faut le souligner, en général satisfaits et même flattés d'avoir été interrogés sur leurs points de vue. Ce manque de réflexion ressortait en particulier de l'absence d'intérêt manifesté pour les aspects culturels, moraux et philosophiques des sciences et de l'enseignement des sciences.

Il est intéressant de constater que les professeurs n'étaient pas très au clair sur ce en quoi consistait la "méthode scientifique", bien que les programmes d'enseignement en fassent la pierre angulaire de la composante expérimentale des sciences. Le sentiment général était que la méthode scientifique représentait le degré le plus élevé dans les méthodologies, avec une sorte d'élitisme considérant la science comme le modèle à suivre pour les autres disciplines. Cette attitude contraste avec l'insécurité manifestée lorsque c'était les conceptions sur la nature de la science qui étaient en question.

A partir de cette étude, il serait imprudent d'avancer que les enseignants sont des "inductivistes naïfs" ou de leur attribuer toute autre étiquette (Koulaidis et Ogborn, 1989). Comme l'a montré l'étude en profondeur qui a été réalisée, la situation est bien plus complexe. Les seules constantes semblent être le manque de réflexion sur la nature de la science et un sentiment d'insécurité teinté d'un soupçon d'élitisme.

Les attentes vis-à-vis des sciences

L'un des points les plus marquants de cette étude concernait les attentes suscitées par la science et l'enseignement scientifique dans les écoles - non seulement celles des professeurs et des élèves, mais aussi celles qui étaient attribuées aux parents et à la société. Il est bien possible qu'il s'agisse là de l'un des obstacles les plus sérieux à l'introduction d'un enseignement sur l'épistémologie des sciences. Comme l'a exprimé un enseignant, les élèves ont des attentes spécifiques sur ce qu'est un cours de science lorsqu'ils entrent en classe (surtout si la salle de classe est un laboratoire) :

"Ils ne s'attendent pas à de la lecture, de la discussion, du théâtre ou du jeu de rôle. Mais ils s'attendent à des becs Bunsen et du travail pratique. Ils ne veulent pas apprendre que la science n'est pas un ensemble de faits, que les théories changent et que la science n'a pas toutes les réponses - ils veulent la sécurité que donne un ensemble de vérités indiscutables. Ils attachent peu d'intérêt à leurs

interprétations ou à leurs théories personnelles mais ils veulent savoir ce qui se devrait se produire dans une expérience particulière et ce que cela prouve."

Il semble qu'il en soit de même chez certains des professeurs responsables de départements, collègues d'autres disciplines et même collègues de science du même établissement - comme en témoigne le commentaire d'un professeur de science :

"Eh bien, la science, c'est bien un ensemble de faits, n'est-ce pas ?"

et d'un autre qui montre la pression exercée par les professeurs responsables de départements :

"Pour moi, la science n'est pas un ensemble de connaissances. Mais le patron [le directeur] et certains responsables ne supportent pas que je pense cela, ça ébranle leur sécurité. Je suis obligée de l'enseigner comme un ensemble de faits à transmettre."

Les parents et la société ont aussi certaines attentes et images tenaces de la science et de l'enseignement scientifique difficiles à modifier. Les médias par exemple, présentent la science comme infaillible, comme une activité qui va de l'avant dans sa quête de la vérité (comme dans le feuilleton télévisé *Star Trek* : voir Wellington, 1991). Cette image doit inévitablement déteindre sur les élèves et les parents et les conduire à une perception de la science en complète contradiction avec les travaux contemporains sur l'épistémologie des sciences. Qu'il y ait conflit entre les conceptions initiales de la science chez les élèves et l'enseignement scientifique n'est pas nouveau, mais il s'agit d'un domaine où les contradictions peuvent être plus profondes qu'ailleurs.

Stratégies d'enseignement

Les professeurs de science sont peut-être aussi mal à l'aise vis-à-vis des stratégies d'enseignement qui leur sont proposées qu'ils le sont vis-à-vis des méthodes scientifiques elles-mêmes. Peu de professeurs semblent en confiance avec les stratégies suggérées pour aborder l'épistémologie des sciences, comme la discussion, le travail par petits groupes, le travail documentaire, le théâtre ou les jeux de rôle. Ils peuvent avoir l'impression de ne pas bien comprendre ces stratégies et de ne pas savoir comment les mettre en oeuvre de façon efficace ou ne pas leur faire vraiment confiance. On retrouve une idée proche de celle que partage la majorité des professeurs de l'étude selon laquelle la science est différente ou même complètement dissociée des sciences humaines.

Besoins de formation continue

De précédents rapports ont souligné le besoin pressant de formation continue en relation avec l'introduction de l'épistémologie dans les programmes scientifiques, mais ils n'ont pas tenté de préciser ce besoin en détail. Cette étude peut avoir apporté des indications sur les besoins des professeurs ainsi que sur leurs préoccupations.

Il apparaît clairement que les enseignants demandent des ressources pédagogiques pratiquement prêtes à l'emploi et insérées aux endroits appropriés dans les méthodes d'enseignement des sciences existantes. L'adaptation au niveau de lecture et de compréhension des élèves selon leur âge est primordiale. Il est important également que des ressources pour les élèves les plus aptes soient disponibles - ressources qui font défaut dans plusieurs des méthodes en usage à l'heure actuelle. Sans réclamer une formation détaillée sur les travaux de Popper, Kulan ou d'autres points de vue plus récents sur la science, certains

professeurs apprécieraient une information d'ensemble tenant compte des manques qui existent dans leurs connaissances et leur analyse.

Une des façons de former les professeurs consiste à leur donner des occasions et de l'aide pour explorer et identifier leurs propres vues sur les sciences. Pour de nombreux professeurs, leur participation à cette recherche a permis que soit reconnu pour la première fois qu'ils avaient une "philosophie de la science". Le mot "philosophie" en est venu à représenter une menace pour beaucoup d'enseignants, plutôt que quelque chose qui est en eux et qui a besoin de s'exprimer. Nous pensons que certains des outils et des méthodes présentés dans cette recherche pourraient être adaptés et servir à la formation initiale et continue en science.

Les professeurs ont également exprimé un besoin de formation continue pour leur permettre de maîtriser les stratégies pédagogiques qui se prêtent à l'enseignement de l'épistémologie des sciences - stratégies qu'ils ont eu peu de chances de rencontrer au cours de leur formation initiale. Selon la suggestion de certains, il serait possible de profiter des compétences des enseignants d'anglais et de sciences humaines qui pourraient aider à assurer cette formation.

Qui jouera un rôle moteur pour l'enseignement de l'épistémologie des sciences ?

Dans le passé, certaines innovations dans les programmes scientifiques se sont faites à l'initiative des enseignants, ou tout au moins sous leur conduite. Nous soupçonnons fortement que ce n'est pas le cas pour cette innovation : il se peut même, en fait, que les enseignants empêchent sa mise en oeuvre. Qui prendra l'initiative d'un développement curriculaire susceptible d'aller à l'encontre des conceptions des professeurs sur la science (et son rôle comme discipline d'enseignement) et qui s'oppose sans aucun doute aux idées du public sur la science et son utilité ?

Peut-être l'initiative devrait-elle être prise par des organismes nationaux comme l'Association pour l'Education Scientifique ? Peut-être, en Angleterre et au Pays de Galles, le Conseil National des Programmes devrait-il prendre une part plus active pour faire accepter le développement d'un programme regardé avec suspicion, insécurité et scepticisme par de nombreux enseignants. Il est possible que les professeurs ne prennent sérieusement en compte l'épistémologie des sciences comme élément de la formation scientifique que lorsque des commissions d'examen se mettront à imposer des questions obligatoires sur cette partie du programme. D'ici là, il est à craindre que cet enseignement soit marginalisé par la grande majorité des enseignants.

Suzan LAKIN
Jerry WELLINGTON
Université de Sheffield
Grande Bretagne

REMERCIEMENTS

Nous tenons tout d'abord à remercier publiquement l'Association pour l'Enseignement des Sciences qui a financé ce projet, pour les fonds qu'elle a généreusement mis à notre disposition. Nous tenons également à remercier les professeurs qui y ont consacré beaucoup de leur temps.

La revue Aster remercie les auteurs et la rédaction de International Journal of Science Education, qui ont aimablement accordé l'autorisation de publication de cet article en français. La traduction a été assurée par Michelle Waymal, avec la collaboration d'Anne Vérin.

BIBLIOGRAPHIE

BANNISTER, D. and MUIR, J.M.M. (1968). *The Evaluation of Personal Constructs*. London, Academic Press.

BRICKHOUSE, N.W. (1991). Teachers' content knowledge about the nature of science and its relationship to classroom practice. *Journal of Teacher Education*, 41 (3), 53-62.

COHEN, L. and MANION, L. (1980). *Research Methods in Education*, 2nd edn. London, Croom Helm.

DIAMOND, C.T.P. (1985). Becoming a teacher : an altering eye. In *Issues and Approaches in Personal Construct Theory*, London, Academic Press.

DUSCHL, R.A. and WRIGHT, E. (1989). A case study of high school teachers' decision-making models for planning and teaching science. *Journal of Research in Science Teaching*, 26, 467-502.

HINCKLE, D.N. (1985). The change of personal constructs from the viewpoint of a theory of implications. Thèse (PhD) non publiée, Ohio State University.

KELLY, G.A. (1955). *The Psychology of Personal Constructs*. New York, Norton.

KOULAIDIS, V. and OGBORN, J. (1989). Philosophy of science : an empirical study of teachers' views, *International Journal of Science Education*, 11 (2), 173-184.

LAKIN, S. and WELLINGTON, J.J. (1991). *Teaching the Nature of Science : Project Report*, Education Research Centre, University of Sheffield, 56 pp.

LANTZ, O. and KASS, H. (1987). Chemistry teachers' functional paradigms. *Science Education*, 71, 117-134.

MILLAR, R. (ed.) (1989). *Doing Science : Images of Science in Science Education*. Lewes, Falmer Press.

POPE, L. and KEEN, T. (1981). *Personal Psychology and Education*. London, Academic Press.

THOMAS, L. and HARRI-AUGSTEIN, E.S. (1985). *Self-organized Learning. Foundations of a Conversational Science for Psychology*. London, Routledge and Kegan Paul.

SALMON, P. (1988). *Psychology for Teachers. An Alternative Approach*. London, Hutchinson.

WELLINGTON, J.J. (1981). 'What's supposed to happen sir ?' : Some problems with discovery learning in science. *School Science Review*, 63 (222), 167-173.

WELLINGTON, J.J. (ed.) (1989). *Skills and Processes in Science Education*. London, Routledge.

WELLINGTON, J.J. (1991). Newspaper science, school science : friends or enemies. *International Journal of Science Education*, 13 (4), 363-372.

ANNEXE A - PRÉSENTATION DES DISCIPLINES PAR TRIADES

Dans chacune des triades suivantes de disciplines d'enseignement, soulignez *les deux triades* qui, à votre avis, sont les plus semblables, et par conséquent, sont différentes de la troisième.

Pour chaque triade, trouvez une brève expression qui indiquera, de la façon la plus significative possible, ce en quoi les deux disciplines que vous avez soulignées se ressemblent le plus. Rappelez-vous qu'il s'agit uniquement de *votre* opinion

1. Science	Anglais	Littérature anglaise
2. Science	Mathématiques	Anglais
3. Mathématiques	Science	Technologie
4. Science	Histoire	Langue étrangère
5. Littérature anglaise	Géographie	Science
6. Arts	Enseignement religieux	Science
7. Education physique	Economie domestique	Science
8. Technologie de l'information	Education physique	Science
9. Sociologie	Langue étrangère	Science
10. Philosophie	Science	Arts
11. Psychologie	Science	Langue étrangère
12. Arts	Technologie	Enseignement religieux
13. Education individuelle/sociale	Science	Langue étrangère
14. Etudes commerciales	Science	Arts
15. Musique	Science	Arts
16. Enseignement des médias	Science	Langue étrangère

**ANNEXE B. GRILLE DE NOTATION DES 26 CONSTRUCTS
POUR DIX DISCIPLINES**

	Sc	Ma	An	Fr	H	T	Mu	Ar	R	Géo
observations subjectives										
observations objectives										
formulation d'hypothèses/ théorisation										
prévisions										
un corps de connaissances										
comporte des idées uniques										
connaissances hiérarchisées										
pensée logique										
met en jeu des émotions										
abstrait(e)										
concrèt(e)										
recherche comment se comportent les objets										
intuitif (ve)										
analyse et évalue										
ensemble de vérités										
ensemble de théories en évolution										
laisse une part au hasard										
fondé(e) sur l'expérience										
produit des explications										
application de connaissances										
déterminé par la culture										
pensée imaginative										
déterminé économiquement										
déterminé politiquement										
coupé(e) de l'éthique										
coupé(e) des croyances spirituelles										

Sc = sciences, Ma = mathématiques, An = anglais, Fr = français, H = histoire, T = technologie, Mu = musique, Ar = arts, R = enseignement religieux, Géo = géographie.

Pour chaque discipline, examinez dans quelle mesure s'applique chacune des caractéristiques listées et attribuez une note sur une échelle de 0 à 5 (0 indique que la caractéristique ne s'applique pas du tout et 5 qu'elle s'applique totalement)