

L'ENSEIGNEMENT SCIENTIFIQUE VU PAR LES ENSEIGNANTS

Guy Robardet
Anne Vérin

Ce numéro d'*Aster* réunit un ensemble de contributions centrées sur une meilleure connaissance des enseignants scientifiques et de leurs conceptions de l'enseignement et de l'apprentissage, à travers l'analyse de leurs discours et de leurs pratiques d'enseignement. Mieux connaître ces conceptions est un enjeu pour la didactique car elles orientent les prises de décision dans la classe. C'est un enjeu également pour les formateurs et les promoteurs de changement du système scolaire car elles constituent les grilles de lecture à partir desquelles les enseignants donnent du sens aux discours des formateurs et interprètent les changements de programmes.

De très nombreuses études ont été conduites depuis plus de vingt ans, notamment dans les pays anglo-saxons et au Québec, concernant les représentations sociales vis-à-vis de la science et de son enseignement. Certaines ont concerné les élèves, d'autres les enseignants en exercice, les dernières, moins nombreuses, se sont intéressées aux représentations des futurs enseignants. Certaines de ces recherches portent sur la description des conceptions de la science, d'autres sur la mise en œuvre de stratégies visant à modifier l'idée de science chez les enseignants, d'autres, enfin, concernent l'identification des relations entre l'idée de science des enseignants, leurs pratiques, et l'idée de science des élèves. Toutes ces recherches de représentations s'intéressent donc plus ou moins directement à l'épistémologie implicite des enseignants, des étudiants et des élèves. Elles ne parviennent pas toujours à des résultats identiques ; cependant sur l'ensemble, il est possible de dégager quelques aspects essentiels.

Images de la science

Il ressort en premier lieu de la majorité d'entre elles que la plupart des personnes interrogées assimilent la science à la méthode scientifique, qu'elles considèrent comme parfaitement programmée et unique. De plus, ces études semblent montrer que pour de nombreux élèves, et même pour de futurs enseignants, les connaissances scientifiques apparaissent comme cumulatives, chaque connaissance constituant un acquis non révisable sur lequel d'autres connaissances viennent ensuite s'ajouter. Celles-ci sont ainsi souvent considérées comme vraies et définitives et non pas admises provisoirement. À l'extrême, on trouve une vision de la science qui s'appuie sur une réalité accessible,

une vision
empirico-
réaliste de la
science

dominante chez
les enseignants

pour laquelle les lois de la nature sont préexistantes au chercheur, lois qu'il suffit de découvrir et de révéler à la connaissance : il y aurait donc en science de moins en moins de choses à découvrir. Ces résultats sont généralement interprétés par les chercheurs sous la forme d'une représentation sociale de la science et de son fonctionnement, qui se construirait et se renforcerait au sein de l'institution scolaire elle-même, et que Désautels *et al.* décrivent en ces termes : "il est reconnu que, de manière générale, les enseignants adhèrent à une vision empirico-réaliste de la science qui les conduit à privilégier un enseignement assez traditionnel dans lequel ni le statut épistémologique des élèves (en tant que re-producteurs du savoir) ni le caractère construit et social du savoir scientifique ne sont considérés. [...] Les enseignants auraient assimilé, à l'instar de leurs élèves, la représentation implicite aux curriculums, c'est-à-dire la version empirico-réaliste de la production du savoir scientifique." (1)

la science vue
comme la
conquête du vrai
par la rigueur de
la méthode
scientifique

De plus, cette vision de la science serait à l'origine d'un "mythe scientiste" chez les élèves comme chez les enseignants, que Nadeau et Désautels définissent comme une confiance excessive dans la méthode scientifique empêchant sa mise en question : "Seule la science pourrait nous assurer d'une conception juste de quoi que ce soit, elle serait la mise en œuvre d'une pratique obéissant à des règles méthodiques rigoureuses assurant la conquête du vrai. (...) Il résulte de cette attitude une surlégitimation et une survalorisation de l'activité scientifique." (2)

des conceptions
hétérogènes
cependant

D'autres études font cependant remarquer que, s'agissant du fonctionnement de la science dans des contextes particuliers, et non de sa nature ou de ses méthodes en général, des réponses semblent révéler l'existence chez les enseignants de tendances constructivistes très semblables aux idées avancées dans l'épistémologie contemporaine. Ce résultat confirmerait la présence relativement fréquente d'une représentation hybride de type "empirico-constructiviste". Il ne serait, de plus, pas rare de rencontrer chez un même individu une certaine hétérogénéité de croyances relatives à la science et à son fonctionnement. Koulaïdis et Ogborn, soulignant par ailleurs l'abus qui consisterait à assimiler systématiquement les croyances des individus avec des positions philosophiques construites, disent avoir relevé ce genre de phénomène (3).

-
- (1) Désautels, J., Larochelle, M., Gagné, B., & Ruel, F. (1993). "La formation à l'enseignement des sciences : le virage épistémologique". *Didaskalia*, 1, p.55.
 - (2) Nadeau, R. & Désautels, J. (1984). *Épistémologie et didactique des sciences*. Conseil des sciences du Canada, coll. "Exposé à débattre".
 - (3) Koulaïdis, V., & Ogborn, J. (1989). "Philosophy of science : an empirical study of teachers' views". *International Journal of Science Education*, 11, 2, 173-184.

un décalage
entre la science
d'autrefois
idéalisée et la
science actuelle,
produit de
l'activité
humaine

Dans le même sens, il ressort d'une étude de Guilbert et Meloche (4), effectuée auprès de futurs enseignants scientifiques québécois, que si la science est perçue par le plus grand nombre comme objective, il n'en serait pas de même des scientifiques qui auraient le plus grand mal à atteindre cet "idéal". Les auteurs interprètent toutes ces visions paradoxales de la science et de son fonctionnement par l'existence d'un décalage entre l'idée d'une science pure "idéalisée" d'autrefois que les futurs professeurs auraient construite au cours de leurs études, et la science "actuelle", produit de l'activité humaine donc construite, perçue avec ses imperfections, ses hésitations, ses prudences. Ce décalage dans les représentations serait dû à une méconnaissance du contexte socio-historique ayant présidé à l'élaboration du savoir scientifique et ne serait pas forcément toujours bien vécu par les individus.

Conceptions de l'enseignement scientifique

des finalités
qui évoluent

De nouvelles définitions des finalités de l'enseignement scientifique se sont développées ces dernières années avec la demande sociale d'un enseignement scientifique "pour tous", lié au développement d'une culture scientifique et technique, ou encore le courant "science et société" qui veut mettre en relation connaissances scientifiques et activités humaines. Pour Edgar Morin, (5) *"ce qui peut aider à former une tête bien faite aujourd'hui, c'est le nouvel esprit scientifique qui se développe dans les sciences polydisciplinaires et qui conduit à relier, contextualiser et globaliser sans perdre le concret ni l'analyse (...). Selon notre perspective, la culture scientifique apporterait ses connaissances à la culture générale, laquelle apporterait ses interrogations et réflexions à la culture scientifique."* Par ailleurs, la formation scientifique peut être vue comme un moyen de développer des compétences d'ordre général. L'ouverture de l'école à l'occasion de partenariats, de projets, l'introduction de thèmes tels que santé et environnement dans les programmes sont l'une des illustrations de cette tendance selon laquelle la transmission des savoirs occupe une place moins exclusive dans l'enseignement scientifique, à côté de l'éducation à la rationalité ou la formation de compétences langagières.

demande sociale
d'une culture
scientifique pour
tous

transmission des
savoirs mais aussi
formation de
l'esprit et de la
personnalité

Les représentations de l'enseignement scientifique chez les enseignants sont liées à la fois à l'image de la science, aux conceptions de l'apprentissage et aux finalités attribuées à la formation scientifique. Ces dimensions apparaissent dans un certain nombre d'études portant sur les enseignants de

chez les
enseignants deux
pôles dans les
conceptions...

-
- (4) Guilbert, L., & Meloche, D. (1993). "L'idée de science chez les enseignants en formation : un lien entre l'histoire des sciences et l'hétérogénéité des visions ?". *Didaskalia*, 2, 7-30.
- (5) Morin, E., "Éducation : réforme ou réformettes ?". *Le Monde* du 18 juin 1998.

... centration
sur le savoir
disciplinaire,
centration
sur l'activité
cognitive
de l'élève

sciences. Ainsi dans l'enquête conduite par Mabile (6), les trois facteurs que l'analyse fait apparaître et qui se combinent pour déterminer des profils différents sont les suivants : la fonction attribuée à l'élève dans le processus d'enseignement, comme sujet ou objet de formation ; le rapport au savoir scientifique, une visée de développement d'une culture scientifique, impliquant l'intégration de savoirs multidisciplinaires, s'opposant à une priorité donnée à l'acquisition de savoirs disciplinaires spécialisés ; le projet de formation, avec une centration sur l'acquisition de capacités de base transversales ou au contraire sur la structuration de contenus spécifiques. Gallagher (7) différencie de façon nuancée six conceptions de l'enseignement scientifique selon le degré de proximité avec le savoir savant (contenu organisé suivant une logique scientifique ou structuration signifiante pour les élèves), et les objectifs d'apprentissage (acquisition de connaissances transmises ou découvertes, raisonnement, changement conceptuel, réorganisation cognitive).

Évolutions ou ruptures

processus de
transformation
des conceptions
des enseignants

Les différentes positions épistémologiques, psychologiques et didactiques amènent à penser différemment l'enseignement scientifique. L'épistémologie contemporaine débat de la place que prend la composante sociale dans la construction des savoirs scientifiques. La psychologie des apprentissages d'inspiration constructiviste met l'accent sur le rôle des interactions sociales. La didactique tend à développer une théorisation constructiviste des processus d'enseignement et d'apprentissage et élabore des modèles pédagogiques qui la traduisent (8). Ces évolutions conduisent-elles à des ruptures épistémologiques et méthodologiques dans les conceptions du métier d'enseignant scientifique ? On peut s'interroger sur les processus de transformation de ces conceptions, les résistances et les raisons de ces résistances, et examiner dans cette perspective les modalités de formation ou de participation à des innovations ou recherches.

Des études qui prennent en compte la complexité des conceptions

Le présent numéro d'*Aster* se propose d'apporter sa contribution au débat au moment où, en France, se trouve une fois de plus posée la question de l'amélioration du système

-
- (6) Mabile, A. (1994). *Profils de profs. Portraits et styles d'enseignants en sciences*. Bruxelles : De Boeck.
 - (7) Gallagher J.J. (1993). *Six views of teaching science. An invitation to reflection and discussion*. Michigan State University.
 - (8) Sur ce thème, voir en particulier les numéros 16 et 17 d'*Aster*.

comprendre la
logique et la
fonctionnalité
des conceptions
de
l'enseignement
scientifique

éducatif, de la rénovation de l'enseignement secondaire, de la définition de nouveaux regroupements disciplinaires parmi lesquels celui des disciplines scientifiques.

Le paradoxe constructiviste dont Louden et Wallace (9) soulignent l'ironie, paraît un risque réel pour les recherches qui prennent les enseignants pour objet. "Ce paradoxe", nous disent-ils, "concerne la signification attribuée à l'état des connaissances des enseignants. Les enseignants sont encouragés, lorsque les élèves ne comprennent pas, à partir de leurs connaissances initiales, à les aider à les expliciter et à fournir des occasions d'élaboration et de changement de ces connaissances. Mais lorsque les enseignants n'enseignent pas d'une façon qui permette de faire comprendre ou construire des connaissances conceptualisées de haut niveau, on considère que leurs connaissances didactiques sont insuffisantes." Le processus de changement de cadre de pensée est bien pris en compte chez les élèves, il est parfois sous-estimé chez les enseignants. Les études réunies ici évitent ce risque en examinant la complexité des conceptions, dans une perspective de compréhension de leur logique et de leur fonctionnalité, et en tentant de repérer les nœuds de difficulté et les processus de transformation.

Des représentations de la science qui peuvent se constituer en obstacles aux approches didactiques

Une première catégorie d'articles concerne l'étude de représentations parfois contradictoires avec les approches didactiques et que les dispositifs de formation initiale ou continue auraient à prendre en compte. Trois enquêtes par questionnaires sur les sciences physiques ou biologiques et leur enseignement permettent de préciser des constantes et des différences auprès de populations assez larges de futurs enseignants en formation initiale ou d'enseignants en exercice.

une vision des
sciences
physiques
empiriste et
réaliste
dominante mais
variant selon les
dimensions
considérées...

Qu'est-ce que la science ? Comment s'élabore le savoir scientifique ? Les connaissances scientifiques sont-elles objectives ? Pour tenter de connaître leurs représentations sur ces questions d'épistémologie, Ezio Roletto a interrogé près de 300 élèves-professeurs des écoles, des collèges ou des lycées. L'analyse fine des réponses montre que si la vision empiriste et réaliste de la science est majoritaire, peuvent coexister à côté de cette vision des affirmations attribuant aux connaissances scientifiques un caractère de vérité relative et historiquement déterminée. Les images de la science ne se constituent pas comme un tout homogène mais peuvent varier selon les dimensions envisagées, c'est tout l'intérêt de cette étude de ne pas s'arrêter à des catégo-

(9) Louden W., Wallace J.(1994). "Knowing and teaching science : the constructivist paradox". *International Journal of Science Education*, 3, 649-657.

risations générales mais de tenter d'approcher la complexité de ces représentations.

... et susceptible de se transformer selon le contexte de formation

Dans une étude portant à la fois sur plus de 200 enseignants en formation dans quatre IUFM, étudiants en sciences physiques à l'Université et professeurs en exercice, Guy Robardet se propose de montrer comment les approches didactiques des phénomènes d'enseignement-apprentissage doivent affronter, en formation des professeurs, une représentation sociale dominante susceptible de s'ériger en obstacle puissant vis-à-vis d'elles — représentation que l'on peut néanmoins considérer historiquement comme un progrès, légitimant l'enseignement expérimental en réaction aux approches scolastiques. Lorsque la formation en didactique des sciences bénéficie de moyens institutionnels consistants, le déplacement de cette représentation s'avère possible.

l'image empiriste des sciences de la Vie et de la Terre transparait dans les points de vue sur la motivation

Faouzia Kalali fait œuvre originale en choisissant d'étudier la motivation dans une perspective didactique. Dépasant la polysémie que ce terme véhicule, elle en précise les différentes dimensions — sociale, cognitive et affective. Plus de 100 enseignants de biologie ont été interrogés par questionnaire. Alors que les problèmes de motivation diagnostiqués chez les élèves relèvent d'après eux de problèmes de maîtrise des connaissances, peu d'entre eux se situent dans ce registre lorsqu'on leur demande les stratégies qu'ils adoptent pour favoriser la motivation. Ils privilégient majoritairement l'illustration par le concret, comme si les concepts de biologie étaient acquis d'eux-mêmes. Par un autre biais, on retrouve ici aussi l'expression d'une tradition empiriste.

résistances et difficultés à donner une place active aux élèves

Si la connaissance des représentations s'avère utile aux formateurs, l'identification et l'analyse des pratiques réellement mises en œuvre en classe présentent naturellement un intérêt de tout premier ordre. S'il paraît évident que les représentations orientent les pratiques, rien ne dit, en effet que, confronté aux contraintes du terrain de l'enseignement, le professeur parvienne à réaliser ce qu'il juge bon de faire. D'autres articles s'attachent, dans ce numéro, à l'étude de ces pratiques, soit directement par observation et enregistrement en classe, soit indirectement, par des entretiens centrés sur l'évocation précise de séquences d'enseignement.

Pratiques d'enseignement et discours sur ces pratiques

mise en œuvre d'un raisonnement expérimental linéaire...

À partir de l'enregistrement de discours d'enseignants dans leur classe, Simone Bomchil et Bernard Darley montrent comment les représentations de type empirico-réaliste et le jeu des contraintes de la classe conduisent finalement le professeur à dénaturer une démarche de résolution de problème de type hypothético-déductive et à recourir en réalité à des pratiques dogmatiques similaires à celles qu'utilisaient

...lié à un
crypto-
dogmatisme
déductiviste ...

... ou à des
objectifs trop
larges pour
les activités
expérimentales

les nœuds de
difficultés dans
la mise en
œuvre d'un
enseignement
constructiviste

la prise en
compte des
obstacles
conceptuels
sur l'énergie
est peu
fréquente

les scolastiques. En conséquence, la formation professionnelle devrait mettre l'accent, proposent-ils, non pas sur la rigueur déductive, mais au contraire sur la démarche heuristique, encourageant une approche plus ouverte des problèmes.

Dans le même esprit, mais sur un sujet et avec une méthodologie différents, Maryline Coquidé, qui interroge des professeurs de biologie enseignant l'option expérimentale en Première scientifique, relève une non-différenciation entre les trois registres de familiarisation pratique, investigation empirique et élaboration théorique. Ceci conduit à la mise en œuvre d'une démarche linéaire fortement guidée par l'enseignant, qui laisse peu de place à l'exploration et à la construction, par les élèves, d'une problématique.

Une innovation curriculaire ne suffit donc pas à transformer les pratiques habituelles. La question de la transformation des pratiques apparaît, en effet, de toute première importance car elle n'est possible que si les professeurs effectuent un profond changement de point de vue relatif au métier d'enseignant, au rôle de l'élève dans l'apprentissage et au statut de l'erreur. Et ce changement de point de vue, qui revêt un caractère paradigmatique, semble très difficile à réaliser par les personnes elles-mêmes. Anne Vérin s'en est entretenue avec des professeurs convaincus qui étaient volontaires pour expérimenter dans leur classe des séquences d'enseignement résolument constructivistes et cela dans le cadre d'une recherche en didactique de la biologie. Elle analyse leurs difficultés à transformer un *habitus* régi par une coutume qui fixe les rôles des uns et des autres, leur tendance à réinterpréter dans le cadre ancien des pratiques nouvelles qui leur étaient demandées dans l'expérimentation et les modalités d'appréhension des tensions constitutives au projet lui-même.

Analyse de projets de séquences d'enseignement

En fait, il semble qu'une des principales difficultés que rencontrent les enseignants sur le terrain réside dans la mise en application de démarches réellement constructivistes. C'est ce que montre l'étude réalisée par Dimitris Koliopoulos et Konstantinos Ravanis qui ont demandé à vingt professeurs en formation de concevoir un enseignement de l'énergie. Une typologie mise au point par des didacticiens et proposée comme outil d'analyse des projets d'enseignement facilite la confrontation de leurs productions. Elle permet de leur faire prendre conscience de leurs pratiques habituelles, en particulier par rapport aux deux axes définis, celui de la cohérence conceptuelle et celui de la prise en compte des obstacles des élèves.

Le poids de la coutume et des habitudes, les jeux de contraintes jouent probablement un rôle déterminant dans la conception et la mise en œuvre des activités d'enseigne-

les futurs
professeurs sont
plus centrés
sur le contenu,
les professeurs
confirmés
sur l'élève

ment-apprentissage. Onno de Jong, aux Pays-Bas, analyse et compare des séquences sur la combustion produites par des professeurs confirmés et par de futurs professeurs en formation, ainsi que leurs commentaires relatifs à ce travail et recueillis lors d'entretiens individuels. Il montre en quoi les représentations de l'enseignement et du métier sont différentes dans ces deux populations. Et si nous retrouvons, là-bas des similitudes profondes avec ce que nous connaissons chez nous (centration des futurs professeurs sur le sujet à traiter et sur eux-mêmes, mise en œuvre par les professeurs confirmés d'une démarche de "découverte guidée"), des différences apparaissent dans la mesure où les professeurs confirmés semblent attacher, dans leurs pratiques, une importance plus grande que chez nous au développement personnel des enfants, à leurs représentations initiales, à leur expérience quotidienne.

Une théorie de l'épistémologie scolaire

quatre types
d'épistémologie
scolaire qui
s'actualisent
de façon
différenciée selon
les contextes

Le numéro se conclut par l'article de Rafael Porlán *et al.* très documenté et très riche. S'appuyant sur plusieurs recherches conduites par l'équipe IRES, il jette les bases d'une théorie de l'épistémologie scolaire des enseignants. Quatre axes sont retenus : images de la science et des connaissances scolaires, modèles d'enseignement, représentations des processus d'apprentissage, conception de l'organisation des activités. La combinaison des positions sur ces axes détermine quatre types d'épistémologie scolaire cohérents, qui peuvent servir de référence pour comprendre les configurations de réponses variées et les comparer. Ces analyses donnent matière à réflexion sur la complexité et la multidimensionnalité du problème.

Guy ROBARDET

L.I.D.S.E. Université Joseph Fourier,
Grenoble
IUFM de Grenoble

Anne VÉRIN

Unité de recherche en didactique des
sciences expérimentales, INRP
IUFM d'Amiens