

Les sciences dans l'enseignement secondaire

Scientific Education in Secondary Schools

Gérard FOUREZ

Facultés Universitaires de Namur
B5000 Namur, Belgique.

Résumé

Après avoir déploré la rareté d'études sur l'articulation entre l'enseignement des sciences et les autres disciplines, l'article examine les positions des acteurs sociaux liés à la crise de l'éducation scientifique. Il expose ensuite une liste de controverses et de polarisations liées aux conceptions que l'on a de cet enseignement.

Mots clés : *enseignement des sciences, représentations, alphabétisation scientifique et technique.*

Abstract

After noticing how few are the publications dealing with the relationship between scientific education and other disciplines, this paper examines how several social agents relate to the present crisis in Science education. It then examines controversies and tensions related to the image teachers have of Science and of Science teaching.

Key words : *Science teaching, representations, Scientific and technical literacy.*

Resumen

Después de haberse manifestado la rareza de estudios sobre la articulación entre la enseñanza de las ciencias y las otras disciplinas, el artículo examina las posiciones de los actores sociales unidos a la crisis de la educación científica. Se expone seguidamente una lista de controversias y de polarizaciones ligadas a las concepciones que se tiene de esta enseñanza.

Palabras claves : *enseñanza de las ciencias, representaciones, alfabetización científica y técnica.*

INTRODUCTION

Nous ne savons généralement pas comment articuler les sciences avec d'autres branches de l'enseignement secondaire. Le numéro spécial de Didaskalia (n° 18) sur les sciences dans l'enseignement secondaire est resté vide à ce sujet... Pourtant, il y a deux champs de recherche connexes : celui de la transdisciplinarité et celui de l'articulation des branches. La *transdisciplinarité* consiste à effectuer des transferts de démarches, de méthodes et de concepts entre disciplines tandis que l'articulation des branches, c'est, par exemple, faire des liens explicites entre les cours de sciences et le cours de français ou d'histoire. Dans le cours de français, on pourrait étudier des textes scientifiques et analyser la ressemblance entre un récit de quête et un rapport de laboratoire. Ou considérer comment les discours scientifiques véhiculent de l'idéologie. Dans le cours de sciences on pourrait mieux clarifier qui est le destinataire d'un texte scientifique et comment l'écrire pour être compris. Il y a là matière à recherches dans un terrain assez vierge.

Cela dit, je continuerai ce « point de vue » sur les sciences dans le secondaire en passant en revue une série de lieux où une politique pédagogique à ce sujet est en jeu.

1. LA CRISE DE L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES DANS LE SECONDAIRE, UN FAIT ?

Aujourd'hui presque tous acceptent l'existence de cette crise dans le monde industrialisé. Ainsi, Black & Atkin : « *Every country that participated*

in our international study is dissatisfied with the education of its students in science, mathematics or technology » (Black & Atkin, 1996a, p. 12). Mais il n'est pas facile d'interpréter ou de conceptualiser les controverses qui entourent cet état de fait. Examinons d'abord les acteurs et leurs intérêts par rapport aux objectifs et aux moyens de l'éducation aux sciences.

Ces dernières années, les élèves ont boudé les filières à fort contenu scientifique. Non qu'ils sous-estiment l'intérêt et la valeur des sciences. Des enquêtes montrent le contraire (Yager & Penick, 1986). Mais ils ne sont pas prêts à s'engager dans des études scientifiques.

Beaucoup pensent qu'au centre de la crise, il y a une question de sens (Black & Atkin, 1996b). Les élèves auraient l'impression qu'on veut les obliger à voir le monde avec les yeux des scientifiques alors qu'ils aspireraient à un enseignement des sciences les aidant à mieux comprendre leur propre univers. Non que les élèves veuillent rester dans leur petit monde. Mais, pour que les modèles scientifiques qu'on leur impose d'étudier aient du sens pour eux, ces modèles doivent leur permettre de comprendre « leur » histoire et « leur » monde (Black & Atkin, 1996a). Ils n'acceptent plus de signer des chèques en blanc à leurs éducateurs. En lien avec cette question de sens, il y a celle des sciences et des technologies. Les élèves - du moins ceux de l'enseignement général - ne reçoivent, dans la plupart des pays, aucune formation aux technologies pensées comme système technico-social.

Les enseignants des sciences, comme les autres, ont d'abord à se débrouiller face à la crise de l'école et à la perte de pouvoir et de considération de leur profession. Ensuite, on leur demande de montrer le sens que pourrait avoir, pour un jeune d'aujourd'hui, l'étude de ces disciplines. Mais leur formation universitaire a été centrée sur le projet de faire d'eux des techniciens des sciences plutôt que des éducateurs. Au mieux a-t-on ajouté à leur formation une introduction à la didactique de leur discipline. Mais ils n'ont guère été confrontés à des questions épistémologiques, historiques et sociétales. Leurs études ne se sont guère souciées ni de la pratique technologique, ni de l'articulation entre sciences et technologies, ni de démarches inter- ou trans-disciplinaires. Ils confondent souvent technologie et application des sciences. Quant à l'interdisciplinarité, on ne leur a que rarement appris comment, lorsqu'ils sont confrontés à une situation problématique, convoquer les disciplines pertinentes, que celles-ci soient issues de sciences naturelles ou humaines. Dans les meilleurs des cas, ils ont seulement pratiqué de l'interdisciplinarité que beaucoup limitent au croisement des disciplines scientifiques scolaires (physique, chimie, biologie). Bref, leur formation a, en gros, fait une impasse sur l'analyse du sens d'un travail scientifique. Un fossé s'est ainsi creusé entre la formation et les exigences du terrain. Pas étonnant, dans un tel contexte,

que les enseignants des sciences se sentent assez démunis et se réfugient dans leurs savoirs.

Quant aux **dirigeants de notre monde économique et industriel**, ils s'inquiètent du manque d'ingénieurs et d'autres scientifiques capables de produire des richesses en quantités suffisantes pour satisfaire nos besoins croissants. Souvent, cependant, le monde industriel ne voit que les dimensions techniques et économiques de ce problème de société (celles que la formation des ingénieurs privilégie).

Beaucoup de **parents d'élèves**, préoccupés de l'emploi futur de leurs enfants, épousent le point de vue du monde économique. Encore qu'une analyse plus fine, en fonction des milieux sociaux, serait de mise.

L'ensemble des **citoyens** se sentent-ils capables de comprendre comment le scientifico-technique conditionne leur existence ? Parviennent-ils à garder une distance critique suffisante pour pouvoir négocier avec les technologies et avec les représentations du monde véhiculées par les sciences. (On parle de négocier avec une technologie ou avec une vision du monde, quand on parvient à construire un compromis, l'adaptant à ses projets tout en s'adaptant à ses contraintes. Ainsi, pour se donner une représentation de notre planète qui ne soit ni purement géologique, ni purement économique, ni purement poétique, etc., tout en étant pourtant un peu de chaque, il faut la négocier). Que fait-on aujourd'hui pour former les citoyens à participer intelligemment à des débats politiques sur des sujets fortement imprégnés de questions scientifiques comme : l'euthanasie, la politique énergétique, l'attitude face aux drogués, etc. ?

Pour la plupart des citoyens, ce qui importe vraiment, c'est le développement technologique et non les sciences. Lorsqu'on interroge la population sur les avancées récentes des sciences, la réponse tourne le plus souvent autour des techniques médicales, de la conquête de l'espace et de l'informatique... toutes disciplines que les scientifiques classeraient plus comme technologiques que scientifiques.

2. QUELQUES CONTROVERSES LIÉES   LA CRISE DE L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES

En arrière fond de cette crise, on peut pointer quelques controverses que je présenterai sous la forme de polarisations. Cela caricature le débat, mais fait réfléchir. Cependant, dans la pratique, les enseignants réussissent souvent à construire d'excellents compromis. D'ailleurs les polarités exposées ne sont pratiquement jamais adoptées sous leur forme extrême. Mais elles structurent les discours de justification de bien des enseignants.

2.1. Quantité de matières à étudier *versus* qualité de la formation

Pour certains enseignants - et ce sont parfois ceux qui sont très attentifs au sens de l'enseignement - les élèves doivent connaître assez de résultats scientifiques pour comprendre le monde qui nous entoure. D'où une tendance à charger les programmes.

Pour d'autres, les élèves ne connaîtront jamais tout : il est donc préférable d'étudier à fond quelques éléments, pour bien acquérir une méthode et une attitude auxquelles on ajoutera une solide formation à la pratique du transfert. Tant pis alors pour les lacunes, quitte à se documenter quand ce sera nécessaire. Reste que certains enseignants sont plus polarisés vers les résultats à enseigner (« produire des têtes bien pleines »), et d'autres vers les méthodes (« des têtes bien faites »). Remarquons que, derrière ces thèmes pédagogiques, se profilent aussi des intérêts professionnels.

2.2. Alphabétisation scientifique et technique versus les prouesses scientifiques

Cette polarisation peut être éclairée par l'examen des valeurs promues par des associations du genre « jeunesses scientifiques », lesquelles privilégient soit la capacité à utiliser les savoirs des disciplines pour faire face à l'existence, soit la prouesse scientifique. Chacune de ces perspectives a son intérêt. La première vise surtout la formation du citoyen : on parle d'alphabétisation scientifique et technique. La seconde privilégie le point de vue des spécialistes et intéresse surtout ceux qui aspirent à une carrière impliquant sciences et technologies.

Les cours visant une carrière scientifique se déclinent en physique, chimie, biologie. Ceux qui visent la formation citoyenne (et donc concernent la majorité des jeunes), parlent d'environnement, de pollution, de technologie, de médecine, de conquête spatiale, de l'histoire de l'univers et des vivants, etc. Dans l'une la technicité d'une discipline est une fin en soi, dans l'autre c'est un moyen (Fourez et al., 1994).

La perspective de l'alphabétisation scientifique peut être exprimée en termes de finalités humanistes, sociales et économiques :

– *les objectifs humanistes* visent la capacité de se situer dans un monde scientifico-technique et d'user des sciences pour décoder son univers, lequel devient alors moins mystérieux (ou moins mystifiant). Il s'agit à la fois de garder son autonomie critique et de se familiariser avec les

grandes idées des sciences. Bref, il s'agit de participer à la culture de notre temps ;

– *les objectifs liés au social* ont pour enjeu une certaine autonomie dans notre société scientifi o-technique et une diminution des inégalités, engendrées par le manque de compréhension des techno-sciences, en aidant les gens à se débrouiller et à participer à des débats démocratiques exigeant connaissances et sens critique (pensons à l'énergie, la drogue ou aux organismes génétiquement modifiés) ;

– *les objectifs liés à l'économique et au politique* veulent faire participer à la production de notre monde industrialisé et au renforcement de notre potentiel technologique et économique.   cela s'ajoute la promotion de vocations scientifiques et/ou technologiques, nécessaires à la production de richesses.

Ainsi faut-il se situer face à deux perspectives souvent opposées mais pourtant complémentaires : la formation du citoyen et la préparation des spécialistes. Cependant, il n'est pas sûr que la meilleure manière d'obtenir des vocations scientifiques soit de se centrer sur les disciplines. Certains, en effet, éprouvent un déficit de sens dans ce qu'ils perçoivent comme un embrigadement dans le monde des scientifiques. Par ailleurs, la formation des enseignants ne les a pas toujours aidé à montrer comment la vision des scientifiques peut ne pas être une fin en soi mais une médiation pour mieux décoder le monde et y participer. La tension existe entre ceux qui privilégient l'Alphabétisation Scientifique et Technique de tous et ceux qui visent d'abord la formation des futurs scientifiques. Cependant, la meilleure façon d'aller vers ce dernier objectif pourrait être de donner la priorité au premier : si on inculque à beaucoup le sens de ce qu'on peut faire avec les sciences, les vocations scientifiques suivront.

2.3. Une alphabétisation scientifique et technologique individuelle ou collective (Roth, 2002)

Est-ce l'individu seul ou une collectivité qu'on veut rendre capable de se débrouiller dans notre monde scientifi o-technique ? La tradition de notre enseignement pense d'abord à l'individu. Mais c'est rarement seul qu'on affronte la réalité. Alors, le sujet de l'alphabétisation scientifique n'est plus l'individu mais le groupe. Une collectivité locale peut être « alphabétisée » par rapport à une problématique. Cela signifie que, dans cette communauté, a été instaurée une culture (formée de savoirs, savoir-faire et savoir-être) permettant une discussion pertinente et démocratique d'une situation. Une  cole se préoccupant de l'alphabétisation scientifique et technique des groupes veillera à procurer aux élèves l'expérience d'avoir

été membre d'une collectivité pratiquant un débat éclairé à propos d'une situation particulière.

L'alphabétisation scientifique et technique est ainsi polarisée entre deux attitudes : celle qui promeut uniquement la formation de l'individu, et celle qui vise à fortifier la culture citoyenne des collectivités. L'une ne va pas sans l'autre, mais un enseignement ne vise que rarement à rendre une collectivité capable de délibérer des enjeux sociaux et politiques de décisions scientifiques et techniques (ou d'autres décisions impliquant des sciences ou des technologies).

2.4. Sciences des situations et matériaux purs ou sciences de tous les jours

Liée à la question de savoir si l'on privilégie l'alphabétisation scientifique ou la perspective de formation des spécialistes scientifiques, il y a celle des matériaux utilisés dans les laboratoires (Van Berkel, 2002a ; Van Berkel et al, 2002b). Va-t-on privilégier la quincaillerie du coin ou les fournisseurs de laboratoires ? La chimie enseignée, par exemple, sera-t-elle surtout celle des substances pures ou bien celle des produits de tous les jours ? Le travail des scientifiques sera-t-il lié à des situations courantes ou à celles du laboratoire ? Partira-t-on de la réalité expérimentée quotidiennement ou de celle que les scientifiques ont déjà conceptualisée dans leur paradigme ? Quel message l'école transmet-elle quant au « lieu » des pratiques scientifiques : un laboratoire fermé et bien équipé ou la vie quotidienne ?

2.5. Enseignement des sciences à des élèves socialement situés

Les sciences véhiculent une manière de théoriser le monde qui n'est pas indifférente aux classes sociales. Leur rigueur et leur froideur affective ne sont pas neutres. Sans m'attarder au rôle idéologique des mathématiques et des sciences dans notre société technocratique je voudrais dire quelques mots sur la position des diverses classes sociales face à ces disciplines. Deux polarisations me frappent. La première se situe autour de la distinction entre branches scientifiques et littéraires. La seconde concerne les cultures scientifique et populaire.

Un élève de classe sociale peu privilégiée a souvent, par rapport aux disciplines littéraires, des rapports ambigus. Elles lui paraissent le lieu des privilèges culturels. Les filles et fils de ceux qui possèdent ces biens

culturels apprennent à la maison une série de compétences qu'on n'enseigne guère en classe - si on ne les dit pas : inenseignables. C'est aussi le cas pour certaines compétences générales relatives aux sciences qui s'apprennent plus facilement si l'on a les relations « qu'il faut » (comme : le bon usage des spécialistes, la rédaction d'un rapport, la négociation de la précision, la pratique interdisciplinaire, etc.) Pour les enfants mal lotis culturellement (à moins qu'ils soient exceptionnellement brillants), cet univers de compétences générales est perçu comme celui des « autres », difficilement accessible et souvent injuste. Le monde des mathématiques et des sciences « pures » leur apparaît plus clair, voire plus honnête. Les dés y paraissent moins pipés et les règles plus clairement définies. On a moins à négocier face à un problème de physique bien posé que face à une dissertation. Mais cette « honnêteté » des sciences a son côté pervers : elle peut favoriser le point de vue du technicien exécutant.

Dans un sens opposé aux considérations précédentes, le monde des scientifiques, avec sa logique implacable, est loin de la culture populaire. L'acculturation aux mathématiques et aux sciences n'est pas facile pour ces milieux où les valeurs affectives sont importantes. Les sciences et les technologies apparaissent froides. [Pour une étude plus approfondie du lien entre les sciences et la culture féminine dans la société patriarcale, voir : Easlea (1980) et Elzinga & Janison (1981)]. Si, de plus, le lien de la théorisation avec des finalités concrètes n'est pas bien souligné, le monde scientifique semble au monde populaire un univers peu humain et ayant un déficit de sens, même s'il reste fascinant et plus « honnête » que le monde de la littérature.

Selon ces analyses, la didactique des sciences devrait mieux tenir compte des différences d'approches liées aux diverses positions sociales et aux habitus qui y sont liés. En demandant d'abstraire (c'est-à-dire d'oublier les particularités d'une situation) on ne demande pas la même chose à la fille d'un ouvrier ou au fils d'un directeur d'usine.

D'où aussi une controverse de fait parmi les enseignants des sciences. Il y a ceux pour qui l'important est d'enseigner les sciences, un point c'est tout, et ceux pour qui la tâche d'éducateurs les amène à parler avec des élèves qui vivent, à propos des sciences et des mathématiques, des tensions sociales et affectives.

2.6. Possibilité de former à des compétences assez larges

Lorsqu'on s'intéresse à l'alphabétisation scientifique ou à la formation aux méthodes plus qu'à l'accumulation des résultats, on est vite amené à s'interroger sur la façon de former à des compétences assez générales,

telles que : « savoir se construire une représentation claire (un « modèle ») d'une situation concrète » ; « savoir utiliser les spécialistes » ; « savoir quand cela vaut la peine d'approfondir une question et quand il vaut mieux se contenter – au moins provisoirement – d'une représentation plus simple » ; « savoir apprécier le niveau de rigueur avec lequel il convient d'aborder une situation précise » ; « savoir le bon usage des langages et savoirs standardisés » etc. Une polarisation existe à propos de ces compétences, certains les considérant comme un objet d'enseignement, d'autres pas.

Il y a pratiquement unanimité chez les spécialistes des Sciences de l'Éducation pour penser que de telles compétences ne s'apprennent pas d'une façon générale mais bien en partant de cas et de contextes particuliers, en les modélisant et en les transférant ensuite à une famille plus étendue de situations. On apprend ces compétences générales en les pratiquant sous la guidance de quelqu'un qui les maîtrise et qui en a une représentation lui permettant de discerner les lacunes et de guider l'apprentissage. Et généralement, il est possible de trouver des indicateurs de ce qu'elles ne sont pas acquises. On peut voir ainsi que les différences ne sont pas essentielles entre enseigner ces compétences-là et d'autres, plus classiques, comme « résoudre une équation du second degré ». Car cette dernière compétence, avant qu'on ne soit parvenu à formaliser ce qu'elle implique, peut paraître aussi floue que peut paraître « avoir le bon usage des spécialistes » avant qu'on ne l'ait conceptualisé.

Cependant la controverse reste ouverte entre ceux qui soutiennent que ces compétences (qui s'appliquent à de plus grandes familles de situations) ne sont pas enseignables et ceux qui estiment qu'elles le sont (même si c'est plus difficile parce qu'on ne dispose pas d'une tradition didactique à leur propos).

Notons enfin que, souvent, la thèse de la « non-enseignabilité » de ces compétences générales conduit à considérer que les élèves doivent les acquérir tout seuls ou à espérer qu'on les forme sur ces points à la maison – positions profondément élitistes... Ainsi, si on n'enseigne pas à l'école « comment on consulte un spécialiste », les élèves qui proviennent de familles où cela est enseigné seront profondément privilégiés.

2.7. Place du théorique et de l'expérimentation

Demander aux enseignants des sciences si ces dernières sont d'abord théoriques ou expérimentales déclenche généralement une réponse claire qui souligne le caractère expérimental des démarches scientifiques. Plusieurs raisons confortent cette position. D'abord, il y a le rôle décisif de

l'expérience pour accepter ou rejeter un modèle scientifique. Ensuite, cet appel à l'autorité de l'expérience « cloue le bec » à d'autres autorités, notamment mandarines ou religieuses. Enfin, le caractère concret de l'expérimentation est plutôt prisé par certains enseignants.

Mais cette valorisation – légitime – de l'expérience peut masquer le caractère abstrait, conceptualisateur, créateur et théorique des sciences. L'objectif des pratiques scientifiques n'est pas de faire des expériences, mais de construire et savoir se servir de représentations adéquates, testées et standardisées, des situations où nous agissons. Et, quand une représentation fonctionne mal, en construire une autre et l'essayer (c'est-à-dire : la tester). Les sciences visent ainsi la construction de représentations abstraites permettant d'agir dans le concret. Au centre des pratiques scientifiques, il y a cette recherche du modèle qui pourra prendre la place de la situation qu'on étudie. Rien de plus concret et pratique qu'une théorie adéquate.

Cependant, la majeure partie des tests qu'un scientifique réalise dans sa pratique ne sont pas expérimentaux mais théoriques : c'est d'abord en confrontant son modèle à d'autres bien établis que le chercheur le teste. En d'autres termes, avant de tester expérimentalement un modèle, on examine s'il est théoriquement plausible.

Parmi les didacticiens des sciences certains voient celles-ci comme d'abord théoriques ou d'abord expérimentales. Ce qui est en jeu c'est sans doute l'apprentissage à la théorisation. Car, quand on serine aux élèves que la caractéristique principale des sciences est d'être expérimentales, on ne les aide guère à se représenter les méthodes scientifiques. S'ils ne voient pas que, faire des sciences, c'est théoriser, il leur devient difficile d'avoir une métacognition plausible de leur pratique. Mais il faut aller plus loin et s'interroger sur ce que l'on met derrière le terme « expériences » : d'abord des protocoles, ou d'abord des essais. Dans le premier cas, l'insistance se porte sur la précision formelle et sur des hypothèses claires à tester ; dans le second, l'aspect heuristique est plus développé. Les deux pôles sont nécessaires, mais le plus important dans la vie courante et dans la recherche scientifique est celui des essais. Pourtant peu de manuels de sciences présentent les essais culinaires comme une pratique de l'expérimentation scientifique. Ce terme est souvent réservé à des expériences éloignées de la vie quotidienne.

2.8. Place des technologies

Les objectifs et le sens de l'enseignement des sciences font généralement référence aux technologies. Pourtant, beaucoup de systèmes

d'enseignement n'ont pratiquement aucune formation sérieuse aux technologies. L'enseignement des sciences se limite à celles dont les objets sont supposés « naturels ». De plus les objets des sciences sont définis après élimination des finalités humaines (une bague devient, pour le physicien, un tore de métal !)

Or le monde des élèves n'est pas ce « monde naturel » mais une technonature. Ce qui a d'abord du sens pour eux, ce n'est pas le monde désincarné des scientifiques, mais la nature telle qu'elle existe au sein d'un univers de finalités où technologies et nature sont articulées.

Comment les cours de sciences abordent-ils cet univers ? L'idéologie dominante des enseignants des sciences estime que les technologies sont des applications des sciences. Comme si, une fois les sciences comprises, les technologies suivaient quasi automatiquement. Pourtant, la plupart du temps, la construction d'une technologie implique des considérations sociales, économiques, juridiques et culturelles qui vont loin au delà d'une application des sciences. La compréhension de cette implication du social dans la construction des technologies rend possible leur étude critique et leur évaluation sociétale (technology assessment). Une formation à la négociation avec les technologies devrait rendre les élèves capables d'analyser les effets organisationnels d'une technologie (par exemple, ceux d'un fax dans un département, d'un four à micro-ondes dans une famille, ou d'une tour de 400 m à New York).

Quand et comment apprend-on aux élèves à se représenter ce monde techno-naturel, celui où ils vivent concrètement ? Comment leur montre-t-on que les disciplines scientifiques peuvent contribuer à décoder ce monde-là et ses significations directes ? Mais comment aussi, leur montre-t-on la distance qu'il y a entre l'objet technique décrit par une discipline scientifique et la technologie dans sa complexité sociale, politique et économique (complexité qui fait que la technologie n'est jamais socialement neutre puisqu'elle génère et suppose une organisation sociale).

Autour de ces questions se joue celle du sens.

2.9. Sciences construites à partir d'une objectivité scientifique ou d'un projet humain : plusieurs significations de la notion de représentation (Ibarra & Mormann, 1997)

Un autre débat lié à l'enseignement des sciences concerne leur épistémologie. Il y a en effet au moins deux façons de penser la notion de représentation. La première renvoie à la notion d'image du réel : son miroir. Dire qu'une représentation est vraie, c'est alors affirmer qu'elle reflète bien

la réalité. Mais on peut aussi considérer une représentation comme une construction humaine pouvant, dans certains débats, tenir la place d'une situation (comme la carte peut tenir la place du territoire). Dans cette seconde manière de voir, la représentation n'est pas un miroir de la réalité, une sorte de « carte » : un artefact, une technique, une mise en scène, en fonction d'objectifs. Dans le premier cas, la représentation-reflet est sensée fonctionner indépendamment de toute finalité humaine. Dans le second, c'est une mise en scène faite par des humains, pour des humains, en fonction d'objectifs.

Cette dualité de vues se reflète dans la conception qu'ont les enseignants des finalités des cours de sciences. Pour les uns, elles doivent être enseignées parce qu'elles sont – au moins provisoirement – les meilleures représentations du monde disponibles. L'idée sous-jacente est qu'il y a une vérité sur le monde qu'il s'agit de chercher, de trouver et d'enseigner. Ce type de vision est liée aux philosophies scientistes : les sciences y prennent un peu le relais des religions pour assurer une base solide à l'ordre social. Une autre perspective voit les sciences comme construisant des représentations du monde toujours liées à un contexte et une finalité. De ce point de vue, on ne parlera plus d'une vérité globale à trouver, mais bien de diverses mises en scène, conceptualisations et modélisations d'une situation, en fonction de projets à mettre en œuvre.

Dans le premier cas le monde semble une masse d'objets à étudier ; dans le second, c'est un ensemble de sujets négociant la façon de se représenter leur milieu et leur histoire. Du point de vue didactique, d'un côté, l'élève est prié d'acquérir la vérité scientifique, de l'autre, il doit se construire ou s'approprier des représentations.

2.10. La transférabilité et les limites des lois, des modèles, des démarches et des outils

Certains enseignants de branches techniques insistent pour que les élèves n'utilisent un outil que pour les objectifs en vue desquels il a été construit. On en comprend les raisons, de sécurité notamment. Mais il n'y a alors aucune valorisation de son usage vers une autre finalité, suite à une attitude inventive ouvrant à de nouvelles possibilités. Ces enseignants semblent oublier que les meilleurs techniciens sont ceux qui parviennent à faire flèche de tout bois.

Dans la même veine, certains enseignants des sciences n'acceptent pas qu'on adapte un modèle à un autre contexte : ils craignent que de tels transferts manquent de rigueur.   quoi d'autres leur répliquent – sur de bonnes bases historiques – que la plupart des développements scientifiques

ont été provoqués par de tels transferts. D'où controverse entre ceux qui voudraient que les élèves s'immergent dans les normes de rigueur de chaque discipline et ceux qui veulent leur apprendre à transférer modèles, méthodes, concepts et démarches – quitte à parfois perdre quelque chose du point de vue de la rigueur formelle. Cette controverse s'exprimera aussi dans le dilemme : « Faut-il se limiter à l'enseignement des disciplines ou faut-il dépasser les frontières disciplinaires ? »

2.11. Formation des enseignants des sciences

La formation initiale des enseignants des sciences fait aussi l'objet d'un débat. Il y a consensus quant à l'importance d'une solide connaissance de la discipline à enseigner. Il y a un large accord pour une formation à la didactique. Les positions divergent quant à l'utilité d'une formation à l'épistémologie, à l'histoire des sciences et, enfin, aux approches interdisciplinaires de situations complexes ou de questions fondamentales. À voir la portion congrue accordée à ces approches, les universités ne semblent pas leur donner beaucoup d'importance. Y aurait-il un lien entre cette position des universités et l'impression qu'ont certains élèves d'un déficit de sens dans leurs cours de sciences ?

2.12. S'adapter au petit monde de l'élève ou l'ouvrir à un monde plus large

Quand on prétend que les cours de sciences doivent rendre les élèves capables de lire leur monde, on encourt facilement le reproche de les laisser dans leur bulle et leur petite société, alors qu'il faudrait, au contraire, les ouvrir à tout l'univers, à la grande société, et à une scientificité qui résiste aux effets idéologiques ! De fait, les jeunes se replient souvent dans leur petit monde, par peur des conflits de notre société. Ils sont attirés par une culture de l'immédiateté qui refuse la construction de médiations. C'est pourquoi, diront certains, il ne faudrait pas trop chercher ce qui a du sens pour l'élève mais le pousser vers l'univers des sciences. Mais, répliquet-on, cet univers n'a aucune pertinence s'il ne permet pas de se confronter au monde dans lequel nous vivons. Il ne s'agit donc pas de rester dans le « petit monde immédiat de l'élève » en s'y adaptant, mais de construire un enseignement qui s'articule à ce monde et parvienne à l'analyser et, par là, à le dépasser.

2.13. Enseignement des disciplines scientifiques et introduction à des démarches interdisciplinaires

Dans la pratique, pour se représenter adéquatement une situation concrète, il est rare qu'une seule discipline suffise. Cela peut être le cas, en première approximation, dans un laboratoire ou dans une salle d'opération. Mais, pour comprendre une situation moins confinée, comme l'isolation thermique d'une habitation ou l'origine du monde, il faut faire appel à diverses disciplines (sur l'interdisciplinarité, cf. Roegiers, 2000 ; Fourez, 2000 ; Fourez, 2001a ; Fourez, 2001b ; Maingain et al., 2002).

Il nous arrive souvent de faire de l'interdisciplinarité comme M. Jourdain faisait de la prose. L'interdisciplinarité, ce n'est pas le dédain des disciplines, mais, au contraire, l'utilisation de celles-ci pour éclairer une situation. Ce qui renvoie à une question débattue entre enseignants des sciences : va-t-on enseigner aux élèves comment mener des approches interdisciplinaires, ou se limitera-t-on à l'enseignement des disciplines ? Selon la première option, commencer très tôt des pratiques interdisciplinaires est essentiel pour que les élèves perçoivent comment les disciplines trouvent leur sens en fournissant une approche partielle mais rigoureuse des situations étudiées. Par contre, ceux qui défendent une approche disciplinaire stricte soulignent l'importance de bases solides en sciences avant d'aborder des problèmes complexes. (Mais comprennent-ils que l'interdisciplinarité se base sur la consultation de spécialistes et non sur une connaissance universelle ?)

2.14. Deux types de « missionnaires » des sciences

On peut classer les enseignants des sciences en deux groupes. Les premiers considèrent que les élèves abordent le monde avec de fausses représentations et il s'agit de leur montrer la « vraie » ; avec l'espoir que, finalement, ils abandonneront les fausses. Ils ressemblent aux missionnaires traditionnels qui dénoncent les faux dieux pour obtenir des convertis qu'ils brûlent leurs idoles et se rallient à la vraie religion.

Mais les missionnaires modernes ne se battent plus contre les idoles. De même, le second groupe d'enseignants des sciences acceptent les élèves et leurs représentations multiples. Leur but n'est pas de convertir les élèves mais que ceux-ci maîtrisent le modèle scientifique car, à l'épreuve, on l'a montré fiable, efficace et standardisé. Ils n'ont pas peur d'en imposer l'étude, mais ne s'inquiètent pas si, dans certains cas, les élèves fonctionnent, comme nous tous, avec une pluralité de modèles. Leur but n'est pas de faire la propagande pour le modèle scientifique, mais plutôt

que l'élève sache l'utiliser à bon escient. De toutes façons, il n'y a pas de modèle parfait.

Pendant, entre ces deux conceptions, il y a souvent polarisation... et mécompréhension....

CONCLUSION

L'objectif de cet article était de mettre en scène l'enseignement des sciences dans le secondaire. Nous avons vu qu'il se situe dans un enseignement plus large dont les professeurs de sciences ne se soucient pas toujours assez. Nous en avons analysé quelques axes, liés à ce qu'on appelle une crise. Mais il peut être bon de se rappeler que la notion de « crise » en caractères chinois s'écrit en unissant deux sigles : celui qui signifie « danger » et celui qui signifie « possibilité » ou « opportunité » !

BIBLIOGRAPHIE

- BLACK P. & ATKIN M. J. (Éds.) (1996a). *Changing the Subject, Innovations in Science, Mathematics and Technology Education*. London, OECD & Routledge.
- BLACK P. & ATKIN M. J. (1996b). A global Revolution in Science, Mathematics and Technology Education. *Education Week* du 10 avril 1996, p. 1-8.
- EASLEA B. (1980). *Witch hunting, Magic and the new philosophy 1450-1750*. Brighton, Harvester press.
- ELZINGA J. & JANISON A. (1981). *Cultural component in the scientific attitude to nature*. Lund, Research Policy Institute.
- FOUREZ G., ENGLEBERT-LECOMTE V. & GROOTAERS D. (1994). *Alphabétisation scientifique et technique. Essai sur les finalités de l'enseignement des sciences*. Bruxelles, De Boeck Université.
- FOUREZ G., ENGLEBERT-LECOMTE V. & MATHY P. (2000). Faut-il bien connaître les disciplines avant de pratiquer l'interdisciplinarité ? *Probio-Revue*, vol. 23, n° 4, pp. 253-257.
- FOUREZ G. (2001a). Fondements épistémologiques pour l'interdisciplinarité. In Y. Lenoir, R. Rey & I. Fazenda (Éds.), *Les fondements de l'interdisciplinarité dans la formation à l'enseignement*. Sherbrooke, CRP, pp. 67-84.
- FOUREZ G. (2001b). Interdisciplinarité et îlots de rationalité. *Revue Canadienne de l'enseignement des sciences, des mathématiques et des technologies*, vol. 1, n° 3, pp. 341-348.
- IBARRA A. & MORMANN Th. (1997). Theories as representations. *Pozman Studies in the Philosophy of the Sciences and the Humanities*, vol. 61, pp. 58-87.
- MAINGAIN A., DUFOUR B. & FOUREZ G. (2002). *Approches didactiques de l'interdisciplinarité*. Bruxelles, De Boeck Université.
- ROEGIERS X. (2000). *Une pédagogie de l'intégration*. Bruxelles, De Boeck Université.

- ROTH W.-M. *Scientific literacy as an emergent feature of collective human praxis. Journal of Curriculum Studies : preprint* : <http://www.educ.uvic.ca/faculty/mroth/PREPRINTS/OPED105.pdf>.
- VAN BERKEL B. (2002a). *A conceptual structure of the chemistry curriculum. Dissertation* (in preparation).
- VAN BERKEL B., de VOS W., VERDONK A. H. (et alii) (2002b). *Normal Science Education and its Dangers - the Case of School Chemistry, SC&ED* (accepted for publication).
- YAGER R.E. & PENICK J.E. (1986). Public attitude toward Science and Science education. *Bulletin of Science, Technology & Society*, vol. 6, pp. 535-540.