

Recherches sociographiques



Les sciences à l'école: portrait d'une fiction

Marie Larochelle, Jacques Désautels and Françoise Ruel

Volume 36, Number 3, 1995

Science et société

URI: <https://id.erudit.org/iderudit/056993ar>

DOI: <https://doi.org/10.7202/056993ar>

[See table of contents](#)

Publisher(s)

Département de sociologie, Faculté des sciences sociales, Université Laval

ISSN

0034-1282 (print)

1705-6225 (digital)

[Explore this journal](#)

Cite this article

Larochelle, M., Désautels, J. & Ruel, F. (1995). Les sciences à l'école: portrait d'une fiction. *Recherches sociographiques*, 36(3), 527-555.
<https://doi.org/10.7202/056993ar>

Article abstract

The studies conducted in the field of science education tend to show that the way in which science is represented in the school system has little in common with the contemporary socioconstructivist representation of scientific knowledge and production. Moreover, in several respects this representation, of an empirico-realist inspiration, takes on certain fictional qualities. The misconception that it engenders of «the sciences as they are practiced» contributes to a relationship with scientific discourse on the part of students that gives little empowerment and that even leads to problems in understanding the relational nature of scientific knowledge.

LES SCIENCES À L'ÉCOLE: PORTRAIT D'UNE FICTION

Marie LAROCHELLE
Jacques DÉSAUTELS
Françoise RUEL

Les études effectuées dans le domaine de l'éducation à la science tendent à montrer que la représentation scolaire des sciences a peu de plages communes avec la représentation socioconstructiviste contemporaine du savoir scientifique et de sa production. Bien plus, sous plusieurs aspects, cette représentation, d'inspiration empirico-réaliste, s'apparenterait à une fiction. La méconnaissance qu'elle entretient ainsi à l'égard « des sciences telles qu'elles se font » contribue à l'établissement chez les élèves d'un rapport au discours scientifique qui n'est guère émancipatoire, de même qu'à des difficultés de compréhension du caractère relationnel du savoir scientifique.

Il est sans doute trivial de souligner que le statut actuel de l'enseignement des sciences diverge grandement de celui qui lui était habituellement accordé il y a quelques décennies. Comme le rappellent MATHY et FOUREZ (1991), c'était alors à l'enseignement des langues anciennes notamment qu'incombait la mission de « former les esprits ». Dans cette optique, l'enseignement des sciences était vu comme « un petit complément d'instruction » à cette formation et, à ce titre, il était le plus souvent envisagé dans les termes d'un acte simplement technique¹ de transmission d'informations, en l'occurrence scientifiques. Mais « le latin d'aujourd'hui » n'est plus ce qu'il était et c'est maintenant dans l'enseignement des sciences que plusieurs sociétés industrielles mettent leurs espoirs, si l'on peut dire. En fait, il serait plus juste de dire que ce sont les sciences qui se voient octroyer ce privilège et que c'est « par procuration » que leur enseignement en bénéficie. Car, dans la

1. Ce qui ne signifie pas, on s'en doute, que cet acte soit pour autant seulement technique !

conjoncture actuelle, on ne peut pas dire que l'enseignement des sciences tel qu'il s'accomplit soit l'objet de nombreux éloges², même s'il n'en continue pas moins d'être doté de diverses vertus.

Ce nouveau statut de l'enseignement des sciences soulève aussi de nouvelles questions: il ne s'agit plus d'un complément d'*instruction* mais bien d'éléments de *formation* que l'on estime importants pour l'éducation globale des étudiants et étudiantes. Or, il est d'observation courante que cette formation, suivant la représentation des sciences qui la structure et les objectifs de société qu'elle épouse, prendra diverses colorations. Ainsi, d'aucuns soutiendront que cette formation doit permettre aux jeunes, par le biais de l'apprentissage des langages scientifiques et techniques, de *sivre* l'évolution d'un monde de plus en plus tributaire de ces savoirs³; pour d'autres, elle devra plutôt contribuer à former des citoyens et des citoyennes critiques à l'égard des interactions «sciences-technologies-société», de façon qu'ils puissent *participer* de manière avertie aux débats sociétaux et ne remettent pas à une élite technocratique le pouvoir de décider⁴; enfin, pour certains, cette formation devrait permettre de former la relève scientifique nécessaire à la croissance et à l'expansion des États⁵.

Bref, tout enseignement, dont celui des sciences, véhicule une représentation du monde, une idéologie (au sens large) qui contribue à la vision plus globale que les étudiants et les étudiantes se fabriquent à l'égard de la société et de ses membres, de leur participation à celle-ci, ainsi que de la valeur et de la portée des différents savoirs qui y sont produits (incluant bien sûr le savoir scientifique). C'est du moins ce que suggèrent les travaux que nous menons depuis plusieurs années dans le domaine de l'éducation à la science et qui, dans la foulée d'autres

2. En témoignent notamment les nombreux et alarmistes rapports et articles américains parus depuis le début des années 1980. En témoigne aussi le nombre toujours croissant de projets américains qui se réclament de la nécessité d'une «alphabétisation scientifique et technique» pour tout un chacun et qui tentent, une fois encore, de renouveler l'enseignement des sciences (voir notamment RUTHERFORD et AHLGREN, 1990).

3. Cette position repose plutôt sur une attitude de soumission, au sens où l'on souhaite que les personnes troquent leurs croyances et connaissances quotidiennes au profit des connaissances scientifiques. Les programmes d'enseignement des sciences promus par le ministère de l'Éducation du Québec dans les années 1980 illustrent bien cette position. Voir l'analyse que nous en proposons (DÉSAUTELS *et al.*, 1988).

4. Cette position est celle soutenue par le Conseil des sciences du Canada à la suite de la vaste étude pancanadienne qu'il a effectuée sur l'enseignement des sciences. La qualité de la vie démocratique dans notre société constituerait donc l'un des enjeux duquel participerait l'enseignement des sciences, cette participation étant envisagée, il va sans dire, comme une contribution à un procès social plus large. Néanmoins, cette contribution n'est pas à négliger dans une société où la présence des sciences et des techniques est sans cesse grandissante, tant et si bien que, selon certains (FREITAG, 1993; SAUL, 1993; TAYLOR, 1992), la rationalité instrumentale qui leur est consubstantielle irriguerait toutes les sphères de la vie publique et de la vie privée.

5. Cette dernière position constituait l'un des nombreux espoirs de la réforme de l'enseignement des années soixante au Québec (la seule réforme officielle...).

études⁶, montrent bien que, tout au long de sa scolarité, l'élève apprend aussi *ce qui compte comme savoir*; et c'est d'ailleurs ainsi que seront inculqués, et nous empruntons à BOURDIEU (1980), les *habitus* intellectuels qui aideront l'élève à prendre conscience de sa capacité de «créer une différence», d'«agir autrement», c'est-à-dire «de pouvoir intervenir dans l'univers, ou de s'abstenir d'une telle intervention, pour influencer le cours d'un procès concret» (GIDDENS, 1987, p. 63) ou, au contraire, comme c'est souvent le cas dans les classes de sciences, le disposeront à accepter sans critique la hiérarchie sociale des connaissances, voire à penser que la production de ce capital symbolique est réservée à une minorité de personnes «douées». Les propos suivants tenus par un adolescent illustrent de façon éloquente l'enjeu à la fois social et cognitif de cette situation, à savoir l'établissement d'un rapport inhibant aux scientifiques, et le problème de compréhension que lui pose, tout comme à ses condisciples d'ailleurs, la méconnaissance du caractère essentiellement relationnel et modélisateur (et donc imaginé) du savoir scientifique:

J'ai de la misère à voir comment on peut faire [avec des choses qu'on ne voit pas]. Ils [les professeurs] vont nous l'expliquer et on va comprendre comment ils [les scientifiques] ont pu voir ça. Ils vont arriver et dire: «la distance de la terre à la lune égale quelque chose...» je ne le sais pas par cœur. Mais comment ils ont fait pour mesurer ça? Ils n'ont pas un galon à mesurer si long que ça! J'ai bien de la misère avec ça [...]. Et le gars [qui] a découvert ça: comment il a fait? Il est venu de même un matin et ça lui est arrivé? C'est dur. Je vais comprendre un coup que ça va être expliqué, mais le gars à qui personne ne l'a jamais expliqué quand il l'a su, comment il a fait? Il devait drôlement être doué. Il faut certainement être doué, être intéressé, intelligent. Il y en a qui sont plus intelligents que d'autres. C'est comme la loi de la nature de tantôt: il y a les arbres qui grossissent et il y en a qui vont toujours rester tout le temps petits (DÉSAUTELS et LAROCHELLE, 1989, p. 155).

Dans cette perspective, il importe donc de tenter de caractériser l'idée de science qui anime les pratiques éducatives et d'en supputer les conséquences suivant les enjeux ainsi repérés. À cet effet, dans un premier temps, nous rappellerons brièvement quelques éléments de l'une des versions de la représentation contemporaine des sciences, qui s'intéresse à celles-ci dans leur production effective plutôt que dans leurs seuls produits comme le faisait l'épistémologie classique (AUDET, 1983). Cette esquisse nous permettra de mieux apprécier l'écart entre «les sciences-telles-qu'elles-se-font» et la représentation scolaire des sciences, représentation que nous examinerons, encore là de façon succincte, par le truchement notamment des discours d'élèves et d'apprentis enseignants et apprenties enseignantes que nous avons recueillis sur le sujet⁷.

6. Telles les analyses fort intéressantes que proposent VOIGT (1985) et GEDDIS (1988) sur les patterns d'interaction qui sont privilégiés dans la classe et qui, malgré leur apparente ouverture à l'égard de ce que pensent les élèves, n'en continuent pas moins d'être mus en quelque sorte par la seule réinstitutionnalisation du savoir officiel et le maintien de l'orthodoxie dans le domaine (LAROCHELLE et BEDNARZ, 1994).

7. Lors d'enquêtes (DÉSAUTELS et LAROCHELLE, 1989) ou d'expérimentations visant la complexification de l'idée de science des participants et participantes (LAROCHELLE et DÉSAUTELS, 1992; DÉSAUTELS *et. al.*, 1993; RUEL, 1994).

*À propos des sciences et de leur fabrication*⁸

Il serait certes naïf de penser qu'il existe une *vraie* représentation des sciences, ou même *une* représentation des sciences qui fasse l'unanimité, comme en témoignent entre autres les discussions pour le moins passionnées entre les partisans et partisans des différentes écoles de pensée au sein de ce qu'il est désormais convenu d'appeler «la nouvelle sociologie des sciences» (PICKERING, 1992). Toutefois, à une image de la science posée comme une avancée glorieuse vers quelque fondement qui permettrait d'atteindre la réalité complète (MOSCOVICI, 1977), il s'est substitué une image de la science conçue comme une pratique sociale historique et contingente qui construit ses objets d'étude. Ainsi les travaux contemporains en histoire, en sociologie et en anthropologie des sciences (BRANNIGAN, 1981; SHAPIN et SCHAFER, 1985; CALLON et LATOUR, 1990) tracent les contours d'une représentation du savoir scientifique et de sa production qui se démarque radicalement de la représentation quelque peu triomphaliste léguée par les tenants du positivisme, représentation que d'aucuns n'hésitent pas d'ailleurs à mettre au rang des «antiquités idéologiques» (JENKINS, 1992).

Dans cette nouvelle représentation des sciences, la connaissance scientifique n'est plus considérée comme une révélation à laquelle seuls quelques «spectateurs» attentifs et contemplatifs ont accès, mais bien comme la résultante d'un projet qui donne lieu à la fabrication de théories, d'expériences et de modèles qui ne sont nullement d'ailleurs le calque d'une réalité ontologique. Elle procède aussi d'une sorte de jeu dialectique constant entre des rapports consensuels et des rapports conflictuels au sein de la communauté scientifique, rapports qui sont d'ailleurs nécessaires à son exercice et qui ne sont ni simples ni isolés des tensions qui marquent le champ social plus vaste. En d'autres termes, les savoirs produits n'ont de sens que dans le contexte d'une vision partagée du monde et fondée sur des postulats métaphysiques et épistémologiques, éthiques et esthétiques, qui, comme l'a si bien montré KOYRÉ (1973), ne sont pas étrangers à l'idéologie d'une époque. En fait, comme nous l'enseignent les travaux de KUHN (1983), c'est au cœur même de l'activité scientifique (le noyau dur) que se manifeste le caractère social de la science, car ni l'adhésion à un paradigme ni le changement de paradigme ni même le choix des critères et des normes de validité du savoir ne sont des décisions entièrement rationnelles (au sens classique du terme). En ce sens, on ne peut saisir les tenants et aboutissants d'un débat scientifique si on estime qu'il sera tranché à l'aide strictement d'arguments rationnels ou expérimentaux. Ce n'est que par une certaine reconstruction historique, lorsque vainqueurs et vaincus sont départagés, qu'il est superficiellement possible d'attribuer aux protagonistes des qualités transcendantales et de montrer ainsi que le dénouement était inévitable: Pasteur aurait été un rationaliste et un excellent expérimentateur, Pouchet un idéologue et

8. Quelques-unes des idées développées dans cette section de même que dans la section précédente ont déjà fait l'objet d'une communication (LAROCHELLE et DÉSAUTELS, 1993).

un piètre expérimentateur (LATOURE, 1989). Mais en fait, lorsque le débat fait rage, les protagonistes mobilisent tous les alliés sur lesquels ils peuvent compter (politique, idéologie, prestige, rhétorique, réinterprétation des données, etc.) en vue de convaincre leur auditoire de la valeur de leurs positions respectives (CALLON, 1989; COLLINS et PINCH, 1994)⁹.

Bref, de la représentation empirico-réaliste d'une science qui repose sur des certitudes empiriques et méthodiques, on est passé à une représentation de type socioconstructiviste, suivant laquelle la science s'inscrit, dans sa production comme dans ses produits, dans des projets sociaux plus larges (politique, économique, militaire, industriel, etc.). Sur le plan des praticiens et praticiennes du métier, on assiste également à un renversement de perspective: l'image du cogito isolé dans son laboratoire et entièrement voué à un idéal de connaissance ou encore à la diminution des maux de ses congénères ne répond plus¹⁰! Il s'est « professionnalisé » (BROCK, 1975) et si sa « survie » dépend toujours de son imagination et de son audace théorique, cela ne suffit pas: le jugement par les pairs et paires, l'octroi de subventions, la publication dans des revues spécialisées sont sans contredit des composantes importantes quant à la reconnaissance de la valeur du savoir qu'il produit. Il va sans dire que cette image du scientifique contemporain diffère grandement de l'interprétation populaire qui, associant « science et certitudes », ignore les risques et enjeux du métier qui tiennent entre autres aux contingences des productions qui le singularisent. Mais qu'en est-il de l'interprétation scolaire? Que nous dit la recherche sur le sujet au Québec et ailleurs?

L'enseignement des sciences au Québec: un survol

La dernière (et la seule¹¹) grande réforme de l'enseignement des sciences au Québec peut être datée. En effet, dans la foulée des travaux de la Commission Parent, une place de choix a été accordée à cet enseignement dans les programmes de formation du secondaire, de même que d'importantes ressources pour en assurer le déploiement. Programmes, manuels, stratégies et moyens d'enseignement, for-

9. Les récents débats autour de la mémoire de l'eau sont fort instructifs sur le sujet; voir l'époustouflant récit qu'en fait PRACONTAL (1990).

10. À ce sujet, l'étude de MITROFF (1974) réalisée auprès des plus prestigieux scientifiques ayant participé aux missions spatiales américaines *Apollo* est révélatrice. Non seulement les scientifiques interrogés s'accordent pour reconnaître que l'idée d'un scientifique objectif et désintéressé est naïve, mais, qui plus est, ils reconnaissent que les scientifiques les plus brillants sont justement ceux qui transgressent cette représentation conventionnelle. En fait, les qualités tranquilles et « morales » qu'impute l'imagerie populaire à l'ensemble des scientifiques seraient celles des scientifiques qui sont perçus comme les moins brillants et les plus ennuyeux.

11. Nous signifions par là qu'il s'agit de la seule réforme d'envergure, plusieurs réformes « locales » ayant antérieurement marqué cet enseignement. À ce sujet, voir CHARTRAND, DUCHESNE et GINGRAS (1987).

mation des maîtres, firent ainsi l'objet d'une révision dont la teneur s'inspirait largement de la réforme mise en œuvre chez nos voisins américains¹².

Toutefois, à l'euphorie des débuts se substitua assez rapidement un désenchantement : le couple « école-science » se portait mal (DÉSAUTELS, 1980), qui plus est, il ne permettait pas le développement de la « relève scientifique », la progéniture n'accordant guère le prestige intellectuel et social escompté à la science (STE-MARIE, 1980, p. 7). Bref, la situation ne pouvait être envisagée dans les seuls termes d'une « mauvaise performance », il s'agissait plutôt d'un échec, selon les SIMONS, SUZUKI et DÉSAUTELS, observateurs de la scène. S'ensuivit la vaste étude pancanadienne du Conseil des sciences du Canada qui ne put que conforter le diagnostic précité. Il n'est pas dans notre intention ici de rapporter dans le détail les résultats de cette recherche d'envergure, dont nous avons déjà effectué une critique ailleurs (DÉSAUTELS, VALOIS et LAROCHELLE, 1986). Toutefois, il n'est sans doute pas inutile de rappeler quelques-unes des grandes conclusions relatives à l'enseignement proprement dit :

- La première préoccupation des enseignants et enseignantes semble être de « voir » toute la matière au programme dans le temps dont ils disposent. De façon presque unanime, ils affirment d'ailleurs manquer de temps, ce qui constituera la principale raison invoquée pour ne pas se « préoccuper » des autres aspects de l'enseignement (applications, histoire des sciences, perspective « sciences-technologies-société »).
- Les séances de laboratoire ont pour but principal d'illustrer la théorie. En ce sens, « Les 'bons' diagrammes [sont] fondés sur le manuel et non pas sur les données recueillies au laboratoire » (OLSON et RUSSELL, 1984, p. 19) ; les enseignants et enseignantes mettent l'accent de façon marquée sur le vocabulaire spécialisé de la science et « Obéir aux instructions et se rappeler la terminologie sont des activités essentielles des leçons » (*Ibidem*).
- Par ailleurs, ils se désolent du manque d'intérêt des élèves à l'égard des sciences et pensent que l'apprentissage de ces disciplines exige beaucoup des élèves sur le plan intellectuel.
- La science est généralement présentée comme un catalogue de vérités et les enseignants et enseignantes insistent sur la bonne réponse et la précision plutôt que sur les processus d'investigation et la nature provisoire du savoir scientifique.

12. Au sujet de la réforme américaine, les analyses que proposent entre autres WELCH *et al.* (1981), RAKOW *et al.* (1984) des enquêtes nationales destinées à en évaluer l'impact tracent un portrait particulièrement sombre de la situation, et ce, quel que soit l'angle d'appréhension. Pour un examen diversifié des problèmes de l'enseignement des sciences aux États-Unis, voir l'ouvrage récent paru sous la direction de GABEL (1994).

- En règle générale, les élèves ne savent pas vraiment pourquoi ils vont au laboratoire. Le but qu'ils poursuivent est de produire une réponse qui satisfait les exigences de l'enseignant ou l'enseignante.
- La résolution de problèmes et la préparation aux examens sont deux activités centrales de l'enseignement des sciences et le conditionnent dans une large mesure.
- Les enseignants et enseignantes estiment que «les élèves veulent des bonnes notes comme marque de réussite; ils croient aussi que les élèves sont facilement distraits, qu'ils souhaitent des réponses toutes faites et qu'ils ne savent ni lire ni faire des maths» (*Ibidem*, p. 25).
- De même, ils pensent que seuls les élèves brillants peuvent tirer bénéfice d'une approche pédagogique axée sur l'investigation ou la découverte. Pour les autres, cette approche serait inefficace.
- Enfin, la préparation des élèves pour le niveau supérieur est une préoccupation chez les enseignants et enseignantes qui disent d'ailleurs que c'est aussi là une attente des parents.

Ainsi, malgré les efforts de tout ordre consentis pour la promotion de la réforme de l'enseignement des sciences, celui-ci serait demeuré traditionnel, voire dogmatique, et en marge des réflexions, débats et controverses qui caractérisent pourtant les champs auxquels cet enseignement puise présumément ses objets.

L'analyse que nous avons effectuée des programmes québécois d'enseignement des sciences au secondaire (DÉS AUTELS, ANADON et LAROCHELLE, 1988) rejoint de manière générale l'esprit des conclusions dégagées par l'étude du Conseil des sciences. En effet, en examinant le traitement accordé par ces programmes à la socialité de la science, à son histoire et à ses pratiques épistémologiques, nous avons pu observer que, de manière générale, l'idée de science qui y est véhiculée repose sur un point de vue empirico-réaliste naïf¹³. Plus particulièrement, nous

13. Soulignons que ce point de vue est omniprésent dans les programmes, depuis les grandes intentions, les propositions pédagogiques jusqu'aux objectifs d'apprentissage. Souventes fois, le discours des programmes se réclame ainsi de la scientificité de ses objets d'enseignement pour éclairer, voire justifier, son action pédagogique, assimilant même ce qu'il comprend de la supposée démarche scientifique à une pratique pédagogique. En fait, tout semble se passer comme si les programmes entretenaient une confusion entre leur dimension pédagogique et la dimension scientifique des connaissances qu'ils véhiculent, en dotant, à maintes reprises, la première dimension des attributs de la seconde, comme si l'enseignement de connaissances scientifiques conférerait à cet enseignement un caractère scientifique. Par ailleurs, en filigrane à cette «curieuse» assimilation, on note de façon aussi prégnante la présence d'une sorte d'animisme, dans la mesure où de la «transmission» d'un contenu scientifique émergerait un «esprit scientifique». Les nouveaux programmes institués depuis cette étude ne semblent guère se démarquer de cette curieuse idée de science. On y trouve bien le recours à de nouveaux mots (épistémologie, constructivisme, etc.) mais, dans l'ensemble, le fond se conserve sous les allures, cette fois, d'un constructivisme trivial.

avons ainsi observé que, de manière prononcée et récurrente, ces programmes perpétuent les croyances suivantes :

- La croyance en une science descriptive qui ne construit pas ses objets mais les trouve tout faits.
- La croyance en une science privée d'un appareil critique conçu pour l'évaluation du savoir qu'elle produit.
- La croyance en une démarche expérimentale limitée aux seules opérations d'observation passive et de quête empirique de connexions entre phénomènes.
- La croyance en une objectivité entendue comme une qualité, une attitude personnelle du ou de la scientifique, et qui serait atteinte par une sorte de jeu de dépersonnalisation plutôt qu'envisagée comme une forme d'objectivation résultant d'un procès intersubjectif.
- La croyance en une science à portée universelle, indépendante des contextes sociohistoriques qui participent à sa définition.
- La croyance en une idée que le discours scientifique est le modèle à imiter pour résoudre les problèmes de tout ordre.
- La croyance en une science non idéologique dans sa production, indépendante des conditions politiques et économiques nécessaires à son fonctionnement.
- La croyance en une science sans conscience historique ni sociale des conditions de constitution des connaissances.
- La croyance en une progression glorieuse et cumulative de la science vers la réalité, sans considération pour les règles relatives à la légitimité du savoir scientifique.

La convergence des résultats de ces études est troublante. En effet, est-ce à dire que l'enseignement des sciences entretient un rapport imaginaire avec la pratique scientifique contemporaine, et qu'il existe, comme le soutiennent plusieurs chercheurs et chercheuses, une « science scolaire » qui a bien peu à voir avec les sciences-telles-qu'elles-se-font (CAWTHON et ROWELL, 1978; GASKELL, 1992)?

Certes, on ne peut imputer aux enseignants et enseignantes la totalité de la responsabilité d'une telle situation qui, en dernière analyse, se révèle être le produit de procès sociaux qui dépassent largement le contexte scolaire¹⁴. Toutefois, ils sont sans doute bien placés pour influencer l'évolution de la situation, d'abord à cause de leur action immédiate et quotidienne, mais également en vertu des divers rôles qu'ils sont appelés à jouer dans le système scolaire : conception et évaluation des programmes, conception de l'évaluation des élèves, etc. En l'occurrence, eu

14. Comme le soulignent de nombreux auteurs, le plus souvent c'est une idéologie conservatrice qui sous-tend la formation à l'enseignement et ses différentes réformes, faisant de cette formation un lieu de perpétuation des intérêts politiques et économiques dominants plutôt qu'un lieu de compréhension et de discussion avérée, voire contre-hégémonique, comme le soutient notamment KYLE (1991).

égard aux problèmes notés plus haut, il importe de s'interroger sur le type de représentation qu'ils entretiennent à l'égard de la science et de sa production, d'autant plus, comme nous le verrons dans le cas des apprentis enseignants et apprenties enseignantes entre autres, que cette représentation participerait à leurs conceptions de l'enseignement et de l'apprentissage. Voyons brièvement ce qu'il en est.

Les travaux du Conseil des sciences du Canada ne visaient pas expressément à mettre au jour la représentation de la science des enseignants et enseignantes. Cependant, ils fournissent quelques indices intéressants recueillis lors des diverses études particulières. On remarque, par exemple, qu'une majorité d'enseignants et enseignantes accordent peu d'importance aux objectifs qui sont liés à l'activité scientifique au Canada, à l'histoire et à la philosophie des sciences, à l'activité des ingénieurs et ingénieures, alors que les objectifs qui ont trait au corpus disciplinaire reçoivent une attention soutenue de leur part. Sur le plan des moyens d'enseignement, les enseignants et enseignantes estiment que le manuel est un outil pédagogique essentiel tant pour la préparation de leurs cours que pour la formation intellectuelle des élèves¹⁵. De plus, comme l'illustrent les études de cas, leur intérêt premier résiderait en la réussite des élèves aux examens qui, en règle générale, ne mesurent que des objectifs lié aux contenus disciplinaires traditionnels.

Par ailleurs, dans une recherche portant sur les représentations d'enseignants et enseignantes de science québécois à l'égard de la nature du savoir scientifique, il ressort que, pour la plupart d'entre eux, il y aurait une nature extérieure aux sujets connaissant, régie par des lois que les scientifiques dévoileraient à l'aide de «la» méthode scientifique (ELGHORDAF, 1985). Celle-ci, tout entière contenue

15. Notons, toujours selon les travaux du Conseil, que la très grande majorité des manuels véhiculent une conception idéaliste et asociale de la science. Le travail épistémologique effectué par FOUREZ (1985) sur le texte d'un manuel de biologie destiné aux élèves, et que nous avons déjà évoqué ailleurs (LAROCHELLE, 1994), est non seulement instructif quant à l'épistémologie souterraine qui sous-tend les manuels mais montre de façon éloquente « comment des visions du monde [et des sciences] très différentes peuvent être transmises en enseignant la même matière » (p. 39). Par exemple, l'énoncé suivant qui présente aux élèves l'un des objectifs de formation poursuivis lors des cours (« Tu dois pouvoir distinguer les éléments du biotope de ceux de la biocénose ») ne véhicule pas la même idée de science que celle qui découle de son « remaniement » : « Tu dois repérer les éléments d'un milieu naturel tels que les scientifiques les distinguent ». En effet, alors que l'énoncé original s'inscrit en droite ligne dans la rhétorique du savoir-reflet, du « *knowledge of* », dirait RORTY (1990), l'énoncé remanié réintègre l'observateur dans la description de ses observations et laisse ainsi entendre que toute observation fait référence à un certain nombre de critères déterminés par des communautés scientifiques, ce qui est également porteur d'une idée d'objectivité fort différente de celle qui marque les discours scolaires conventionnels sur les sciences, comme nous le verrons. De même, remanier légèrement l'énoncé original qui suit (« Précisons ce qu'est un écosystème ») afin de faire place à l'activité analytique qui sous-tend la formulation d'un concept (« Précisons ce qu'on appelle un écosystème ») procède d'une rhétorique qui se démarque de celle de l'énoncé original qui véhicule l'idée, et nous empruntons à BATESON (1984, p. 69), « que les "choses" possèdent des qualités et des propriétés [plutôt que de dire qu'elles] sont "produites" ». Parler d'un écosystème, c'est inéluctablement faire une certaine lecture, faire référence au langage conventionnel construit par les scientifiques et lié à leurs projets particuliers.

dans le schéma mécaniste et stéréotypé O-H-E-R-I-C (Observation, Hypothèse, Expérimentation, Résultats, Interprétation, Conclusions), garantirait l'objectivité de la connaissance scientifique, cette objectivité étant, par ailleurs, une question d'attitude que l'on oppose de manière manichéenne à la subjectivité. Bien que le discours de quelques enseignants et enseignantes soit plus nuancé, cette représentation n'en demeure pas moins une tendance principale de leurs orientations épistémologiques, qui se manifeste entre autres par une imputation au savoir scientifique non seulement d'une valeur cognitive démesurée mais aussi d'un pouvoir de divulguer le réel, ce qui n'est pas sans évoquer certains éléments du *credo* scientifique¹⁶.

Deux autres études, l'une portant sur la conception qu'ont les enseignants et enseignantes de l'histoire des sciences (ASSELIN, 1989) et l'autre sur leur conception de la signification sociale des sciences (BERTHELOT, 1987), indiquent également la prégnance d'un tel type de représentation. Dans un cas, celle-ci se manifeste par l'adhésion à une représentation de l'histoire des sciences qui présente plus d'un lien de parenté avec l'empirisme, soit l'histoire événementielle; dans l'autre, elle se traduit par une réduction de la socialité de la science à ses seuls effets (c'est-à-dire l'usage qui peut être fait de ses produits), ce point de vue fonctionnaliste comportant aussi une indéniable saveur empiriste¹⁷. Il existe peu d'informations sur la genèse de ces représentations. Toutefois, les résultats d'une étude exploratoire menée par BÉLIZAIRE (1984) indiquent que, de manière générale, les futurs enseignants et enseignantes de science ne suivent pas de cours de philosophie, d'histoire et de sociologie des sciences et, par conséquent, ne sont guère enclins à une réflexion critique sur les sciences et les particularités de leur production, d'autant plus que la conduite effective d'une recherche leur est étrangère, leur expérience dans le domaine tenant le plus souvent en un seul projet de fin d'études. C'est ainsi, comme le souligne RYAN (1982), que se bouclerait le cycle qui va du primaire à l'université pour y revenir, lequel cycle assurerait la pérennité d'une certaine idée de science, tant dans l'institution scolaire que dans la société en général.

16. Le scientisme est une croyance exagérée en la valeur cognitive et morale de la science. Selon THUILLIER (1980), celle-ci s'actualise dans une « attitude pratique fondée sur les trois articles de Foi suivants : *primo*, « la science » est le seul savoir authentique (et donc le meilleur des savoirs); *secundo*, la science est capable de répondre à toutes les questions théoriques et de résoudre tous les problèmes pratiques (du moins si ces questions et ces problèmes sont formulés correctement, c'est-à-dire de façon « positive » et « rationnelle »); *tertio*, il est donc légitime et souhaitable de confier aux experts scientifiques le soin de diriger toutes les affaires humaines (qu'il s'agisse de morale, de politique, d'économie, etc.) » (p. 93-94). En conséquence, toute question posée au sujet de la science serait en quelque sorte illégitime, puisqu'elle ne pourrait recevoir de réponse adéquate qu'à l'intérieur de sa propre démarche.

17. Les recherches effectuées à l'extérieur du Québec et portant sur l'idée de science des enseignants et enseignantes dressent un portrait qui s'apparente à celui que nous venons d'évoquer. En effet, de manière générale, les enseignants et enseignantes adhéreraient à une vision réaliste-empiriste de la science, ce qui les conduirait à privilégier un enseignement relativement traditionnel des sciences dans lequel ni le statut épistémologique des élèves (en tant que reproducteurs des connaissances) ni le caractère construit et social de la science ne sont considérés. Pour une brève synthèse de ces travaux, voir DÉSAUTELS *et al.*, 1993; pour une présentation plus détaillée, voir DÉSAUTELS *et al.*, 1994.

La formation à l'enseignement des sciences semble s'inscrire dans un cercle vicieux : le jeune qui s'oriente vers un tel enseignement a probablement eu du succès dans son apprentissage de la science scolaire, c'est-à-dire du succès dans la maîtrise d'un corpus statique de faits et d'idées. Par la suite, cet étudiant fréquente une institution d'enseignement supérieur dont la structure corporatiste assure qu'il recevra une dose massive de savoirs factuels, puis quitte ce programme d'apprentissage des sciences sans avoir eu l'occasion de saisir comment les sciences se fabriquent. Cet étudiant en vient ainsi vraisemblablement à croire que l'aspect important des sciences réside en l'accumulation de faits, et ce, même si un ou deux cours portant spécifiquement sur l'éducation à la science visent à atténuer cette croyance. L'étudiant devient enseignant et, à son tour, enseigne les sciences comme elles lui ont été enseignées. Ainsi, le cycle se perpétue (RYAN, 1982, p. 14-15, traduction).

Les études effectuées auprès d'étudiants et étudiantes diplômés des facultés de sciences et poursuivant des études en formation à l'enseignement des sciences sont instructives à ce propos. Étant donné l'importance qu'elles revêtent quant à la pérennité non seulement du cercle vicieux précité mais aussi de celle d'une *certaine idée* de science dans les institutions éducatives québécoises, nous nous y attarderons plus longuement.

Le cas des futurs enseignants et enseignantes de sciences

L'étude récente de GUILBERT (1992), qui s'est intéressée au point de vue de ces futurs enseignants et enseignantes à l'égard de diverses facettes de l'entreprise scientifique, révèle ainsi qu'un grand nombre d'entre eux entretiennent une représentation pour le moins optimiste, voire idyllique, à l'égard des modes de pensée, de travail et de décision des scientifiques. Plus de 80 % des 105 apprentis enseignants et apprentis enseignantes interrogés par questionnaire pensent ainsi que la reconnaissance d'une théorie repose sur des observations et des preuves expérimentales, certains (53 %) croyant même qu'il existe au sein de la communauté des experts que constituent les scientifiques, des experts «plus experts» que d'autres qui, de ce fait, seraient plus à même d'apprécier la validité d'une théorie. Par ailleurs, près des trois quarts de ces étudiants et étudiantes confèrent aux scientifiques les attributs de scientificité de leurs productions. Les scientifiques auraient ainsi en tout temps et en toute occasion des attitudes scientifiques, lesquelles, selon certains (14 %), seraient une affaire d'hérédité¹⁸ ! Toujours dans le contexte de la formation à l'enseignement des sciences, la recherche de GAGNÉ (1994), au cours de laquelle onze entrevues en profondeur sur le thème de l'histoire des sciences et de son intégration dans les pratiques d'enseignement ont été réalisées avec autant de sujets, est également troublante. En effet, il appert que la majorité des sujets n'ont pas problématisé l'histoire en tant que domaine de savoir à la fois singulier et constitué, tout comme ils n'ont d'ailleurs pas problématisé les sciences :

18. Cette croyance déterministe a pu également être observée, toujours au Québec, auprès d'étudiants et étudiantes à la maîtrise en biologie, lors d'une étude visant à mettre au jour leurs représentations à l'égard de la théorie de l'évolution. Voir à ce sujet ZAÏM-IDRISSI *et al.*, 1993.

On souligne parfois que les sources documentaires sont sujettes à interprétation [de la part des historiens], mais pour ajouter aussitôt qu'il y a des faits bruts, incontournables. Le fait historique ne semble pas avoir, sous ce rapport, un statut différent de celui attribué au fait scientifique [...] Qu'ils se situent en effet dans le champ de l'histoire ou dans le champ des sciences telles la physique et la chimie, les faits préexistent à leur mise au jour, sont essentiellement donnés par l'observation et demeurent identiques à eux-mêmes indépendamment du contexte théorique dans lequel ils s'inscrivent (p. 75).

Cette absence de problématisation est également patente dans les études de cas menées par RUEL (1994). S'intéressant plus particulièrement aux représentations sociales discursives de futurs enseignants et enseignantes à l'égard de l'enseignement et de l'apprentissage des sciences, l'auteure montre comment, le plus souvent, la matière première de ces représentations a peu à voir avec les composantes épistémologiques, sociales et éthiques qui singularisent le savoir faisant l'objet de leurs éventuelles pratiques. Au contraire, elle est essentiellement constituée des stéréotypes courants lorsqu'il est question d'éducation par tout un chacun, soit les problèmes d'intérêt ou de motivation associés à ceux d'effort. Ainsi, de manière générale, ces futurs enseignants et enseignantes envisagent l'enseignement et l'apprentissage des sciences en attribuant *l'intérêt à susciter* à l'enseignant ou à l'enseignante, et *l'effort à fournir* à l'élève, le savoir en cause étant en quelque sorte absent de cette opération de charme et devenant une sorte d'entité objective, extérieure à l'apprenant et à l'apprenante et, bien sûr, transmissible sans plus de précautions d'usage par celui qui le détient, en l'occurrence l'enseignant ou l'enseignante. Qui plus est, et toujours en conformité avec le sens commun sur le sujet, la majorité de ces futurs enseignants et enseignantes pensent que l'apprentissage est une affaire de captation sensorielle, comme si les concepts et théories scientifiques se donnaient dans les sensations et n'étaient pas *imposés* par les scientifiques à leurs objets d'étude suivant un cadre théorique bien particulier¹⁹:

Et puis comment est-ce qu'on apprend finalement ? Il y a le professeur, la personne-ressource qui te *donne* un certain nombre d'enseignements, qui te *transmet* un certain nombre de données qui [...]. Comment est-ce qu'on peut *assimiler une matière* ? Par la vue, par les oreilles, par ses différents sens, ça, c'est une porte d'entrée. [...] On essaie de *faire passer le message* avec le maximum de sens [visuel, auditif, tactile, etc.]. Il y a toujours la *motivation* de l'élève mais, à mon avis, on augmente les chances de *faire passer le message* (S-8)²⁰.

C'est en général au regard de ces mêmes critères que les apprentis enseignants et apprenties enseignantes justifient l'usage des laboratoires dans l'enseignement des sciences. La dialectique entre théorie scientifique enseignée en salle de cours et séances pratiques de laboratoire semble construite entièrement sur un rapport ne prêtant apparemment à aucun doute sur sa pertinence: un rapport allant de

19. Notons que cette croyance sensualiste est quelque peu surprenante étant donné leur formation spécialisée, notamment dans les sciences biologiques. Les travaux de FOERSTER (1988), notamment, illustrent bien que les sens ne réagissent qu'à la quantité des stimulations et non pas à leur qualité.

20. La mise en italique sert à attirer l'attention du lecteur ou de la lectrice sur certaines dimensions du discours que nous évoquons dans le corps du texte. Par ailleurs, le chiffre (exemple, S-8) renvoie à l'identité du sujet auteur du discours.

l'abstrait au concret, du théorique au visuel, de l'idée à la chose, selon un lien direct, évident, non problématique²¹ :

C'est d'être capable de garder leur *intérêt*, puis d'aller les chercher, puis d'expliquer des choses pour leur faciliter la compréhension, de varier le genre d'activités, comme les laboratoires, c'est une variation intéressante [...] pour ce qui est des sciences, parce qu'on part d'une approche théorique à une approche pratique; et puis, comment dire, on double les possibilités pour un jeune qui a des difficultés, [bien], on lui donne donc deux fois plus de chances d'apprendre parce qu'il a *vu* quelque chose en classe de façon *théorique*, puis là, il va le *voir* de façon *pratique* en laboratoire (S-9).

Ah! Moi, ça aurait une grande place [les laboratoires]. [...] Il me semble que c'est une bonne façon d'acquérir des notions. Quand tu le *visualises*, que tu peux *toucher*, il me semble que les sens, c'est important. Quand tu *vois* quelque chose, il me semble que ça reste marqué, tu sais. Tu ne peux pas ignorer ça, il me semble que pour moi, c'est *évident*. Quand tu le *vois*, quand tu l'as fait toi-même, ça ne peut pas faire autrement que de rester dans ta mémoire (S-13).

Le langage, d'autre part, n'est pas non plus perçu comme très problématique pour la plupart d'entre eux, étant le plus souvent conçu comme un outil de dénotation et non pas comme un outil de structuration qui instaure ce qui doit être tenu pour réel. Il est ainsi considéré comme un outil de communication ou de transmission, un canal par lequel passe la connaissance. L'idée de langage, et notamment de langage scientifique, ne comporte pas de références explicites et appuyées sur la conceptualisation ou la mise en jeu de relations nouvelles impliquées dans des localisations linguistiques particulières. Il convient surtout de simplifier le langage pour s'assurer de la vulgarisation des concepts de sciences auprès des élèves en apprentissage :

J'entends un langage *simple, clair, net et précis*, mais adapté au niveau de connaissances, puis à l'âge des étudiants [...] C'est d'adapter son langage, d'être capable de se rabaisser au niveau *simplification, rendre ça clair*, synthétiser une information qui est souvent complexe, puis de *rendre ça accessible* pour des jeunes (S-9).

C'est ce qu'on appelle *vulgariser* les sciences. C'est de donner un terme scientifique mais que l'idée va être simple, rattachée à ça [à ce terme]. C'est ça. Je pense qu'avec une *définition certaine*, une définition que les étudiants vont lire et avec laquelle ils vont être capables de se

21. Les résultats de l'étude ethnographique d'un laboratoire de chimie en milieu collégial corroborent ce point de vue (LESSARD, 1989). Les étudiants et étudiantes ont en effet éprouvé beaucoup de difficultés à préciser le rôle de l'expérimentation dans la production du savoir scientifique, et ont dès lors fait référence à leur expérience scolaire selon laquelle les séances de laboratoire constituent des illustrations ou des preuves à l'appui de la théorie abordée en classe. Mais il y a plus. Ces mêmes étudiants et étudiantes sont généralement incapables de spécifier le but poursuivi lors d'une séance en particulier et ne connaissent pas les principes de fonctionnement des divers instruments (thermomètre, pipette, etc.) qu'ils y utilisent. On peut ainsi comprendre ce pour quoi ils suivent pas à pas, aveuglément, le protocole (recette) fourni par l'enseignant ou l'enseignante, et aussi qu'ils n'aient pu, lors de cette étude, détecter aucune des anomalies que le chercheur avait sciemment introduites dans l'une ou l'autre des expériences qu'ils devaient réaliser. Par ailleurs, même s'ils ne savent pas ce qu'ils font au laboratoire ni pourquoi ils le font, les étudiants et étudiantes accordent néanmoins une grande importance à ces activités sur le plan cognitif. D'où d'ailleurs découle l'une des conclusions de l'étude, à savoir que les activités expérimentales à l'école sont loin d'être sous-tendues par la rationalité qui leur est si souvent imputée: elles s'apparenteraient bien plus à une forme de rituel.

faire une idée de ce que le mot veut dire. Je ne pense pas que ce soit une tâche des plus difficiles à mon avis (S-10).

Grosso modo, enseigner les sciences se résume donc à *dire*, avec des mots aussi simples que possible — bien qu'on ne puisse éviter complètement le jargon scientifique, comme plusieurs aiment à le souligner d'ailleurs — et à *montrer*, c'est-à-dire à utiliser tous les artifices visuels possibles, y compris la réalisation d'expériences pour illustrer la théorie en sciences. La science en définitive est à visualiser et à vulgariser *via* son enseignement :

Moi, *je suis visuel*, beaucoup visuel. La science en paroles, c'est bien beau, en livres aussi. Mais il faut qu'on ait des concepts, *même une réalité*, qu'on nous *montre* quelque chose. *Ça, j'ai adoré. J'ai eu des enseignants qui m'ont montré*, là, vraiment, tout simplement. J'étais en biologie. Puis s'il y a bien quelque chose qui est important de voir, c'est d'essayer de conceptualiser quelque chose, c'est de le mettre à notre main, de le mettre sous nos yeux et *de faire voir tout simplement*. [...] *Ça, ça m'a vraiment aidé*. [...] *Ça, j'aime bien ça de faire voir que la science, ce n'est pas seulement dans les nuages, c'est concret, on peut la visualiser* [...] *Ça, c'est ce que j'ai bien aimé de la façon [dont] m'a été enseignée la science. C'est de la mettre sous nos yeux, de la mettre au toucher, qu'on puisse la voir et la regarder, ça, c'est bien* (S-3).

Ainsi, à l'opposé de BACHELARD (1973) qui soutenait que la conceptualisation des sciences requiert une certaine rupture épistémologique, les futurs enseignants et enseignantes pensent que les savoirs scientifiques peuvent se transmettre aisément sans difficultés majeures, si l'enseignant ou l'enseignante est motivé et communique ce feu sacré à ses élèves attentifs et disposés à fournir un certain effort. Dès lors, ils insistent sur la clarté de l'exposé de l'enseignant ou de l'enseignante, sur l'usage des définitions à l'aide de mots simples, sur l'acquisition du vocabulaire qui « donne un nom aux choses », accentuant toujours ainsi la réification du savoir par delà la mise en relations ou la construction des relations, que traduit un terme, et qui lui confèrent un sens particulier :

La *clarté*. [...] Quand les termes d'un tout sont bien définis, bien, ce tout-là est beaucoup plus facile à apprendre que lorsque tu as deux ou trois choses que tu n'es pas sûr de comprendre. [...] C'est évident que l'on aura toujours des cas problèmes, des étudiants plus lents, des étudiants plus rapides. Mais cela, c'est peut-être *génétique*, personnel. [...] Mais si on se concentre sur la moyenne, une fois définie [la notion à inculquer], cela va bien. [...] Tu commences toujours, au début, quand tu parles d'une chose pour la première fois, selon moi, tu la définis par *les mots les plus simples* possible, que tout le monde connaît. Puis là, après que tu l'as définie une fois, bien là, tu n'es plus obligé de le faire. *L'étudiant sait c'est quoi. Tous les étudiants savent c'est quoi* (S-1).

Si tel est le point de vue de ces futurs enseignants et enseignantes à l'égard de ce que peuvent signifier enseigner et apprendre les sciences, qu'en est-il lorsqu'on les interroge de façon plus directe sur la nature de celles-ci ?

Les apprentis enseignants et apprenties enseignantes interrogés par RUEL à propos de l'enseignement et de l'apprentissage des sciences, de même que ceux et celles interrogés par GAGNÉ à propos de l'histoire des sciences, constituent avec quelques autres la population auprès de laquelle nous avons effectué une étude

sur le sujet²². À cet effet, nous avons retenu comme instrument d'enquête le questionnaire «Views on Science, Technology and Society» (VOSTS) élaboré par AIKENHEAD (1987) et ses collaborateurs (1987, 1992). Bien qu'à l'instar de tout instrument de ce type, ce questionnaire soit à finalités homogènes, il se distingue à plusieurs égards de la tradition dans le domaine. D'une part, comme le soulignent d'ailleurs les auteurs, ce questionnaire est de conception unique puisque les personnes interrogées ont contribué, d'une certaine manière, à sa fabrication. En effet, aux fins de son élaboration, les auteurs ont sollicité des milliers de jeunes originaires de toutes les régions du Canada et les ont invités à exprimer par écrit ce qu'ils pensaient de propositions qui «mettent en scène», de diverses façons et suivant différentes perspectives, les interactions entre les sciences, les technologies et la société. L'analyse de ces discours a permis de dégager des lignes de pensée communes et de dresser ainsi un inventaire des divers points de vue recueillis sur les propositions en question, et de les réutiliser dans la version finale du questionnaire, en tenant compte dans la mesure du possible de leur formulation originale.

D'autre part, ce questionnaire se distingue également par le fait qu'il permet de traiter la question de la science et de sa socialité suivant divers angles d'entrée. Il s'agit d'ailleurs là de l'intérêt essentiel de ce questionnaire que l'on peut caractériser comme suit. En premier lieu, tout en relevant comme tout test d'une option épistémologique, le questionnaire VOSTS s'intéresse à «la science en action», si l'on peut dire, et aux controverses qu'elle suscite dans le champ de ses exégètes plutôt qu'à la science achevée. Cela est particulièrement manifeste dans le choix des thèmes qu'ont effectué les auteurs et qui portent tout aussi bien sur la traditionnelle croyance en l'élégance et la simplicité de la nature, que sur la participation des scientifiques à la «Big science» (complexe scientifico-militaro-

22. Cette étude s'inscrit dans un projet de recherche plus vaste portant sur la pertinence et la viabilité d'une stratégie de formation constructiviste à l'enseignement des sciences. Étendue sur 12 semaines, à raison de 6 heures par semaine, cette stratégie visait, de manière générale, à faciliter chez de futurs enseignants et enseignantes de sciences le développement d'un point de vue réflexif et averti sur leur propre épistémologie «spontanée» à l'égard de la cognition en général et des savoirs scientifiques en particulier, de ses inévitables effets sur leur pratique professionnelle et, bien sûr, des enjeux sociaux qui sous-tendent cette dernière. Aux fins de la recherche, nous avons fait usage de plusieurs instruments d'enquête (entrevues, journaux épistémologiques et questionnaires pré et post-stratégie) en nous concentrant plus particulièrement sur le repérage des représentations pré et post-stratégie à l'égard des sciences, et sur le développement des représentations de l'enseignement et de l'apprentissage des sciences. La thèse de doctorat de RUEL (1994) a porté spécifiquement sur ces deux dernières dimensions, alors que le rapport de recherche (DÉSAUTELS, LAROCHELLE avec la coll. de PÉPIN, 1994), qui couvre l'ensemble de la stratégie (ses aspects féconds et faisables tout comme ses «taches aveugles»), s'est intéressé plus particulièrement aux représentations des sciences. Les données que nous présentons ici ont été recueillies au début de la stratégie au moyen du questionnaire VOSTS.

industriel)²³. De plus, la forme même qu'ont retenue les auteurs de VOSTS pour traiter d'un thème particulier permet de traduire la variété effective des controverses et des points de vue à propos des thèmes en question plutôt que de les réduire à une simple dichotomie. En effet, à la suite d'une proposition, la personne-répondante est confrontée à une gamme de points de vue sur le sujet et conviée à y effectuer un choix ou, encore, à préciser qu'aucun de ces choix ne lui convient (trois types de réponses lui étant suggérés pour justifier ce choix par la négative), comme l'illustre la figure 1. Enfin, ces points de vue sont rédigés suivant un langage plus « vernaculaire » que celui qui caractérise les tests classiques, dans la mesure où, comme nous l'avons indiqué plus haut, ils ont été reconstitués à partir des discours d'une population généralement peu familière avec le langage savant des philosophes. Bref, tant du point de vue de la forme que de celui du contenu, cet instrument se démarque de l'orthodoxie dans le domaine, orthodoxie qui contribue à engendrer des instruments d'enquête qui procèdent de la seule perspective des « experts et expertes »²⁴.

Aux fins du présent article, nous examinerons plus particulièrement les choix effectués par les sujets à un seul des 23 items que nous avons retenus eu égard à nos préoccupations de recherche, soit celui qui met en scène les rapports entre les concepts d'observation et ceux de théorie. Soulignons que, suivant en cela les suggestions de KITCHENER (1986), qui montre comment le point de vue qu'entretient une personne à l'égard de la notion est souvent révélateur de sa théorie du savoir, nous avons demandé aux étudiants et étudiantes de prendre plus explicitement position à l'égard de quelques-uns des items du questionnaire (dont l'item en question), en les invitant à préciser par le biais d'un commentaire écrit, comment le point de vue qu'ils ont sélectionné s'apparente à un point de vue qu'ils estiment « vrai ». La figure 1 présente l'item en question de même que les résultats obtenus. À titre

23. En ce sens, l'optique des auteurs du questionnaire est doublement intéressante si l'on pense aux tests d'attitudes classiques. En effet, le plus souvent, ces tests présentent des positions de philosophes sur lesquelles se prononce la personne-répondante par le biais d'une échelle Likert. Or, ces énoncés, en plus d'être coupés de la pensée d'ensemble qui les englobe, sont la plupart du temps choisis suivant les thèmes chers aux philosophes classiques des sciences (POPPER et KHUN sont particulièrement prisés; à titre d'illustration, voir ROWELL et CAWTHON, 1982). Sur ce plan, le questionnaire VOSTS est beaucoup plus complexe et près de la science-qui-se-fait, car on y interroge également le rôle des interactions entre scientifiques dans la construction du savoir, les diverses positions que ceux-ci occupent dans la société, l'effet des projets sociaux plus vastes, etc.

24. Par ailleurs, le questionnaire VOSTS est d'usage souple et diversifié: il comporte une banque d'items (en fait, 114 items) à laquelle on peut puiser suivant les intérêts de recherche (ce que facilite notamment le regroupement des items en « schèmes conceptuels », qui sont autant d'angles d'analyse des sciences et de leur fabrication, et qui sont eux-mêmes groupés suivant des catégories plus vastes, telles la catégorie dite d'« épistémologie », la catégorie dite de « sociologie externe », etc.); il peut aussi être transformé, en utilisant la méthodologie même de son élaboration que les auteurs ont bien pris soin d'explicitier (voir AIKENHEAD *et al.*, 1987), suivant la singularité de la population-cible; enfin, il s'est révélé pertinent pour les enquêtes auprès de populations autres que la population originale, notamment la population enseignante (ZOLLER *et al.*, 1991).

indicatif, nous présentons aussi les résultats obtenus à cet item auprès d'élèves du secondaire.

À propos du rapport observation-théorie en sciences

L'idée selon laquelle l'observation, en tant que processus de production des faits scientifiques, est tributaire du cadre théorique à l'intérieur duquel elle est réalisée, constitue l'une des avancées de l'épistémologie contemporaine. Elle est d'ailleurs exprimée avec force par ULLMO (1967) dans un chapitre qu'il consacre aux concepts physiques.

Rien n'est donné, tout est à faire. Une observation n'a de sens qu'en fonction d'une interprétation, c'est-à-dire d'une hypothèse préalable. Il faut préjuger de ce qui entre en relation avec l'objet; est-ce la couleur rouge qui arrête l'hémorragie, comme le croyaient les alchimistes? [...] La science se nourrit de faits observés. Mais il n'y a pas de faits bruts; même l'éclipse, le coup de tonnerre, le précipité dans l'éprouvette, portent une théorie plus ou moins naïve, plus ou moins élaborée, jamais absente. Nous ne pouvons même pas sentir ou percevoir sans y apporter de nous-même, de notre acquis. La pensée ne se laisse jamais éliminer (p. 657).

Le point de vue d'Ullmo ne se conjugue guère avec celui largement répandu en milieu scolaire et en vertu duquel l'observation consiste essentiellement en un enregistrement plus ou moins passif de données sensorielles par un sujet attentif, comme l'illustre de façon exemplaire cet extrait du manuel *Sciences Plus* (MCFADDEN *et al.*, 1988) destiné aux élèves du secondaire. Dès les premières pages dudit manuel, les auteurs, appartenant en majorité au milieu universitaire, mettent en scène ce que peut signifier «être scientifique» en décrivant l'atterrissage d'un extraterrestre prénommé Vet. Plus particulièrement, après quelques précisions plutôt saugrenues sur la morphologie (Vet aurait six doigts par main!) et sur les états d'âme de Vet, les auteurs soulignent que ce dernier «commence l'exploration d'un monde nouveau d'une façon scientifique» (p. 14), c'est-à-dire qu'il réalise des «observations: voir, toucher, goûter, sentir, entendre» (p. 14). On devine d'ores et déjà la facture des exercices subséquents qui seront proposés aux élèves, à savoir «observer» une chandelle avant qu'elle soit allumée et pendant sa combustion. Voici d'ailleurs les termes dans lesquels cet exercice est formulé:

Quoi faire

1. Avant d'allumer la chandelle, fais autant d'observations que possible. Tu disposes de sept minutes. Peux-tu faire cinq observations? 10? 20? Note toutes tes observations.
2. À l'aide de pâte à modeler, fixe la chandelle dans le plat de pétri ou le couvercle. Allume-la. Pendant le temps nécessaire pour qu'elle se consume (ou dix minutes) réalise autant d'observations que possible. La règle peut-elle te

servir pour effectuer certaines observations? Cependant, au cours de cet exercice, ne brûle pas la règle ni rien d'autre à part la chandelle.

Discussion

1. Partage tes observations avec tes camarades. Ont-ils fait des observations qui t'ont échappé? Regroupe chaque observation selon qu'elle a été faite par l'un ou l'autre des sens: le toucher, le goûter, l'ouïe, l'odorat, la vue (p. 15).

Constater que la bougie est de couleur verte et a une forme cylindrique, ou encore remarquer que l'intensité de la flamme n'est pas constante, sont des opérations que les auteurs assimilent de toute évidence au concept d'observation en science, alors qu'il s'agit au mieux d'une reconnaissance de ce que l'observateur ou l'observatrice sait déjà. On peut penser que cette illustration représente un cas extrême et qu'il y a sans doute des manuels qui proposent des conceptions plus nuancées du processus d'observation en science, bien que, de manière générale, on note une absence marquée de préoccupation épistémologique dans le contexte de l'éducation à la science (DUSCHL, 1985). Par ailleurs, les études empiriques à propos de la représentation de la production du savoir scientifique chez les élèves du secondaire et du collégial, montrent bien que ces derniers ne conçoivent pas l'observation comme un processus ancré théoriquement. Par exemple, seulement 30% d'une population de dix mille élèves du secondaire estiment que le cadre théorique du chercheur ou de la chercheuse influence les observations qu'il réalisera (AIKENHEAD et RYAN, 1989). Mais qu'en est-il des sujets qui ont terminé un premier diplôme universitaire en sciences et qui se destinent à l'enseignement de celles-ci?

L'examen de l'histogramme qui suit atteste du fait que moins du quart des étudiants et étudiantes (7 sur 26) ont choisi les énoncés A ou B dans lesquels les concepts d'observation et de théorie sont présentés de façon solidaire, alors que 70% d'entre eux, en choisissant l'un ou l'autre des énoncés C, D, E et F, estiment que l'observation n'est pas habitée par un projet théorique. Par ailleurs, on note un parallèle tout à fait remarquable entre leurs préférences et celles exprimées par les quelque 600 élèves québécois francophones de secondaire V qui ont répondu à cette question (AIKENHEAD et RYAN, 1989). Certes, en l'absence d'une comparaison exhaustive des choix des uns et des autres aux différents items du questionnaire, nous ne pouvons prétendre à la similarité de leurs représentations. Toutefois, l'analyse qui suit, et qui porte sur les commentaires effectués par les apprentis enseignants et apprenties enseignantes à l'appui de leurs choix, indique que ces derniers n'ont guère eu l'occasion de remettre en question leurs représentations «spontanées» à l'égard des sciences et que, de manière générale, elles ont tendance à s'apparenter étroitement à ce que nous avons désigné plus haut comme étant la représentation scolaire des sciences (voir DÉSAUTELS *et al.*, 1994). Voyons ce qu'il en est.

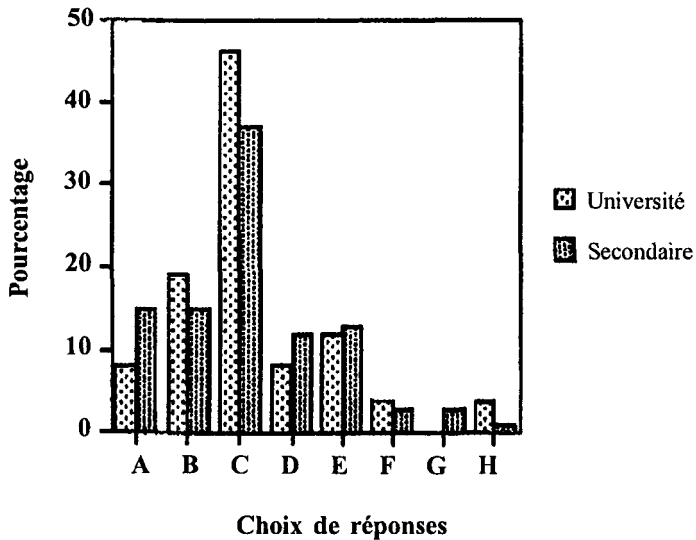
FIGURE 1

Réponses à la question 19*

* Question 19. Des observations scientifiques effectuées par des scientifiques compétents seront habituellement différentes si ces scientifiques croient en des théories différentes.

Choisis l'énoncé qui exprime le mieux ta position personnelle. Lis les énoncés de A à H et choisis-en un seul.

- A. Oui, car les scientifiques expérimenteront de manière différente et noteront des choses différentes.
- B. Oui, car les scientifiques penseront de manière différente et cela transformera leurs observations.
- C. Les observations scientifiques ne différeront pas beaucoup même si les scientifiques croient en des théories différentes. En effet, si les scientifiques sont compétents, leurs observations seront similaires.
- D. Non, car les observations sont aussi précises que possible. C'est de cette façon que la science a pu progresser.
- E. Non, les observations correspondent exactement à ce que l'on voit, ni plus ni moins ; ce sont les faits.
- F. Je ne comprends pas.
- G. Je ne connais pas suffisamment le sujet pour effectuer un choix.
- H. Aucun de ces énoncés ne correspond à l'essentiel de mon point de vue.



Examinons d'abord le discours de ceux et celles qui ont choisi l'un ou l'autre des énoncés C, D et E, qui procèdent d'une même idée principale. De manière générale, les sujets affirment tous que les observations sont indépendantes des théories mises de l'avant par les scientifiques: observer c'est plus ou moins décrire *ce qui est en soi*. Les deux sujets qui ont justifié leur choix de l'énoncé E soutiennent ainsi que les observations constituent un résultat (et non pas une opération cognitive), qu'ils nomment par ailleurs « faits ». Pour l'un d'eux (sujet 14), l'observation est une affaire de perception visuelle et l'observation scientifique consiste simplement à décrire ce qui est, c'est-à-dire les faits: «Lorsqu'on observe quelque chose, on ne peut décrire que ce que l'on voit. On ne peut rien inventer. Il s'agit des faits.» On aura bien sûr reconnu là la conception scolaire évoquée plus haut et qui est en quelque sorte la conception la plus naïve du processus d'observation, celle qui fait dire à tout un chacun qu'observer c'est regarder attentivement en notant tout ce que l'on voit. Le second sujet (4) assimile également observations et faits et semble faire sien l'adage populaire suivant lequel un fait étant un fait, il est donc le même pour tous et toutes: «Selon moi, les observations sont des faits et si les scientifiques sont compétents, ces faits seront les mêmes pour tous.» Cependant, contrairement à son collègue, il n'assimile pas les observations à des perceptions; elles seraient plutôt le résultat d'opérations de mesure effectuées selon des méthodes éprouvées et reconnues et qui ne constituent donc pas des matières à discussion, d'où s'ensuit leur invariance d'un ou une scientifique à l'autre: «Les observations scientifiques se mesurent grâce à des méthodes reconnues par tous les scientifiques (longueur, poids, etc.). Elles ne devraient pas varier d'une personne compétente à une autre.» En ce sens, puisque les observations sont les mêmes pour tous et toutes, seule leur interprétation peut donc faire problème: «C'est plutôt l'analyse et l'interprétation de ces observations qui varieront selon les personnes.» Le point de vue du sujet 21, qui a choisi l'énoncé D, semble partiellement rejoindre celui du sujet 4, dans la mesure où l'usage adéquat des méthodes (usage qui n'est d'ailleurs pas défini) permettrait aux scientifiques de parvenir aux mêmes résultats: «Si les méthodes utilisées par ces deux scientifiques sont adéquates, ils ne devraient pas parvenir à des résultats bien différents.» Enfin, même si le sujet 24 a choisi l'énoncé C, son discours ne se démarque guère de ceux qui précèdent, car il semble aussi penser que ce n'est que sur le plan de l'interprétation des observations que des divergences peuvent être manifestes: «Des observations sont supposées [être] les mêmes en tous les cas (observer c'est décrire ce que l'on voit). Cependant, l'interprétation peut différer.» En l'occurrence, il semble que, pour ces quatre sujets, le processus d'observation est totalement dissocié des affinités théoriques des scientifiques et que la production du savoir scientifique est essentiellement une affaire de description d'une réalité ontologique.

Il est également assez net que ceux et celles qui ont choisi l'énoncé C estiment que la «bonne observation» est nécessairement dissociée du cadre théorique privilégié par l'observateur. Ce dernier doit procéder à l'observation non seulement

sans parti pris théorique, mais aussi en mettant sa subjectivité entre parenthèses, comme en témoigne le discours de six des neuf sujets qui ont justifié le choix de cet énoncé. Par exemple, selon le sujet 8, les scientifiques doivent faire fi de leurs préférences théoriques et tout prendre en considération: «les scientifiques doivent regarder tout et pas seulement ce qui leur plaît». Le sujet 11 abonde dans le même sens en précisant que c'est l'explication qui pose un problème et non pas l'observation: «à moins de vouloir à tout prix que nos résultats fonctionnent, mais ça ne servirait à rien étant donné que quelqu'un qui reprendrait les observations n'obtiendrait pas la même chose». En d'autres termes, les résultats (les faits) finiraient par s'imposer d'eux-mêmes, indépendamment des manœuvres cognitives des observateurs et observatrices. Cette non-contamination théorique des observations étant tenue pour acquies, s'il y a des différences dans le travail des scientifiques, elles ne peuvent être qu'un effet de leur personnalité ou encore de leur subjectivité. Ainsi, pour le sujet 9, un «fossé perceptif» peut être induit par les caractéristiques personnelles des scientifiques: «En effet, seules les caractéristiques personnelles et particulières les amèneront à l'établissement d'un certain fossé perceptif, car chacun ne perçoit pas la même chose de ce qu'il observe. Cela fait partie des caractéristiques de notre propre développement.» Toutefois, pour certains sujets, ces vicissitudes peuvent être atténuées, voire éliminées. Pour l'un des sujets (15), c'est même là une question de compétence scientifique: «Il peut y avoir certaines différences dans des domaines favorisant la subjectivité de l'observateur (ex. en comportement animal). Toutefois, un scientifique compétent saura déceler et éliminer cette subjectivité de ses observations». Pour un autre sujet (17), cette intrusion de la subjectivité, d'autant plus probable si les données sont qualitatives, peut être contrée sur le plan méthodologique si une personne seulement est assignée à la cueillette des données:

En science, la rigueur est importante dans l'expérimentation. Que les scientifiques croient ou non dans la même théorie n'est pas fondamentalement important car, de toute façon, deux personnes différentes qui croient dans la même théorie peuvent noter des résultats différents sur une même expérience surtout s'il s'agit de résultats qualitatifs. C'est pourquoi la même personne doit prendre les résultats pour garder l'uniformité.

En bref, selon les sujets cités jusqu'ici, toute mésentente à propos des observations scientifiques est une question de biais théoriques ou subjectifs des observateurs. Le sujet 13 est d'ailleurs radical à cet égard, car toute discordance remettrait en cause les fondements mêmes des sciences et... l'intégrité des scientifiques («Dire le contraire [observations non similaires] serait mettre en doute l'intégrité des scientifiques et, par le fait même, ébranler les fondations du monde des sciences»).

Les trois autres sujets qui ont aussi choisi l'énoncé C tiennent un discours quelque peu différent, tout en admettant cependant, à l'instar de leurs collègues, que ce n'est pas l'observation qui pose un problème, mais bien son interprétation. Ainsi, pour le sujet 12, les mêmes observations peuvent certes être utilisées à l'appui de théories différentes mais, quoi qu'il en soit, un consensus théorique finira par

s'établir: «des recherches supplémentaires pourraient démontrer que l'une des théories est fausse ou que les théories sont complémentaires». C'est une perspective similaire qui anime les propos du sujet 19, qui prennent appui sur une idée pour le moins controversée, soit celle de méthode scientifique:

La méthode scientifique permet une standardisation de l'expérimentation mais les hypothèses de base sont dépendantes des croyances du chercheur, ce qui oriente les travaux de recherche. Une théorie sera d'autant plus vraie lorsque celle-ci aura été éprouvée par des scientifiques ayant des croyances différentes.

Enfin, le sujet 1 suggère que ceux et celles qui font des observations devraient adopter une attitude qu'il désigne comme une ouverture d'esprit et qui serait aussi une condition du progrès des sciences: «Même si un confrère ou une consœur détruisait sa propre théorie, il ne faut pas faire l'autruche, il faut étudier la nouvelle théorie pour faire progresser la science.» Mais que pensent leurs collègues qui ont plutôt choisi les énoncés A et B?

Les sujets qui ont choisi l'énoncé B se disent en accord avec l'idée selon laquelle le cadre théorique des chercheurs et chercheuses transforme leurs observations. Cependant, les arguments des trois sujets qui ont justifié ce choix sont de nature différente. Ainsi, le sujet 26, par un raisonnement plutôt ambivalent, semble signifier que, malgré la transformation des observations susmentionnée, les scientifiques qui souscrivent à des théories différentes en arriveront (on ne sait comment) peut-être à un consensus théorique: «mais cela ne les empêchera peut-être pas de conclure à la même théorie». À l'opposé, le sujet 23 semble concevoir l'observation comme un processus interprétatif, d'où découle l'importance qu'il accorde au cadre théorique privilégié par les scientifiques: «L'interprétation des résultats sera différente si les chercheurs croient en des théories différentes.» Enfin, le sujet 18 estime que le cadre théorique du chercheur ou de la chercheuse pèse lourd dans la production du savoir. Il amorce son discours en soulignant l'incomplétude de l'énoncé B car, dit-il, «on peut questionner le processus de l'observation lui-même», semblant signifier par là que des illusions visuelles pourraient marquer celui-ci: «L'observation visuelle, par exemple, peut être facilement réfutée.» L'essentiel de son argumentation s'articule cependant autour des concepts d'observation et de théorie et, bien que son point de vue soit peu étoffé, il laisse entendre que le sujet connaissant aurait un rôle actif dans la production du savoir: «J'ai choisi cet énoncé parce qu'il se rapporte à la pensée du scientifique. Celle-là, oui, est bien capable d'influencer, de transformer et même de créer une réalité.» Est-ce à dire qu'il y aurait en extériorité par rapport à l'observateur une réalité en soi, indéformable, que le sujet connaissant transforme, déforme? Qui sait!

Les sujets 25 et 5 qui ont choisi l'énoncé A ne semblent pas, eux non plus, l'avoir fait pour les mêmes raisons. Par exemple, le sujet 25 estime que les observations peuvent différer en fonction des buts visés par les scientifiques et des protocoles expérimentaux retenus: «En fonction des buts et du protocole employé, les observations peuvent différer d'un scientifique à l'autre. Il est important d'expli-

quer en détails la méthode et le matériel utilisé lors de l'expérimentation pour donner une valeur scientifique à une recherche.» Autrement dit, des scientifiques qui croient en des théories différentes ne concevront pas et ne réaliseront pas les mêmes expérimentations, ce qui expliquerait les différences remarquées sur le plan des observations. Le sujet 5, pour sa part, semble se contredire puisqu'il soutient que l'expérimentation ne sera pas altérée par le cadre théorique privilégié par les scientifiques. Par ailleurs, il estime que l'interprétation de l'expérimentation dépendra de ce qu'il nomme la perception (ce que l'on pense?): «Chacun expérimente la même chose mais peut voir ou interpréter cette expérimentation différemment selon sa propre perception.»

Ainsi, en regard des sujets cités plus haut, ceux qui ont préféré les énoncés A ou B n'ont pas produit des discours du même type. Pour eux, l'observation ne serait pas un simple constat et le cadre théorique de l'observateur jouerait un rôle dans le processus. Cependant la teneur de leurs discours, parfois brefs, d'autres fois ambigus, ne permet pas d'élucider précisément leur conception du rapport observation-théorie.

Notons enfin que deux sujets ont respectivement choisi les énoncés F et H, les autres énoncés ne correspondant pas à leur point de vue. Le premier (sujet 16) dit ne pas comprendre le sens de la question et ajoute ce qui suit: «Observations = résultats expérimentaux ou = conclusion faite à partir des résultats expérimentaux». Le second (sujet 2), de son côté, fait implicitement intervenir le concept de paradigme et donc celui de communauté de chercheurs et chercheuses pour expliciter sa position: «Si les "observations" sont faites dans un domaine nouveau, elles pourront être différentes selon l'observateur. Si les scientifiques (observateurs) travaillent dans un domaine bien établi, les observations seront probablement les mêmes.»

En l'occurrence, de manière générale, trois grandes orientations nous semblent caractériser les points de vue exprimés par les étudiants et étudiantes quant au rapport observation-théorie²⁵. La première correspond à la conception réaliste et naïve de la production du savoir scientifique. Les faits sont indiscutablement donnés, présents dans la réalité, et observer consiste alors à produire une description de ce qui tombe sous les sens, c'est-à-dire les objets du réel usuel. Les discours de ceux et celles qui ont opté pour les énoncés D et E nous semblent procéder d'une telle conception. La seconde orientation s'inscrit également dans une perspective réaliste sur le plan épistémologique en ce que l'observation ne relève ni de conditions opératoires ni d'un cadre théorique particulier. L'enjeu, s'il en est, est celui de l'élimination des *passagers clandestins*, selon l'expression de FOUREZ (1992), c'est-à-dire de ce qui est conçu par les partisans et partisans de cette conception comme des *biais* théoriques ou subjectifs, et ce, afin d'assurer l'identité des ob-

25. Soulignons que ces orientations caractérisent de manière tout aussi générale les points de vue qu'ils ont exprimés aux autres items du questionnaire. Voir DÉSAUTELS *et al.*, 1994.

servations qui, pour certains sujets sont envisagées comme le résultat d'un processus de perception sensorielle. Par ailleurs, s'il arrivait que des différences soient notées entre les observations des chercheurs et chercheuses, celles-ci pourraient être résorbées lors de travaux de recherche subséquents car, somme toute, la réalité ou la vérité parviennent toujours à s'imposer. La troisième orientation, non homogène, regroupe les discours de ceux et celles qui ont choisi les énoncés A et B et qui semblent penser que l'observation est inévitablement solidaire du cadre théorique des scientifiques engagés dans une recherche. Toutefois, comme nous l'avons indiqué, les discours de ces sujets ne sont pas suffisamment explicites et articulés pour que nous puissions en proposer une interprétation épistémologique plus précise.

Nonobstant ces réserves, nous pensons que les résultats de cette étude et des autres études québécoises citées tout au long de cet article, constituent comme le notait déjà ELKANA en 1970 et comme le souligne DUSCHL (1985) à propos des programmes d'enseignement américains, une illustration éloquente de la situation marginale dans laquelle s'accomplit l'enseignement des sciences en regard des enseignements que suggèrent les travaux contemporains en épistémologie, en histoire et en sociologie des sciences à propos de la nature des sciences et de leur production.

Comme nous l'avons souligné, les conséquences de cette méconnaissance sont nombreuses et non négligeables. En effet, la fin des études secondaires marquant pour la majorité des personnes la fin de leur fréquentation des cours de sciences, c'est donc à partir de la représentation qu'elles ont alors développée qu'elles donneront relief et sens au phénomène scientifico-technique qui marque notre société. Il y a donc, comme nous l'avons aussi indiqué, un enjeu social important lié à une connaissance adéquate de l'entreprise scientifique. Or, comme en témoignent les travaux déjà cités d'AIKENHEAD *et al.* (1987) qui ont porté sur les points de vue d'adolescents et adolescentes québécois notamment, la situation n'est guère réjouissante²⁶. On y observe entre autres que les étudiants et étudiantes québécois francophones ont davantage tendance à accorder une neutralité idéologique et, du coup, un pouvoir décisif aux «experts». Ce verdict est aussi conforté par une recherche que nous avons menée auprès d'adolescents et d'adolescentes qui terminaient leurs études secondaires (DÉSAUTELS et LAROCHELLE, 1989). Le point de vue qui suit témoigne d'une façon exemplaire à la fois des divers points de vue de la population étudiée et de cette tendance à faire du savoir scientifique un savoir intemporel, universel, idoine aux objets du réel usuel et idéologiquement immune en regard des autres savoirs (ici, les connaissances religieuses), en deux mots, un savoir qui s'apparente à une fiction:

26. Notons que cette situation n'est pas particulière au Québec, comme l'illustrent l'étude pan-canadienne précitée conduite par AIKENHEAD *et al.* (1987), et l'étude de GRIFFITHS et BARRY auprès d'adolescents et d'adolescentes de Terre-Neuve (1991).

Une connaissance scientifique, c'est toujours la même chose. Une connaissance scientifique, c'est $F=ma$. C'est une formule, c'est toujours ça. Tandis qu'une connaissance religieuse... ça peut être affecté par ta famille : si tu es né dans une religion catholique, tu vas croire en la religion catholique. Ça dépend de ta nationalité, ça dépend de ce que tu as vécu, ça dépend de ton entourage, de la société. [Tandis qu'une connaissance scientifique], si elle est vraie, elle est vraie pour la classe ouvrière. Je pense qu'une pomme c'est une pomme et quand elle tombe, elle tombe toujours avec une accélération de dix mètres par seconde au carré : les Martiens trouveraient ça aussi (p. 1).

Par ailleurs, la méconnaissance des enjeux sociohistoriques n'est pas le seul aspect critique de l'enseignement des sciences tel qu'il se fait. Les problèmes d'appropriation cognitive qu'il soulève sont tout aussi prononcés. En effet, comme nous l'avons constaté (DÉSAUTELS et LAROCHELLE, 1989) et comme le corroborent les études de RUEL (1983) et de BENYAMNA *et al.* (1993), le plus souvent, le réseau complexe de postulats et de relations qui sous-tend le savoir scientifique échappe aux élèves. Et un peu à la manière des savants amateurs suavement décrits par FLAUBERT (vers 1880) et analysés par MOSCOVICI (1984), les élèves ont alors recours à toutes sortes de stratégies pour «recycler» ce savoir en un savoir digeste, entendre un savoir qui témoigne de «choses, de qualités et de forces» plutôt que d'«idées, de mots et de relations». La fiction devient réalité.

Marie LAROCHELLE

*Département de didactique, de psychopédagogie et de technologie éducative,
Université Laval.*

Jacques DÉSAUTELS

*Département de didactique, de psychopédagogie et de technologie éducative,
Université Laval.*

Françoise RUEL

*Département d'enseignement préscolaire et primaire,
Université de Sherbrooke.*

BIBLIOGRAPHIE

- AIKENHEAD, Glen S., «High-school graduates' beliefs about science-technology-society. III. Characteristics and limitations of scientific knowledge», *Science Education*, 71, 4 : 459-487

- AIKENHEAD, Glen S., Reg W. FLEMING et Alan G. RYAN, «High-school graduates' beliefs about science-technology-society. I. Methods and issues in monitoring student views», *Science Education*, 1987, 71, 2: 145-161.
- AIKENHEAD, Glen S. et Alan G. RYAN, «The development of a new instrument: Views on Science-Technology-Society (VOSTS)», *Science Education*, 1992, 76, 5: 477-491.
- AIKENHEAD, Glen S. et Alan G. RYAN, *The Development of a Multiple Choice Instrument for Monitoring Views on Science-Technology-Society Topics*, Ottawa, Conseil de recherche en sciences humaines du Canada, 1989.
- ASSELIN, Carmen, *Les tendances historiographiques de la conception de l'histoire des sciences véhiculées par le discours des enseignants du secondaire et du collégial*, Québec, Université Laval, 1989 (Mémoire de maîtrise non publié.)
- AUDET, Michel, *Le procès social de la production scientifique des sociologues du Québec de 1940 à 1965*, Montréal, Université de Montréal. (Thèse de doctorat non publiée.) 1983
- BACHELARD, Gaston, *La philosophie du non*, Paris, Presses universitaires de France, 1973
- BATESON, Gregory, *La nature et la pensée*, Paris, Éditions du Seuil, 1984
- BÉLIZAIRE, Jacques, *La formation des maîtres en sciences : étude exploratoire*, Québec, Ministère de l'Éducation, Direction de la recherche, 1984
- BENYAMNA, Salah, Jacques DÉSAUTELS et Marie LAROCHELLE, «Du concept à la chose : la notion de particule dans les propos d'étudiants à l'égard de phénomènes physiques», *Revue canadienne de l'éducation / Canadian Journal of Education*, 18, 1: 62-78, 1993
- BERTHELOT, Michèle, *La conception de la fonction sociale de la science chez les enseignants de sciences du secondaire et du collégial*, Québec, Ministère de l'Éducation, Direction de la recherche, 1987
- BOURDIEU, Pierre, *Le sens pratique*, Paris, Éditions de Minuit, 1980
- BRANNIGAN, Augustine, *The Social Bases of Scientific Discoveries*, Cambridge, Cambridge University Press, 1981
- BROCK, W.H., «From Liebig to Nuffield. A bibliography of the history of science education, 1839-1974», 1975 *Studies in Science Education*, 2: 67-99.
- CALLON, Michel et Bruno LATOUR, *La science telle qu'elle se fait*, Paris, Éditions La Découverte, 1990
- CALLON, Michel (dir.), *La science et ses réseaux*, Paris, Éditions La Découverte / Conseil de l'Europe, 1989 / Unesco.
- CAWTHRON, E. R. et J. A. ROWELL, «Epistemology and science education», *Studies in Science Education*, 1978, 5: 31-59
- CHARTRAND, Luc, Raymond DUCHESNE et Yves GINGRAS, *Histoire des sciences au Québec*, Montréal, Boréal, 1987
- COLLINS, Harry M. et Trevor PINCH, *Tout ce que vous devriez savoir sur la science*, Paris, Éditions du Seuil, 1993
- DÉSAUTELS, Jacques, *École + science = échec*, Québec, Québec Science éditeur, 1980
- DÉSAUTELS, Jacques, Marta ANADON et Marie LAROCHELLE, *Le culte de la science. Les programmes d'enseignement des sciences en question*, Québec, Université Laval, Laboratoire de recherches sociologiques, 1988
- DÉSAUTELS, Jacques et Marie LAROCHELLE, *Qu'est-ce que le savoir scientifique? Points de vue d'adolescents et d'adolescentes*, Québec, Presses de l'Université Laval, 1989

- DÉSAUTELS, Jacques, Marie LAROCHELLE, Benoit GAGNÉ et Françoise RUEL, «La formation à l'enseignement des sciences: le virage épistémologique», *Didaskalia*, 1: 49-67.
1993
- DÉSAUTELS, Jacques, Marie LAROCHELLE avec la collaboration d'Yvon PÉPIN, *Étude de la pertinence et de la viabilité d'une stratégie de formation à l'enseignement des sciences*, Ottawa, Conseil de recherche en sciences humaines du Canada.
1994
- DÉSAUTELS, Jacques, Paul VALOIS et Marie LAROCHELLE, *La culture scientifique des années quatre-vingt: un programme de recherche*, Québec, Ministère de l'Éducation, Direction de la recherche.
1986
- DUSCHL, Richard A., «Science education and philosophy of science: twenty-five years of mutually exclusive development», *School Science and Mathematics*, 85, 7: 541-555.
1985
- ELGHORDAF, Abdelaziz, *La philosophie des sciences des enseignant(e)s*, Québec, Université Laval. (Mémoire de maîtrise non publié.)
1985
- ELKANA, Yehuda, «Science, Philosophy of science and science teaching», *Educational Philosophy and Theory*, 2, 1: 15-35.
1970
- FLAUBERT, Gustave, *Bouvard et Pécuchet*, Paris, Éditions Gallimard
1979
- FOERSTER, Heinz von, «La construction d'une réalité», dans: Paul WATZLAWICK (dir.), *L'invention de la réalité. Contributions au constructivisme*, Paris, Éditions du Seuil, 45-69.
1988
- FOUREZ, Gérard, *La construction des sciences*, Bruxelles, De Boeck.
1992
- FOUREZ, Gérard, *Pour une éthique de l'enseignement des sciences*, Lyon / Bruxelles, Chronique sociale et Vie ouvrière.
1985
- FREITAG, Michel, «La recherche dans l'université et la société: le bateau ne coule pas encore, mais l'eau monte...», *Société*, 11: 7-42.
1993
- GABEL, Dorothy L. (dir.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*, New York, Mac-Millan.
1994
- GAGNÉ, Benoît, «Autour de l'idée d'histoire des sciences: représentations discursives d'apprenti(e)s enseignant(e)s de sciences», *Didaskalia*, 3: 61-78.
1994
- GASKELL, Jim P., «Authentic science and school science», *International Journal of Science Education*, 14, 3: 265-272.
1992
- GEDDIS, Arthur N., «Using concepts from epistemology and sociology in teacher supervision», *Science Education*, 72, 1: 1-18.
1988
- GIDDENS, Anthony, *La constitution de la société*, Paris, Presses universitaires de France.
1987
- GRIFFITHS, Alan K. et Maurice BARRY, «Secondary school students' understanding of the nature of science», *Research in Science Education*, 21: 141-150.
1991
- GUILBERT, Louise, «L'idée de science chez des enseignants en formation; une analyse quantitative et qualitative à partir d'un test», *The Canadian Journal of Higher Education / La Revue canadienne d'enseignement supérieur*, 22, 3: 76-107.
1992
- JENKINS, Edgar W., «School science education: towards a reconstruction», *Journal of Curriculum Studies*, 24, 3: 229-246.
1992
- KITCHENER, Karen S., «The reflective judgment model: Characteristics, evidence and measurement», 1986 dans: Robert A. MINES et Karen S. KITCHENER (dirs), *Adult Cognitive Development*, New York, Praeger, 76-91.
- KOYRÉ, Alexandre, *Études newtoniennes*, Paris, Éditions Gallimard.
1973

- KUHN, Thomas, *La structure des révolutions scientifiques*, Paris, Éditions Flammarion.
1983
- KYLE, William C., «The reform agenda and science education: Hegemonic control vs. counterhegemony», *Science Education*, 75, 4: 403-411.
1991
- LAROCHELLE, Marie, «Radical constructivism. Notes on the implications for education... and for educators», communication présentée à International Symposium on Radical Constructivism «In Honor of Ernst von Glasersfeld», Atlanta, Georgia, April 2-3. (À paraître dans les Actes.)
1994
- LAROCHELLE, Marie et Nadine BEDNARZ (dirs), «Constructivisme et éducation», *Revue des sciences de l'éducation*, numéro thématique, 20, 1: 3-17.
1994
- LAROCHELLE, Marie et Jacques DÉSAUTELS, *De la science comme fiction à la science-en-action: le développement du point de vue d'étudiants et d'étudiantes à l'égard de la science et de sa fabrication*, communication présentée au colloque «Culture scientifique, technique et industrielle», Lyon, 7-10 décembre. (Non publié.)
1993
- LAROCHELLE, Marie et Jacques DÉSAUTELS, *Autour de l'idée de science. Itinéraires cognitifs d'étudiants et d'étudiantes*, Québec / Bruxelles, Presses de l'Université Laval et De Boeck-Wesmaël.
1992
- LATOUR, Bruno, «Pasteur et Pouchet: hétérogenèse de l'histoire des sciences», dans: Michel SERRES (dir.), *Éléments d'histoire des sciences*, Paris, Bordas.
1989
- LESSARD, Normand, *Une étude ethnographique d'un laboratoire de chimie en contexte scolaire: activités expérimentales ou activités rituelles?*, Québec, Université Laval. (Mémoire de maîtrise non publié.)
1989
- MATHY, Philippe et Gérard FOUREZ, *Enseignement des sciences, éthique et société*, Namur, Facultés universitaires de Namur, Département «Sciences, Philosophies, Sociétés».
1991
- McFADDEN, Charles P. et al., *Science Plus 7*, Toronto, Harcourt Brace Jovanovich. (Édition française.)
1988
- MITROFF, Ian I., «Norms and counter-norms in a select group of the Apollo Moon scientists: A case study of the ambivalence of scientists», *American Sociological Review*, 39: 579-595.
1974
- MOSCOVICI, Serge, «De la science au sens commun», dans: Serge MOSCOVICI (dir.), *Psychologie sociale*, Paris, Presses universitaires de France, 539-566.
1984
- MOSCOVICI, Serge, *Essai sur l'histoire humaine de la nature*, Paris, Éditions Flammarion.
1977
- OLSON, John et Thomas L. RUSSELL, *L'enseignement des sciences dans les écoles canadiennes. Vol. III. Études de cas*, Ottawa, Conseil des sciences du Canada.
1984
- PICKERING, Andrew (dir.), *Science as Practice and Culture*, Chicago, Chicago University Press.
1992
- PRACONTAL, Michel de, *Les mystères de la mémoire de l'eau*, Paris, Éditions La Découverte.
1990
- RAKOW, S.J., W.W. Welch et S.J. HUEFTLE, «Student achievement in science: A comparison of national assessment results», *Science Education*, 68, 5: 571-578.
1984
- RORTY, Richard, *L'homme spéculaire*, Paris, Éditions du Seuil.
1990
- ROWELL, J.A. et E.R. CAWTHON, «Images of science: An empirical study», *European Journal of Science Education*, 4, 1: 79-94.
1982

- RUEL, Françoise, *La complexification conceptuelle des représentations sociales discursives à l'égard de l'enseignement et de l'apprentissage chez de futurs enseignants et enseignantes de sciences*, Québec, Université Laval. (Thèse de doctorat.)
1994
- RUEL, Françoise, *Mise en évidence de quelques obstacles épistémologiques chez des élèves du secondaire V*, Québec, Université Laval. (Mémoire de maîtrise non publié.)
1983
- RUTHERFORD, James F. et Andrew AHLGREN, *Science for all Americans*, New York, Oxford University Press.
1990
- RYAN, Alan G., *Scientific literacy: Some Thoughts on Preparing Teachers to Teach it*, communication présentée à NSTA / SSTS / CASE Joint International Science Conference, Saskatoon. (Non publié.)
1982
- SAUL, John R., *Les bâtards de Voltaire. La dictature de la raison en Occident*, Paris, Payot.
1993
- SHAPIN, Steven et Simon SCHAFFER, *Leviathan and the Air-Pump: Hobbes, Boyle and the Politics of Experiment*, Princeton, New-Jersey, Princeton University Press.
1985
- STE-MARIE, Louis, *Évaluation de l'enseignement des sciences au secondaire en fonction des objectifs généraux et particuliers de cet enseignement*, Montréal, Université de Montréal, Faculté des sciences de l'éducation.
1980
- TAYLOR, Charles, *Grandeurs et misères de la modernité*, Montréal, Bellarmin.
1992
- THUILLIER, Pierre, *Le petit savant illustré*, Paris, Éditions du Seuil.
1980
- ULLMO, Jean, «Les concepts physiques», dans : Jean PIAGET (dir.), *Logique et connaissance scientifique*, Paris, Éditions Gallimard, 623-705.
1967
- VOIGT, Jörg, «Patterns and routines in classroom interaction», *Recherches en didactique des mathématiques*, 6, 1 : 69-118.
1985
- WELCH, Wayne W., Leopold E. KLOPPER, Glen S. AIKENHEAD et James T. ROBINSON, «The role of inquiry in science education: Analysis and recommendations», *Science Education*, 65, 5 : 33-49.
1981
- ZAYM-IDRISSI, Khadija L., Jacques DÉSAUTELS et Marie LAROCHELLE, «"The map is the territory!". The viewpoints of biology students on the theory of evolution», *The Alberta Journal of Educational Research*, 39, 1 : 59-72.
1993
- ZOLLER, Uri, Stuart DONN et Peter BECKETT, «Students' versus their teachers' beliefs and positions on science/technology/society — oriented issues», *International Journal of Science Education*, 13, 1 : 25-36.
1991