

Chapitre 3

Le rôle central de l'institution scolaire

La culture est une production, dont l'école est l'usine principale (Fernand Dumont, *Le sort de la culture*, 1995).

Nous avons déjà noté qu'il est peu de constats si bien partagés chez les gouvernements que ceux relatifs à la culture scientifique. Celle-ci serait devenue un défi de premier ordre pour notre société dite scientifique et technologique, et dans les discours s'y rapportant. Il n'est pas sûr cependant que nous investissions tous cette notion de culture scientifique de la même sémantique, ni que nous parlions le même langage. Car si certains posent encore la question en termes de démocratisation — rendre la science accessible à tous —, avouons que plusieurs pensent davantage aux qualifications qui font que certains seront bien formés pour le travail, selon des exigences prédéfinies.

Admettons comme hypothèse de travail que, pour relever les défis économiques actuels, les individus doivent posséder une certaine culture scientifique. Nous avons vu que se pose alors immédiatement la question des connaissances qui doivent être maîtrisées. Il est loin d'être résolu le problème de l'équilibre — ou du choix — entre les connaissances fondamentales et les connaissances spécialisées par exemple, ou celui qui oppose la connaissance des faits et la maîtrise des habiletés et des savoir-faire. La ou les façons de transmettre ces connaissances ne font pas l'unanimité non plus. Qui, de l'école, du milieu industriel ou des réseaux non formels (vulgarisation) doit former et pour quelles fins ?

Ces questions sont relativement récentes. En effet, l'institution qu'est l'école est depuis longtemps considérée comme le lieu officiel de transmission des connaissances. Certes, les premiers

contacts avec la raison se font bien avant l'âge scolaire. Par son développement cognitif, l'enfant acquiert certains schèmes de pensée (Piaget, 1967) ; ses parents lui renvoient des signaux — souvent stéréotypés — sur la science ; il pourra aussi entendre parler de sciences à la télévision. Mais c'est à l'école que l'on a confié la tâche de « contrôler » cette idée spontanée de science. Ce qu'on questionne aujourd'hui, c'est moins ce monopole que la capacité de l'école à bien remplir sa tâche.

L'école est aujourd'hui interpellée sur deux fronts, qui constituent autant de questions auxquelles elle doit faire face. D'abord, la question de la qualité de l'enseignement, aux niveaux primaire et secondaire particulièrement. Plusieurs études ont montré que l'intéressement aux sciences, la motivation et la démotivation envers celles-ci dépendaient de la qualité de l'enseignement (Seymour et Hewitt, 1996 ; OTA, 1988a ; CSC, 1984). Si tel est le cas, des efforts importants et renouvelés doivent être affectés régulièrement à la didactique, à la formation des enseignants et aux ressources pédagogiques.

Une deuxième question touche l'adaptation de l'enseignement au marché du travail, particulièrement aux exigences de la société technologique. Il n'est pas rare d'entendre dire que la formation universitaire n'est pas adaptée aux besoins industriels. Cette mésadaptation serait d'origine socio-historique : les institutions scolaires sont monopolisées par des individus voués d'abord à la recherche (Godin, Trépanier et Bourneuf, 1997 ; Gingras, 1991b) et les contraintes imposées par les programmes gouvernementaux d'aide à la recherche (Seely, 1993). Cette mésadaptation conduit aujourd'hui à plusieurs initiatives relatives à la formation professionnelle et technique, et à diverses expériences visant à impliquer plus directement l'industrie dans les questions scolaires (OCDE, 1984 ; 1992a). Quoi qu'il en soit, la perception de cette mésadaptation chez les élèves, qui se concrétise souvent par le syndrome du « à quoi ça sert », a une influence majeure sur l'intéressement aux professions et carrières scientifiques et techniques.

Ces deux questions font partie du programme politique de plusieurs pays occidentaux. Elles ont à peine effleuré cependant le monde francophone, du moins pas avec l'acuité qu'on leur

connaît dans le monde anglo-saxon. À l'aube d'une réforme de l'école attendue et souhaitée au Québec, il faut se demander quels sont les leviers dont dispose l'État pour intervenir sur ces questions, et quelles sont les conditions de succès des politiques gouvernementales ? Ce sont les questions auxquelles nous tenterons de répondre dans le présent chapitre.

DE QUELLE SCIENCE S'AGIT-IL ?

La science est une activité qui produit des explications du monde appelées théories. Contrairement à la connaissance dite ordinaire, basée sur la sensation et qui touche les effets des choses, la connaissance scientifique s'intéresse au comment, c'est-à-dire aux principes et mécanismes en cause. Le savoir scientifique substitue ainsi au monde des matérialités usuelles un monde de modèles et de relations (Cassirer, 1910 ; Bachelard, 1940 ; Piaget et Garcia, 1983).

Notre but n'étant pas de faire une lecture historique de ces notions, lecture fort bien menée ailleurs, nous nous contenterons de fonder notre propos sur les travaux récents de l'histoire et de la sociologie de la science pour en exploiter ici les conséquences au chapitre de l'éducation. La philosophie, l'histoire et la sociologie de la science ont montré que la science ne baigne pas seulement dans un environnement, qu'on l'appelle culture ou autrement, dont elle subit des influences. Cet environnement est lui-même constitutif de la science (Shapin, 1982 ; Golinski, 1990).

La notion de culture scientifique que nous avons commencé à soumettre à la critique est l'héritière d'une vision linéaire : il existe quelque part une communauté dite scientifique dont le savoir mérite d'être partagé par le plus grand nombre. Des efforts doivent être engagés pour la diffusion de cette culture au profit du reste de la collectivité. L'enjeu se résume souvent à trouver le bon moyen de communication.

À la lumière de cet objectif, plusieurs posent sans hésitation un diagnostic négatif sur l'école : l'école n'apprend pas ce qu'est la science. En effet, comment en sommes-nous venus à croire que la Terre tourne autour du Soleil, et pourquoi acceptons-nous

ce « fait » malgré les perceptions contraires qu'on en a ? De ce point de vue, « les cours de mathématiques et de sciences véhiculent un contenu idéologique bien plus grand que ceux de religion. Les élèves entrent dans une classe de sciences décidés à croire les vérités qu'on leur proposera de croire. Si par exemple, la preuve qu'on leur fournit ne leur plaît guère, ils estimeront généralement l'avoir mal comprise, plutôt que de mettre en question la théorie qu'on leur propose de croire » (Fourez, 1994 : chap. 10, p. 3).

La manière dont la connaissance s'établit [ne devrait pas être] entravée au départ par des jugements de sens commun sur ce qui est ou n'est pas vrai. Il s'agit plutôt de savoir comment on arrive à percevoir les choses comme vraies ou fausses (Collins, 1985 : 3).

L'école n'apprendrait pas davantage, ajoute-t-on, comment faire de la science : faire de la science pour l'élève c'est, comme pour le scientifique, formuler lui-même les problèmes et les questions, définir lui-même les termes de l'investigation et les critères de fiabilité et de validité (Millar, 1989 ; Laroche et Désautels, 1991).

La méthode scientifique et le positivisme

La science, telle que plusieurs persistent encore à la définir, s'inspire de la méthode des sciences physiques. On aurait peine à trouver cependant chez les physiciens du XVIII^e siècle une codification *explicite* de la méthode scientifique. Celle-ci est encore à venir. Il faudra attendre qu'un médecin, Claude Bernard, vienne en proposer un premier modèle en 1865, et que les philosophes du présent siècle poursuivent ce travail (Hempel, 1966 ; Nagel, 1961 ; Carnap, 1966 ; Popper, 1959), pour qu'on puisse parler d'une première représentation formelle, celle-là même qui abreuve encore aujourd'hui les discours.

On définit encore la science d'abord par sa méthode, alors qu'elle est en même temps une construction (Collins, 1985 ; Shapin et Schaffer, 1985 ; Callon et Latour, 1991), une vision (mécanique et mathématique) du monde (Koyré, 1966), et demeure en dernière analyse un processus social (Kuhn, 1962), tant par ses institutions historiques de légitimation que par ses institutions contemporaines de réalisation (Latour, 1987 ;

Knorr-Cetina, 1981 ; Lynch, 1985 ; Traweck, 1988). Cette méthode, est-il besoin de le rappeler, est celle d'un processus d'observation, d'expérimentation puis de généralisation (Godin, 1997a). L'observation se résume essentiellement à la constatation de phénomènes naturels. L'observateur a ici un rôle passif : il doit se contenter de lire ce qu'il voit. Grâce à un procédé d'induction, l'observateur procède ensuite à la généralisation de ses résultats. Il vient alors de découvrir la loi commune aux observations. Enfin, des expériences sont menées qui servent à « prouver » la loi. Ici l'observateur est actif : il provoque des observations qu'il a dans un premier temps constatées.

Même si Claude Bernard reconnaissait déjà l'apport inévitable de l'idée de départ, ou de l'hypothèse dans ce processus, une image davantage « positiviste » de la science a gagné la faveur de tous ses adeptes : la science découvre des réalités objectives, des vérités. La science produit des certitudes. Il suffit alors de bien appliquer la méthode pour inévitablement trouver ce que l'on cherche. Le sujet n'est qu'observateur, et le hasard est exceptionnel.

Il est surprenant, dès lors, que, si tant est que la science soit une méthode, le scientifique demeure, dans l'imagerie populaire, identifié à des dispositions particulières — celles du génie (Kanigel, 1986 ; Zilsel, 1993). C'est pourtant à cette image stéréotypée, et il faut l'avouer d'inaccessibilité, que croient les jeunes et les étudiants (Désautels et Laroche, 1989). Et pourquoi le leur reprocher si c'est l'image qu'en ont les milieux : les enseignants (Fleming, 1992 ; Fleury et Bentley, 1991 ; Gallagher, 1991 ; Brickhouse, 1990 ; Ogunniyi, 1982 ; Rowell, 1982), les conseillers d'orientation (Laroche, Désautels et Turcotte, 1997) et les médias (Lafollette, 1990 ; Nelkin, 1987).

Le questionnement scientifique et le constructivisme

Il faut honnêtement reconnaître cependant que l'image positiviste de la science est aussi, et peut-être d'abord, entretenue par les scientifiques eux-mêmes (Kern, Mirels et Hinshaw, 1983 ; Theocharis et Psimopoulos, 1987) ; c'est une vision peu critique des choses qu'Althusser (1974) appelle la « philosophie spontanée du savant ». Plusieurs auteurs ont suggéré que les réminiscences

publiques (autobiographies, récits) des savants, et leurs écrits pour les pairs, sont des discours de rationalisation (Woolgar, 1976) et des exercices empreints de rhétorique (Mulkay, Potter et Yearley, 1983 ; Latour et Woolgar, 1979 ; Cozzens, 1989 ; Latour, 1987 ; Myers, 1990 ; Prelli, 1989 ; Pera, 1991) qui ne reflètent malheureusement pas leur pratique. L'écrit et les récits officiels cachent la pratique réelle de la science, les erreurs, les difficultés rencontrées (Gilbert et Mulkay, 1984 ; Shapin, 1988).

Quoi qu'il en soit, ni les résultats obtenus (les théories) ni la méthode (expérimentale) ne suffisent pour définir la science. C'est là la grande leçon que nous a donnée le constructivisme. Non seulement, comme Claude Bernard — et William Whewell — le reconnaissait déjà, la triade observation-généralisation-expérimentation est-elle un processus interactif plutôt que linéaire, mais la science n'est pas qu'une lecture du monde. Elle construit son objet (Bachelard, 1934).

Elle construit son objet à plus d'un titre. D'abord, l'observation n'est pas passive : elle dépend d'une vision du monde, de théories préalables et d'instruments socialement construits. Ensuite, la science est déduction autant qu'induction, car elle avance des hypothèses bien plus qu'elle ne découvre des vérités. Enfin, l'expérimentation n'offre jamais une preuve ; elle ne fait que soumettre les hypothèses à l'épreuve. La science répond à des questions préalablement posées. En résumé, la science construit des modèles pour résoudre des problèmes.

La science est donc affaire d'imagination (Lakatos, 1978) et est une continuelle remise en question de ses acquis (Popper, 1959). La science est plus réflexive et interrogative qu'affirmative. La science est questionnement (Toulmin, 1972 ; Laudan, 1977) plutôt que certitude¹. Nous pouvons maintenant recenser des conséquences importantes de ces réflexions en terme d'enseignement.

¹ On trouvera une bonne analyse de l'évolution de ce concept de la science dans Radnitzky, 1980.

Les représentations de la science à l'école

La représentation de la science qu'ont les enseignants² et celle qui est véhiculée à l'école correspondent à ce que certains ont qualifié d'empirico-réalisme naïf, c'est-à-dire une science a-sociale, a-humaine et a-historique. Les faits parlent d'eux-mêmes, les connaissances sont le reflet d'une réalité ontologique, leur développement est cumulatif et linéaire. Science et vérité ne font qu'un grâce à l'emploi d'une saine méthode qui garantit la pureté et l'immunité. Les procédures scientifiques sont prédéterminées, la reproductibilité des résultats des expériences est cruciale, et celle-ci est assurée par un schéma mécaniste et stéréotypé : observation, hypothèse, expérimentation, conclusion, hypothèse (Guilbert, 1992 ; Ogunniyi, 1982 ; Benson, 1989 ; Terhart, 1988 ; Bentley et Fleury, 1992). C'est aussi l'image du cogito isolé dans son laboratoire, entièrement voué à un idéal de connaissance ou encore à la diminution des maux de ses congénères.

Cette vision est bien celle qu'ont mis au jour les sociologues de la science, à savoir que les activités des scientifiques sont en général coupées du reste des activités sociales et politiques, que l'évaluation et la gestion des risques scientifiques et technologiques, par exemple, seraient des actes essentiellement politiques (Jasanoff, 1990), tout comme le serait l'utilisation des résultats de la science. La science serait affaire de certitudes plutôt que de débats et de controverses (Engelhart et Caplan, 1987 ; Nelkin, 1978). Muni d'une telle conception, on oublie que l'imagination et l'audace scientifique ne suffisent pas à certifier la connaissance : il y a la sanction du jugement par les pairs, la persuasion et la rhétorique pour l'obtention des subventions, la publication dans les revues, etc. (Latour, 1987).

Les enquêtes faites auprès des élèves ont montré que l'image de la science est en tout point semblable à celle-là. La science est immunisée idéologiquement, elle a un caractère intemporel et universel, elle est idoine aux objets du réel usuel. La science est

² Le concept de représentation de la science couvre mieux, croyons-nous, les problèmes actuels de l'enseignement des sciences que celui de la compétence des enseignants : la représentation, nous la subissons : la compétence, elle, est affaire de jugement.

affaire de calcul et de formules (Aikenhead *et al.*, 1989 ; Désautels et Laroche, 1989 ; Désautels, Laroche et Pépin, 1994).

La pédagogie

Une telle représentation entraînerait un rapport de soumission et de docilité chez les élèves. Les enseignants privilégient l'obtention de la bonne réponse et, dans la conduite des travaux pratiques, attachent plus d'importance aux aspects procéduraux que conceptuels. Ni le statut épistémologique des élèves — en tant que producteurs de connaissances — ni le caractère construit et social de la science ne sont pris en compte (Benson, 1989 ; Krugly-Smolka, 1991).

Les divers cours de sciences sont faits sans liens entre eux. Une seule et même obsession : les faits plutôt que les habiletés (procédés, créativité, applications). Les cours de mathématiques mettent l'accent sur ce qu'on appelle en anglais *l'arithmetical drill and practice*, plutôt que sur la compréhension des concepts et leurs applications. Les calculatrices, largement répandues aujourd'hui, sont peu présentes dans les salles de classe (OTA, 1988b : 28). L'enseignement technique, enfin, est principalement théorique (principes de fonctionnement des machines, procédés utilisés, caractéristiques physiques et techniques des pièces, etc.), la spécialisation étant reléguée à l'entreprise. En classe, les travaux pratiques se limitent le plus souvent à faire réaliser un objet — une sorte de bricolage —, et le savoir-faire concret est réduit à de simples travaux pratiques.

Au terme d'une vaste enquête sur l'enseignement des sciences au Canada, le Conseil des sciences du Canada résumait comme suit l'état de l'enseignement au Canada (CSC, 1984) :

- La première préoccupation des enseignants 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, interaction entre la science, la technologie et la 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 [...] ».

- Les enseignants 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 [...] ».
- 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 insistent sur la bonne réponse et la précision plutôt que sur le processus d'investigation et la nature provisoire du savoir scientifique.
- 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.
- 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 estiment que « les élèves veulent des bonnes notes comme marque de réussite ; il 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 ».
- 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.
- L'enseignement, tel qu'il se fait, n'accorde pas de place ou très peu aux dimensions philosophiques, historiques, sociales et morales de la science, cela se justifiant, selon les enseignants, par les contraintes de temps.
- La préparation des élèves pour le niveau supérieur est une préoccupation pour les enseignants qui disent d'ailleurs que c'est aussi là une attente des parents.

Dix ans plus tard, Larochelle et Désautels (1993) renchérisaient : les élèves ne formulent ni leurs questions et problèmes de recherche, ni les procédés d'investigation que la résolution de

ces problèmes requiert, ni les critères de sa fiabilité et de sa validité. S'ils sont invités à justifier rationnellement leurs conclusions, c'est davantage à leurs capacités de réciter les explications des autres que l'on s'adresse qu'à leurs capacités de construire leurs propres explications et à développer ainsi une compétence d'apprenant-autonome.

L'enseignant soumet aux élèves une tâche avec pour seule consigne d'observer, comme si les faits ou les données allaient transmettre d'eux-mêmes leur charge cognitive. C'est la croyance en l'évidence comme source de connaissances. Lorsque les observations des élèves ne concordent pas avec celles qui sont prévues, il est alors inévitable que ce soit les élèves qui sont jugés comme de piètres observateurs. Ceux-ci doivent nier la valeur de leurs propres compétences cognitives. Les élèves seront ainsi amenés, tout doucement au long de leur scolarité, à se fabriquer une image dépréciative d'eux-mêmes. Il leur sera constamment rappelé, plus ou moins subrepticement, que leurs schèmes de compréhension et leurs savoirs, ceux du sens commun, sont erronés, voire illusoire (Désautels, Laroche, Gagné et Ruel, 1993).

Les ressources matérielles

Comme l'a bien noté T.S. Kuhn (1963), l'enseignement est centré presque exclusivement sur les manuels scolaires. Fidèles à la représentation précédente, ces derniers s'attachent à la définition des termes sans expliquer l'origine ni les concepts qu'ils recouvrent, ils décrivent des faits et font appel à la mémoire (Fourez, 1985 ; OTA, 1988b : 29-30)³.

Plus surprenant est l'oubli des « laboratoires » dans l'enseignement. Pourtant, si le développement des habiletés est lié à l'assimilation de connaissances sur des sujets particuliers (Novak et Gowin, 1985), le laboratoire constitue le lieu idéal pour cet apprentissage. Les laboratoires sont bien disponibles dans une majorité d'écoles (NSF, 1993a : 244), mais leur utilisation, déjà faible, est en diminution constante (OTA, 1988b : 71). Lorsqu'ils

³ Pour une réflexion sur les manuels scolaires, voir Strube et Lynch, 1984 ; Lynch et Strube, 1985 ; Rosenthal, 1984.

sont utilisés, on y fait, dans le contexte actuel, davantage des « travaux pratiques » : « la conception expérimentale est malheureusement un aspect négligé de l'éducation scientifique » (Hodson, 1988 : 56).

Les calculatrices n'ont pas un meilleur sort, nous l'avons noté. Les ordinateurs non plus. Les enseignants estiment qu'ils ne sont pas assez familiers avec l'ordinateur pour l'utiliser en classe (OTA, 1988b : 37). Les ordinateurs sont situés à l'extérieur des classes et ne font pas partie intégrante de l'enseignement. Inutilisés à des fins d'enseignement, ils ne sont pas davantage disponibles pour des fins diverses par les étudiants (NSF, 1993a : 67).

Les résultats scolaires

On fait grand cas depuis quelques années des comparaisons internationales sur les résultats scolaires des élèves. Dans une des premières enquêtes comparatives sur la question, on a montré que la performance des élèves américains en mathématiques était inférieure à celle des Asiatiques (Stevenson *et al.*, 1986). Quelques années plus tard, les résultats sont les mêmes (Stevenson *et al.*, 1993 ; TIMSS, 1996). Les auteurs expliquent les différences entre Américains et Asiatiques principalement par des facteurs d'ordre culturel et relatifs à la façon dont on considère le travail scolaire : le peu de temps investi dans les devoirs à la maison en Amérique par rapport à l'Asie, la faible implication des parents dans les travaux des enfants, et... la qualité de l'enseignement.

Selon certains, les résultats au Québec, par rapport à 23 pays, ne seraient guère mieux (Dussault, 1988). Si les élèves du niveau primaire (5^e année) se situent au-dessus de la moyenne, ceux du secondaire (3^e année) se situent tout juste dans la moyenne, ou au-dessous (5^e année). Plus on progresse dans la scolarité, et plus les résultats se détériorent. L'auteur affirme que la cause ne relève pas d'un manque d'intérêt des élèves pour les sciences, mais plutôt de la formation des enseignants et des programmes, ces derniers étant moins denses que ceux d'autres pays (tableau 5).

TABLEAU 5
 Résultats de l'analyse des programmes de sciences
 du Québec et hors Québec : densité sur une échelle de 0 à 3

	5 ^e année	III ^e Sec. 9 ^e année	V ^e Sec. 12 ^e année Biologie	V ^e Sec. 12 ^e année Chimie	V ^e Sec. 12 ^e année Physique
Sciences de la Terre					
Québec	1,0	0,8	—	—	—
Hors Québec	1,3	0,2	—	—	—
International	1,4	1,5	—	—	—
Biologie					
Québec	0,8	1,4	3,0	—	—
Hors Québec	0,8	1,3	2,8	—	—
International	1,0	1,8	2,8	—	—
Chimie					
Québec	0,1	1,0	—	1,2	—
Hors Québec	0,2	0,6	—	1,8	—
International	0,2	1,4	—	2,5	—
Physique					
Québec	0,9	1,9	—	—	1,0
Hors Québec	1,5	0,5	—	—	1,9
International	1,1	1,8	—	—	2,5
Processus d'apprentissage					
Québec	1,9	2,4	2,3	1,9	1,2
Hors Québec	1,3	1,6	2,0	1,8	2,3
International	0,9	1,2	1,3	1,1	1,2

Source : Dussault (1988).

Les enquêtes qui servent à tirer de tels constats ont été féroce-
 ment dénoncées. Sans rappeler toutes les critiques qui leur
 ont été adressées, notons seulement que ces comparaisons, ba-
 sées sur les examens scolaires, mesurent des compétences très
 spécifiques : à peine 5 % des questions mesurent autre chose que
 la mémorisation (NSF, 1993a : 9). On ne mesure pas les habiletés
 de création, d'expérimentation et d'interprétation. D'ailleurs, en
 basant le cheminement dans le système scolaire sur de tels tests,
 il va sans dire plus économiques à administrer, c'est l'élève qu'on
 guide vers une orientation professionnelle forcément biaisée :

« Nous réduisons l'approvisionnement social en futurs scientifiques et ingénieurs. Les tests scolaires ne mesurent qu'un nombre restreint d'habiletés et leur mauvais emploi sert souvent à nier à des étudiants l'accès à des cours et à les priver d'encouragement. » (OTA, 1988b : 39).

Le Québec

Dans un travail minutieux auprès des adolescents, Désautels et Larochelle (1989) ont montré que les représentations des élèves au Québec étaient en tous points semblables à celles que nous venons d'exposer. Dans une autre enquête que les auteurs réalisaient pour le ministère de l'Éducation en 1988 (Désautels, Anadon et Larochelle, 1988), ils concluaient ainsi à propos de la science véhiculée dans les programmes : c'est une science scolaire qui a bien peu à voir avec les sciences telles qu'elles se font.

La science enseignée véhicule 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 des connexions entre phénomènes ;
- la croyance en une objectivité qui correspond à la réalité et non aux paradigmes dominants, et qui serait atteinte par une sorte de jeu de dépersonnalisation ;
- la croyance en une science à portée universelle, indépendante des contextes socio-historiques 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.*

Ces propos apparaîtront à certains trop critiques. En fait, les constats du Conseil supérieur de l'éducation (CSE) sur le système québécois d'éducation sont en tous points semblables à ceux que nous venons d'esquisser.

Les objectifs de l'école

Le CSE a maintes fois déploré le trop grand nombre d'objectifs et de fonctions à l'école, compte tenu du temps disponible. À l'apprentissage se sont ajoutés ces dernières années, au primaire par exemple, le gardiennage, la sécurité affective, les habitudes alimentaires et d'hygiène qui empiètent sur le temps normalement consacré à l'apprentissage, et ce sans jamais remettre en cause la durée de la journée scolaire ou l'aménagement du calendrier scolaire (CSE, 1993a).

Le Conseil dénonce surtout que l'accent soit mis, dès le secondaire, sur la fragmentation disciplinaire aux dépens d'objectifs plus fondamentaux. L'enseignement est organisé sur la base de savoirs éclatés et sur la performance des élèves dans l'acquisition de ces savoirs. L'enseignement secondaire est une « machine à cours », où l'on insiste sur les cours requis pour le passage au collégial, sans relation avec les situations courantes et les préoccupations actuelles des jeunes. L'enseignement des sciences devrait viser à développer les apprentissages essentiels (connaissances, habiletés, attitudes), mais aussi les concepts de base, donner des repères historiques, offrir des démarches méthodiques, permettre la compréhension des principaux problèmes et l'analyse des défis majeurs (CSE, 1988a).

Il en va de même pour l'enseignement professionnel et technique : celui-ci ne comprend aucune formation générale autre que celle relative à la profession. On n'y apprend pas à poser des diagnostics, à résoudre des problèmes, à travailler en équipe et à s'adapter aux changements. On n'y offrait jusqu'à récemment aucun cours « Science, Technologie, Société » (STS) ou de culture technique : la technique est perçue comme un sous-produit de la science, comme une application utilitariste de celle-ci.

L'organisation et l'articulation des ordres d'enseignement

Le Conseil critique la faible articulation de l'enseignement, notamment au niveau collégial, entre les cours et entre les sessions, sans examen de synthèse. Il déplore surtout que le collégial soit contraint par les deux ordres d'enseignement que sont le secondaire et l'université : les préalables en sciences et mathématiques incitent à une spécialisation précoce des jeunes⁴ et conduisent aux taux d'échec actuels dans ces disciplines.

Les préalables ont pour conséquences de sélectionner plutôt que de permettre un passage au collégial, et surtout ils cautionnent la suprématie des sciences et des mathématiques. Pour le CSE, c'est là la cause de la sous-évaluation des sciences sociales dans notre société. Si celles-ci ont la réputation d'être faciles, c'est parce que les préalables à l'entrée aux ordres collégial et universitaire sont exclusivement centrés sur les sciences, et qu'à l'inverse aucun préalable n'est imposé aux études en sciences sociales (CSE, 1988b).

Le Conseil déplore enfin les chevauchements entre les ordres d'enseignement au niveau professionnel : chevauchements entre le secondaire et le collégial, et entre le collégial et l'université.

Le programme scolaire

Dès 1984, le CSE constatait que le Québec était la seule province à ne pas offrir le même nombre de cours obligatoires en sciences au niveau secondaire (1^{re} à 3^e année), et qu'au niveau primaire le Québec était loin derrière les États-Unis et la France. Il suggérait alors d'implanter un cours de physique en 2^e année du secondaire (CSE, 1984).

Le Conseil reconnaît que la quantité de cours en sciences et en mathématiques est aujourd'hui suffisante. Il déplore cependant que cet enseignement ne reçoive pas le temps alloué dans la grille-horaire, ou qu'il ne soit pas sanctionné dans le diplôme (ex. : les cours du 1^{er} cycle du secondaire en mathématiques) (CSE, 1989a ; 1989b ; 1990).

⁴ Voir aussi : Conseil des collèges (1986).

La pédagogie

Le Conseil affirme que la pédagogie est d'abord conditionnée par l'organisation scolaire : uniformisation du programme, objectif d'intégration des élèves, abolition des cheminements spéciaux, sans oublier l'impératif de faire passer la matière.

La pédagogie est de type traditionnel : le titulaire est le seul dépositaire du savoir, et l'évaluation est centrée sur la réussite et non sur les intérêts et les besoins de l'élève. La pédagogie est dogmatique et livresque. Les jeunes n'assimilent pas les concepts fondamentaux, ne développent guère des attitudes scientifiques, et n'acquièrent par les habiletés liées au processus d'investigation (CSE, 1986).

Le cours magistral prédomine dans 85% des enseignements (CSE, 1993c : 16), et l'innovation pédagogique est chose rare à tous les niveaux (CSE, 1993c : 55). À l'université, l'enseignement est dévalorisé par rapport à la recherche : la pédagogie n'occupe pas une place importante sur le plan de l'organisation universitaire ni sur celui du recrutement, du perfectionnement et de la promotion des professeurs.

Des réaménagements fondamentaux au niveau de l'enseignement des sciences sont loin d'avoir suivi les constats du CSE. Le MEQ a certes introduit des cours d'initiation à la technologie en 3^e et 4^e secondaire (CSE, 1993b : 20), et des cours de méthodologie en sciences sociales au collégial ; il a également proposé d'introduire un cours de culture scientifique et technique au collégial (CSE, 1993b : 23). On est loin cependant d'avoir fait l'unanimité sur le contenu des cours, notamment sur les paramètres de la formation fondamentale (CSE, 1993c : 36).

LES FACTEURS DE MOTIVATION ET D'INTÉRESSEMENT AUX SCIENCES ET AUX TECHNIQUES

Nous avons vu au chapitre précédent que la conception de la culture scientifique que s'est donnée le Québec dans sa politique scientifique est celle de la vulgarisation. L'école n'est malheureusement pas interpellée dans la plupart des discours sur la culture scientifique. Un important colloque international, tenu à Mont-

réal il y a quelques années, arborait encore une fois cette conception (Schiele, 1994).

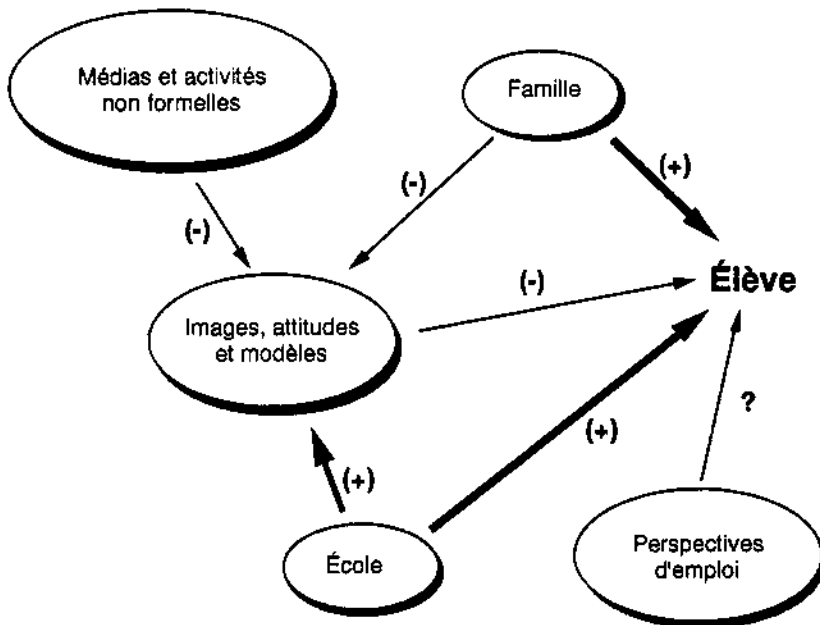
Le volume d'activités de vulgarisation au Québec est certes impressionnant et se compare avantageusement à celui de plusieurs autres pays (Schiele, Amyot et Benoît, 1994). Ceci est dû notamment, nous l'avons vu, aux efforts de soutien du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Science (MESS); il est surprenant cependant, compte tenu de la tradition historique de la vulgarisation au Québec (Charland, Duchesne et Gingras, 1987), qu'il ait fallu attendre la décennie 1980 pour en arriver là. Le danger toutefois est de considérer ces activités comme un substitut à une réforme en profondeur de l'enseignement des sciences. Médiatiser la science et vouloir en faire un événement culturel (cinéma, théâtre, prix du Québec à la télévision) est insuffisant. Si les efforts doivent en effet venir de plusieurs sources (éducation et vulgarisation), ceux-ci doivent être à tout le moins complémentaires.

Les facteurs qui participent à la valorisation de la science auprès des jeunes sont multiples : les attitudes de la société face à la science, la famille, l'école, les médias, etc. Tous ces facteurs sont fortement reliés. L'intervention politique sur ceux-ci est elle aussi multidimensionnelle. Nous nous devons en conséquence d'évaluer les facteurs les uns par rapport aux autres. Pour ce faire, nous proposons un modèle (voir figure 2) élaboré à partir de la problématique ou de l'idée d'intéressement des jeunes aux sciences et aux techniques. Plus précisément, nous nous demandons quels sont les facteurs qui incitent les jeunes à faire ce qu'ils ne feraient pas autrement, soit, dans le cas présent, à s'engager dans les sciences à l'école, ou à poursuivre dans cette voie.

Les facteurs peuvent être appréhendés de plusieurs façons. Puisque c'est, en dernière analyse, l'efficacité de l'intervention gouvernementale qui nous intéresse ici, nous avons regardé ces facteurs sous trois facettes correspondant à autant d'emprises différentes pour l'intervention publique. À un premier niveau, on peut classer les facteurs d'intéressement selon qu'ils correspondent à des facteurs scolaires, parascolaires ou extra-scolaires (tableau 6). Nous avons choisi de présenter les facteurs selon cette première organisation, tout en tenant compte des deux

autres dans l'analyse. La seconde approche considère les facteurs d'intéressement selon qu'ils interviennent en amont ou en aval des activités d'enseignement : en amont se retrouvent la famille, l'image de la science — ou les attitudes —, les conseillers d'orientation ; en aval, les activités de renforcement et de vulgarisation, et les perspectives professionnelles. Enfin, les facteurs peuvent être évalués selon leur emprise sur l'une ou l'autre des étapes du cheminement scolaire primaire, secondaire, etc.

FIGURE 2
Modèle des facteurs d'intéressement aux sciences



(-): relation incertaine

(+): relation positive

?: relation inconnue

TABLEAU 6

Facteurs d'intéressement des jeunes aux sciences et techniques**Facteurs scolaires**

1. pédagogie
2. enseignants (formation)
3. ressources (manuels, laboratoires)

Facteurs parascolaires

4. conseillers d'orientation
5. activités de renforcement (camps de science, clubs de science, expo-science)

Facteurs extra-scolaires

6. image de la science (attitudes et modèles)
7. famille
8. vulgarisation (médias, magazines, musées)
9. perspectives professionnelles (et salaires)
10. soutien financier (prêts-bourses, assistantat de recherche)

Autres facteurs

11. implication des scientifiques
12. relations avec les entreprises

De la littérature dont nous présenterons maintenant les résultats, il ressort que :

1. La *qualité de l'enseignement* est incontournable surtout dans les premières années du niveau primaire ; cependant, le *statut socio-économique* des parents demeure encore aujourd'hui déterminant ;
2. Les aptitudes personnelles et les performances scolaires, particulièrement en *mathématiques*, sont les facteurs clés de la décision de poursuivre des études en sciences aux niveaux secondaire et collégial ;
3. Les *perspectives professionnelles* et de carrières — et les perceptions sur celles-ci — sont des variables importantes au niveau supérieur du système d'éducation.

Les facteurs scolaires

Les facteurs scolaires sont, d'après la littérature, ceux qui contribuent le plus directement à l'intéressement — et au désintéressement — des jeunes aux sciences. On se trompe peu en avançant que :

Un plan à long terme destiné à augmenter le réservoir de talents scientifique et d'ingénieurs ainsi que la qualité des scientifiques et des ingénieurs potentiels devra viser les écoles en tant que premières institutions aptes à motiver, attirer ou dissuader les étudiants face à diverses carrières (OTA, 1988a : 17).

Les facteurs scolaires sont au nombre de trois : la pédagogie, la formation des enseignants, les ressources matérielles. Comme nous l'avons noté, la pédagogie est actuellement de type traditionnel. Celle-ci est centrée sur un enseignement encyclopédique qui laisse peu de place à l'élève en tant que producteur de connaissances. Au mieux, l'élève est-il un reproducteur, et ce lorsqu'on daigne lui faire réaliser des expérimentations. On estime qu'un faible pourcentage des enseignements intègrent le laboratoire dans les classes. Plusieurs études persistent à démontrer pourtant une relation positive entre l'expérimentation et les résultats scolaires des élèves (NSF, 1993a : 77).

On explique notamment les carences au chapitre de la pédagogie par la formation des enseignants. Premièrement, on estime que 95 % des enseignants du niveau primaire n'ont pas de formation en sciences. Cette proportion est de 25 % au niveau secondaire (NSF, 1993a : 93). À ces chiffres cependant, s'ajoutent ceux qui évaluent qu'entre 6 % et 15 % des titulaires enseignent des matières autres que celle dans laquelle ils ont été formés (OTA, 1988b : 68, 91). Ces chiffres seraient similaires pour le Québec (MEQ, 1987) ; on nous le rappelait récemment en ce qui concerne l'enseignement de l'histoire (MEQ, 1996). Deuxièmement, et nous l'avons abondamment relevé, les enseignants auraient une vision stéréotypée de la science, vision d'un savoir à communiquer plutôt que d'un savoir à construire. Cette représentation viendrait en partie du fait que les enseignants n'ont suivi aucun cours de philosophie, d'histoire et de sociologie de la science (Nadeau, 1994).

Pour plusieurs, il semble évident qu'une transformation importante de l'activité éducative s'impose et qu'il ne sera pas suffisant d'ajouter quelques moyens au fonctionnement actuel. Il faudra, au contraire, repenser la façon de structurer l'enseignement et l'ensemble de l'activité éducative (CSE, 1993c : 65). Et « le renouveau pédagogique demeurera de l'ordre du discours si les enseignantes et enseignants ne sont pas équipés pour assumer le changement » (CSE, 1993c, p. 70).

Selon l'OTA (1988b : 114) :

En soi, le nombre de cours de mathématiques ou de sciences est un outil de mesure relativement peu fiable parce qu'il ne tient pas compte du contenu de chaque programme. En outre, rendre obligatoire des cours supplémentaires de mathématiques et de sciences serait de peu d'utilité, si on manque d'enseignants qualifiés pour les donner.

Les facteurs parascolaires

En amont et en aval des enseignants, mais toujours dans le cadre scolaire, se retrouvent respectivement des conseillers d'orientation et diverses activités dites de renforcement. Les conseillers d'orientation ont un rôle souvent déterminant dans les choix des élèves. Malheureusement, la représentation que se font les professeurs de l'activité scientifique est partagée par ces conseillers (Larochelle, Désautels et Turcotte, 1997). Plusieurs orientent vers les sciences les élèves qui possèdent des caractéristiques personnelles correspondant aux stéréotypes associés à la science (ex. : puisque le scientifique est quelqu'un d'isolé dans son laboratoire, un enfant « sociable » devrait plutôt se diriger vers les relations humaines).

En aval de l'enseignement en classe, se sont aussi développées diverses activités visant à renforcer l'intérêt des jeunes pour les sciences. Ce sont les clubs de sciences, les camps scientifiques, les expos-sciences, etc. Les études d'impact menées à ce jour estiment que ces activités de renforcement parviennent (au mieux) à maintenir un intérêt déjà acquis, mais non à le susciter (OTA, 1988a). Ces activités sont probablement nécessaires pour entretenir la curiosité scientifique et technique des jeunes, mais sont largement insuffisantes pour susciter de nouvelles conver-

sions à la science. Cette problématique, empressons-nous de le préciser, côtoie celle relative à certains facteurs extra-scolaires.

Les facteurs extra-scolaires

Il est nécessaire de rappeler ici les distinctions conceptuelles précédentes sur la science puisqu'elles seront déterminantes pour la suite de l'analyse. Si la science est, comme nous l'avons énoncé plus haut, un système d'explications du monde, fondé sur un mode de raisonnement spécifique et cherchant à répondre à des questions, les formes d'exposition qu'on lui donne (Shinn et Whitley, 1985) doivent refléter ces éléments. L'exposition scientifique⁵ cherche à présenter les explications causales des choses proposées par le scientifique, la façon dont il est parvenu à ces explications et, surtout, la « précarité » et la socialité de ces explications :

SCIENCE	EXPOSITION
Théories	expliquer les principes scientifiques (les causes du monde) ;
Méthode	montrer comment on est parvenu à ces explications (et à leur légitimation) ;
Questions	interroger les différentes hypothèses sur le monde (et leurs limites).

L'exposition scientifique

La vulgarisation semble connaître des espaces et des moments privilégiés, ceux où les contingences diverses sont les moins contraignantes. Ainsi en va-t-il de l'écrit — livre ou magazine —, et de l'audiovisuel sous réserve des distinctions suivantes. Premièrement, la télévision — la nouvelle scientifique —, à l'exemple du journal quotidien qui ne fait pas œuvre de vulgarisation scientifique, doit constamment faire concurrence à un vaste ensemble d'actualités (Nelkin, 1987). Pour cette raison, la science reçoit

⁵ L'exposition ne doit pas ici être prise dans un sens médiatique, mais plutôt dans celui de présentation.

toujours un traitement incomplet, parce que le rôle des médias est d'abord d'informer^o.

Deuxièmement, les études en communication ont depuis longtemps documenté l'impact, somme toute très sélectif, de la télévision. Celui-ci dépend directement de l'âge de son adepte et de son bagage intellectuel (Fullilove, 1988 : 29ss). Les plus jeunes sont très sensibles à ce média parce qu'ils sont encore à développer leurs propres idées ; plus ils avancent en âge cependant, et plus ce sera l'image qu'ils se font des rôles sociaux que la télévision alimentera (OTA, 1988b : 93).

La muséologie scientifique a un statut encore plus mal défini, particulièrement au Québec (Schiele et Tarpin, 1992). Les motifs de fréquentation du musée s'avèrent souvent « touristiques », l'institution allant jusqu'à promouvoir cette orientation dans la conception de ses expositions. En fait, les études ont montré que l'effet des musées et des centres de sciences sur l'amélioration de la compréhension de la science par les jeunes était limité.

Mis à part ces formes d'exposition, se sont parallèlement développées des activités organisées de loisir scientifique, orientées vers l'appropriation des différentes étapes de la méthode scientifique (observation et interprétation, fabrication d'instruments et d'appareils, expérimentation et simulation, jeux, recherche), et des activités de sensibilisation visant la modification des comportements (alimentation, santé, environnement) et basées sur les connaissances scientifiques. Les évaluations menées à ce jour offrent, comme pour l'école, des constats mitigés, et même déconcertants. Des constats déconcertants surtout, parce que, au mieux, ces formes d'exposition ne semblent rejoindre que les publics déjà intéressés (Bourdieu, 1969 ; Jacobi et Schiele, 1990 ; OTA, 1988b : 97), ce qui ne peut susciter de nouvelles conversions.

Bref, les activités non formelles sont des activités de sensibilisation, de divertissement et quelquefois d'information. Ce ne

^o Nous laissons délibérément de côté ici les critiques adressées aux médias quant à la dramatisation des sujets traités.

sont pas des activités d'éducation. Quand bien même on postulerait qu'elles le sont, il faudrait retourner à la case départ et questionner ici aussi la représentation de la science qui est véhiculée. En effet, on sait que les médias livrent une représentation de la science en tous points semblable à celle véhiculée par le système d'enseignement (Lafollette, 1987).

L'image de la science

On entend souvent dire que l'image de la science — les valeurs reconnues à la science, les attitudes à son égard — est déterminante sur les jeunes ; une société qui valorise la science enverrait des messages clairs à ses membres. En réalité, les jeunes semblent, au contraire, avoir une image ambivalente de la science ; elle serait à la fois bénéfique et maléfique⁷, ces images persistant jusqu'à l'âge adulte (Miller, 1996 ; Etzioni et Nunn, 1977)⁸.

Toutes les façons où la représentation d'un scientifique contient des extrêmes d'allure contradictoire — trop ou trop peu associé à l'argent ; chauve ou barbu ; obligé de travailler à l'intérieur ou de voyager au loin ; laconique ou parlant sans arrêt de manière ennuyeuse — constituent des altérations du mode de vie standard.

Ce dont on est plus sûr, c'est que les attitudes à l'égard de la science ont des effets sur les inscriptions scolaires en sciences (NRC, 1995). En effet, peu de parents hésiteraient entre les sciences et le théâtre pour leurs enfants. Les jeunes sont généralement aussi convaincus de cette évaluation. Ce qui est moins sûr cependant, c'est l'impact des attitudes sur les résultats scolaires (Ma et Kishor, 1997) et sur la poursuite des études. Une synthèse de la question va jusqu'à conclure sévèrement :

Les attitudes des élèves ne sont pas en cause ; ce qui les éloigne des carrières en sciences et en génie, c'est plutôt le fait qu'ils n'arrivent

⁷ Pour une étude des conceptions populaires de la science dans la vie de tous les jours, dans les médias, les romans, à la télévision et à l'école, voir : Holton, 1960 ; Haynes, 1994 ; Long and Steinke, 1996 ; Miller, 1996 ; Lafollette, 1990 ; Mulkay, 1993 ; Millar, 1989 ; Nelkin, 1987 ; Wade Chambers, 1983 ; Mead et Metraux, 1957.

⁸ À la fin des années 1980, le Conseil des sciences du Canada a mis sur pied un projet visant à comprendre l'image que se font les jeunes de la science. Les données — des dessins réalisés par les jeunes — n'ont jamais été exploitées, le Conseil ayant été aboli en 1992.

pas à acquérir en classe les compétences souhaitées — surtout en mathématiques (Fullilove, 1988 : 71).

Des enquêtes réalisées depuis quelques décennies auprès de plusieurs milliers de scientifiques ont montré que ceux-ci ont été influencés par des modèles : la famille — les parents, principalement le parent de sexe masculin — en serait un pour le choix d'une carrière scientifique (Edgerton, 1961 ; Science Service Inc., 1985). Ces résultats sont toutefois contestés (Simonton, 1992), davantage dans le cas des jeunes filles (O'Driscoll et Anderson, 1994 ; *Science*, 1993).

On reconnaît cependant que les parents ont une influence considérable sur les résultats scolaires de leurs enfants lorsqu'ils s'impliquent dans les devoirs à la maison, par exemple (NSF, 1993a : 77). Ce qui demeure constamment rappelé également, c'est bien que le milieu socio-économique de la famille est déterminant. Les caractéristiques socio-économiques des parents, et particulièrement leur niveau de scolarité, sont fortement corrélées à l'engagement des enfants en sciences (NSF, 1993a : 119). Sous le titre *Les étudiants de sciences, une espèce à part ?*, une enquête menée auprès de plus de 17 000 jeunes Québécois nous rappelait récemment, et sans nuances, les caractéristiques exemplaires des élèves des sciences de la nature par rapport à ceux des autres sciences (assiduité, résultats scolaires) (Ducharme et Terrill, 1993). À notre avis, de telles caractéristiques sont plutôt des conséquences directes de la reproduction sociale et non des caractéristiques personnelles innées. On aurait là en effet un cas de figure évident de ce que la sociologie de la science appelle les avantages cumulés (Cole et Cole, 1973 ; Merton, 1973).

Les perspectives professionnelles

Un dernier ensemble de facteurs d'intéressement nous est apparu relativement négligé dans la littérature : les perspectives professionnelles et les salaires associés aux professions scientifiques et techniques. Les salaires des scientifiques sont plus modestes que ceux de plusieurs autres professions, particulièrement les professions libérales (Godin et Trépanier, 1995). Ces informations sont peu connues des jeunes cependant. Tout comme ceux-ci connaissent mal d'ailleurs les cours de sciences requis

pour des professions précises (NSF, 1993a : 127)⁹. Les disciplines les plus importantes selon eux sont néanmoins les mathématiques, l'anglais, puis les sciences et, en dernier lieu, les sciences sociales (NSF, 1993a : 123).

Peu informés, les élèves se sont tout de même donné une image générale des professions et du statut social qui leur est réservé. Au niveau universitaire, ce facteur d'intéressement est très important. Quatre-vingts pour cent des ingénieurs se retrouveront en milieu industriel¹⁰; il en est de plus en plus ainsi pour les scientifiques également (OTA, 1988a : 59). Cependant :

la carrière universitaire a considérablement perdu de l'attrait par rapport au sommet atteint il y a deux décennies, en bonne partie à cause d'une adaptation à des conditions stables. La nature de la carrière en recherche universitaire est en train de changer, la recherche fondamentale et les études savantes laissant la place à de la recherche plus orientée vers l'industrie (OTA, 1988a : 74).

Autres facteurs

Nous ne saurions terminer ce panorama sans traiter deux initiatives récentes. Les dernières années ont vu apparaître une foule d'initiatives visant à impliquer les scientifiques directement auprès des jeunes et des élèves : présence de scientifiques dans les salles de classe, parrainage scientifique¹¹. Il existe encore très peu d'évaluation de l'impact de ces activités. Nous devons pour le moment faire une mise en garde contre l'effet à la marge de ces activités, dans le sens suivant : pour avoir un effet durable, ces activités doivent être continues et menées en très grand nombre.

Mieux positionnées sont les initiatives de collaboration avec l'industrie. On invite maintenant les entreprises à s'impliquer dans les activités scolaires, et on fait appel à elles pour des projets

⁹ Nous aurions d'ailleurs ici un indicateur intéressant de l'impact des activités des conseillers d'orientation.

¹⁰ On sait que ceux-ci visent davantage des fonctions de gestion que de recherche, et que la carrière et la promotion dans l'industrie sont aussi organisées selon ces fonctions. Voir Bouffartigue (1994).

¹¹ Voir par exemple *Science Education Partnerships : Manual for Scientists and K-12 Teachers*, University of California, 1994.

spécifiques. Outre la participation des entreprises à l'élaboration des programmes d'étude, certaines écoles développent les activités suivantes (OCDE, 1992a; GAO, 1991) :

- stages en entreprises,
- visites d'entreprises,
- détachement d'enseignants,
- création de mini-entreprises,
- projets (résolution de problèmes) avec les entreprises,
- dons de matériel.

Compte tenu des demandes multiples pour une meilleure adaptation de la formation au marché du travail (Godin, Trépanier et Bourneuf, 1997), ces efforts sont sans réserve louables. Il ne faudrait toutefois pas croire qu'ils peuvent remplacer les formations spécialisées en entreprise, là où l'entreprise a toujours un rôle à jouer (OTA, 1990). De plus, une contradiction demeure : les discours des entreprises sur les difficultés à recruter du personnel qualifié d'une part, et leurs attentes relatives à la formation scolaire d'autre part. En effet, des enquêtes auprès des entreprises ont montré que les habiletés attendues des travailleurs sont des aptitudes et des connaissances fondamentales et non des capacités techniques particulières (annexe 2)¹². Une enquête menée au Canada auprès de 442 diplômés et 213 cadres arrive aux mêmes conclusions (Rush et Evers, 1986). Comment expliquer ces résultats au vu des discours sur les pénuries de main-d'œuvre technique hautement qualifiée ?

LA CULTURE SCIENTIFIQUE : UN SYSTÈME AUX MULTIPLES ACTEURS

Contrairement à la conception québécoise d'une culture scientifique axée sur la vulgarisation, la conception anglo-saxonne est davantage reliée au système scolaire. Lorsqu'on parle de *scientific literacy* aux États-Unis ou de *public understanding of science* en Angleterre, il s'agit d'une culture scientifique qui a comme

¹² Notons que les entreprises, contrairement aux gouvernements, tiennent un discours semblable aujourd'hui relativement à la recherche à l'université. Cette dernière devrait mener un type de recherche — recherche fondamentale — que l'entreprise n'a pas les moyens de se payer. Voir *Nature*, 1991; 1992a; 1993a; 1993b; 1993c.

réfèrent celle qui s'acquiert dans un premier temps à l'école. La culture scientifique est la connaissance de certains faits et leur compréhension, c'est-à-dire leur explication scientifique. Les exigences souhaitées vont plus loin cependant: elles vont jusqu'à la maîtrise de la méthode scientifique (observation, analyse et explication, expérience), la réflexion sur les enjeux de la science, et la communication des résultats (Royal Society of London, 1985; Conseil des sciences du Canada, 1984).

Certes, les constats d'échec de ce programme ambitieux de réforme de l'école se sont multipliés au cours des quinze dernières années. L'école forme toujours des porteurs de connaissances — de bien mauvais porteurs — qui mémorisent des faits et qui se contentent d'appliquer des lois afin d'arriver à la solution donnée. Mais dans plusieurs pays l'école demeure la cible des interventions, ce qui n'a pas été le cas au Québec.

Notre compréhension de la culture scientifique a quelque peu progressé au fil de ces pages. Nous avons réintégré dans celle-ci une institution majeure, l'école, et y avons situé en amont et en aval d'autres institutions et activités qui, loin d'être périphériques, jouent un rôle bien précis dans la culture scientifique. Il est maintenant temps de systématiser ce que nous avons mis au jour jusqu'à présent et de suggérer une conception d'ensemble de la culture scientifique.