

La place des sciences dans le programme de formation

Par Paul inchauspé

Le groupe de travail qui a produit le rapport *Réaffirmer l'école* avait pour mandat de déterminer les corrections et les impulsions nouvelles qui devaient être portées aux programmes d'études et, d'une façon plus générale, au curriculum d'études de l'enseignement primaire et secondaire. Relativement aux programmes d'études, son mandat n'était pas d'établir lui-même leur contenu, ceci est une affaire de spécialiste, mais d'indiquer la place respective des différents éléments devant composer le programme d'études (domaines, matières, disciplines d'enseignement) et l'orientation générale qui devait être donnée à chacun de ces enseignements.

Pour le groupe de travail, les sciences doivent avoir une place essentielle dans les études et a) doivent donc notamment être restaurées au primaire alors qu'elles y sont négligées, b) une plus grande intégration entre science et technologie doit être recherchée, c) les aspects culturels d'une science qui se fait doivent être présentés aux élèves, et il faut, non seulement d) leur donner des connaissances en science, mais e) la pratique des procédés de la science doit contribuer à leur formation intellectuelle et f) les connaissances qu'ils ont acquises doivent leur servir dans leur vie quotidienne et de citoyen.

Ces six orientations nous paraissaient évidentes, pleines de bon sens et correspondant au renouvellement actuel de l'enseignement des sciences dans les systèmes scolaires. Mais les réactions des professeurs de science et de leurs associations à ces propositions m'ont démontré qu'il n'en était rien pour eux. Elles bousculaient une conception et une pratique de l'enseignement des sciences dont nous avons sous-estimé la prégnance et l'attachement, celle qui donne de l'importance presque exclusive au d). Si nous avions connu, ou prévu, cela, nous aurions, dans le rapport, été encore plus explicite sur les raisons de nos choix, mais surtout nous aurions mis directement sur la table (comme nous l'avons fait pour deux autres sujets sensibles, l'enseignement du Français et celui de l'Histoire) les présupposés idéologiques des choix des différentes conceptions de l'enseignement des sciences. Alors, je le fais ici puisque l'occasion m'en est donnée. Je sens encore que beaucoup de professeurs de sciences ne vont « que d'une fesse », pour parler comme Montaigne, dans le sens des orientations proposées et que le programme d'étude lui-même a encore un peu de mal (ce qui s'explique parfaitement) à articuler et à concrétiser ces orientations. Les intentions de départ étant plus explicites, peut-être comprendra-t-on mieux ce qui est recherché et les renouvellements que cela demandera.

Enseigner des sciences est-il vraiment nécessaire ? Et si oui pourquoi ?

Cette question brutale doit être posée. Et la nature des raisons qui seront avancées pour justifier l'enseignement des sciences déterminera le type d'enseignement des sciences qui sera proposée dans le programme d'études.

Or si l'on se base sur les interventions qui, depuis 20 ou 30 ans ont, au Québec, déploré le peu de place accordée, à l'école, à la formation scientifique, on conclurait facilement que cet enseignement n'est indispensable que pour ceux qui veulent poursuivre des études universitaires en sciences ou en génie. À la lecture de ces interventions – elles proviennent habituellement d'acteurs universitaires et leur discours est souvent repris mécaniquement par les organismes voués à la promotion des sciences et des techniques – on comprend que s'il faut faire plus de sciences à l'école, c'est seulement pour permettre un plus grand recrutement de jeunes pour les carrières scientifiques. Dans ces discours, la promotion de l'enseignement des sciences est mise seulement en rapport avec la nécessité de la relève scientifique et technique et jamais avec la culture de base en sciences et en techniques qui serait nécessaire pour tout citoyen.

Et comme c'est le seul discours de promotion des sciences que l'on a entendu, il a eu des effets délétères sur l'enseignement des sciences. On ne s'est pas intéressé à la vacuité de l'enseignement des sciences au primaire. On s'est mis au service des lobbys disciplinaires réclamant plus d'heures pour leur matière au secondaire afin d'y donner des cours théoriques présentant des notions relativement complexes. On a négligé les approches « sciences, technologie, société », c'est-à-dire un enseignement des sciences axé sur les interactions entre les sciences, la technologie et la société. On a peut-être ainsi récolté l'inverse de ce qu'on recherchait : un nombre important d'élèves du secondaire de la filière scientifique forte ont quitté cette voie, non pas faute d'aptitudes, mais faute de goût pour les sciences.

Le Québec n'est pas le seul pays à avoir tenu un tel discours sur la nécessité des sciences. En matière d'enseignement des sciences, nous répétons habituellement ce que disent les Américains. Or, au début des années 1960, c'est là, et aussi dans quelques pays occidentaux, que s'est développé ce type de discours lequel a déterminé la forme que devrait prendre l'enseignement des sciences à l'école. Le lancement du Spoutnik, réussi par les Russes en 1957, avant tous les autres, a produit une onde de choc dans les pays occidentaux, mais surtout aux États-Unis. L'enseignement des sciences à l'école a alors été rendu responsable du retard scientifique constaté. Il fallait réagir. Les réformes de l'enseignement des sciences ont, sous cette pression, été confiées à des spécialistes disciplinaires. Leur but était de produire une élite capable de rattraper le retard scientifique. Cette orientation prise par l'enseignement des sciences a permis de combler les retards, mais elle a produit aussi trois conséquences constatées, tout comme chez nous, dans plusieurs pays :

- les aspects formalistes dans l'enseignement des sciences ont été privilégiés. On se centre exclusivement sur l'initiation aux disciplines scientifiques et sur l'acquisition de la méthode pratiquée par le scientifique. On ne s'intéresse pas aux connaissances scientifiques qui peuvent être utiles dans la vie de tous les jours, aux savoirs technologiques qui sont en relation avec la science, ni à la mobilisation des savoirs nécessaires pour que le citoyen puisse voir les conséquences de technologies ou d'inventions scientifiques (clonage, culture de tissus, OGM...)

- on ne s'intéresse sérieusement à l'enseignement des sciences qu'au moment où le jeune atteint la pensée formelle : à la fin du premier cycle du secondaire. La préoccupation de la place et de la nature de l'enseignement des sciences au primaire est abandonnée et négligée. Les programmes sont insignifiants, les enseignants les négligent, leur culture scientifique personnelle étant pauvre, sinon inexistante.

- l'enseignement des sciences, de moyen de formation se transforme de fait en outil de sélection. Tel qu'il est conçu, et c'était bien cela l'intention de départ malgré les formules enrobées, il sert à trier ceux qui sont capables de poursuivre des études scientifiques spécialisées à l'université. Et l'on déplore que ceux qui manifestaient ces aptitudes au secondaire changent ensuite de voies, qu'ils abandonnent, comme on dit. Et le terme choisi, dit tout.

Au cours de la décennie 1980, tant en Amérique du Nord qu'en Europe, une telle conception de l'enseignement des sciences est remise en cause. On ne veut plus qu'il se réduise à la préparation aux carrières scientifiques. Les sciences et la technique sont des éléments culturels au même titre que les arts, les lettres, les institutions sociales. Ils font partie du bagage culturel que toute personne doit avoir pour comprendre et vivre dans nos sociétés modernes. Elles doivent faire partie du « bagage » (connaissances, compétences) que l'école doit donner. Dans l'école de base (les 9 premières années d'études), l'enseignement des sciences et de la technique doit donner les assises du développement d'une culture scientifique et technique, même si cet enseignement paraît en rupture avec l'enseignement de type « disciplinaire » utilisé exclusivement jusqu'alors.

Au Québec, autour des années 1990, le Conseil supérieur de l'Éducation, répercute et diffuse ces idées dans plusieurs de ses avis. Mais ils ont peu d'effets, on ne les entend pas. L'idéologie du rattrapage est alors encore toujours présente. On ne s'intéresse qu'au recrutement de scientifiques et l'opinion publique répercute la même justification de la nécessité de l'enseignement des sciences. Aux États généraux sur l'éducation, beaucoup d'intervenants ont dit que les programmes d'études à l'école de base devraient contenir davantage de disciplines à caractère culturel. Mais quand on leur demandait de préciser ce qu'ils entendaient par là, jamais les sciences n'étaient nommées comme faisant partie de cette culture. Dans certains pays, des universitaires et des scientifiques prestigieux se sont intéressés à ce que devrait être l'enseignement des sciences à l'école de base, celle qui donne les savoirs essentiels à tout citoyen. En France par exemple, un prix Nobel de physique descend de sa chaire et met « la main à la pâte » pour renouveler l'enseignement des sciences au primaire¹. L'intérêt porté par ces personnalités prestigieuses à ce segment du système éducatif, celui de la petite école, donnait du même coup du relief aux efforts qui y étaient faits pour développer l'appropriation par les élèves d'une culture scientifique et technique. Il n'en a pas été de même chez nous. C'est comme si les autorités

¹ Évidemment, je fais allusion ici à Georges Charpak, prix Nobel de physique, membre de l'Académie des Sciences en France qui a lancé en 1996, puis soutenu, le mouvement de renouveau de l'enseignement des sciences au primaire, « La main à la pâte ». Ce mouvement s'étend maintenant à l'échelle internationale. Un mouvement analogue est en train de se développer au Québec, c'est le projet *Éclairs de sciences*. Il est dû à l'initiative du Forum Jeunesse de l'Île de Montréal. C f. www.fjim.org/v2/eds.asp

universitaires ne s'intéressaient aux problèmes d'éducation que dans la mesure où ces questions ont un impact direct et immédiat sur leur « clientèle.

Donner à l'élève le goût des sciences

Cet arrière-fond historique permet de mieux comprendre les orientations qui ont été privilégiées dans l'enseignement des sciences au primaire et au premier cycle du secondaire. Un enseignement des sciences de type plus disciplinaire a sans doute sa place au deuxième cycle du secondaire, mais il ne doit pas empêcher l'instauration aux niveaux antérieurs d'une formation scientifique ayant des visées autres. Au contraire, il faut travailler à établir à ces niveaux un enseignement des sciences rigoureux a) qui donne aux élèves des connaissances (notions, concepts, théories, modèles) leur permettant de rendre compte des grands acquis scientifiques et techniques qui se sont constitués dans le temps et qui sont la marque de l'humanité au même titre que les arts, les lettres ou les institutions (sociales, politiques, économiques), b) qui développe chez eux les attitudes et les habiletés (les compétences) qui leur permettront d'utiliser des démarches à caractère scientifique, c) qui développe aussi chez eux les capacités qui leur permettront d'établir des liens entre les connaissances scientifiques et des situations de la vie réelle (santé, nourriture, habitat, environnement, objets techniques ou technologiques...) et aussi celles qui les conduiront à poser des questions pertinentes sur le monde scientifique et technique, ses effets et ses enjeux, d) qui les éveille à la manière dont se sont constituées et développées les sciences et les techniques dans l'histoire humaine. C'est cela, un enseignement culturel des sciences. C'est un projet ambitieux, mais indispensable si on veut véritablement que la science fasse partie de notre culture et que l'école y contribue².

Mais pour atteindre ce but, les meilleurs programmes sur papier n'y suffiront pas si l'école ne donne pas le goût de la science et de la technologie aux élèves. Le goût, cette chose insaisissable, difficile à définir, existe dans l'art, la mode, la littérature ou la gastronomie, mais il existe aussi pour le français, les mathématiques ou l'anglais. Il peut et il doit aussi exister pour les sciences. Transmettre aux élèves ce goût qui, une fois acquis, s'avérera irréversible est une nécessité si on veut que l'école donne les bases d'une culture scientifique. Mais ici, pour transmettre ce goût, les enseignants et les enseignantes sont irremplaçables et le goût qu'ils ont eux-mêmes de la matière qu'ils enseignent. Il suffit de revenir à notre propre expérience, du temps où nous étions, nous-mêmes, élèves, et de nous rappeler les professeurs qui nous ont marqué et pourquoi ils ont réussi à le faire. Or, qu'ont fait ces professeurs qui pour nous resteront toujours des maîtres? Ils nous ont mis dans un état de défi permanent parce que nous les admirions. Et pourquoi les admirions-nous? Parce qu'ils aimaient leur matière et nous la faisaient aimer. Cette transmission du goût, parce que soi-même on a le goût de ce que l'on enseigne, peut susciter des carrières entières.

² Le rapport de conjoncture 2004 du Conseil de la Science et de la Technologie montre pourquoi le niveau de culture scientifique et technique des Québécois doit être rehaussé. La responsabilité en cette matière appartient à des acteurs variés, mais l'un des plus importants est l'école. Cf. *La culture scientifique et technique, une interface entre les sciences, la technologie et la société*, rapport de conjoncture 2004, Conseil de la Science et de la Technologie, Gouvernement du Québec, 2004.

Cette transmission du goût est tellement importante que je voudrais indiquer ici comment deux dispositifs de la réforme actuelle peuvent aussi y contribuer. Le premier dispositif concerne la manière dont les programmes actuels ouvrent un espace dans lequel des pédagogies suscitant l'activité de l'élève peuvent se déployer plus facilement qu'auparavant. Antérieurement, les programmes étaient formulés selon un modèle analogue au modèle taylorien d'organisation industrielle. Les chemins à parcourir étaient tous balisés; les évaluations mesuraient l'atteinte d'objectifs intermédiaires nombreux; l'enseignant était réduit à un rôle d'applicateur. Ce modèle est sans doute efficace quand on veut obtenir rapidement et sur de grands ensembles des résultats significatifs (l'instruction militaire du soldat, mais non celle de l'officier, y recourt souvent). Mais c'est un modèle qui produit des effets pervers qui, à la longue, sont nocifs. Il exclut tous ceux qui ne correspondent pas à la norme, ou bien pour les y faire rentrer, il pousse à la réduire. Il favorise la passivité des élèves, le ritualisme et la peur de l'innovation chez l'enseignant.

Pour renverser la forme dominante d'enseignement qui s'est établie à partir de programmes formulés ainsi, des dispositifs nouveaux ont été mis en place dans la présentation des programmes. Ces dispositifs visent à créer des espaces dans lesquels les acteurs, enseignants et élèves, sont incités à agir autrement. D'où, les promotions actuelles de pédagogies de la découverte et de l'expérimentation. D'où, l'importance donnée à l'activité de l'élève afin qu'il puisse mieux s'appropriier les connaissances et mieux les intégrer entre elles. Tout cela entraîne, ou suppose, un changement du regard que porte l'enseignant sur l'élève : ce n'est plus un vase à remplir ou un rat blanc à dresser, c'est un feu qu'il faut alimenter. C'est ainsi que l'on peut développer chez lui le goût. Donner le goût pour les sciences ne dépend donc pas seulement du renouvellement du contenu des programmes, mais aussi de celui des méthodes d'enseignement. L'école voulue par la réforme qui rend possible et souhaitable le renouvellement des approches pédagogiques peut donc désormais comprendre et être en résonance avec des phrases comme celles-ci, au point de vouloir les mettre en pratique:

Rendez votre élève attentif aux phénomènes de la nature, bientôt vous le rendrez curieux, mais pour nourrir sa curiosité, ne vous pressez jamais de la satisfaire. Mettez les questions à sa portée et laissez-les lui résoudre. Qu'il ne sache rien parce que vous le lui avez dit, mais parce qu'il l'a compris par lui-même; qu'il n'apprenne pas la science, qu'il l'invente.

C'est de Rousseau, dans *l'Émile ou de l'éducation* et ça date de 1762.

Et cet autre texte, de Marie Victorin celui-là :

Je suis de ceux qui croient que l'on n'apprend qu'en s'amusant. C'est pourquoi je crois aussi qu'il faut oublier ces méthodes d'enseignement où le professeur n'utilise que les livres de ses vieux maîtres. Il ne réussit souvent qu'à prouver à ses élèves combien son enseignement est ennuyeux et par conséquent, à les détourner du plaisir de connaître. Évidemment, l'idéal serait de quitter les murs gris de nos salles de cours pour aller

apprendre là où l'enseignement est vécu : le théâtre sur une scène, la comptabilité dans un magasin, l'histoire dans un musée et la botanique au milieu des plantes.

Le deuxième dispositif de la réforme des programmes, susceptible de donner le goût des sciences à certains élèves, est l'intégration d'éléments culturels dans les contenus de chacune des matières faisant partie du programme d'études. Il faut souhaiter que les professeurs de sciences tirent profit au mieux de ce nouveau dispositif. Un des objectifs de l'enseignement des sciences est le développement chez les élèves des méthodes de pensée, des aptitudes et même des attitudes apparentées à celles qui sont utilisées par les scientifiques. Pour réussir à le faire, la tradition scolaire a généralisé depuis 60 ans, la pratique de l'expérimentation en laboratoire selon le schéma classique du raisonnement expérimental : observation, hypothèse, expérience, résultats, interprétation, conclusion. Or, cette présentation de la recherche en sciences est une reconstruction intellectuelle a posteriori de la découverte scientifique. En réalité, cela ne s'est pas passé aussi simplement. Notamment, les concepts nouveaux qu'il a fallu forger et qui font avancer la science, supposent la rupture avec les représentations dominantes de l'époque. Aussi, la pratique de l'expérimentation en laboratoire, même si elle est formatrice, ne rend pas entièrement compte de ce qui se passe réellement dans la découverte scientifique. Pour développer chez les élèves ces attitudes qui caractérisent la découverte scientifique, l'expérimentation ne peut donc suffire. Il faut aussi les conduire par l'observation ou l'histoire à ces moments de pensée vive où l'on saisit tout d'un coup comment ça se passe. C'est cela, et non la simple présentation des sciences à travers les résultats actuels, qui leur donnera le goût de développer de telles attitudes et de les utiliser toute leur vie.

Puis-je me permettre de parler ici de mon expérience personnelle? J'ai eu la chance d'avoir plusieurs professeurs de mathématiques et de sciences qui savaient de temps à autre nous mener à ces moments d'histoire où l'on voit la pensée vive en oeuvre. C'est Thalès mesurant, sans y monter, une tour par la hauteur d'un homme, car il saisit que cette hauteur est, par rapport à celle de l'homme, dans la même proportion que la longueur de l'ombre de la tour par rapport à celle de l'homme. C'est Gauss, enfant, qui découvre la règle de la somme des termes d'une progression arithmétique. Pour exercer ses élèves au calcul mental, le maître leur demande la somme de $1+2+3+4+5+6+7+8$. Gauss répond instantanément 36. Au maître étonné, il montre qu'il a trouvé plus commode de regrouper les nombres par couple dont la somme est toujours 9 ($1+8$), ($2+7$), ($3+6$), ($4+5$). Ce sont les Pythagoriciens qui, frappés pourtant par le rapport des nombres et des accords musicaux - les cordes émettent des sons dont la hauteur dépend de la longueur de la corde vibrante - voient leur intuition géniale - les nombres gouvernent le monde - dégénérer en superstition parce qu'ils restent prisonniers d'une conception mystique du nombre. C'est Galilée, qui méditant depuis des mois sur la chute des corps et qui, voyant les lustres de la cathédrale de Pise suspendus à des chaînes d'égale longueur se balancer au même rythme, qu'ils soient légers ou lourds, a soudain l'intuition que les corps eux aussi, quels que soient leurs poids, tombent à la même vitesse. C'est Newton qui brise la représentation de la lune imposée par la croyance, celle d'un disque lumineux glissant dans le ciel, pour se la représenter de façon toute autre, celle d'un corps comme les autres, parcourant une trajectoire courbe devant obéir à la force centrifuge et s'éloigner par la tangente si quelque chose ne la retient pas dans son orbite, l'attraction. C'est l'explosion, au 17^e siècle, des

découvertes mathématiques obéissant à leur logique de développement propre et qui, pourtant, deviennent des outils capables de rendre compte de la multiplicité et de la variété des rapports constatés dans le monde: le calcul infinitésimal et les rapports des variations continus de l'attraction, le calcul différentiel et les rapports des phénomènes de la chaleur ou ceux des ondes lumineuses et sonores, puis plus tard, le calcul des probabilités et les rapports des phénomènes de l'hérédité, le calcul statistique et les rapports des phénomènes de libre arbitre étudiés par les sciences humaines. C'est Maxwell qui, à l'issue d'un long travail d'unification des équations des lois d'électricité et de celles de l'optique, déduit par simple calcul l'existence d'ondes que, 25 ans après, Hertz découvre réellement.

Je n'ai jamais oublié les leçons de ces faits. La leçon de Thalès: on peut connaître un objet par un autre objet avec lequel il a un rapport; la leçon de Gauss: découvrir c'est voir les mêmes éléments dans une autre configuration; la leçon des Pythagoriciens: les meilleures intuitions peuvent dégénérer; la leçon de Galilée: le fortuit n'est aperçu que par un esprit préparé; la leçon de Newton: les représentations sont autant des obstacles que des outils de saisie du réel; la leçon des inventions mathématiques: les mathématiques sont l'art de donner le même nom à des choses différentes; la leçon de Maxwell: la synthèse n'est pas seulement séduisante pour l'esprit par sa simplicité, elle peut aussi être féconde et produire de nouvelles connaissances.

Sans transformer les cours de sciences en cours d'histoire des sciences, on peut, à certains moments, montrer ainsi la science en œuvre. Ces moments sont aussi importants que des travaux de laboratoire. Redécouvrir ces traces d'une science qui se constitue, c'est réveiller la mémoire. Et qui laisse dormir sa mémoire devient étranger à son propre présent, au point de ne plus savoir le sens de ce qu'il y fait. Et puis, l'on donne ainsi à ses élèves des faits qui leur donneront à penser pour la vie. S'ils ne choisissent pas une carrière scientifique, ils oublieront les constructions formelles, les procédures, mais ils se souviendront longtemps des problèmes concrets que le scientifique voulait résoudre, les difficultés qu'il a rencontrées, les raisons qui les ont fait naître et quelle fut la solution construite. Et cela leur donnera, non seulement le goût des sciences, mais aussi le goût d'inventer, eux aussi à leur tour, des solutions pour résoudre des problèmes.

Donc donner le goût, mais pour donner le goût, il faut d'abord le donner à l'élève, jeune. Il y a quelques années, le Ministère de la Culture et des Communications a produit une Politique de la lecture et du livre, *Le temps de lire, un art de vivre*. Cette politique, venant d'un ministère autre que celui de l'Éducation, a eu pourtant une influence déterminante dans l'enseignement de la lecture dans plusieurs écoles primaires. Cette politique dit que la scolarisation ne garantit pas la maîtrise des habiletés de lecture. Une fois l'école terminée, les occasions de lecture peuvent diminuer et, faute de pratique de la lecture, les habiletés de lecture se perdent. C'est par l'habitude de la lecture qu'on peut conserver la maîtrise des habiletés de lecture. L'école ne doit donc pas se contenter de développer des habiletés de lecture, elle doit aussi développer des habitudes de lecture. Or, les habitudes se développent quand on est très jeune et, plus elles suscitent du plaisir, plus leur ancrage réussit. L'école ne doit donc pas se contenter de développer des habiletés de lecture. Pour que ces habiletés ne disparaissent pas, elle doit aussi développer le goût de la lecture sans lequel les habitudes de lecture ne se maintiendront pas. On peut tenir un

raisonnement analogue pour les sciences et les techniques. Si on veut que se développe une culture scientifique et technique au sein de la population, l'école ne doit pas se contenter de donner une formation scientifique et technologique, elle doit donner à l'enfant, jeune, le goût des sciences et des techniques. Alors, il continuera à s'y intéresser même si, plus tard, il ne fait pas, de leurs domaines, sa profession.

Mais dire cela, c'est dire que le grand enjeu du succès ou de l'échec d'un enseignement culturel des sciences se jouera au Québec à l'école primaire. En a-t-on suffisamment conscience ? Y a-t-il un vrai mouvement de revitalisation de l'enseignement des sciences au primaire au sein même des réseaux d'éducation? Je ne le vois pas. Ce sont des organisations extérieures au réseau d'éducation qui s'en préoccupent. Dire cela, ce n'est pas chercher à dramatiser la situation, c'est dire que le réveil tarde trop à venir.

Paul Inchauspé

Président du Groupe de travail sur la réforme du curriculum d'études

Note – Ce texte a été rédigé pour la revue *Spectre* de l'Association des professeurs de sciences du Québec. Parution prévue automne 2005.