

Colloque Discussons de l'essentiel pour  
une formation scientifique de qualité

**Quelques réflexions sur la formation scientifique  
dans les écoles et les collèges**

*par Paul Inchauspé*  
*Directeur général du Collège Ahuntsic*

Collège Ahuntsic  
le 21 mai 1991

Mesdames et Messieurs,

Je remercie les organisateurs de ce colloque de l'honneur qu'ils me font en me demandant de m'adresser à vous. Initialement, ils avaient prévu inviter la ministre Lucienne Robillard ou, à défaut, son sous-ministre Pierre Lucier. L'un et l'autre se sont récusés. Les contraintes d'agenda y sont sans doute pour beaucoup, mais peut-être que certains de leurs conseillers ne voulaient pas non plus que leur présence cautionne trop ouvertement ce colloque, né pourtant du besoin de réfléchir à l'essentiel, au moment où s'amorçaient dans les grincements les dernières étapes de la réforme du programme des sciences des collèves.

En les remplaçant, je ne peux donc vous livrer le message qu'ils vous auraient donné. Aussi, par respect pour leur fonction, je ne traiterai pas le sujet qu'ils auraient probablement abordé, celui de la place de la formation en sciences au collégial. J'ai donc décidé de tourner autour du sujet en vous livrant sans prétention quelques réflexions personnelles sur l'enseignement des sciences au Québec. Je les ai regroupées autour des trois thèmes suivants:

- les sciences, voie royale de la formation,
- l'initiation scientifique dans l'enseignement primaire,
- l'enseignement des mathématiques et des sciences et leur histoire.

## 1 - Les sciences, voie royale de la formation

Les filières scientifiques sont au niveau secondaire et collégial au Québec, comme d'ailleurs partout dans les pays occidentaux, les voies royales de la formation. Voies royales, car elles ouvrent à toutes les voies ultérieures et que s'y retrouvent généralement les élèves les plus performants dans les épreuves scolaires. Le professeur de français ou de philosophie du cégep sait depuis longtemps qu'il a de meilleurs résultats avec les étudiants du programme de sciences qu'avec tous les autres.

Or, on assiste depuis quelque temps à une contre-offensive qui vise la revalorisation et le renforcement des filières de formation en sciences humaines et en lettres. C'est là un mouvement sain. Mais cette contre-offensive s'exprime trop souvent - et cela n'est pas sain - par un dénigrement des voies de formation scientifique. Certains adoptent même un double discours. Ils préconisent la nécessité d'une formation scientifique solide comme exigence du monde contemporain, mais veulent réduire l'importance prise de fait par les voies scientifiques dans les systèmes scolaires.

Ce paradoxe m'a toujours intrigué. Sans doute peut-on le soutenir sans être accusé de contradiction, mais ce double discours ne révèle-t-il pas aussi le dépit de n'avoir su attirer les meilleurs élèves dans les filières des sciences humaines? Mais qui en est

responsable? Dans les enquêtes, les étudiants disent percevoir les sciences humaines comme le ventre mou du système, la voie la moins exigeante. Et nous connaissons des professeurs de ces disciplines qui scient eux-mêmes la branche sur laquelle ils reposent en réduisant le contenu de leur discipline à une affaire de bon sens que la vie apprendrait de toute façon par la suite. Agir ainsi, c'est, dans le domaine des réalités sociales et personnelles, livrer les jeunes à leurs préjugés ou à la norme reçue de la tradition non critiquée. C'est aussi les mépriser en ne leur proposant qu'un brouet clair. Et c'est laisser aux mathématiques et aux sciences de la nature l'apanage des sciences exactes, du sérieux, du dur. Apanage qu'elles perdraient, elles aussi, si elles se contentaient de la simple observation ou d'un niveau d'explication empirique.

Le choix d'une filière de formation ne se fait pas seulement en fonction des goûts ou des perspectives professionnelles, mais aussi en fonction de la valeur formatrice d'aptitudes et d'attitudes générales qu'on lui reconnaît. À un ami qui témoignait de sa réussite intellectuelle obtenue pourtant sans fréquentation des filières scientifiques, je faisais remarquer qu'il avait par contre pratiqué le latin pendant des années. Or, les deux disciplines ayant la plus forte corrélation pour le développement de l'intelligence générale sont les mathématiques et le latin. Si les sciences sont devenues de fait dans nos systèmes d'éducation la voie royale de la formation, c'est souvent par défaut. Pourquoi alors leur en faire grief?

## 2 - **L'initiation scientifique au primaire**

Puis-je me permettre maintenant quelques réflexions sur l'initiation scientifique dans nos écoles primaires?

À l'école primaire de mon village, dans une classe où trois années successives coexistaient, j'ai eu la chance d'avoir un professeur - nous l'appelions instituteur - pédagogue. Pour nous initier au monde des sciences, il faisait flèche de tout bois. Nous n'avions pas de laboratoire, mais il nous éveillait aux phénomènes qui nous entouraient. Les leçons de chose, c'est ainsi que s'appelait le cours de sciences, était une fête qui nous introduisait à la fermentation, à la condensation, à l'ébullition, à la radiation, au rayonnement, à la combustion, à la chaleur, à la température que nous savions distinguer de la chaleur, à la distillation, au mélange, à l'interférence, à la propagation du son, au magnétisme... Et, en évoquant ces mots, des images, des sons, des odeurs montent du fond de ma mémoire. Cet instituteur croyait qu'avant 10 ans nous pouvions comprendre ces phénomènes physiques et éprouver de la joie en les comprenant. Ces années de l'école primaire ont été déterminantes dans mon éveil à l'univers de la connaissance. Ma culture scientifique de base, celle qui permet d'expliquer sans animisme et sans anthropomorphisme les phénomènes qui nous entourent, date de cette époque. Ma formation scientifique ultérieure est venue confirmer, raffermir les connaissances de mon enfance.

Or, mes propres enfants n'ont rien eu de semblable à l'école primaire; leur véritable initiation scientifique date du secondaire. Pourtant, la majorité des notions scientifiques

étudiées en secondaire II pourraient l'être en 5e et 6e année du primaire, et pratiquement au même degré de compréhension. Pourquoi donc cette lacune dans la formation scientifique au niveau primaire?

Elle s'enracine tout d'abord dans un préjugé, celui de l'incapacité des enfants de comprendre à cet âge les phénomènes scientifiques. Malgré le succès d'expériences internationales d'éducation scientifique au primaire, ce préjugé demeure tenace au Québec. Il trouve pour certains une justification dans les stades de développement cognitif établis par Piaget. Mais on oublie d'observer que pour Piaget l'atteinte d'un stade à un âge donné est l'atteinte de la maturation complète de ce stade. Il l'observe d'ailleurs à partir de tests que l'enfant résout seul. Mais à l'école, l'enfant n'est pas seul; quelqu'un est là pour lui enseigner, l'aider. Et l'enseignement ne doit pas paresseusement se baser sur le stade de développement atteint, il doit aller au devant du stade de développement ultérieur et doit viser sa maturation. C'est cela éduquer, c'est-à-dire élever, tirer vers le haut.

De plus, le programme du primaire est présenté selon les catégories préscientifiques de *l'eau, l'air, le sol* au lieu des notions scientifiques de *liquide, gaz, solide*. Ce fait, comme la référence continue du programme à la notion d'environnement, explique aussi les dérives d'un cours qui, dans bien des classes, se transforme en cours de morale sur la science et dans une étude répétitive sur la pollution de l'air, la pollution de l'eau, la pollution de la terre. Ces cours développent davantage chez nos enfants le sectarisme environnemental que la curiosité scientifique. Mais si les professeurs esquivent ainsi leur responsabilité, c'est que, pour la plupart, ils n'ont pas eu de formation scientifique sérieuse. La majorité sont des femmes et, il y a 25 ans, le cours scientifique était pour les garçons, le cours d'économie familiale pour les filles! Pour suppléer à ces carences, ni les commissions scolaires ni le ministère ne consentent les efforts d'encadrement et de soutien requis. Alors que toutes les commissions scolaires ont des conseillers pédagogiques en mathématiques et en français, rares sont les conseillers pédagogiques en sciences.

Sans doute de nos jours la formation scientifique n'est plus le propre de l'école, mais pourra-t-elle devenir un élément essentiel de la culture de base si elle n'est pas prise au sérieux dès le primaire?<sup>1</sup>

Mais quittons les enfants pour parler de nous, de nos étudiants inscrits au programme des sciences de la nature dans les collèges.

### 3 - **L'enseignement des mathématiques et des sciences et leur histoire**

Le programme des sciences du collégial doit d'abord préparer les étudiants qui feront des études universitaires en sciences. Mais tous les étudiants inscrits à ce programme ne feront pas une carrière en sciences. Que doit alors aussi viser leur formation

---

<sup>1</sup> Le Conseil supérieur de l'Éducation a sorti sur cette question un avis important intitulé *L'initiation aux sciences de la nature chez les enfants du primaire*.

scientifique? Elle veut leur donner des clefs pour répondre aux questions scientifiques et techniques de la vie quotidienne, mais en même temps elle veut développer chez eux des méthodes de pensée, des aptitudes et même des attitudes apparentées à celles utilisées par les scientifiques. Aussi la tradition scolaire a généralisé depuis 50 ans, pour cette formation, 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. 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. Des travaux d'auteurs différents<sup>2</sup> ont montré que les mathématiques et les sciences expérimentales se constituent dans le temps par une construction de concepts créés pour rendre compte de la réalité. Mais cette construction est discontinue; elle ne va pas de soi, car des obstacles dus aux représentations du réel, dominantes à une époque donnée, s'y opposent. Aussi, cette construction implique le plus souvent une rupture avec les représentations antérieures. Pour développer chez les étudiants 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.

Pour illustrer cette affirmation, j'aurai encore recours, je m'en excuse, à mon expérience d'élève. C'était à l'école primaire, l'instituteur un jour nous fit observer comment un des vieux bergers du village comptait son troupeau de moutons. Au moment où il rentrait ses bêtes, il faisait correspondre à chaque tête du troupeau des glands qu'il tenait dans un petit sac. Il dénombrait son troupeau selon l'échange d'un *contre un* alors que nous, nous comptions les bêtes. Et pour les compter, nous utilisions la suite des nombres, chaque nombre étant une collection d'unités formée en ajoutant une unité à la collection qui la précède dans l'ordre. Et l'instituteur d'ajouter qu'avant de savoir compter comme nous le faisons, on dénombrait les ensembles comme le berger, ainsi qu'en témoignait encore l'étymologie du mot *calcul*, qui veut dire petit caillou et renvoie à cette pratique. Cette observation m'avait fasciné. Aussi, quelques années plus tard, j'ai dévoré les "*Étapes de la philosophie mathématique*" de L. Brunschwig parce que tout au début du livre il y raconte une anecdote semblable à celle de mon berger. Une vieille Andalouse à qui l'on demandait son âge répond: "quatre douros et quatre réaux". Le douro vaut 20 réaux, la dame avait donc  $(4 \times 20) + 4 = 84$  ans. Et Brunschwig d'ajouter: "*pour s'apercevoir que le compte des années était le même que le compte des réaux, et pour faire servir à ses fins le système monétaire du peuple espagnol, il faut*

---

<sup>2</sup> Léon BRUNSCHWIG, Les étapes de la philosophie mathématique. Alian 1912 ou réédition Paris, Blanchard, 1972.

Gaston BACHELARD, La formation de l'esprit scientifique. Paris, Vrin, 1938.

Karl POPPER, Logique de la découverte scientifique. Paris, Payot, 1973.

Thomas KUHN, La structure des révolutions scientifiques. Paris, Flammarion, 1975.

*qu'elle dissocie la relation de nombre de l'image de la monnaie. Plus l'expression est déconcertante de gaucherie, de naïveté, plus l'effort d'intelligence apparaît subtil, sûr de lui-même". C'est une leçon que je n'ai jamais oubliée.*

Comme je n'ai pas oublié ces autres leçons dues à divers 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 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 l'intuition que les corps 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 dans son orbite, l'attraction. C'est l'explosion, au 17<sup>e</sup> 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 de variations continus de l'attraction, le calcul différentiel et les rapports des phénomènes de la chaleur, des ondes lumineuses et sonores puis, plus tard, le calcul de probabilité 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.

Quant à moi, je n'ai pas 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.

Vous ai-je convaincu que sans transformer vos cours en histoire des sciences, vous pouvez à certains moments montrer ainsi la science en oeuvre? 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 sans le savoir vous donnez ainsi à vos étudiants actuels des faits qui leur donneront à penser pour la vie. Ils oublieront les constructions formelles, les procédures, mais ils se souviendront longtemps des problèmes concrets, des difficultés, des motifs qui les ont fait naître. Et cela leur donnera le goût d'inventer eux aussi des solutions pour résoudre les problèmes.

Je conclus.

Initialement, j'avais prévu de vous parler de deux autres sujets, de l'importance de la didactique des sciences et de la vulgarisation scientifique. Ce sont deux champs d'action qui pourraient être investis par les professeurs de cégep. Mais j'ai passé trop de temps à évoquer devant vous mes souvenirs d'élève...

Mais si mes anciens professeurs étaient là aujourd'hui, peut-être seraient-ils heureux de voir qu'ils n'ont pas été inutiles? Je parlais tout à l'heure de pensée vive et, juste à l'instant, de mémoire, mais il y a aussi une mémoire vive, celle de ces moments d'éblouissement intellectuel de notre enfance et de notre jeunesse qui nourrissent ensuite toute notre vie. Et en préparant ce mot, j'ai vu comment ces professeurs presque tous maintenant disparus sont encore vivants pour moi. Nos vies ne se sont pas ressemblées mais, dans le fond, j'ai toujours essayé d'être ce qu'ils étaient, et ce que vous êtes aussi, des éducateurs, c'est-à-dire des éveilleurs.

Je vous souhaite un fructueux colloque.