



Les sciences : chenille ou papillon ?

Comment la chenille devient-elle papillon ? La question semble anodine, mais combien d'entre nous sauraient y répondre ? Les connaissances scientifiques des Québécois laissent à désirer. Et si les sciences n'étaient pas ce qu'on pense ? Si elles faisaient partie d'une culture accessible et revêtaient même une forme de beauté ? « Les sciences, dit Marcel Thouin, peuvent émerveiller au même titre que les arts. »

M. Thouin est professeur de didactique des sciences à la Faculté des sciences de l'éducation de l'Université de Montréal. Physicien de formation, il est l'auteur de plusieurs livres traitant du loisir et de la vulgarisation scientifiques, ainsi que de la didactique des sciences.

C. HAYEUR / AGENCE STOCK

RND Si l'on en croit les résultats de l'Enquête sur la culture scientifique et technique des Québécoises et des Québécois réalisée en 2002 par le Conseil de la science et de la technologie du Québec, nos connaissances scientifiques seraient plutôt mauvaises. Est-ce exact ?

Oui, et ce n'est pas surprenant. À l'école, la majorité des élèves font très peu de sciences au primaire et ne suivent que quelques cours obligatoires au secondaire. Après, ils oublient assez vite ce qu'ils ont appris et souvent mal compris. Finalement, ils abandonnent complètement les sciences. Résultat : bien des gens pensent encore que le Soleil tourne autour de la Terre ou que des petits êtres vivants peuvent apparaître dans la matière en décomposition. Ce ne sont là que des exemples, bien sûr, mais ils montrent que les connaissances scientifiques des Québécois demeurent en général assez faibles.

RND Sommes-nous différents des autres ? Comment se compare-t-on avec le reste du Canada et les autres pays ?

Les pays asiatiques, surtout le Japon, surpassent nettement tout le monde et ce, non seulement parce que leurs élèves sont performants dans toutes les matières, mais aussi parce que ces pays misent beaucoup sur la technologie pour assurer leur croissance économique. On sait bien que la plupart des appareils électroniques sont

fabriqués dans des pays asiatiques. Quant aux résultats québécois, ils sont comparables à ceux du reste du Canada et légèrement supérieurs à ceux des autres pays occidentaux. Malgré cela, les connaissances qu'ont les gens d'ici en matière de sciences demeurent nettement insuffisantes.

RND Qu'est-ce qu'il faudrait savoir alors ? Quelles sont les connaissances scientifiques minimales que nous devrions tous posséder ?

Évidemment, il ne s'agit pas de connaissances pointues traduites par des équations ou par des diagrammes complexes, mais plutôt de concepts de base. Le nouveau programme d'enseignement des sciences du ministère de l'Éducation répartit en trois catégories ces concepts que tous devraient maîtriser. Il y a d'abord les concepts se rapportant à *l'univers matériel* qui comprend des notions telles que les forces, le mouvement, le magnétisme, l'électricité, la chaleur et la température. Ensuite, on trouve les concepts ayant trait à la *Terre* et à *l'espace*, soit la planète elle-même (écorce terrestre, volcans, tremblements de terre), l'atmosphère (phénomènes météorologiques) et l'espace (astronomie, Système solaire, phases de la Lune, étoiles, etc.). Enfin, la troisième catégorie porte sur *l'univers vivant* (environnement, botanique, écologie, anatomie, biologie, alimentation). Par ailleurs, en plus de ces connaissances essentielles, toute personne

devrait être en mesure de porter un regard critique sur la science, son histoire, ses impacts et ses limites.

RND Concrètement, pourquoi est-il essentiel de bien connaître ces notions de base ?

Le saviez-vous ?

En 1940, deux Britanniques ont inventé le magnétron, appareil produisant des ondes électromagnétiques ultracourtes. D'abord utilisé pour augmenter la portée du radar, le magnétron sera ensuite appliqué à la cuisson des aliments. Breveté en 1953, le four à micro-ondes entrera progressivement dans nos cuisines à partir de la fin des années 60.

L'astronome polonais **Nicolas Copernic** (1473-1543) fut le premier à placer le Soleil au centre du Système solaire. Son modèle héliocentrique contredisait alors la doctrine de l'Église qui situait la Terre au centre de tout depuis le XIII^e siècle. Pour le soutien qu'il a apporté à Copernic, Galilée a subi les foudres de l'Inquisition.

L'astronome allemand **Johannes Kepler** (1571-1630) a raffiné le modèle de Copernic en démontrant, notamment, que la trajectoire des planètes décrit une ellipse et non un cercle. Toutefois, Kepler était peut-être un brin paresseux : la plus grande partie des observations minutieuses servant de base à ses calculs était le résultat du travail de l'astronome danois **Tycho Brahe** (1546-1601).

Une nouveauté, l'auto électrique ? La première est arrivée sur le marché en 1894.

Pendant longtemps, on a considéré qu'une personne cultivée devait connaître l'histoire universelle, la littérature, les arts et la mythologie. On trouvait tout à fait acceptable qu'elle ne sache rien en sciences et en technologie. Cependant, les applications scientifiques de nos jours sont telles que la science et la technologie doivent absolument faire partie d'une bonne culture générale. D'abord, une bonne culture scientifique permet de mieux comprendre le monde qui nous entoure en démythifiant des phénomènes comme les phases de la Lune, les saisons et tant d'autres. Ensuite, chacun de nous est de plus en plus entouré d'objets électroniques et technologiques qui sont autant d'applications des concepts scientifiques. Comprendre le fonctionnement de ces appareils nous donne la possibilité de faire de meilleurs choix en tant que consommateurs. Enfin, la connaissance scientifique est nécessaire pour nous assurer de bien jouer notre rôle de citoyen. Nous entendons de plus en plus parler d'énergie, d'OGM, d'alimentation, de médicaments, de changements climatiques, de techniques de reproduction. Dorénavant, ce sont toutes ces questions qui feront les manchettes. Bref, les sciences et la technologie sont partout dans nos vies. Des connaissances de base dans ce domaine sont essentielles pour nous permettre de faire des choix éclairés tant sur le plan individuel que social.

RND Le degré de connaissances scientifiques des citoyens influence donc le développement d'une société ?

Tout à fait. Une société dont les citoyens possèdent une bonne culture scientifique sera en mesure de faire de meilleurs choix et donc de se démarquer positivement dans l'avenir. Prenons l'exemple des États-Unis. Ce pays ne reconnaît pas officiellement l'existence des bouleversements climatiques produits par l'effet de serre. Pourtant, d'autres pays comme le Japon ou la plupart des pays européens tiennent compte de ce phénomène dans leur prise de décisions depuis plusieurs années. C'est dans ce sens que je dis qu'une société cultivée sur le plan scientifique est en mesure de faire de meilleurs choix qu'une autre pour laquelle les sciences ne sont pas tellement importantes. D'ailleurs, nous pouvons déplorer que les dirigeants de bien des pays occidentaux n'aient pas de formation en sciences et en technologie et qu'ils manifestent très peu d'intérêt pour la chose. Les décisions de ces dirigeants, quand il s'agit de questions scientifiques, sont alors souvent improvisées ou encore à la merci des différents lobbies. Justement, au Québec, avec la question de l'énergie, nous avons observé les effets du manque de connaissances scientifiques de nos dirigeants. Ceux-ci ont longuement hésité entre la construction de centrales thermiques et le développement de centrales éoliennes. Dans cette affaire, notre gouvernement dépendait des lobbies et se laissait

facilement tirailler d'un côté comme de l'autre, puisque qu'il n'était pas en mesure de prendre une décision éclairée. Pourtant, toutes les grandes questions scientifiques ont un impact important sur notre société et sur l'ensemble de la Terre, tant sur le plan du développement qu'en ce qui concerne les générations futures.

RND Comment expliquer alors le manque d'intérêt des gens pour la culture scientifique ?

Les citoyens ne se sentent pas concernés par les questions scientifiques. Ils ne s'en préoccupent pas assez tout simplement parce qu'ils croient que celles-ci ne concernent que les spécialistes. Bien des gens associent les sciences et la technologie à ce qu'ils ont connu à l'école. Ils gardent des sciences une idée abstraite et ne voient pas ses applications dans leur vie de tous les jours. Pourtant, si les sciences leur avaient été bien enseignées, les gens auraient, en tant que citoyens, compris qu'elles ne portent pas tant sur les équations complexes qu'ils tentaient de déchiffrer dans leurs livres scolaires que sur l'ensemble de ce qui concerne leur vie sur cette planète. Ces questions influencent leur avenir à court terme de même que celui qui sera réservé aux générations futures. Les questions scientifiques sont l'affaire de tous. D'ailleurs, il n'y a pas un métier, pas une profession, qui n'ait un lien, quel qu'il soit, avec les sciences.

RND Croyez-vous que les sciences sont victimes d'une mauvaise image ?

Oui, et l'école n'a pas aidé en ce sens. C'est malheureux, mais le système scolaire a longtemps utilisé les mathématiques et les sciences comme un filtre qui servait à départager les bons et les mauvais élèves. Ainsi, ceux et celles qui réussissaient en sciences pouvaient

Le saviez-vous ?

Les vies des grands scientifiques comportent leur lot d'anecdotes qui renforcent l'image de l'éclair de génie. Newton a-t-il vraiment reçu une pomme sur la tête, y trouvant soudain l'inspiration de sa théorie de la gravité ? Ce serait plutôt une histoire inventée après l'élaboration de sa théorie.

Le 14 février 1876, Alexander Graham Bell entre dans le bureau des brevets de New York pour faire une demande de brevet d'un premier modèle de téléphone. Deux heures plus tard, un autre inventeur américain, Elisha Gray, y dépose à son tour un brevet pour la même invention. Durant plus de dix ans, les deux inventeurs revendiqueront la paternité du téléphone devant les tribunaux, lesquels donneront finalement raison à Bell.

Eratosthène d'Alexandrie serait le premier à avoir calculé avec précision la circonférence de la Terre, ne se trompant que de 650 kilomètres. Il vivait au III^e siècle avant Jésus-Christ !

aspérer aux professions les plus valorisées socialement. Il est vrai qu'il faut voir à ce que les élèves qui choisissent de faire une carrière en sciences soient formés adéquatement. Mais ce n'est pas une raison pour que l'enseignement des sciences ne soit pas accessible au plus grand nombre. Je suis toujours surpris de voir à quel point le contenu de certains cours de physique du secondaire, par exemple, devient trop vite réduit au langage des symboles et des équations. Si, au contraire, on permettait aux élèves de très bien comprendre les aspects qualitatifs de la science avant d'en arriver trop rapidement à ses aspects quantitatifs, on soutiendrait leur intérêt et il y aurait moins de décrochage. De ce fait, il y a beaucoup de travail à faire pour améliorer l'enseignement des sciences au Québec.

RND Selon vous, il est donc essentiel de se pencher sur l'enseignement des sciences et des mathématiques ?

Absolument ! Et ce n'est pas seulement une question de culture scientifique. Je mentionne souvent que les sciences sont très importantes à l'école dès le primaire parce que c'est la seule matière qui permet aux élèves d'interroger directement la nature. Seules les sciences possèdent ce côté concret qui permet aux jeunes d'expérimenter et de manipuler. En sciences, c'est la nature qui répond aux questions des élèves, contrairement au français ou à l'univers social où les réponses se trouvent auprès des professeurs ou dans les

livres. D'ailleurs, c'est à tort que l'on associe les sciences à l'élite étudiante. Dans les milieux défavorisés, les sciences sont particulièrement importantes parce que l'apprentissage à partir d'activités concrètes s'adapte bien à ce type de clientèle. Même chose pour les garçons. À mon avis, si on faisait plus de sciences et de technologie à tous les ordres d'enseignement, on aurait plus de succès avec les garçons à l'école.

RND **Diriez-vous que l'enseignement des sciences s'est quand même amélioré au cours des dernières années ?**

Le nouveau programme de formation du ministère de l'Éducation constitue une nette amélioration. Il vise non seulement à rendre les sciences à l'école plus vivantes et plus stimulantes, mais également à permettre aux élèves d'établir des liens entre les sciences et la technologie et les autres matières scolaires, par exemple l'histoire ou la sociologie. De plus, il prévoit une vérification officielle des connaissances, au secondaire du moins, ce qui jusqu'alors ne se faisait pas. Mais le changement majeur proposé par le nouveau programme réside dans l'approche utilisée pour enseigner les sciences. Avant, on misait surtout sur l'enseignement magistral. S'ajoutaient à cela quelques expérimentations qui, pour la plupart, n'avaient qu'un but : prouver aux élèves que ce qu'on leur avait dit en classe était bel et bien vrai. Dorénavant, l'enseignement des sciences se fera plutôt par résolution de problèmes.

Le saviez-vous ?

C'est en effectuant des croisements de petits pois que le moine autrichien Gregor Mendel (1822-1884) a découvert les lois fondamentales de l'hérédité.

RND **Qu'est-ce qui distingue cette approche et en quoi est-elle plus efficace ?**

Les recherches actuelles en enseignement des sciences et des mathématiques ont démontré l'importance d'utiliser une approche où les élèves découvrent par eux-mêmes l'information dont ils ont besoin. Pour ce faire, on leur soumet un problème à résoudre. On n'exige pas d'eux qu'ils trouvent tout de suite la bonne réponse, mais on leur suggère d'expérimenter, de discuter entre eux et de proposer des solutions intéressantes. Cette manière de faire insiste sur un aspect essentiel : pour bien enseigner, il est nécessaire de tenir compte des perceptions qu'ont les élèves lorsqu'ils entrent en classe. Si l'on omet de le faire, notre enseignement est souvent inutile, puisqu'il se superpose à ce que les élèves pensent déjà. Avec le temps, les élèves oublient ce qu'ils ont appris par cœur pour revenir à leur conception initiale. Aussi, avant de leur faire vivre des expériences et de leur expliquer des concepts scientifiques, il est important de connaître les perceptions qu'en ont les élèves. Par la suite, on peut ajuster l'enseignement en conséquence. Chose intéressante, les perceptions des élèves

sont souvent identiques à des conceptions qui ont longtemps eu cours dans l'histoire des sciences. Par exemple, on a pensé que le Soleil tournait autour de la Terre durant une bonne partie du Moyen Âge. Vous savez, cela rassure les élèves de savoir que certains grands scientifiques très sérieux ont déjà pensé comme eux.

RND Les changements que propose la réforme du Ministère sont-ils vraiment applicables à la réalité ?

Sur papier, le nouveau programme propose des améliorations notables. Malgré tout, je continue de penser que ses applications sont très variables d'une région à l'autre, et même d'une école à l'autre. Oui, les futurs enseignants seront outillés pour mettre en œuvre cette réforme. Mais cela n'est pas nécessairement le cas pour les enseignants qui sont déjà dans le milieu scolaire. Actuellement, plusieurs des enseignants du primaire n'ont eu à peu près aucune formation pour enseigner les sciences. Quant à ceux du secondaire, le jeu des conventions collectives les amène souvent loin des domaines pour lesquels ils ont été formés. Il est évident que, pour appliquer le nouveau programme uniformément dans toutes les écoles, les enseignants devraient d'abord pouvoir bénéficier d'une formation continue. Or, le gouvernement n'a rien prévu en ce sens. Je crois donc que l'application du nouveau programme sera très variable d'une école à l'autre, malheureusement.

RND On prévoit des pénuries de professionnels dans les carrières en sciences et en technologie. Devrions-nous encourager davantage les jeunes à se diriger vers des carrières scientifiques ?

Cette pénurie que vous mentionnez est déjà une réalité, particulièrement dans les carrières qui demandent une formation technique (électronique, arpentage, alimentation, etc.). Non seulement les cégeps n'atteignent pas leur contingent d'étudiants dans ces domaines d'études, mais le marché du travail est privé d'employés qualifiés dont il a besoin. Cela est attribuable au fait que, d'une part, les jeunes délaissent ces choix de carrières parce qu'ils gardent une image biaisée des sciences après le secondaire. Cette image les empêche de voir que les sciences et la technologie au collégial sont beaucoup plus accessibles qu'ils ne le croient et qu'une carrière technique dans ce domaine pourrait correspondre à leurs désirs. Dans les formations professionnelles, les applications des sciences sont souvent très concrètes et stimulantes, parfois même plus qu'au secondaire où, inconsciemment, la formation a toujours été pensée en fonction des élèves qui opteraient pour des carrières scientifiques universitaires. D'autre part, bien des jeunes auraient avantage à comprendre que la majorité des diplômés de formation technique au collégial sont beaucoup plus prometteurs pour leur avenir professionnel que bon nombre de diplômés universitaires.

RND Qu'entend-on faire pour corriger cette situation ?

Déjà, nous observons que des efforts sont consentis pour corriger le tir, mais nous ne pouvons en observer les effets que dans quelques années. Le nouveau programme de formation du ministère de l'Éducation représente un pas dans la bonne direction. De plus, des budgets assez importants ont été alloués aux écoles primaires et secondaires pour les aider à se procurer du matériel scientifique. D'autres démarches ont aussi été mises en branle : par exemple, un réseau de scientifiques bénévoles a été mis sur pied pour rencontrer les élèves du primaire et du secondaire afin de les intéresser à leur travail. Bref, il existe depuis quelques années certains dispositifs visant à inciter les jeunes à se diriger vers des carrières scientifiques, particulièrement en formation professionnelle. Il faudrait cependant les multiplier.

RND Que pensez-vous du traitement que font les médias de l'information scientifique ?

Tout comme l'enseignement des sciences change selon les écoles, le traitement de l'information scientifique est très variable selon les médias. Certains d'entre eux font un travail admirable. Par exemple, j'aime beaucoup la façon dont l'information scientifique est présentée dans des émissions comme *Découverte*, à la télévision, ou *Les années-lumière*, à la radio, de même que dans des revues comme *Québec Science* et les magazines

français *Sciences et Avenir* ou *Science & Vie*. Le journal *Le Devoir* fait aussi un travail intéressant en ce sens. Mais, de façon générale, les médias de masse qui touchent un large public font un travail moins satisfaisant. Ils abordent des sujets scientifiques uniquement pour annoncer une supposée grande découverte ou lorsqu'ils décrivent d'immenses tragédies. Cette tendance à miser sur le sensationnalisme finit par donner une image biaisée de l'activité scientifique, lui fait perdre sa crédibilité et n'aide pas à sa compréhension.



Le saviez-vous ?

Selon la légende, Archimède (287-212 av. J.-C.) serait sorti en courant de son bain en criant : « Eurêka ! » (J'ai trouvé !) L'anecdote est invérifiable, mais la cause de tant d'émoi est connue : il venait de découvrir le principe qui explique qu'un corps lourd (un navire, par exemple) peut flotter dans l'eau.

Galilée (1564-1642) n'a pas inventé la lunette astronomique. Il a plutôt perfectionné une invention hollandaise. Mais il a sans doute été le premier à se servir de cet instrument pour observer sérieusement le ciel étoilé.

RND La communauté scientifique doit-elle agir dans le but de rendre les sciences plus accessibles au public en général ?

La diffusion des connaissances fait partie intégrante du travail de tout scientifique. Les scientifiques devraient d'ailleurs être formés en ce sens. Malheureusement, certains spécialistes travaillant dans des domaines de pointe s'imaginent que la diffusion de leurs connaissances se limite aux données qu'ils publient dans des revues très spécialisées. Ils oublient qu'ils ont une responsabilité sociale, celle de partager avec l'ensemble de la communauté leurs connaissances, et que cette responsabilité fait partie de leur travail. Les scientifiques doivent donc s'impliquer davantage dans la promotion et dans la vulgarisation des sciences. Autrement, si les chercheurs et les

spécialistes omettent de s'adresser au grand public, des charlatans prendront le relais. L'engouement actuel de la population pour l'astrologie et l'ésotérisme en général est une triste manifestation de ce danger.

RND D'autres acteurs ont-ils un rôle à jouer dans la promotion de la culture scientifique au Québec ?

Bien sûr. Tout le monde doit mettre l'épaule à la roue. Il faut dire que le Québec a une longue tradition, fort enviable, en ce qui a trait à la vulgarisation scientifique. Il existe, et ce dans toutes les régions, de nombreux organismes de loisirs scientifiques comme les 4H, les Scouts, les Débrouillards, Astrolab, qui se sont donné pour mission de mieux faire connaître et aimer les sciences. Malheureusement, nos gouvernements ne les appuient pas autant qu'ils le devraient. Pire encore, l'aide financière qu'ils accordent à ces organismes a tendance à diminuer plutôt qu'à s'accroître. En outre, les facultés universitaires, les grandes entreprises, les musées, les écoles, les colonies de vacances, les centres de loisirs ont aussi un rôle essentiel à jouer dans la promotion des sciences. Mais une meilleure coordination des énergies entre tous ces acteurs est nécessaire. Il existe par exemple, au Québec, la Société pour la promotion de la science et de la technologie dont le mandat est d'organiser une action concertée entre les différents acteurs. Cette dernière gagnerait à être mieux connue, même des scientifiques.



RND Advenant le cas où elles sont bien présentées, croyez-vous que les connaissances scientifiques peuvent être accessibles à tous ?

Oui, je le pense sincèrement. La science n'est-elle pas une activité humaine au même titre que toutes les autres ? Il n'est jamais trop tard pour s'y initier, ne serait-ce qu'en raison du lien qui existe entre les sciences et les grandes questions d'ordre social. Oublions cette idée qu'une bonne culture scientifique nécessite une formation poussée. Pour s'initier à la science, je suggère aux gens, même aux adultes, de lire des revues ou des livres scientifiques qui s'adressent aux jeunes. Souvent illustrés, ce sont

des outils accessibles qui représentent une excellente introduction aux connaissances scientifiques parce qu'ils misent sur la curiosité, la culture, l'histoire et la vulgarisation. Lorsqu'elle est bien faite, la vulgarisation scientifique n'est pas une réduction de l'information scientifique. Au contraire, elle vise à donner une image juste, précise et compréhensible des sciences et de la technologie. D'ailleurs, plusieurs scientifiques de renom ont été de grands vulgarisateurs.

Le saviez-vous ?

Bien qu'elle n'ait jamais été construite, la calculatrice à cartes perforées de l'économiste et mathématicien anglais Charles Babbage (1792-1871) est souvent considérée comme l'ancêtre de l'ordinateur.

En démontrant qu'il existe des micro-organismes responsables de la fermentation et en élaborant sa théorie des germes (ou microbes), le Français Louis Pasteur (1822-1895) a bouleversé la médecine et la chirurgie en préconisant des méthodes d'asepsie.

Antoine Laurent de Lavoisier (1743-1794) est considéré comme le père de la chimie moderne. Il vivait à une époque où femme et science ne se conjugaient pas, du moins publiquement. Ce qui n'a pas empêché son épouse, Marie-Anne, de collaborer étroitement à l'élaboration de son grand principe de conservation de la matière : « Rien ne se perd, rien ne se crée. »

Je songe entre autres à Hubert Reeves, Carl Sagan et Edmond Rostand. Enfin, la vulgarisation scientifique est une composante importante de l'enseignement, car, pour bien enseigner les sciences, il faut savoir les rendre accessibles et intéressantes. Aujourd'hui, c'est avec cette conviction que j'essaie de transmettre mes connaissances à mes étudiants et futurs professeurs de sciences. J'aimerais également que l'on attribue à la science une image qui ne soit pas qu'utilitaire ou technique. La science, c'est aussi une quête remarquable. Il y a, dans les connaissances scientifiques, une beauté, un émerveillement possible, au même titre que dans les arts ou dans la littérature. Lorsque les sciences sont bien enseignées, les élèves sont sensibles à cette beauté. ■



PHOTODISC / GETTY IMAGES

Enquête

sur la culture scientifique et technique des Québécoises et Québécois (2002),

Conseil de la science et de la technologie du Québec.

Réponses

1	faux
2	faux
3	vrai
4	vrai
5	faux
6	faux
7	faux
8	faux
9	faux
10	vrai
11	vrai
12	vrai
13	vrai
14	faux
15	vrai
16	vrai
17	faux
18	B



CORBIS