

La contribution des manuels de sciences à l'acquisition d'une culture scientifique

Jean-Pascal Souque

Volume 11, numéro 3, 1985

URI : <https://id.erudit.org/iderudit/900510ar>

DOI : <https://doi.org/10.7202/900510ar>

[Aller au sommaire du numéro](#)

Éditeur(s)

Revue des sciences de l'éducation

ISSN

0318-479X (imprimé)

1705-0065 (numérique)

[Découvrir la revue](#)

Citer cet article

Souque, J.-P. (1985). La contribution des manuels de sciences à l'acquisition d'une culture scientifique. *Revue des sciences de l'éducation*, 11(3), 489–505. <https://doi.org/10.7202/900510ar>

Résumé de l'article

Le présent article porte sur les représentations de la science véhiculées par le système scolaire et sur le rôle que peuvent jouer les manuels de sciences dans la construction de ces représentations. Deux dimensions de ces représentations sont examinées : la nature de la science et l'histoire des sciences. Constatant le manque de recherches à ce propos, l'article montre le potentiel de certaines méthodologies qualitatives, comme l'analyse philosophique, pour y remédier.

La contribution des manuels de sciences à l'acquisition d'une culture scientifique

Jean-Pascal Souque*

Résumé - Le présent article porte sur les représentations de la science véhiculées par le système scolaire et sur le rôle que peuvent jouer les manuels de sciences dans la construction de ces représentations. Deux dimensions de ces représentations sont examinées: la nature de la science et l'histoire des sciences. Constatant le manque de recherches à ce propos, l'article montre le potentiel de certaines méthodologies qualitatives, comme l'analyse philosophique, pour y remédier.

Abstract - This article describes the representation of science as transmitted by the school system and the role that science text books have in promoting these representations. The following two dimensions of these representations are examined: the nature of science and the history of science. This paper indicates the potential of certain qualitative methodologies, as philosophical analysis, to remediate the current lack of research in this area.

Resumen - Este artículo trata de las representaciones de la ciencia que son vehiculadas por el sistema escolar y sobre el rol que pueden jugar los manuales de ciencias en la construcción de estas representaciones. Se examinan dos dimensiones de estas representaciones: el tipo de ciencia y la historia de las ciencias. Al constatar la falta de estudios a este respecto, el artículo muestra el potencial de ciertas metodologías cualitativas, tales como el análisis filosófico que puede actuar como paleativo.

Zusammenfassung - Der vorliegende Artikel behandelt die Darstellungen der Naturwissenschaften, die vom Schulsystem vermittelt werden, und die Rolle, die wissenschaftliche Lehrbücher bei der Entstehung solcher Auffassungen spielen können. Es werden zwei Aspekte dieser Darstellungen untersucht: das Wesen der Wissenschaften und die Geschichte der Wissenschaften. Der Artikel stellt den Mangel an diesbezüglichen Arbeiten fest und weist auf die Möglichkeiten gewisser qualitativer Untersuchungsmethoden hin, z.B. die der philosophischen Analyse, welche ihn beheben könnten.

La formation scientifique au niveau secondaire enseigne plus qu'un ensemble de faits, de lois et de théories. Elle transmet aussi des informations à *propos* de la science: sa nature, sa méthode, son évolution historique, ses chercheurs et les liens qu'elle entretient avec la technologie et la société en général. Nous appellerons ces informations le discours *sur* la science, par opposition au discours *de* la science, représenté par les faits, lois et théories mentionnés plus haut. Ces deux discours sont intimement liés. Par exemple, amener les élèves au laboratoire

* Souque, Jean-Pascal: conseiller scientifique, Conseil des sciences du Canada.

pour «vérifier» la loi de la conservation de la quantité de mouvement, enseigne quelque chose non seulement sur la quantité de mouvement mais aussi sur la notion de preuve et de vérité en sciences. Aussi, présenter la théorie cinétique des gaz comme un modèle explicatif plus puissant que la théorie du phlogistique pour expliquer le transfert de chaleur, enseigne non seulement les bases de la calorimétrie mais aussi la façon dont les nouvelles théories scientifiques se bâtissent en opposition aux anciennes. Le discours sur la science fait donc partie de l'information transmise volontairement ou involontairement aux élèves. Quelle que soit la forme qu'il prenne, il va contribuer au développement d'une représentation de la science qu'on peut appeler la «science scolaire», et qui constitue une partie de la culture scientifique de ceux qui la transmettent et de ceux qui y sont exposés. Il est intéressant de constater que les autorités de l'éducation ne veulent pas laisser au hasard le soin de construire ce discours sur la science. L'introduction, dans les programmes d'études, d'objectifs visant la construction de connaissances sur la science, si elle est récente, n'en n'est pas moins répandue au Canada.¹ En voici un exemple:

Nature de la connaissance scientifique: cet objectif d'apprentissage va permettre à l'élève de comprendre pourquoi, dans le domaine de la science, on aborde les problèmes de façon particulière [...] on dit que la connaissance scientifique a des fondements humanistes, historiques, empiriques, reproductibles, probabilistes et globaux. Ces caractères, ainsi que d'autres, permettront à l'élève de percevoir pourquoi et comment la connaissance scientifique a pu se développer. Il aura à répondre à des questions de cet ordre:

- Pourquoi Galilée s'opposait-il à l'enseignement d'Aristote?
- Pourquoi les savants entreprirent-ils la conquête de l'espace?
- Pourquoi consacre-t-on tant d'énergie à l'étude des techniques d'intervention au niveau du code génétique?
- Pourquoi fabrique-t-on des bombes atomiques?
- Pourquoi cherche-t-on à produire des drogues nocives?
- Pourquoi y a-t-il des gens qui étudient l'astronomie? (Ministère de l'Éducation de l'Ontario, 1978)

Cet énoncé révèle que la science doit être étudiée non seulement pour son contenu (l'ensemble des faits, lois et théories scientifiques qui constituent le discours *de* la science) mais aussi pour le contexte dans lequel le contenu scientifique s'élabore (le discours *sur* la science). Ce contexte possède une dimension épistémologique (un modèle de la nature de l'activité scientifique), une dimension sociologique (un modèle de l'interaction science, technologie et société) et une dimension historique. Cette intention pédagogique vise à faire apprendre à l'élève quelque chose *à propos* de la science. Il est donc important que la recherche en enseignement des sciences ne néglige pas cette facette du programme d'études,

et se dote d'un programme global qui examinerait les représentations de la science véhiculée dans le système scolaire. Cet article examine la contribution des manuels de sciences à ces représentations et montre que nous ne disposons encore que de peu de connaissances sur cette contribution.

Pourquoi étudier les manuels de sciences?

Depuis longtemps, en Europe, aux États-Unis et au Canada, les manuels ont fait l'objet de critiques. On leur a reproché de se substituer au programme d'étude plutôt que de le servir (Stake et Easley, 1978) et de ne représenter qu'une seule source d'information à un moment où il est nécessaire de pouvoir diversifier ces sources (Bruner, 1960).

On a aussi remis en cause l'existence même du manuel en soulignant le danger de soumettre l'élève à un compte rendu d'un savoir tout fait quand l'éducation devrait plutôt permettre à l'élève de bâtir son savoir de façon active, en fonction de ses propres besoins. Ce type de critique a mené certains auteurs étasuniens à des opinions telles que celle-ci:

Since with two or three exceptions all texts are not only boring but based on the assumption that knowledge exists prior to, independent of, and altogether outside of the learner, they are either worthless or harmful. If it is impossible to function without textbooks, provide every student with a notebook filled with blank pages, and have him compose his own text (Postman et Weingartner, 1969).

Cette suggestion, tout extrême qu'elle paraisse, a été reprise par Louis Ste-Marie suite aux travaux de l'étude Evalensci qui montrait que les manuels modernes n'ont pas répondu à toutes les espérances qu'on fondait sur eux (Ste-Marie, 1981). Il recommande que les élèves produisent leur propre manuel et montre le bénéfice que ceux-ci en retirent:

This practice has been successfully applied in Quebec, where teachers find that their students are highly motivated by it. It is not unusual to find a student involved in studying a problem which he defined himself or students continuing to study a problem outside of the classroom and during vacations. The students have confidence in their ability to learn; they are proud of their textbook and take good care of it (Ste-Marie, 1982).

Remarquons qu'il s'agit là de critiques sur le principe même de l'utilisation du manuel comme outil didactique. Ces critiques se sont traduites par l'adoption de directives dans certaines provinces, telle l'Ontario, qui font qu'au niveau primaire les élèves ne disposent pas d'un manuel attitré, mais d'une variété de sources. Il en a été de même au Québec du moins en partie.

Toutefois, malgré les attaques dirigées contre lui, le manuel de sciences continue à jouer un rôle central dans l'enseignement des sciences, rôle que lui reconnaît maintenant explicitement le ministère de l'Éducation du Québec:

La situation actuelle incite le ministère à prendre d'importantes mesures pour redonner une place de premier plan au manuel scolaire de base dans les matériels d'enseignement et à en souligner la valeur en tant qu'instrument fondamental de l'enseignement (M.É.Q., 1979).

Quant aux professeurs de sciences du secondaire, une enquête du Conseil des sciences du Canada (dans le cadre de son étude sur l'enseignement des sciences) montre que ceux-ci considèrent les manuels de sciences comme les moyens didactiques les plus importants pour préparer les cours (Tableau 1), et, qu'en général, ils sont satisfaits des manuels qu'ils utilisent (Orpwood et Souque, 1984).

Tableau 1

Proportion des enseignants tenant pour assez ou très importants divers moyens servant à la préparation de leurs cours (avec le rang)

| Moyens | Secondaire Canada % | (1 ^{er} cycle) Québec % | Secondaire Canada % | (2 ^e cycle) Québec % |
|---|---------------------------|--|---------------------------|---------------------------------------|
| Manuels agréés au niveau provincial | 73,4 (3) | 74,3 (3) | 78,0 (2) | 72,7 (3) |
| Autres manuels | 74,8 (2) | 84,9 (1) | 81,5 (1) | 87,2 (1) |

Source: Orpwood et Alam, 1984.

Ainsi, que les élèves y aient accès ou non, le manuel reste dans la pratique la source principale d'information pour le professeur. Les critiques peuvent le déplorer et continuer à construire des démonstrations logiques pour étayer leur point de vue, ils ne semblent pas convaincre les professeurs. C'est ce qu'exprime Decker F. Walker en disant:

On the whole, there are several good reasons to look with a respectful eye upon the institution of the textbook in spite its bad press. First, there is the question of its longevity. There is no need to play amateur historian and try to find the first recorded instance of use of a textbook, but the practice is nearly as old as writing, certainly as old as printing, and has been dominant in American schools since colonial days. Second, there is ubiquity. In spite of attacks by nearly

every reformer and reform movement, the practice of teaching with and from textbooks continues to be the dominant mode of instruction in schools. The latest data [...] merely confirm what has been true ever since people first began looking at American schools: Textbooks are ever-present and appear to be the chief carriers of the curriculum. On the average, teachers deviate very little from the content coverage and emphasis of their textbook (Walker, 1981).

Nous pouvons donc prévoir que les messages contenus dans les manuels *à propos* de la science vont constituer l'information privilégiée à partir de laquelle le discours scolaire *sur* la science va se bâtir.

Cet article se propose d'examiner d'un peu plus près, dans les manuels de sciences, deux objets de ce discours: la nature de la science et l'histoire des sciences. Ainsi, c'est non pas le contenu scientifique mais bien le *contexte* de ce contenu, qui fait l'objet de notre examen. C'est ce que Decker Walker appelle plus haut *emphasis*. C'est aussi ce que Douglas Roberts appelle les lignes de force du programme d'étude (*curriculum emphasis*) et qu'il définit comme suit:

A curriculum emphasis in science education is a coherent set of messages to the student *about* science (rather than *within* science) (Roberts, 1982).

Ce concept de ligne de force du programme d'étude est à la base d'une série de recherches sur laquelle nous reviendrons plus loin. Pour l'instant, nous constatons que pour déterminer l'apport des manuels de sciences dans l'atteinte des objectifs concernant la nature de la science et sa dimension historique, il faut procéder à une analyse de type contextuel qui devra s'attacher aux messages explicites et implicites contenus dans les manuels et qui permettent aux élèves de se construire une représentation de la science.

Etat de la recherche

Le dépouillement des publications concernant cet examen particulier nous a montré l'existence de deux catégories de travaux: l'analyse de manuels de sciences et la réflexion sur la science scolaire. Ces deux catégories de travaux s'appuient sur des outils bien différents: généralement, la première utilise les grilles d'analyse, et la deuxième, la réflexion épistémologique. La suite de cette section présente les résultats des travaux les plus significatifs pour cet examen.

L'analyse des manuels de sciences

Comme nous le mentionnions plus haut, le concept de ligne de force du programme d'étude a donné lieu à une variété de travaux dont certains portent sur les manuels. A l'aide de l'analyse conceptuelle (Roberts et Russell, 1975), Brent Kilbourn a conçu une grille d'analyse pour analyser les fondements des

affirmations scientifiques contenues dans un chapitre d'un manuel de biologie (Kilbourn, 1970, 1974, 1980). Après avoir révélé l'existence d'un modèle mécaniste implicite comme source première d'explication des faits relatés dans le manuel, il conclut ainsi:

Surely it would be folly to suggest that mechanistic explanations are inappropriate in the science classroom. It makes good sense to discuss the mimosa plant in terms of action-by-contact just as it is reasonable to talk about human beings physiologically. The problem is not that this is done, but *that it is done without bringing the meta-physical assumptions to the level of awareness in students*. Consequently, they have no control over what they may learn (Kilbour, 1980, p. 42).

A l'aide d'une méthodologie identique, mais à partir de fondements philosophiques différents, Santos Mahung analyse les conceptions de l'investigation scientifique proposées par le manuel de chimie du programme britannique «Nuffield». Au moment où ces lignes sont écrites, nous n'avons à notre disposition que l'outil d'analyse, basé sur l'oeuvre de Joseph Schwab *The Teaching of Science as Enquiry* (Mahung, 1975, 1980).

Erwin Marquit a appliqué une perspective dialectique matérialiste pour examiner les bases philosophiques de quelques manuels de physique du niveau universitaire aux Etats-Unis. Selon lui, ces bases sont principalement celles du positivisme logique qui se traduit par l'utilisation et l'interprétation de définitions opérationnelles (Marquit, 1978).

Lance Factor et Robert Kooser ont publié une bibliographie critique de tous les manuels de chimie destinés aux étudiants de premières années d'université qui ne se spécialiseront pas en chimie, et disponibles pendant l'année scolaire 1979-80 aux Etats-Unis. Ils ont patiemment recueilli dans ces manuels les messages comportant des jugements de valeurs sur des questions sociales, politiques et économiques reliées à la chimie (ou à la science en général) et ont compté le nombre de paragraphes consacrés à des questions sociales à composante scientifique (l'usage des drogues, la pollution ou l'utilisation de l'énergie nucléaire, par exemple) afin de déterminer lesquelles de ces questions étaient les plus populaires dans chaque manuel. Cette bibliographie critique présente plusieurs conclusions que nous résumerons brièvement.

L'une se présente sous forme d'une question à propos de l'introduction de valeurs et de suggestions de conduites dans les manuels de sciences:

The question is not whether or not there are value presuppositions and prescriptions in science textbooks, but rather, how should such values be argued, defended or criticized? (Factor et Kooser, 1981, p. 45).

Une autre conclusion porte sur l'introduction de l'histoire des sciences dans les manuels de chimie:

We found that texts which pride themselves on incorporating the history of chemistry into the factual content of the textbook, often in the name of «humanizing» science, perpetuate the illusion that the history of science is the story of progress and enlightenment in conflict with forces of ignorance and superstition. It is the story of heroes and villains. A particular achievement such as the work of Dalton, Lavoisier or Mendeleev prefigures or merely illustrates contemporary knowledge. The actual religious or philosophic convictions, as well as the social context which conditioned these achievements are completely ignored (Factor et Kooser, 1981, p. 2).

Enfin, une dernière conclusion importante relève la standardisation des manuels de sciences:

In the lucrative market of textbook publication, one would expect a vast diversity comparable to an oriental bazaar, but, surprisingly, this is not the case. [...] The growing conformity in content, styles, examples, and of drill, illustrates the process of standardization of facts (Factor et Kooser, 1981, p.3).

Les auteurs avancent aussi que cette standardisation constitue un obstacle à l'apprentissage des valeurs internes de la science.

It is often said that scientists must be open-minded, rational and truth-seeking. If so, is it not incumbent upon teachers and textbooks writers to demonstrate how these praiseworthy attributes are articulated, developed, and supported by the scientific community? To show how science's internal values function, the student must learn something other than the standardized version of fact precisely because the standardization process either eliminates or obscures the social process which re-enforces those attributes (Factor et Kooser, 1981, p. 24).

On peut remarquer ici que Factor et Kooser mettent plus en question le manque de cohérence entre la représentation de la science que les auteurs de manuels veulent véhiculer et les dispositions qu'ils prennent pour y arriver, que la validité des qualités attribuées aux scientifiques. Cette validité a été analysée de façon approfondie par Stephen G. Brush qui soutient que le comportement réel des scientifiques n'obéit pas à l'image évoquée par Factor et Kooser et ne représente pas nécessairement un exemple à suivre pour les élèves (Brush, 1974). Ceci dit, leur ouvrage constitue jusqu'à présent l'essai le plus complet en vue de définir une «science représentée» dans les manuels même si cette définition ne constitue pas leur objectif principal qui est de cerner les jugements de valeur sur la science.

En 1975, Elijah Babikian a examiné les six séries de manuels les plus populaires destinées au niveau primaire (E-U.) et a découvert qu'à aucun moment les élèves ne sont confrontés à des questions qui n'ont pas de réponse ou des expériences dont l'issue n'est pas concluante. Il en déduit que la représentation de la science véhiculée par les manuels de sciences du niveau primaire est distordue:

An aberrated image of science is apparent in elementary school science textbooks. Some natural phenomena may be unexplorable and many questions may be unanswerable, but the majority of elementary school children think that their teachers, the authors of their science textbooks, and/or scientists can answer all questions related to science. Scientists' experiments seldom converge on anticipated outcomes. However, all of the experiments in elementary school science textbooks culminate in explicit outcomes (Babikian, 1975).

Dans le cadre de l'étude sur l'enseignement des sciences conduite par le Conseil des sciences du Canada, l'auteur de ce texte a entrepris une analyse descriptive de 30 manuels de sciences parmi les plus utilisés aux niveaux primaire et secondaire (Orpwood et Souque, 1984, p. 81 et suivantes). Cette analyse portait sur les objectifs des auteurs de manuels de sciences², les activités au laboratoire, le contexte canadien, l'interaction entre les sciences, la technologie et la société et, plus particulièrement, sur la nature de l'activité scientifique et l'histoire des sciences.

L'analyse a montré que les auteurs des manuels de sciences prennent divers moyens pour illustrer la nature de l'activité scientifique. L'un de ceux-ci est l'introduction de messages basés sur l'histoire des sciences. L'introduction de tels messages a soulevé, au Canada, des critiques telles que celles-ci:

Une première analyse de l'image du scientifique, du génie et de sa relation à l'évolution de la connaissance scientifique montre que l'on véhicule une image tronquée de la réalité qui favorise le maintien des mythes. Or, toute action pédagogique qui va dans ce sens contribue à l'aliénation des élèves. Ce dernier attribuera aux «cracs» de la science la responsabilité de l'évolution des connaissances et croira que ce domaine est réservé à une élite, enfin, il vénérera la personne et la parole des génies de la science (Désautels, 1980).

The significance of the question «What history of science shall we teach,» arises from historical work in the past 30 years, showing that significant discrepancies exist between the historical record of science and the historical content often included in science textbooks. The consequences of distorted historical content are particularly significant for that majority of students who do not become scientists (Russell, 1981, p. 51).

Thomas Russell, l'auteur de ce dernier extrait, recommande ceci:

There is an important need for research which studies the *provision actually made by textbooks and by teaching* for students to develop images of science and scientists (Russell, 1981, p. 62).

Cette partie de l'analyse descriptive dans le cadre de l'étude du Conseil voulait répondre partiellement à cette recommandation. Son but, en effet, était d'examiner le type de dispositions que prennent les auteurs pour informer l'élève sur l'histoire des sciences, les scientifiques et la nature de leurs activités. Pour y arriver, une grille d'analyse a été construite afin de recueillir des données sur la nature de l'activité scientifique et sur l'histoire des sciences, telles que traitées dans les manuels de sciences. Cette grille est reproduite en annexe.

Parmi les questions soulevées par le résultat de cette analyse, on retrouve celle de la dissemblance entre la science décrite par les auteurs de manuels de sciences et la «science» effectivement proposée à l'apprentissage. Par exemple, bien que la plupart des manuels proposent à l'élève une image de la démarche scientifique comprenant la conception d'une expérience comme réponse à une question de recherche, jamais l'élève n'est invité à élaborer la question ou à concevoir un dispositif expérimental. Une autre question porte sur l'utilisation de l'histoire des sciences. Celle-ci est très souvent standardisée (elle se répète sans guère de modification d'une génération de manuels à l'autre) et strictement événementielle.

Réflexion sur la «science scolaire»

Il existe de nombreux travaux qui tentent de délimiter la «science scolaire», c'est-à-dire la conception de la science que se font les élèves au cours de leur scolarité, tout autant que la conception générale de la science véhiculée par l'école en général et les manuels en particulier. En général, ces travaux tendent à montrer son caractère étroitement positiviste:

In more specific epistemological terms, school science generally projects an image of science which can be called empiricist-inductivist [...] The empiricist-inductivist or «positivist» view of science and scientific progress embraces a model of the scientist and of the world which has profound aesthetic attraction to orderly minds (...) Yet it is neither value-free nor «positivist» in the sense that it corresponds to some absolute supra-human reality. Nevertheless, judging from current text, it is still a popular fantasy widely disseminated among the student population (Cawthron et Rowell, 1978).

Considérant les nouvelles perspectives épistémologiques apportées par Karl Popper d'abord, puis par Thomas Kuhn ensuite, les auteurs se demandent comment cette vision empirico-inductiviste a pu se conserver dans la science scolaire. Ils avancent une explication présentant un intérêt certain pour qui veut examiner les manuels de sciences en usage au Canada, qui, pour une large part, sont (ou ont

été) inspirés des manuels étasuniens conçus au début des années 1960. Cawthron et Rowell rappellent l'ouvrage de Jérôme Bruner, *The Process of Education*, le contexte dans lequel il est apparu et l'engouement suscité à l'époque par la stratégie pédagogique de «la découverte» et disent ceci:

Educators, naturally, were vitally concerned that children should learn, influential psychologists were assuring them that a «discovery» approach had marked advantages and, «science is discovery». It all seemed to fit; the logic of knowledge and the psychology of knowledge had coalesced under the mesmeric umbrella term «discovery» and there was no very obvious reason for educators to look further than the traditional inductivist-empiricist explanation of the process (Cawthron et Rowell, 1978, p. 37 et suivantes).

Smolicz et Nunan, dans un article antérieur, utilisent la même argumentation et en tirent, à propos des manuels de sciences, la conclusion suivante:

The method of justification became a scientific method of discovery. Textbooks took on an exclusively normative approach, the logical dictates of the method of science providing the norm. An ideal methodology for ideal scientists was the pathway to an ideal science (Smolicz et Nunan, 1975).

Mais au-delà de ces considérations, ces deux auteurs ont élaboré de façon plus détaillée que leurs collègues la notion de science scolaire qu'ils appuient sur quatre piliers idéologiques: la perspective anthropocentrique où la nature est au service de l'homme, le principe de quantification et de démythification, la foi positiviste dans le progrès de la science comme source de bien-être matériel et l'idéal analytique pour qui le tout peut être expliqué en étudiant soigneusement ses parties. Les auteurs mentionnent à diverses reprises le rôle des manuels dans le renforcement de cette idéologie en quatre volets:

1. The image of the Western man as the technologically powerful manipulator, has long been propagated by junior textbooks of science.
2. The property of «logicality» has become the fundamental feature of school science; it has moulded the textbook stereotype of the scientist to provide a conditioning and controlling influence on his behavior, outlook and personality. Indeed, many texts see this «logical assault» as an element involved in «creative discovery».
3. The school text draws no clear distinction between science and technology; technological advance and scientific advance are taken as almost synonymus. Thus, school science, in stressing simultaneous technological advance and scientific method, clearly embraces this positivistic ideal.

4. School science, with its dependance upon methodological props such as pictorial models and analogy tends to rely heavily on simplified mechanistic models as aids to understanding conceptual material. Such mechanistic models readily allow the spirit of analytic rationalism to be unconsciously implanted into students (Smolicz et Nunan, 1975, p. 106 et suivantes).

Malheureusement, leur analyse ne s'appuie sur aucune étude empirique des manuels de sciences.

Comme nous le mentionnions plus haut, de nombreux auteurs ont livré leurs propres réflexions épistémologiques à propos de la représentation de la science véhiculée par l'enseignement. Toute une école l'a fait sous l'angle historique, inspirée par les travaux de Thomas Kuhn. Les idées de Kuhn ont reçu une telle publicité qu'il ne nous paraît pas nécessaire d'y revenir ici sauf en ce qui concerne les manuels de sciences⁵. Kuhn observe que les manuels de sciences sont à réécrire à chaque révolution paradigmatique afin de faire paraître l'histoire des sciences linéaire ou cumulative. Là encore, ces manuels de sciences destinés à perpétuer la science normale, donnent une image distordue de la tradition scientifique. Selon Kuhn:

Les manuels commencent ainsi par tronquer le sentiment qu'a l'homme de science de l'histoire de sa discipline, puis ils fournissent un substitut de ce qu'ils ont éliminé. Fait caractéristique, les manuels scientifiques contiennent juste un peu d'histoire, soit dans un chapitre d'introduction, soit, plus souvent, dans des références sporadiques aux grands héros du passé. Ces références donnent aux étudiants et chercheurs professionnels le sentiment de participer eux aussi à une longue tradition historique. Cependant cette tradition dérivée des manuels, dont les scientifiques arrivent à se sentir les participants, n'a, en fait, jamais existé (Kuhn, 1961).

En conclusion, nous constatons que si les manuels de sciences sont occasionnellement étudiés, ceux destinés au niveau secondaire n'ont jamais été examinés pour déterminer quelle image de la science et de la technologie était offerte aux élèves. Aussi, nous nous sommes rendu compte, en examinant les articles présentant des réflexions épistémologiques sur la science scolaire, que ces réflexions faisaient abondamment référence aux manuels scolaires sans toutefois s'appuyer sur des données empiriques pertinentes. Nous avons donc besoin de recherches qui devraient donner à l'épistémologie de la science représentée dans les manuels la base de données qui lui manque.

A la recherche d'un cadre théorique pour l'analyse des manuels: le cas de l'histoire des sciences

La recherche d'un cadre théorique pour analyser la dimension historique des messages concernant la science dans les manuels de sciences est relativement compliquée. Dans un ouvrage remarquable qui met en évidence les mécanismes communs de la psychogénèse et de l'histoire des sciences, Jean Piaget et Rolando Garcia, en discutant de la polémique contemporaine sur le développement de la science, concluent que les divergences épistémologiques entre les principaux philosophes et/ou historiens de la science (Karl Popper, Imre Lakatos, Thomas Kuhn, Paul Feyerabend, Russell Hanson et Stephen Toulmin) mènent à une situation chaotique et qu'il faut procéder à une reformulation épistémologique (Piaget et Garcia, 1983, p. 285 et suivantes). En attendant, il faut bien choisir un cadre, aussi imparfait soit-il, pour classer les messages des manuels relatifs à l'histoire des sciences et pour leur donner un sens.

Le problème se pose évidemment de savoir quelle histoire des sciences est proposée aux élèves. Un débat des plus stimulants dans l'histoire des sciences est celui qui oppose l'école internaliste et l'école externaliste (Barnes, 1974). Le débat provient du fait que, la science étant définie par ses acteurs comme un ensemble d'activités, de normes et de croyances qui possède ses limites, il est donc raisonnable de discuter de ce qui peut se passer à l'extérieur des frontières de cet ensemble et de voir quelle influence les facteurs externes ont pu jouer dans le progrès scientifique. Thomas Kuhn est l'un des historiens qui a perçu le besoin de recourir à des explications de type externaliste pour rendre compte du progrès scientifique et il s'en explique dans l'introduction de *La structure des révolutions scientifiques*:

Graduellement, et souvent sans en être pleinement conscients, les historiens des sciences commencent à se poser des questions d'un genre nouveau et à tracer le développement des sciences selon les lignes différentes, souvent moins que cumulatives. Plutôt que de rechercher dans la science d'autrefois ses contributions qui seraient durables selon notre point de vue moderne, ils s'efforceront de mettre en lumière l'ensemble historique que constituerait cette science à son époque. Ils ne se posent pas de questions, par exemple, sur les rapports entre les vues de Galilée et celles de la science moderne, mais plutôt sur ce qui lie ses conceptions à celles de son groupe, c'est-à-dire ses maîtres, ses contemporains et ses successeurs immédiats. Ils insistent en outre sur la nécessité d'étudier les opinions de ce groupe du point de vue (habituellement très différent de celui de la science moderne) qui donne à ces opinions le maximum de cohérence interne et l'adaptation la plus exacte aux phénomènes naturels (Kuhn, 1983, p. 19).

Les débuts de la tendance externaliste sont associés à la parution, en 1938, de l'ouvrage controversé de Robert Merton sur la science, la technologie et la société anglaise du XVII^e siècle. George Sarton nous donne une définition de l'histoire des sciences selon cette tendance:

L'histoire de la science ne doit pas se contenter d'étudier de quelles manières les sciences n'ont cessé de réagir les unes sur les autres, elle doit aussi analyser les interactions qui se sont constamment produites entre les idées scientifiques et les autres phénomènes intellectuels ou économiques. [...] L'histoire de la science a pour but d'établir la genèse et l'enchaînement des faits et des idées scientifiques, en tenant compte de tous les échanges intellectuels et de toutes les influences que le progrès même de la civilisation met constamment en jeu (Sarton, 1970).

Toutefois, si l'école historique anglo-saxonne a donné à l'externalisme ses bases théoriques et méthodologiques, l'idée même d'une influence externe sur le développement des sciences remonte à Auguste Comte qui écrivait en 1830:

[...] en considérant, dans son ensemble, le développement effectif de l'esprit humain, on voit de plus en plus que les différentes sciences ont été, dans le fait, perfectionnées en même temps et mutuellement; on croit même que les progrès des sciences et ceux des arts ont dépendu les uns des autres, par d'innombrables influences réciproques, et enfin que tous ont été étroitement liés au développement général de la société humaine. Ce vaste enchaînement est tellement réel que souvent, pour concevoir la génération effective d'une théorie scientifique, l'esprit est conduit à considérer le perfectionnement de quelque art qui n'a avec elle aucune liaison rationnelle, ou même quelque progrès particulier dans l'organisation sociale, sans lequel cette découverte n'eût pu avoir lieu (Comte, 1830).

En théorie, les auteurs de manuels de sciences disposent de plusieurs perspectives pour traiter de l'histoire des sciences dans les manuels de sciences, c'est-à-dire pour rendre compte de la genèse et de l'enchaînement des faits et des idées scientifiques. Aux perspectives internalistes et externalistes s'ajoute, à l'un des extrêmes d'un continuum, une perspective événementielle qui se satisfait de l'énumération linéaire de ces faits et de ces idées et de leur classement chronologique, sans apporter d'explication; cette dernière caractéristique fait qu'elle est unanimement discréditée par les historiens des sciences. Il a été récemment montré que les progrès de l'enseignement des sciences mis sur pied par la National Science Foundation des Etats-Unis entre 1955 et 1980 n'ont tenu aucun compte des progrès rapides qui se sont produits en histoire et philosophie des sciences pendant la même époque. Ceci expliquerait le traitement de misère que reçoit l'histoire dans les manuels des sciences (Duschl, 1984).

L'étude que l'auteur a entreprise pour le Conseil des sciences a montré que dans un échantillon d'une trentaine de manuels de sciences, la perspective événementielle dominait. Un examen plus approfondi nécessiterait la construction d'une grille d'analyse plus raffinée que la grille originale, bâtie, par exemple, (et l'auteur est prêt à accepter qu'il y ait d'autres cadres aussi valides) à partir des perspectives théoriques internalistes et externalistes.

Conclusion

Si, comme nous le supposons, l'enseignement des sciences contribue à former chez les élèves une représentation de la science qui constitue l'une des composantes de leur culture scientifique, et si les manuels constituent l'une des sources privilégiées à partir desquelles se construit cette représentation, alors, il faut approfondir l'analyse des manuels de sciences, à la fois pour clarifier les messages *sur* la science qu'ils véhiculent et pour bâtir de meilleurs critères de conception de ces manuels que ceux dont nous disposons actuellement.

Nous ne manquons pas de réflexions sur la représentation de la science véhiculée par l'école, mais nous ne disposons d'à peu près pas de recherches empiriques pour les appuyer. D'un autre côté, les manuels sont fréquemment étudiés, mais plus souvent pour leurs caractéristiques techniques d'outil didactique que pour élucider les méta-messages qu'ils transmettent à propos de la science. Le besoin de recherche sur la représentation des sciences à l'école est donc là. Si nous n'avons pas pu répondre à ce besoin, c'est, entre autres, parce que le type d'analyse contextuelle requis nécessite des méthodologies qualitatives: analyses philosophique, épistémologique, historique ou sociologique avec lesquelles la communauté nord-américaine des chercheurs en éducation est moins familière qu'avec les méthodologies quantitatives.

La méthode consistant à sélectionner et à modifier un cadre philosophique pour construire une grille d'analyse (*clue structure*, voir Roberts et Russell, 1975) afin de comprendre les événements de la pratique éducative est une méthode éprouvée et fertile en résultats utilisables. Le présent exposé a suggéré comment une telle méthode peut être utilisée à partir de l'analyse historique. Dans un autre domaine, on pourrait imaginer l'utilisation de l'épistémologie historique de Gaston Bachelard pour séparer (ou disperser, selon la terminologie bachelardienne) les diverses philosophies de la découverte scientifique éparpillées dans les manuels de sciences. Ce champ de recherche qui s'offre à ceux et celles qui examinent actuellement l'enseignement des sciences montre un potentiel certain dans l'éluclation des représentations de la science dans les manuels. Ce potentiel s'accroît quand on pense que ces méthodes d'analyse applicables aux manuels s'appliquent aussi à l'analyse d'autres événements traduisibles en messages, telles les transcriptions de leçons de sciences en classe ou d'entrevues avec les élèves ou les professeurs de sciences. En contribuant à une meilleure compréhension d'un des

effets «cachés» de l'enseignement des sciences, une telle ligne de recherche améliorera la qualité des débats dont fait constamment l'objet la formation scientifique des jeunes et peut-être aussi, dans la mesure où la pratique de cette formation pourra tenir compte des résultats de cette recherche, améliorer cette formation scientifique.

NOTES

1. L'étude sur l'enseignement des sciences dans les écoles canadiennes a montré qu'au 1^{er} cycle du secondaire, six provinces proposaient des objectifs d'apprentissage concernant la nature et l'histoire des sciences. Au 2^e cycle du secondaire, le nombre de provinces passe à sept. Voir Orpwood et Souque, 1984, p. 68 et p. 70 et suivantes.
2. Cette analyse des objectifs visait à documenter l'écart pouvant exister entre les intentions des auteurs de manuels de sciences et les dispositions qu'ils prennent pour les concrétiser. Pendant la révision de cet article, j'ai pris connaissance d'une recherche similaire portant sur près de 300 manuels de sciences publiés depuis plus d'un siècle (Lynch et Strube, 1985). Les auteurs ont examiné les préfaces de ces manuels et ont montré comment celles-ci reflètent le changement qui a pris place au cours des ans dans les conceptions que le milieu de l'enseignement des sciences se fait de la science, de la formation scientifique et des relations entre science, religion, philosophie et politique.
3. L'oeuvre de Kuhn a suscité plusieurs articles sur ses implications pédagogiques et, en particulier, sur ses conséquences pour les manuels de sciences. Voir notamment Siegel, 1978 et 1979.

REFERENCES

- Babikian, Elijah, An Aberrated Image of Science in Elementary School Science Textbooks, *School. Science and Mathematics*, vol. 75, no 5, 1975, p. 457-460.
- Bachelard, Gaston, *La formation de l'esprit scientifique*, 5e édition, Paris: J. Vrin, 1967.
- Bachelard, Gaston, *La philosophie du Non*, 5e édition, Paris: Presses Universitaires de France, 1970.
- Barnes, Barry, *Scientific Knowledge and Sociological Theory*, London: Routledge and Kegan Paul, 1974.
- Bruner, Jerome, *The Process of Education*, New York: Vintage Books, 1960.
- Brush, Stephen G., Should the History of Science Be Rated X? *Science*, vol. 183, 22 mars 1974, p. 1164-1172.
- Canguilhem, Georges, *Introduction à l'histoire des sciences*, Paris: Classiques Hachette, 1970.
- Cawthron, E.R. et Rowell, J.A. Epistemology and Science Education, *Studies in Science Education*, 5, 1978, p. 31-59.
- Comte, Auguste, *Cours de philosophie positive*, éd. Schleicher, tome 1, 2e leçon, 1830, in Georges Canguilhem, *op. cit.* p. 44-45.
- Désautels, Jacques, *École + Science = chec*, Sillery: Québec Science éditeur, 1980.
- Duschl, Richar A., *Science Education and Philosophy of Science: Twenty-Five Years of Mutually Exclusive Development*, communication présentée au congrès annuel de la National Association for Research in Science Teaching, Nouvelle-Orléans, mai 1984.
- Factor, L., et Kooser, R., *Value Presuppositinuous in Science Textbooks, A Critical Bibliography*, Knox College, Galesburg, Illinois, 1981.
- Kilbourn, Brent, *Analyzing the basis for knowledge claims in science textbooks: A method and a case study*, Background paper no 6, The Explanatory Modes Project, An informal publication of Departement of Curriculum, O.I.S.E., Toronto, septembre 1970.
- Kilbourn, Brent, *Identifying world views projected by science teaching materials: A cas study using Pepper's «World Hypothesis» to analyse a biology textbook*, Thèse de doctorat non publiée, Université de Toronto, 1974.

- Kilbourn, Brent, World Views and Science Teaching, tiré de *Seeing Curriculum in a new light*, sous la direction de Hugh Munby et coll., Toronto: O.I.S.E. Press, 1980.
- Kuhn, Thomas, *La structure des révolutions scientifiques*, Paris: Flammarion, 1983.
- Kuhn, Thomas, *The Structure of Scientific Revolutions*, 2e édition revue et argumentée, The University of Chicago, Chicago Press, 1970.
- Lynch, P.P., et Strube, P., What is the purpose of the science textbook? A study of authors' prefaces since the mid-nineteenth century, *The European Journal of Science Education*, vol. 7, no 2, 1985.
- Mahung, Santos, *Using School's conceptualization of «Teaching Science as Enquiry» for analyzing science teaching materials*, Ph. D. Qualifying Research Paper, Université de Toronto, 1975.
- Mahung, Santos, Evaluating Curriculum Materials Using Conceptual Analysis tiré de *Seeing Curriculum in New Light*, sous la direction de Hugh Munby et coll., Toronto: O.I.S.E. Press, 1980.
- Marquit, Erwin, Philosophy of Physics in General Physics Courses, *American Journal of Physics*, vol. 46, no 8, Août 1978.
- Merton, Robert, *Science and Technology and Society in Seventeenth Century England*, New York: Harper and Row, 1970 (réédition).
- Ministère de l'Éducation de l'Ontario, *Science: programme-cadre du cycle intermédiaire*, Toronto, 1978, p. 42-43.
- Ministère de l'Éducation du Québec, *L'école québécoise, Énoncé de politique et plan d'action*, Québec, 1979, p. 105.
- Orpwood, Graham et Souque, Jean-Pascal, *L'enseignement des sciences dans les écoles canadiennes: Introduction et analyse des programmes d'études*, Etude de documentation no 52, vol 1, Conseil des sciences du Canada, Ottawa, 1984.
- Orpwood, G., Alam, I., et Souque, J.-P., *L'enseignement des sciences dans les écoles canadiennes: Données statistiques de base*, Etude de documentation no 52, vol. 2, Conseil des sciences du Canada, Ottawa, 1984.
- Piaget, Jean et Garcia, Rolando, *Psychogénèse et histoire des sciences*, Paris: Flammarion, 1983.
- Pooper, Karl, *La logique de la découverte scientifique*, Bibliothèque scientifique, Paris: Payot, 1973.
- Postman, N., et Weingartner, C., *Teaching as a Subversive Activity*, New York: Delta Dell Publishing Co., 1969.
- Roberts, Douglas A., et Russell, Thomas L., An alternative approach to science education research: Drawing from philosophical analysis to examine practice, *Curriculum Theory Network*, vol 5, no 2, 1975, p. 107-125.
- Robert, Douglas A., Developing the Concept of «Curriculum Emphases» in Science Education, *Science Education*, vol. 60, no 2, 1982, p. 243-260.
- Russell, Thomas L., What History of Science, How much and why?, *Science Education*, vol 64, no 1, 1981, p. 51-64.
- Stake, Robert, et Easley, Jack, Case Studies in Science Education; Executive Summary, tiré de *The Status of College Science, Mathematics and Social Studies Educational Practices in U.S. Schools: An Overview of and Summary of Three Studies*, Directorate for Science Education, National Science Foundation, Washington, DC., juillet 1978.
- Ste-Marie, Louis, Evaluation de l'enseignement des sciences au secondaire en fonction des objectifs généraux de cet enseignement, *Revue des sciences de l'éducation*, vol. 7, no 1, hiver 1981, p. 81-96.
- Ste-Marie, Louis, *Creativity and Science Textbooks*, communication présentée à l'International Symposium on «Creativity and Teaching of Science», 22-24 mars 1982, San Jose, Costa-Rica.
- Sarton, George, tiré de *Introduction à l'histoire des sciences*, sous la direction de Georges Canguilhem, *op. cit.* ê
- Siegel, Harvey, Kuhn and Schwab on Science Texts and the Goals of Science Education, *Educational Theory*, vol 28, no 4, 1978, p. 302-309.
- Siegel, Harvey, On the Distorsion of the History of Science in Science Education, *Science Education*, vol. 63, no 1, 1979, p. 111-118.
- Smolicz, J.J., et Nunan, E.E., The Philosophical and Sociological Foundations of Sciences Education: The Demythologizing of School Science, *Studies in Science Education*, vol. 2, 1975, p. 101-143.
- Walker, Decker F., Learning Science from Textbooks: Toward a Balanced Assessment of Textbooks in Science Education, tiré de *Research in Science Education: New Questions, New Directions*, sous la direction de James T. Robinson, Center for Educational Research and Evaluation/E.R.I.C., juin 1981.

Annexe

Grille d'analyse sur la nature de la science et l'histoire des sciences et des techniques.

a. Nature de la science.

La cueillette des données consistera à:

- a-1 transcrire la définition de la science (ou d'une discipline scientifique) donnée par les auteurs;
- a-2 transcrire la description de la méthode scientifique (ou démarche scientifique, investigation, etc.) donnée par les auteurs;
- a-3 recueillir quelques messages concernant directement la nature de la science, c'est-à-dire les messages à partir desquels l'élève peut raisonnablement déduire que «la science, c'est comme ça...», et estimer la fréquence de tels messages.

b. Histoire des sciences

La cueillette des données consistera à:

- b-1 transcrire, si elle existe, l'intention des auteurs à propos de l'introduction d'une dimension historique dans leur manuel;
- b-2 transcrire le nom des scientifiques mentionnés dans le manuel et répondre aux questions suivantes:
 - b-2-1 quel est le nombre total de scientifiques cités?
 - b-2-2 sur ce nombre, combien ne sont cités que pour qualifier une loi, une théorie ou une découverte?
 - b-2-3 sur le nombre total, combien de travaux de ces scientifiques sont décrits de façon congruente avec une conception traditionnelle de la démarche scientifique (observations, hypothèses, expérience, etc.)?
 - b-2-4 sur le nombre total de scientifiques, combien d'entre eux sont associés à une équipe de recherche ou à un réseau d'information?
- b-3 identifier les études de cas en histoire des sciences.

Une étude de cas, selon Klopfer et Watson,

[...] comprend l'étude critique du développement d'un concept scientifique fondamental. Elle s'attache non seulement à fournir les résultats de l'investigation scientifique mais aussi à mettre en relief les scientifiques engagés, l'information qui leur était disponible, leur recherche de faits et d'explications de meilleure qualité, ainsi que le climat intellectuel et social dans lequel ils travaillent*.

Dans chaque manuel, les études de cas par sujet seront relevées et on établira le nombre de caractéristiques qu'elles ont en commun avec l'étude de cas «idéale» selon Watson et Klopfer, c'est-à-dire:

- une étude *critique* du développement d'un concept scientifique;
- les scientifiques engagés et les relations entre eux;
- le contexte intellectuel et social dans lequel ils ont travaillé.
- *comment* ils ont recherché des faits et des explications plus satisfaisants; et
- b-4 identifier les illustrations ou publications originales associées à l'histoire des sciences, ou les références à ces publications.

* Leo E. Klopfer et Fletcher G. Watson, *Historical Material and High School Science Teaching*, *The Science Teacher*, vol. 24, no 6, Octobre 1957 (notre traduction).

Adapté de Graham Orpwood et Jean-Pascal Souque, *L'Enseignement des sciences dans les écoles canadiennes*, Volume I, Conseil des sciences du Canada, avril 1984, p. 213-215.