Sq1
C21251
1052
v.1

Conseil des sciences du Canada
Science Council of Canada

Étude de documentation 52

L'enseignement des sciences dans les écoles canadiennes

Volume I
Introduction et analyse des programmes d'études

Graham W.F. Orpwood
Jean-Pascal Souque

ANALYZED

Étude de documentation 52

L'enseignement des sciences dans les écoles canadiennes

Volume I
Introduction et analyse des programmes d'études

avril 1984

Conseil des sciences du Canada
100, rue Metcalfe
17e étage
Ottawa, Ont.
KlP 5Ml

© Ministre d'Approvisionnements et Services Canada, 1984

En vente au Canada par l'entremise de nos
agents libraires agréés
et autres librairies,
ou par commande postale au

Centre d'édition du gouvernement du Canada
Approvisionnements et Services Canada
Hull, Qué., KlA 0S9, Canada

Copies of *Science Education in Canadian Schools*
are also available at the above address

N° de catalogue SS21-1/52-1-1984F
ISBN 0-660-91147-7

Prix – Canada : 8,00 $
Autres pays : 9,60 $

Prix sujet à changement sans avis préalable.

Étude de documentation 52

L'enseignement des sciences dans les écoles canadiennes

Volume I
Introduction et analyse des programmes d'études

Graham W.F. Orpwood
Jean-Pascal Souque

ANALYZED

Graham W.F. Orpwood

Graham Orpwood a étudié la chimie à l'Université d'Oxford, qui lui a décerné un baccalauréat et une maîtrise en cette matière. En 1966, après une année à l'Université de Londres, il a entrepris une carrière dans l'enseignement, d'abord dans une école secondaire britannique, puis au St. Lawrence College of Applied Arts and Technology de Kingston, en Ontario. Il est retourné aux études supérieures en 1975, cette fois à l'Institut d'études pédagogiques de l'Ontario (IEPO). Il a reçu une maîtrise et un doctorat de l'Université de Toronto, et a travaillé pendant deux autres années à l'IEPO en qualité de chargé de recherche.

En 1980, Graham a été nommé conseiller scientifique au Conseil des sciences, où il a agi comme chargé de programme pour l'étude sur l'enseignement des sciences. Il a collaboré à la rédaction d'un ouvrage intitulé *Seeing Curriculum in a New Light*, ainsi qu'à celle de plusieurs articles sur l'enseignement des sciences et sur les principes d'élaboration des programmes d'études. Il s'intéresse actuellement à la méthodologie de la recherche en matière de politiques, aux relations fédérales-provinciales dans le domaine de l'éducation et à l'attitude du public à l'égard de la science.

Jean-Pascal Souque

M. Jean-Pascal Souque obtint sa licence, sa maîtrise ès sciences et son diplôme d'études approfondies en chimie minérale à l'Université de Paris VI. Ses travaux portaient sur l'analyse d'échantillons minéraux par fluorescence de rayons X. Diplômé en éducation de l'Université Laval, M. Souque a enseigné la didactique des sciences dans cette université, et y a poursuivi des travaux de recherche sur les obstacles épistémologiques et la nature de la science enseignée dans les écoles secondaires, dans le cadre de ses études de doctorat. Détenteur d'un brevet d'enseignement de la province de Québec, M. Souque a enseigné la chimie au Collège Jésus-Marie de Sillery pendant huit ans. M. Souque a aussi siégé à de nombreux comités consultatifs sur la formation scientifique, en particulier auprès du ministère de l'Éducation du Québec et de la Télé-Université de l'Université du Québec. Depuis 1981, M. Jean-Pascal Souque est chargé de programme auprès du Conseil des sciences. Sa spécialité concerne les problèmes de formation dans le cadre de la politique scientifique et technologique.

Table des matières

Avant-propos 15

Remerciements 17

Première partie – Introduction 19

I. Objet central de l'étude 21

Critique de l'enseignement des sciences 22

Les objectifs de l'étude 24

Les fondements conceptuels des objectifs de l'étude 25

Lignes de force du programme d'étude : exprimer les objectifs de l'éducation au moyen de l'enseignement 25

Les théories d'action : ce qu'on dit enseigner et ce qu'on enseigne 27

Portée de l'étude 28

Les niveaux d'enseignement 28

La science à l'école 30

II. Investigation dialoguée 31

Vue d'ensemble de la stratégie 31

La dimension politique des programmes d'études scientifiques 31

Les évaluations des besoins et la découverte des objectifs 32

Les ayants droit et les programmes d'études scientifiques 34

Les responsables et les intéressés 35

Les détails de la stratégie 36

1ère étape : Quels sont les problèmes? 38

2e étape : Quelles sont les données? 39

3e étape : Quelles sont les réponses? 40

III. Recherches pour alimenter la délibération 43

Recherche explicative et recherche évaluative 44

Vue d'ensemble du programme de recherche 45

Analyse des directives concernant les programmes d'études scientifiques 46

Analyse des manuels de sciences 46

Enquête auprès des enseignants 47

Études de cas sur l'enseignement des sciences 47

Deuxième partie – Analyse des directives des programmes d'études scientifiques 49

IV. Les sciences dans le programme d'études des écoles 51

Méthodologie 52

Les cours de sciences offerts 53

Connaissances scientifiques exigées pour obtenir le diplôme 55

Le temps consacré à l'enseignement des sciences 56

L'élaboration des directives des programmes d'études scientifiques 56

La révision des lignes directrices des programmes d'études 57

Le choix des manuels 59

V. Les objectifs officiels et les stratégies de l'enseignement des sciences 61

Le contenu de l'enseignement des sciences 62

Les objectifs de l'enseignement des sciences 62

Contenu scientifique 63

Démarche scientifique et habiletés reliées 64

Implications sociales de l'activité scientifique et technique 64

Nature de la science 64

Croissance personnelle 65

Attitudes reliées à la science 65

Sciences appliquées et technologie 65

Orientation professionnelle 66

L'analyse des directives des ministères 66

Primaire 66

1er cycle du secondaire 69

2e cycle du secondaire 69

Les stratégies d'enseignement des sciences 73

Primaire 74

1er cycle du secondaire 74

2e cycle du secondaire 74

Conclusions : Questions pour la recherche et la délibération 75

L'orientation générale de l'enseignement des sciences dans les écoles 75

Les objectifs précis de l'enseignement des sciences 76

Les thèmes de l'étude par rapport aux directives provinciales des programmes de sciences 78

Troisième partie – Analyse des manuels de sciences 79

VI. Les manuels dans l'enseignement des sciences 81

Directives officielles 81

Importance des manuels pour les enseignants 83

Manuels de sciences et satisfaction des enseignants 84

Le marché du manuel de sciences 88

VII. Analyse descriptive : Buts et méthodologie 90

Quelques caractéristiques des manuels de sciences 90

Le manuel comme objet matériel 90

La structure du contenu 91

Le contexte du contenu scientifique 91

La pédagogie 95

Buts et limites de l'analyse des manuels de sciences 95

Méthodologie 96

VIII. Analyse descriptive : Résultats 99

Objectifs explicites des manuels de sciences 99

Habiletés scientifiques au laboratoire 104

Interaction science, société et technologie 116

Application du savoir 116

Catégorie socio-économique 121

Catégorie politique 122

Catégorie de la responsabilité scientifique 122

Le contexte canadien 124

Nature de la science; histoire des sciences et des techniques 133

Nature de la science 134

Histoire des sciences et des techniques 138

Bibliographie et notes 147

Annexes 155

A - Titres des documents soumis par les provinces 155

B - Manuels de sciences 161

C - Évaluation des manuels de sciences par les enseignants 177

D - Grilles d'analyse des manuels de sciences 205

Publications du Conseil des sciences du Canada 219

Liste des figures

Figure I.1 - Le lien entre les objectifs et les stratégies dans l'enseignement des sciences 27

Figure I.2 - Deux niveaux de la réalité pour la recherche sur l'enseignement 28

Figure II.1 - Objectifs de l'enseignement, stratégies d'enseignement et besoins des élèves 33

Figure II.2 - Calendrier de l'étude 37

Liste des tableaux

Tableau I.1 - Distribution des années par niveau 29

Tableau II.1 - Résumé des attitudes exprimées dans les exposés à débattre 39

Tableau IV.1 - Cours de sciences disponibles 54

Tableau IV.2 - Nombre de cours de sciences exigés pour le diplôme 56

Tableau IV.3 - Temps consacré à l'enseignement des sciences 57

Tableau V.1 - Catégories d'objectifs de l'enseignement des sciences 63

Tableau V.2 - Objectifs de l'enseignement des sciences au niveau primaire 67

Tableau V.3 - Objectifs de l'enseignement des sciences - 1er cycle du secondaire 68

Tableau V.4 - Objectifs de l'enseignement des sciences - 2e cycle du secondaire (biologie) 70

Tableau V.5 - Objectifs de l'enseignement des sciences - 2e cycle du secondaire (chimie) 71

Tableau V.6 - Objectifs de l'enseignement des sciences - 2e cycle du secondaire (physique) 72

Tableau VI.1 - Exemplaires de manuels scolaires scientifiques vendus et ventes nettes selon le marché scolaire visé, 1976 88

Tableau VII.1 - Comparaison des tables des matières de deux manuels de chimie 92

Tableau VII.2 - Deux façons de présenter le concept d'oxydoréduction 93

Tableau VII.3 - Nombre et distribution des manuels analysés selon le niveau, la matière et la langue 97

Tableau VII.4 - Manuels analysés 97

Tableau VIII.1 - Objectifs des manuels de sciences : présence selon les catégories 101

Tableau VIII.2 - Exemples d'importance relative accordée à deux catégories d'objectifs selon le nombre de ces objectifs et les manuels d'où ils proviennent 103

Tableau VIII.3 - Structure et analyse des travaux de laboratoire 105

Tableau VIII.4 - Structure et analyse des travaux de laboratoire - Comparaison avec les résultats de P. Tamir et V. Lunetta 115

Tableau VIII.5 - Nombre et types de messages invitant l'élève à l'action dans le cadre de l'interaction science, technologie et société 117

Tableau VIII.6 - Nombre de messages des catégories 2 (socio-économique), 3 (politique) et 4 (responsabilité) et quelques-unes de leurs caractéristiques selon les manuels examinés 119

Tableau VIII.7 - Nombre, type et longueur des messages concernant le contexte canadien et le contexte étranger dans les manuels de sciences 125

Tableau VIII.8 - Caractéristiques des auteurs et des maisons d'édition de manuels de sciences dont le contexte canadien est présent 131

Tableau VIII.9 - Caractéristiques des auteurs et des maisons d'édition de manuels de sciences dont le contexte canadien est nul ou très faible 132

Tableau VIII.10 - Nombre de manuels analysés présentant un contexte canadien selon le niveau et la matière, utilisés par les répondants à l'enquête 133

Tableau VIII.11 - Présence de l'histoire des sciences dans les manuels de sciences 141

Avant-propos

L'excellence en science et en technologie est essentielle à la participation active du Canada à la révolution engendrée par l'explosion de l'information. Les jeunes Canadiens doivent donc recevoir un enseignement des sciences qui soit de la meilleure qualité possible. Voilà l'une des principales conclusions du rapport intitulé *À l'école des sciences — La jeunesse canadienne face à son avenir,* qui a été publié récemment par le Conseil des sciences.

Ce rapport est le fruit d'une vaste étude sur l'enseignement des sciences dans les écoles canadiennes entreprise par le Conseil en 1980. Le programme de recherche, élaboré par le Comité de l'enseignement des sciences auprès du Conseil, de concert avec chaque ministère de l'Education et association de professeurs de sciences du Canada, a été mené par une quinzaine de chercheurs à l'oeuvre dans chaque province et territoire. Des rapports provisoires de recherche, des exposés à débattre et des comptes rendus d'ateliers ont constitué la base d'une série de conférences tenues dans différentes régions du pays, au cours desquelles parents et élèves, enseignants et administrateurs, scientifiques et ingénieurs, représentants du monde des affaires et des syndicats ont envisagé les orientations à donner à l'enseignement des sciences. Les résultats des conférences ont ensuite servi à élaborer les conclusions et recommandations du rapport final.

C'est pour susciter un débat soutenu menant à une réforme réelle de l'enseignement des sciences au Canada et pour fournir une base de données utile à cette fin que le Conseil des sciences publie maintenant les résultats des recherches accomplies, sous la forme d'une étude de documentation intitulée *L'enseignement des sciences dans les écoles canadiennes.* Cette étude, qui porte le n° 52, ne renferme pas de recommandations comme telles mais vise à provoquer un approfondissement de la réflexion.

La présente étude de documentation comporte trois volumes rédigés sous la direction de MM. Graham Orpwood et Jean-Pascal Souque, chargés du programme de l'enseignement des sciences. Le premier volume, intitulé *Introduction et analyse des programmes d'étude,* décrit la philosophie et la méthodologie de l'étude. Il comprend aussi une analyse des manuels de sciences utilisés dans les écoles canadiennes. Le deuxième volume, qui porte le titre *Données statistiques de base pour l'enseignement des sciences au Canada,* fait état des résultats d'une enquête nationale effectuée auprès des professeurs de sciences. Le troisième volume, intitulé *Études de cas,* a été préparé par MM. John Olson et Thomas Russell, professeurs à l'Université Queen's de Kingston (Ont.), en collaboration avec les chargés du programme et une équipe de chercheurs appartenant à différentes régions du pays. Ce volume renferme huit études de cas montrant comment se déroule l'enseignement des sciences dans les écoles canadiennes. Les noms des enseignants qui ont accepté d'être observés dans l'exercice de leurs fonctions, et ceux de leurs écoles, ont été changés pour préserver leur anonymat.

Comme pour toutes les études de documentation publiées par le Conseil des sciences, la présente étude renferme les vues des auteurs, qui ne sont pas nécessairement celles du Conseil.

Le Directeur de la recherche
au Conseil des sciences du Canada,
James M. Gilmour

Remerciements

La présente étude a été rendue possible grâce à la collaboration et à l'assistance de tellement d'individus et d'organismes qu'il est difficile, sinon risqué, de les citer tous. Néanmoins, nous désirons remercier particulièrement certains d'entre eux. Le Comité de l'Étude sur l'enseignement des sciences du Conseil des sciences du Canada, sous les présidences successives du Dr Rocke Robertson et de M. Lawson Drake, nous a fourni un encouragement constant et des conseils précieux. Nos collègues au sein de l'Étude : Isme Alam, Paul Dufour, Janet Ferguson, Lise Parks et Nancy Weese nous ont offert des avis appréciés et un soutien ininterrompu. Le travail de révision de Colleen Gray a permis de publier un texte final grandement amélioré.

La conception des grilles d'analyse des manuels de sciences a bénéficié des conseils judicieux d'Adeline Toussaint, de Marshall Nay et de Paul Robinson. Nous remercions aussi Vincent Lunetta, qui nous a encouragés à utiliser « The Laboratory Structure and Analysis Inventory ». Les chercheurs dont les noms suivent ont collaboré à l'analyse des manuels : Garth Benson, Colette Bertrand, Shirley Brauer, Laurier Busque, Bruce Curtis, Roger Fox, Louise Gaudreau, Arthur Geddis, Sharon Haggerty, Charles Hammill, Anne Lamarche, Oliver Lantz, P. Henk Luyten, James Raffan, Karun Raizada, Michael Shiner, Marcel Thouin et Robert G. Whyte. Leur contribution a été très appréciée.

Enfin, l'étude n'aurait pu être réalisée sans la coopération du Conseil des ministres de l'Éducation (Canada) (CMEC) ou celle des personnes qui ont agi comme contacts au sein des ministères de l'Éducation. L'étude n'aurait pu également être poursuivie sans l'intérêt et l'encouragement déployés par la profession, surtout par les associations de professeurs de sciences de chaque province et territoire.

À tous, nous sommes très reconnaissants.

Première partie

Introduction

I. Objet central de l'étude

Dans presque toutes les écoles du Canada, la science fait partie du programme d'études. Dans toutes les provinces et tous les territoires, les ministères (ou les départements) de l'Éducation obligent les élèves à étudier ces matières depuis les toutes premières années jusqu'à, au moins, la 9e ou la 10e année. Dans nombre de ces classes, des installations spéciales sont prévues pour l'enseignement des sciences; dans la plupart d'entre elles, les manuels consacrés aux sciences constituent un élément important de l'apprentissage chez les élèves. De même, l'enseignement des sciences est l'activité principale de nombreux enseignants. Pour certains, c'est une spécialité; pour d'autres, c'est une seule des matières qu'ils enseignent.

Cependant, pourquoi les élèves se donnent-ils la peine d'étudier les sciences? À quoi tendent toutes ces dispositions? À quelles fins les manuels et les activités scolaires sont-ils conçus? Quels sont les objectifs éducatifs de ceux qui enseignent? De plus, y a-t-il cohérence entre cette variété de fins et d'objectifs? Les objectifs des directives ministérielles se reflètent-ils dans les objectifs des enseignants, des manuels et des activités scolaires? En outre, ce qui importe au plus haut point, ces objectifs (ou certains d'entre eux) reflètent-ils les besoins des élèves d'aujourd'hui, qui grandissent et vivent en tant qu'individus, en tant que membres de la société, et en tant que participants à l'économie du Canada, jusqu'au tournant du siècle et au-delà?

Pourquoi enseigne-t-on la science? Bien que la question semble dérisoire, elle est importante, non pas simplement pour s'assurer qu'il existe des réponses (pour s'assurer que la science soit un élément valable de ce qui est offert aux élèves) mais parce que la nature de ces réponses a une grande influence sur ce qu'est réellement la science à l'école. Puis, en nous interrogeant périodiquement sur les objectifs de l'entreprise d'enseignement des sciences, nous nous interrogeons sur la santé de l'entreprise elle-même et sur sa relation avec son contexte social. Le thème des rapports entre les objectifs formulés de l'enseignement de la science, les réalités concrètes de la science dans les écoles et les besoins des Canadiens dans les années à venir revient constamment dans la présente étude du Conseil des sciences

du Canada sur l'enseignement des sciences dans les écoles élémentaires et secondaires.

Bien que cette étude de documentation soit, à des fins de commodité, rassemblée en trois volumes, elle ne forme pas une série d'études indépendantes les unes des autres. Le programme de recherche de l'étude dans son ensemble consiste plutôt en une série d'éléments connexes, dont tous se situent dans le contexte plus étendu d'une stratégie globale appelée « investigation dialoguée ». Afin d'aider le lecteur à saisir cette stratégie et les rapports qui existent entre ses divers éléments, la première partie du présent volume comprend un examen des objectifs et de l'objet central de l'étude (chapitre I), de la stratégie globale de l'investigation dialoguée (chapitre II), et du programme de recherche (chapitre III). Puis, les deuxième et troisième parties exposent en détail l'analyse des directives provinciales des programmes de sciences et celle des manuels de sciences. Le volume II renferme des rapports sur une enquête faite auprès des enseignants pour qui les sciences constituent tout ou partie de leur tâche et le volume III présente des études de cas d'enseignement des sciences.

Critique de l'enseignement des sciences

En octobre 1979, le Conseil des sciences décidait d'entreprendre une étude sur l'enseignement des sciences en réponse aux critiques ayant commencé à se faire entendre au cours des années précédentes. Bien entendu, la critique de l'enseignement n'a rien de nouveau; le programme scolaire a toujours été la cible de critiques émanant tant de l'intérieur que de l'extérieur du système scolaire. Cependant, de temps à autre, les critiques d'un genre particulier se cristallisent pour créer un défi de changement particulièrement pressant. L'histoire de l'enseignement en fourmille d'exemples. Dans le cas de l'enseignement des sciences, nous en trouvons un exemple dans le mouvement, postérieur au lancement de Spoutnik, vers une plus grande insistance sur l'enseignement de la nature de la science. Toutefois, la vague actuelle est bien différente. Ce qui est remis en question maintenant, ce n'est pas que les élèves n'apprennent pas ce qu'est la science, ni qu'ils ne réussissent pas à en apprendre assez (encore que ces deux sujets ne cessent de préoccuper certains critiques), mais plutôt que les élèves n'arrivent pas à comprendre l'intérêt personnel, social ou national que présente la science.

L'influence du professeur Thomas Symons a été prépondérante dans la décision du Conseil des sciences de se lancer dans la présente étude. Dans le rapport de la Commission d'enquête sur les études canadiennes, il fit la remarque suivante :

> « Les écoliers canadiens apprennent les réalisations et l'impact de la science dans d'autres pays – ainsi en est-il, par exemple, des vols Apollo et des Spoutniks – mais ils n'apprennent presque rien des réalisations et de l'impact de la science dans leur propre pays. La raison en est qu'on ne leur enseigne pas ces matières. »[1]

Bien entendu, Symons s'inquiétait de ce qu'on ne définissait pas la science aux élèves comme partie intégrante du « tissu culturel de la

société »[2]. On la présentait plutôt comme un corpus de savoir et de techniques, étranger à tout contexte national d'exercice et d'application, et aussi étranger à sa perspective historique et à ses implications sociales pour les citoyens du Canada. Une telle critique était déconcertante, voire offensante, pour d'aucuns qui ont reçu une formation scientifique et qui s'enorgueillissent particulièrement de l'universalité de leur discipline. Nous reviendrons sur cette réaction.

David Suzuki, lui-même membre du Conseil des sciences du Canada, est bien connu pour ses critiques de l'enseignement des sciences au Canada. Il a souvent répété qu'en perpétuant la séparation des deux cultures (arts et science), les écoles « manquent à leur devoir d'enseignement »[3]. D'après lui, une telle éducation ne sert ni les futurs scientifiques du Canada, ni le grand public, ni ses dirigeants politiques[4]. D'une part, on n'enseigne pas aux éventuels scientifiques qu'ils ont une obligation morale envers la société et, d'autre part, il y a le public, même le public fortement instruit, qui, de façon éhontée, se montre ignorant des répercussions profondes que la science et la technologie exercent sur sa vie.

Alors que ces critiques étaient dirigées vers l'enseignement des sciences à travers le Canada, d'autres préoccupations plus précises faisaient également surface dans certaines provinces où la recherche sur l'état de l'enseignement des sciences avait été menée de façon plus intense. Au Québec, par exemple, Jacques Désautels a écrit un ouvrage intitulé *École + Science = Échec*, remettant ardemment en question les méthodes actuelles d'enseignement des sciences, et dans lequel il a formulé la mise en garde suivante :

> « Les résultats de la recherche montrent que les élèves n'ont pas acquis l'esprit scientifique. L'intérêt pour les sciences, au lieu d'augmenter, régresse. Et pire encore, l'enseignement des sciences, via le système des voies, favorise l'élitisme plutôt que l'acquisition d'une culture scientifique. Nos élèves ont non seulement la tête bien vide, mais aussi mal faite. »[5]

Ainsi, tant au niveau national qu'au niveau provincial, on se disait préoccupé par l'état de l'enseignement des sciences dans les écoles.

Le Conseil des sciences n'acceptait pas ces critiques comme argent comptant. Reste que, émanant d'observateurs bien placés du système d'enseignement, ces critiques inspiraient des inquiétudes. Si les assertions se révélaient justes, les conséquences pour le Canada et les Canadiens étaient graves. Dans une société de plus en plus tributaire de la science et de la technologie, un public qui ne comprend rien ou à peu près rien à la science et à son influence sur la société en est un à la merci de l'évolution technique. Reconnaissant la gravité de ces critiques, le Conseil des sciences du Canada a conclu que le lancement d'une étude sur l'enseignement des sciences au Canada pouvait être justifié comme important pour la santé scientifique de la nation et, ainsi, comme ressortissant à son mandat.

Cette préoccupation pour l'état de l'enseignement de la science n'est pas un phénomène particulier au Canada. Au cours des dernières années, il y a eu aux États-Unis[6] et en Angleterre[7] de grandes enquêtes sur l'ensei-

gnement des sciences. De plus, dans les pays en voie de développement, le besoin de revitaliser l'enseignement des sciences et de la technologie est si grand que, dernièrement, l'UNESCO a parrainé une conférence spéciale sur cette question[8]. C'est dire que l'étude du Conseil des sciences peut être envisagée comme le pendant canadien de réactions étrangères devant des préoccupations semblables touchant l'enseignement des sciences dans les écoles.

Les objectifs de l'étude

Les critiques et les préoccupations ont été exprimées avec une clarté et une force parfois désarmantes. Toutefois, cela n'implique pas qu'un problème susceptible de recherche et d'analyse puisse être discerné avec autant de clarté[9]. Même si les critiques s'accordent pour dire qu'il est nécessaire d'améliorer l'enseignement des sciences au Canada, ils n'observent pas les mêmes symptômes, ne diagnostiquent pas les mêmes maux et ne prescrivent pas les mêmes remèdes. L'inquiétude de Suzuki au sujet de l'absence du sens d'obligation morale chez les spécialistes de la science n'est pas nécessairement atténuée par les propositions de Symons recommandant une plus grande attention pour la science canadienne. Par ailleurs, le programme souhaité par Désautels ne réglerait pas nécessairement le problème de la sous-qualification des ressources humaines par rapport à l'industrie de haute technologie, que d'autres ont identifié. Par conséquent, il est difficile de reconnaître un problème de recherche fondé directement sur ces observations, sans appuyer implicitement la position d'une critique de préférence aux autres et ainsi, du moins dans une certaine mesure, d'anticiper sur les conclusions de l'étude.

Cependant, la confusion apparente peut se résumer en une série de débats sur les façons d'enseigner la science aux élèves et plus fondamentalement, sur ce qui incite les élèves à étudier les sciences. Les critiques soutiennent que l'enseignement des sciences n'est pas orienté vers les objectifs qu'ils perçoivent comme étant les plus importants ou, du moins, qu'il n'atteint pas les objectifs qu'il prétend atteindre. Et, pour la plupart, les critiques fondent leurs arguments sur des évaluations des besoins actuels ou à venir des élèves. Ce genre de critique est bien distinct des préoccupations au sujet du contenu de l'enseignement des sciences. Par exemple, on n'a pas entendu dire ces dernières années que les élèves devraient en apprendre davantage (ou moins) à propos, par exemple, du magnétisme ou de la génétique, mais plutôt qu'il faudrait que de telles matières soient étudiées pour permettre aux élèves de reconnaître la pertinence sociale et personnelle de la connaissance scientifique.

En se fondant sur cette interprétation du sens des principales critiques de l'enseignement des sciences au Canada, le Conseil a lancé l'étude au printemps 1980 en lui assignant trois objectifs de portée générale :

- réunir une base de données pour délimiter les finalités actuelles et décrire les caractéristiques générales de l'enseignement des sciences dans les établissements scolaires canadiens;

- analyser l'historique de l'enseignement des sciences au Canada;
- susciter des discussions constructives sur les orientations possibles de l'enseignement des sciences au Canada.

Le premier objectif est dicté par la nécessité de constituer une base de données factuelles pour l'examen des critiques du genre décrit plus haut. Étant donné l'absence générale d'une telle base dans le domaine de l'enseignement des sciences au Canada, les auteurs de la présente étude de documentation ont décidé de combler cette lacune. Au moment de la rédaction de cette étude, les travaux sur le deuxième objectif sont toujours en cours. La perspective historique permet de comprendre les usages actuels (y compris les objectifs de l'entreprise) à la lumière de l'expérience acquise. On a déployé bien peu d'efforts jusqu'à nos jours pour recueillir ou analyser le passé de l'enseignement des sciences au Canada. Enfin, le troisième objectif découle des deux premiers. Si le changement doit non seulement être justifié en toute logique, mais aussi mis en oeuvre de façon pratique, alors ceux qui ont charge de l'enseignement des sciences au Canada doivent eux-mêmes débattre les buts visés et les méthodes appliquées. L'approche de cet objectif de l'étude consiste à susciter une démarche plutôt qu'à mettre au point un produit; et elle sera examinée de façon plus poussée au chapitre II. Pour le moment, la notion des « finalités de l'enseignement des sciences » doit être éclaircie et rattachée à des objectifs concrets de recherche.

Les fondements conceptuels des objectifs de l'étude

Deux concepts théoriques se sont révélés particulièrement utiles pour éclaircir à la fois ce que nous entendons par « finalités ou objectifs de l'enseignement des sciences » et comment nous avons tenté de les reconnaître dans la pratique : la notion de « lignes de force du programme d'étude », de Roberts[10], et l'analyse de différentes « théories d'action », d'Argyris et Schön[11]. La présente section explique ces deux éléments conceptuels de l'étude et les utilise pour éclaircir les rapports entre les objectifs de l'enseignement des sciences, la pratique dans les écoles et les besoins des élèves. L'exploration du troisième élément conceptuel, soit les « besoins » de l'enseignement, pose certaines difficultés. La notion de « besoin » ajoute une dimension normative ou déontologique qui modifie la nature du problème dans son ensemble. Elle donne un sens à la méthodologie de l'étude et sera examinée en détail au chapitre II.

Lignes de force du programme d'étude : exprimer les objectifs de l'éducation au moyen de l'enseignement

À l'instar de la plupart des autres formes de communication, l'enseignement des sciences implique la diffusion simultanée de plusieurs groupes de messages à l'auditoire. Bien entendu, à un certain niveau, l'enseignement des sciences communique de l'information scientifique. Cependant, au delà de ce niveau de communication, le contenu scientifique s'imbrique

toujours dans un tissu contextuel d'intentions. Les contextes variés dans lesquels on peut présenter des sujets scientifiques peuvent donner lieu chez l'étudiant, selon les cas, à des apprentissages différents. Roberts a défini ces « contextes » différents comme les « lignes de force du programme d'études ». Voici comment il explique cette expression :

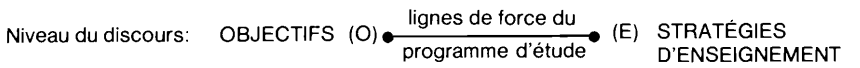
> « Une ligne de force du programme dans l'enseignement des sciences est un ensemble cohérent de messages adressés à l'élève *au sujet* de la science (plutôt qu'*à l'intérieur* de la science). De tels messages constituent des objectifs qui vont au delà de l'apprentissage des faits, des principes, des lois et des théories de la matière enseignée elle-même – objectifs qui apportent des réponses à l'élève qui se demande : "Pourquoi est-ce que j'apprends cela?" »[12]

Si le souci de tout enseignant en sciences vise, pour une certaine part, à enseigner le contenu de la science à l'élève, il vise, pour une autre part – souvent une part encore plus importante – à ce que l'élève apprenne le contenu pour une fin qui se situe au delà de ce contenu.

On peut illustrer cela en examinant les façons de traiter le même sujet scientifique dans deux manuels différents de 8e année. Dans l'un, toute l'information sur les méthodes de transmission de la chaleur (conduction, convection et rayonnement) s'insère dans un contexte d'explications sur le fonctionnement des réfrigérateurs et des radiateurs solaires. Des photographies et des schémas clarifient ces explications. Dans l'autre, les mêmes principes scientifiques sont examinés mais, cette fois, cela s'accompagne d'une histoire comparative des théories différentes (et rivales) qui expliquent les phénomènes de la chaleur. Cet exposé est illustré par des extraits d'articles scientifiques du XVIIIe siècle. Dans chaque cas, le contenu scientifique transmis est le même, alors que la communication contextuelle – la ligne de force du programme – est sensiblement différente. Ces différences dans les lignes de force représentent concrètement les fins différentes que ces ouvrages se proposent pour l'élève qui apprend les sciences.

Des recherches considérables, au cours des dernières années, ont démontré l'utilité de l'idée de « ligne de force du programme d'études » non seulement dans l'analyse des manuels, mais aussi pour comprendre le débat sur la politique des programmes d'étude[13], pour l'élaboration d'unités d'enseignement[14], et pour l'interprétation des différentes stratégies de l'enseignement en classe[15]. Dans le présent contexte, cette idée assure un lien conceptuel entre les deux éléments-clés de l'étude : les objectifs ou fins de l'enseignement des sciences et les stratégies d'enseignement visant à atteindre ces objectifs dans la pratique. Ce lien (voir figure I.1) paraît simple lorsque considéré de façon abstraite. Cependant, quand on examine, comme l'étude a dû le faire, à la fois le discours et la pratique de l'enseignement des sciences, cela devient plus complexe. Afin d'éclaircir cet élément conceptuel des recherches, nous nous reportons à l'analyse d'Argyris et de Schön, qui se sont penchés sur les façons de penser et de travailler des professionnels dans un cadre institutionnel.

Figure I.1 - Le lien entre les objectifs et les stratégies dans l'enseignement des sciences



Les théories d'action : ce qu'on dit enseigner et ce qu'on enseigne
Rattacher la théorie à la pratique dans le domaine de l'enseignement - comme dans la plupart des autres domaines professionnels - a de tout temps suscité la controverse et s'est révélé, en apparence, un problème insoluble. Il n'y a pas lieu ici d'examiner les multiples tentatives qui ont été faites pour le régler et les multiples conséquences qui en ont découlé pour la recherche et l'enseignement. Le concept de « ligne de force du programme » facilite la compréhension du rapport entre les objectifs de l'enseignement des sciences et les stratégies employées par les enseignants dans les classes, mais on doit aussi se rendre compte que ce concept peut s'appliquer de bien des façons à l'éducation.

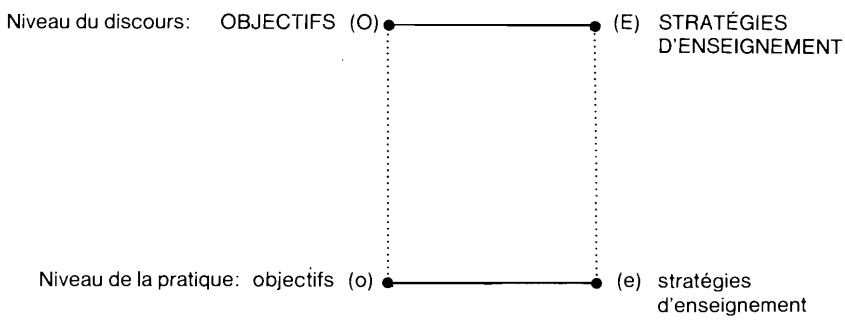
Argyris et Schön, dont les travaux se sont concentrés sur les problèmes de l'accroissement de la compétence professionnelle au sein de divers organismes, ont élaboré la notion voulant que les comportements individuels soient déterminés sur la base des « théories personnelles d'action »[16]. Ces dernières portent sur la façon de produire les résultats souhaités et, par conséquent, sur l'efficacité humaine[17]. Chacun possède sa théorie d'action personnelle pour son activité délibérée, qu'elle soit formulée ou non. Cependant, Argyris et Schön admettent que les gens ne se comportent pas nécessairement en conformité avec les théories d'action qu'ils professent.

> « Lorsqu'on demande à quelqu'un comment il se comporterait dans certaines circonstances, la réponse qu'il donne ordinairement est la *théorie d'action proclamée* pour cette situation. C'est la théorie d'action envers laquelle il s'engage et que, si on le lui demande, il communique aux autres. Cependant, la théorie qui, en réalité, régit son action est la *théorie d'usage* qui peut être ou ne pas être compatible avec la théorie adoptée; de plus, il se peut que le particulier soit ou ne soit pas conscient de l'incompatibilité des deux théories. »[18]

Argyris et Schön ajoutent que « quoique les gens ne se comportent pas en conformité des théories qu'ils ont proclamées, (...) ils se comportent effectivement en conformité de leurs théories d'usage, et ils ne s'en rendent pas compte[19]. » D'après eux, tous les praticiens professionnels - médecins, enseignants et chercheurs - possèdent deux ensembles de théories touchant les diverses parties de l'exercice de leur profession. Il va sans dire qu'une telle idée n'a rien de révolutionnaire; l'écart entre la pratique et la théorie, entre les événements réels et le discours dont ils font l'objet, est bien documenté dans plusieurs domaines professionnels. Ce qu'apportent Argyris et Schön, c'est, premièrement, qu'ils généralisent l'idée et, deuxièmement, que, à partir de cette idée, ils édifient des propositions pour améliorer la profession.

À l'exemple d'Argyris et de Schön, notre programme de recherche tient compte de deux niveaux de réalité (Figure I.2). Un niveau correspond aux « théories proclamées » par les enseignants, définies comme le « niveau du discours ». C'est à ce niveau que l'enseignement ou les objectifs de l'enseignement sont verbalisés. Les lignes directrices des ministères de l'Éducation, les directives des programmes d'étude, les préfaces des manuels et les propos des enseignants sur les objectifs et les méthodes d'enseignement des sciences, tout cela se situe, par définition, à ce niveau. Le second niveau, le « niveau de la pratique », correspond aux « théories d'usage » des enseignants et représente le niveau de la réalité de l'enseignement où se situent les classes de sciences. Les façons réelles d'enseigner, le contenu réel des manuels et les activités réelles auxquelles les élèves participent, voilà la « matière » de ce niveau. Il faut souligner qu'admettre deux niveaux de réalité n'a rien de péjoratif pour l'activité déployée à l'un ou à l'autre niveau. La pratique n'est pas nécessairement plus mauvaise parce qu'elle ne correspond pas au discours, et le discours sur la pratique n'est pas nécessairement futile parce que ce qui en découle ne peut pas se traduire directement en action. Toutefois, la recherche sur l'enseignement des sciences doit être planifiée de façon à tenir compte de l'existence de ces deux niveaux (et des glissements inévitables entre les deux). Ce n'est que par une telle planification qu'on peut s'attendre à ce que la recherche puisse accroître la compréhension commune, c'est-à-dire commune aux praticiens et aux observateurs ou critiques, de l'enseignement des sciences au Canada.

Figure I.2 - Deux niveaux de la réalité pour la recherche sur l'enseignement



Portée de l'étude

Certaines limites d'ordre pratique à la portée de l'étude ont été établies dès le départ. Deux de ces limites, en particulier, méritent mention : les niveaux auxquels l'enseignement des sciences fut examiné et la définition de « science » prescrite par l'étude.

Les niveaux d'enseignement

L'étude porte avant tout sur l'enseignement des sciences aux seuls niveaux primaire et secondaire. La raison principale a trait aux objectifs de l'étude,

qui sont centrés sur les fins ou buts visés par l'enseignement des sciences. À mesure que les élèves grandissent et traversent les étapes de l'enseignement (de la maternelle, peut-être même jusqu'au doctorat), les raisons données ou les buts visés en apprenant les sciences évoluent et, par le fait même, les objectifs des programmes et des cours changent aussi. Aux niveaux les plus élevés, où les étudiants ont l'intention de se spécialiser en vue d'une carrière scientifique, les objectifs des programmes sont relativement peu nombreux mais précis (même si on ne les articule pas très bien). Par contre, aux niveaux élémentaire et secondaire, les objectifs, plus nombreux et moins spécifiques, correspondent à la clientèle plus hétérogène de ces écoles. À ces niveaux, l'école se doit de satisfaire aux besoins de tous ses élèves et les programmes de sciences doivent donc viser toute une variété d'objectifs. C'est sur l'enseignement des sciences à ces niveaux qu'ont porté les critiques dont il a déjà été fait état.

Ce choix de l'enseignement des sciences dans les écoles primaires et secondaires comme objet central de l'étude n'interdit pas, bien entendu, de tenir compte d'autres activités connexes qui empiètent sur les sciences à l'école : l'enseignement des sciences au niveau universitaire ou collégial, la vulgarisation scientifique, écrite ou diffusée par les moyens électroniques, les films, les musées et les centres scientifiques, et, de fait, toute activité, organisation, publication ou événement pouvant exercer une influence sur l'enseignement des sciences à l'école.

Tableau I.1 - Distribution des années par province

Province/territoire	Primaire	Premier cycle du secondaire	Deuxième cycle du secondaire
Terre-Neuve et Labrador	M-6	7-9	10-11[a]
Île-du-Prince-Édouard	1-6	7-9	10-12
Nouvelle-Écosse	M-6	7-9	10-12
Nouveau-Brunswick	1-6	7-9	10-12
Québec	M-6	7-9	10-11
Ontario	M-6	7-10	11-13
Manitoba	M-6	7-9	10-12
Saskatchewan	M-6	7-9	10-12
Alberta	M-6	7-9	10-12
Colombie-Britannique	M-7	8-10	11-12
Territoires du Nord-Ouest	M-6	7-9	10-12
Yukon	M-7	8-10	11-12

[a] Au moment de la cueillette des données, Terre-Neuve n'avait pas encore implanté le programme de 12e année.

Chaque province et territoire adopte une façon de grouper les années d'un programme d'étude. Nous avons décidé de considérer trois de ces groupes : primaire, 1er cycle du secondaire et 2e cycle du secondaire, pour chacune des juridictions. Toutefois, les façons de grouper varient d'une juridiction à l'autre, et ces façons ont été respectées ici, plutôt que d'uniformiser artificiellement. Le tableau I.1 montre la correspondance entre les trois groupes (niveaux) utilisés pour cette étude et les années du programme d'étude.

La « science » à l'école

La prescription de ce qui est tenu pour la « science » dans le contexte de la présente étude a prêté à controverse, parce qu'elle est nécessairement assez arbitraire. On ne règle pas facilement la controverse en utilisant une définition formelle de la science pour tenter d'établir des distinctions entre les programmes scolaires. Dans bien des cas, les listes de programmes scolaires ont un sens administratif plutôt que philosophique. Malgré cela, les enseignants savent ce qu'ils veulent dire lorsqu'ils parlent de programmes de « science », par opposition à d'autres domaines des programmes scolaires. Le programme de science à l'école étant l'objet central de notre étude, cela a aussi semblé être la meilleure base d'une définition prescrite de la « science ». L'étude a donc examiné les secteurs du programme scolaire définis comme « science » dans chaque province et territoire.

Sur le plan concret, cela a voulu dire que les sciences de la terre, la physique et la biologie et que les mathématiques et les sciences sociales, ont été écartées de l'objet central de l'étude. Toutefois, l'impact de ces deux groupes de matières sur l'enseignement et l'étude des sciences a également été envisagé. Cela laisse donc un certain nombre de sujets tels l'informatique, l'agriculture et la technologie dans une « zone grise » mal définie. Dans les provinces où ces matières sont considérées comme des sciences, elles ont été incluses.

II. Investigation dialoguée

Vue d'ensemble de la stratégie

Dans la présente étude, nous soutenons que les débats sur le changement du programme d'étude des écoles présentent un caractère à la fois rationnel et politique. Quoiqu'une bonne part de ce qui suit, dans cette étude de documentation en trois volumes, soit un compte rendu de recherche de nature en apparence classique, le caractère rationnel et politique du contexte où l'étude s'est poursuivie est crucial pour en comprendre l'importance. Ainsi est-il utile d'expliquer notre position de façon détaillée afin d'éclaircir la stratégie d'ensemble de l'étude dont le titre même, investigation dialoguée, vise à faire saisir sa nature éclectique. Cette attitude s'explique, essentiellement, par les trois raisons suivantes.

La dimension politique des programmes d'études scientifiques

Qu'une étude centrée sur l'enseignement des sciences dans les écoles du Canada ait un caractère à la fois rationnel et politique découle en premier lieu de la perception du programme d'étude comme étant lui-même une forme de politique. Ce n'est pas là l'opinion la plus répandue. On a de tout temps perçu le processus régissant le changement des programmes d'étude comme un phénomène hautement rationnel et souvent linéaire. On définit d'abord des objectifs, parfois en se fondant sur de prétendues évaluations des besoins, puis on élabore des stratégies d'enseignement comme moyens d'atteindre ces objectifs. L'un d'entre nous a soutenu ailleurs[1] et en détail qu'une telle opinion ne suffit pas. Les programmes d'étude ne devraient pas être perçus comme s'il s'agissait de simples produits ouvrés, de choses qu'on peut fabriquer. Si tel était le cas, les modèles de planification rationnelle pourraient peut-être convenir. Cependant, une décision portant sur un programme d'étude représente plus qu'un simple choix rationnel d'y inscrire la matière X ou la méthode Y. Il représente, de la part d'un individu ou d'un groupe, l'engagement d'agir d'une façon précise dans un contexte donné (défini en fonction à la fois du temps et du lieu). Et cela, c'est un jugement politique aussi bien que rationnel.

Un exemple pourra peut-être éclairer cet argument. Supposons que le coordonnateur de l'enseignement des sciences d'une commission scolaire décide d'inscrire, dans le programme de sciences de la 1ère année du secondaire, un cours sur l'énergie, cours donné avec comme ligne de force son à-propos social. Supposons aussi que cette décision soit entérinée par le directeur des services pédagogiques; elle devient alors partie intégrante du programme officiel de la commission scolaire que les professeurs de sciences doivent enseigner cette année-là. Elle est, espère-t-on, rationnelle, en ce sens qu'on peut raisonnablement s'attendre à ce que le coordonnateur soit en mesure de la défendre par des motifs présumément fondés sur les connaissances préalables des élèves, leurs besoins futurs, la place de la matière dans la discipline, le contexte social de l'enseignement, et ainsi de suite. Cependant, la décision comporte aussi un impact politique : elle oblige les gens (surtout les enseignants) à se comporter de certaines façons, par exemple, enseigner l'énergie selon la ligne de force approuvée alors qu'ils se trouvent dans des circonstances particulières (à telle commission scolaire, à telle année du secondaire, en telle année, etc.). Si le processus décisionnel n'a pas tenu compte de cette dualité de caractère, il y a peu de chances que s'opère un changement défendable. Si le coordonnateur se contente d'agir de façon rationnelle, sans tenir compte de l'influence de la nouvelle exigence sur les enseignants concernés, il est vraisemblable que la décision, si défendable soit-elle en théorie, déplaise et il est bien possible qu'on n'y donne pas suite. Par contre, si le coordonnateur agit de façon purement politique en ne tenant pas compte du bien-fondé essentiel de sa décision, il a négligé une responsabilité professionnelle, soit celle de rechercher des moyens d'améliorer le programme de sciences de la commission.

C'est donc dire que les programmes d'étude sont tenus pour une certaine forme de politique[2], qui, de façon plus précise, correspond à des règles, des plans, ou des orientations pour déterminer ce qui doit être enseigné dans des situations précises. Ainsi, ils se distinguent de certaines ressources du programme d'étude telles que les manuels, qui sont mis au point en vue d'un usage général et volontaire. Un programme d'étude est à la fois un produit de la raison et un engagement de la volonté. Il a une force politique aussi bien qu'un contenu rationnel. Il faut donc qu'une étude des programmes de sciences dans les écoles du Canada tienne compte de cette dualité, surtout si elle cherche à proposer des modifications à ces programmes.

Les évaluations des besoins et la découverte des objectifs

On dit parfois que la clé de la planification des programmes d'étude consiste à commencer par une évaluation empirique systématique de ce que les élèves devraient savoir[3]. De fait, nous avons admis que les discussions touchant ce qui devrait être enseigné dans les classes de sciences et les critiques de ce qui est enseigné se fondent généralement sur des hypothèses ayant trait aux besoins des élèves, soit pour le présent, soit pour l'avenir.

Mais personne ne peut prévoir l'avenir avec certitude. Et le problème, c'est que les enfants, aussi bien que la société dans laquelle ils vivent, présentent une variété déroutante de ce qu'on peut appeler des besoins, chacun justifiant une orientation différente du programme d'étude. Ainsi que le signale Len Berk :

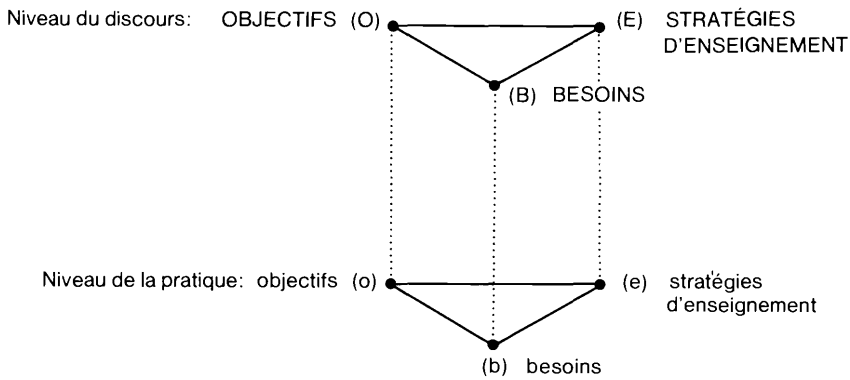
> « Nous n'avons pas de méthode normalisée pour déterminer de façon précise la nature et l'importance des besoins des individus, ni pour identifier ceux qui les ressentent. De fait, on peut en règle générale, en modifiant quelque aspect particulier de notre vie publique, prévenir des besoins particuliers auxquels on peut en principe satisfaire par l'enseignement... Étant donné que nous ne pouvons pas supposer que notre vie publique ne saurait être contestée, toute tentative de déterminer ce qu'il faut aux élèves est susceptible de contestation. »[4]

Berk renvoie à une vague d'enthousiasme pour « l'élaboration scientifique des programmes d'étude », ainsi qu'on appelait cela dans les années 1920 aux États-Unis. Sa conclusion est nette et désarmante :

> « En tant que méthode ressemblant davantage à une enquête qu'à un débat, l'évaluation des besoins semble offrir une esquive en présence d'un désaccord; elle nous permettrait de découvrir les objectifs de l'enseignement au lieu de nous obliger à en décider. Franklin Bobbitt espérait aussi découvrir les objectifs de l'éducation, ce qui lui a valu d'être à juste titre rabroué. À cette époque aussi bien qu'à la nôtre, les débats sur les objectifs semblaient hasardeux, difficiles à diriger et susceptibles d'être entachés de politique. Il en est ainsi. La découverte des objectifs (ou des besoins qui les justifient) paraissait systématique, péremptoire et politiquement sans danger. C'était une illusion. »[5]

Si importants que soient les besoins d'éducation et les objectifs qui y correspondent pour la détermination ou l'évaluation des programmes de sciences, tant au niveau du discours qu'à celui de la pratique (voir figure II.1), on ne saurait les découvrir dans les écrits qui en traitent. Il faut qu'ils soient débattus et, dans une société démocratique, tous ceux qui ont des intérêts dans l'issue des débats ont le droit d'y participer.

Figure II.1 - Objectifs de l'enseignement, stratégies d'enseignement et besoins des élèves



Les ayants droit et les programmes d'études scientifiques

Ceux qui défendent la recherche empirique comme moyen de déterminer le programme d'étude présupposent qu'il existe en réalité un consensus social sur les objectifs de l'enseignement et que le problème consiste à dévoiler ce consensus. Par contre, le point de vue de l'auteur est que la société est tiraillée par des conflits de valeurs au sujet des objectifs de l'éducation et que le problème consiste à établir un consensus[6]. Parler de conflits de valeurs suppose l'existence de groupes d'intérêts, et la recherche de consensus dans la société, parmi différents groupes d'intérêts, suppose un mécanisme de débat politique. Il va sans dire que les matières précises du programme d'étude ne sont pas souvent l'objet central du débat politique formel ni ne constituent ordinairement des éléments des programmes politiques à l'époque des élections. Toutefois, les besoins des élèves à l'école, l'orientation du programme scolaire et les activités concrètes en classe peuvent être considérés comme le produit d'un débat raisonnable entre des groupes d'intérêts définis et distincts.

La lecture d'un passage de *La Politique*, d'Aristote, traitant de l'éducation en tant que problème politique, nous révèle que le temps n'a rien changé au problème :

> « L'éducation d'à présent ne laisse pas de causer ici de l'embarras. On ne sait s'il faut apprendre aux enfants les choses utiles à la vie ou celles qui tendent à la vertu, ou les hautes sciences dont on peut se passer. Chacune de ces opinions a ses partisans. »[7]

On est frappé par l'actualité de ces controverses. Pourtant, ainsi que nous l'avons déjà signalé, cette perspective politique des programmes d'étude n'est approuvée que dans assez peu d'écrits.

Dans un article récent, Connelly et ses collègues ont proposé la notion d'« ayant droit » (stakeholder) pour comprendre les rôles des nombreuses personnes et nombreux groupes qui ont des opinions sur les programmes d'études scolaires et qui souhaitent influencer en conséquence les décisions touchant les programmes[8]. Ainsi qu'ils le font remarquer, tous et chacun ont quelque droit de regard dans le programme d'étude.

> « Cette revendication peut être directe et immédiate, subtile ou obscure, mais elle n'en existe pas moins, exprimée avec véhémence ou gardée sous le manteau. L'école est une création de la société, façonnant celle-ci et façonnée par elle, traduisant ses particularités et réagissant à ses besoins et, en agissant ainsi, elle ne peut pas, non plus que l'enseignant, ne pas tenir compte des ayants droit. »[9]

Les élèves, les enseignants, les parents, les commissaires d'écoles, la communauté scientifique, l'industrie, le mouvement syndical et bien d'autres groupes et institutions ont tous droit de regard dans le programme d'études scientifiques. Les critiques de l'enseignement des sciences dont les observations ont déjà été signalées sont tous des ayants droit et leurs droits de regard diffèrent autant que leurs antécédents et leurs points de vue. En admettant qu'il y ait diversité d'ayants droit de regard au programme de sciences, nous n'attribuons pas nécessairement à ces individus

ou groupes des motifs ou des intentions inavouables tendant à assujettir les écoles à leurs propres fins. Nous admettons simplement une réalité dont l'existence revêt une importance de premier ordre dans la planification d'une étude de l'enseignement des sciences dans les écoles du Canada.

Une étude où l'on reconnaît comme légitimes les multiples droits de regard sur le programme de sciences aura vraisemblablement des résultats bien différents de ceux d'une étude dominée par un seul ayant droit ou par un groupe restreint. Par exemple, dans la période qui a suivi le lancement du premier Spoutnik, le programme de sciences (surtout aux États-Unis) a changé – du moins au niveau du discours – de ligne de force, qui portait auparavant sur l'application quotidienne et industrielle de la science (durant les années 40 et 50). Elle porte maintenant de façon plus abstraite et intellectuelle sur la nature de la science, sa structure et ses démarches. Ce n'est pas par coïncidence que cette réorientation a subi l'influence des scientifiques de la communauté universitaire et a été financée (du moins aux États-Unis) par la National Science Foundation. Les préoccupations ressenties aujourd'hui, quant au manque d'à-propos de tels programmes d'étude pour la société et pour l'expérience de la vie qu'ont les élèves, sont la preuve de ce qui peut se produire lorsqu'on laisse un groupe d'ayants droit avoir une voix prépondérante dans la définition des programmes d'étude.

L'engagement ferme d'ayants droit particuliers pour certaines lignes de force du programme les amène souvent à considérer d'autres lignes de force (préconisées aussi fortement par d'autres ayants droit) comme des distractions, comme une édulcoration du programme ou comme étant purement et simplement trompeuses. La résistance de certains membres de la communauté scientifique aux propositions de modification du programme d'étude faites par Symons, visant à situer la science dans un contexte canadien, est un cas typique. Les décideurs doivent soupeser ces avis contradictoires et se demander qui sont les ayants droit pertinents et quels sont leurs intérêts. S'ils ne cherchent pas les réponses à ces questions, l'orientation future de l'enseignement des sciences au Canada pourra être déterminée par les plus véhéments ou par la manoeuvre politique la plus tortueuse. Toutefois, si l'on peut trouver les réponses aux interrogations, alors les questions en litige pourront être réglées par le débat, en tenant compte des raisons d'agir[10]. La démarche doit donc être à la fois politique et rationnelle.

Les responsables et les intéressés

Quoi qu'il en soit, les ayants droit ne sont pas tous égaux. Les responsables ont l'obligation de rendre compte, sur le plan politique ou professionnel, des choix qu'ils font concernant l'enseignement des sciences. Ce sont les ministres de l'Éducation et les conseillers scolaires qui sont chargés de la politique et qui ont des comptes à rendre, et ce sont leurs fonctionnaires, administrateurs et enseignants qui sont responsables en vertu de leur emploi dans les ministères ou les établissements scolaires. Tous les

autres sont par définition des « intéressés », c'est-à-dire les professeurs d'université, le monde des affaires et de l'industrie, le public, les parents et, bien entendu, le Conseil des sciences du Canada lui-même. Ils ont également des intérêts dans le programme d'étude, mais n'assument aucune responsabilité à cet égard sur le plan politique. Leur situation d'intéressés n'ayant pas l'obligation de rendre des comptes les investit du privilège de critiquer à volonté l'enseignement (d'aucuns le font souvent et avec vigueur). Toutefois, si les intéressés veulent être de quelque utilité dans l'amélioration de l'enseignement, ils doivent accepter et appliquer certains principes déontologiques* qui régissent leurs rapports avec les responsables[11]. Un exemple de cette relation est donné plus bas.

Tout au cours de l'étude, on a souvent fait état de l'à-propos de l'engagement d'un organisme comme le Conseil des sciences du Canada, constitué et financé par le gouvernement fédéral, dans une étude sur l'enseignement des sciences dans les écoles primaires et secondaires, ce qui est nettement un domaine de compétence provinciale. Cependant, le Conseil des sciences du Canada reconnaît aux autorités provinciales le statut de responsables et à lui-même celui d'intéressé dans le système de l'enseignement des sciences, mais il soutient que son mandat lui confère un intérêt indubitable dans l'entreprise. De plus, par un vote officiel qui a eu lieu à sa réunion de septembre 1980, le Conseil des ministres de l'Éducation (Canada) (CMEC) a convenu d'apporter sa collaboration au Conseil des sciences pour l'étude, sous réserve de certaines conditions touchant la portée de l'étude et sa direction au jour le jour.

Enfin, que dire de l'intérêt particulier du Conseil des sciences du Canada dans l'enseignement des sciences? Étant donné que, dans ses rapports antérieurs, il ne s'est jamais prononcé à cet égard, on ne peut pas présupposer une « attitude » de sa part. De fait, l'étude constitue un moyen par lequel le Conseil des sciences a déterminé la nature de son intérêt dans le système d'éducation. Son rapport final sur la présente étude constitue l'exposé à partir duquel on peut déduire ce qui l'intéresse.** Durant l'étude, le Conseil s'est appliqué à prêter l'oreille aux autres, à poursuivre sa propre recherche et à faciliter le débat des ayants droit les plus divers et les plus nombreux possible.

Les détails de la stratégie

Le troisième objectif de l'étude, qui vise à « susciter des réflexions sur les orientations possibles de l'enseignement des sciences au Canada », correspond à l'objectif principal parce que les deux autres tendent à en faciliter la réalisation. Ce qui explique les moyens pris pour atteindre cet objectif.

L'expression « investigation dialoguée » vise à évoquer l'idée de deux démarches qui se réalisent de façon intégrée et qui sont mutuellement révé-

* On examinera ces principes dans le contexte de leur application dans des parties précises et différentes de l'étude.

** Voir le rapport n° 36 *À l'étude des sciences — La jeunesse canadienne face à son avenir*, Conseil des sciences du Canada, Ottawa, 1984.

latrices tout au long de l'étude : investigation sur les objectifs et les méthodes actuels (et antérieurs) de l'enseignement des sciences dans les écoles, et débat sur les orientations futures dans ce domaine. Envisagée sous un autre angle, chacune de ces démarches comporte les dimensions rationnelle et politique essentielles dans une étude centrée sur le programme d'étude scolaire. De fait, il est possible, à diverses étapes de l'étude, de comprendre ses activités en fonction de leurs caractères rationnel et politique.

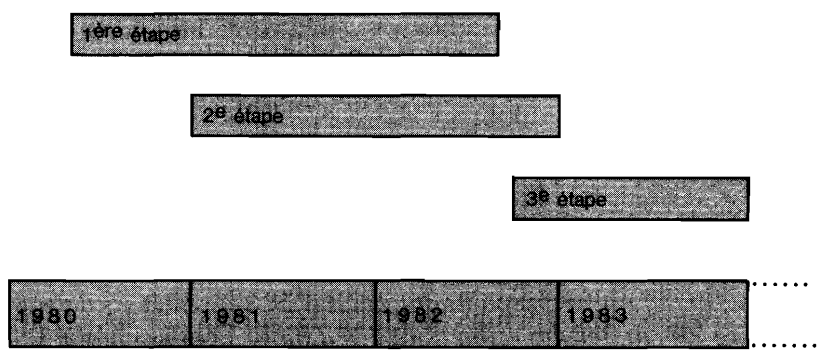
Afin d'atteindre les objectifs de l'étude, l'investigation dialoguée a dû mettre en oeuvre trois éléments :

- un engagement soutenu envers le débat et la possibilité de changement de la part de tous ceux qui ont un droit de regard sur l'enseignement des sciences au Canada, particulièrement de la part des responsables;
- une solide base de données sur le contexte dans lequel doit s'insérer tout changement proposé à l'enseignement des sciences;
- une série de questions à débattre et un choix de solutions de rechange pour alimenter les débats.

Ces trois éléments étant reliés entre eux, ils exigeaient qu'on s'en occupe de façon simultanée. Toutefois, à tout moment, un des éléments pouvait prendre le pas sur les autres. L'étude, qui comprenait trois étapes se chevauchant, s'est étendue sur environ trois ans et demi (voir figure II.2).

1. Définition des problèmes (mai 1980 à août 1982)
2. Collecte des données (janvier 1981 à décembre 1982)
3. Résolution des problèmes (septembre 1982 à décembre 1983)

Figure II.2 - Calendrier de l'étude



Le compte rendu des activités de l'étude, qui suit, explique comment chaque étape a contribué à mettre en oeuvre les trois éléments.

1ère étape : Quels sont les problèmes?
L'exposé à débattre de James Page, *Un contexte canadien pour l'enseignement des sciences*, a marqué le début de la phase initiale, « la définition des problèmes ». C'était le premier de cinq documents de ce genre, documents où les auteurs, selon leurs diverses perspectives en tant qu'ayants droit individuels, présentaient une critique constructive de l'enseignement des sciences tel qu'il leur apparaît[12]. Chaque document peut être analysé d'après la perspective de la personne instruite dont l'auteur brosse le portrait et, par conséquent, d'après ce que l'auteur perçoit comme étant les besoins de l'élève et les objectifs souhaitables de l'enseignement des sciences (voir au tableau II.1 notre interprétation des documents fondée sur cette analyse). Puis, à partir de leur propre perspective, chaque auteur faisait la critique des usages actuels de l'enseignement des sciences et en proposait de nouveaux.

Certains problèmes se définissaient mieux lorsqu'exposés au sein d'ateliers plutôt que par voie d'exposés à débattre. Le Comité de l'étude sur l'enseignement des sciences a parrainé trois de ces ateliers et publié leur compte rendu[13]. Tous ces exposés et tous ces comptes rendus de travaux d'ateliers ont été distribués sans frais à tous ceux qui en ont fait la demande. L'étude a aussi encouragé les enseignants, les décideurs en matière de politique et les autres responsables à les débattre. Les publications ont été étayées par un bulletin expédié par la poste à des personnes intéressées figurant sur une longue liste d'envoi et par des conférences données dans tout le pays par l'équipe de recherche. Un certain nombre d'entrevues diffusées par la presse électronique, d'articles de revues et de critiques parues dans des magazines spécialisés ont aidé à porter les thèmes de l'étude à l'attention de la profession de l'enseignement des sciences.

Ces modes de communication, mais surtout les critiques de magazines spécialisés (dont les deux autres s'étaient inspirés), visaient trois objectifs. Le premier était principalement politique. Ces communications devaient faire prendre conscience aux responsables des critiques à l'endroit de l'enseignement des sciences de la nécessité, pour eux, de participer aux débats sur ses orientations futures. Il faut beaucoup de temps et de travail pour stimuler les débats, surtout dans un pays qui présente les particularités géographiques, politiques et linguistiques du Canada. Toutefois, dans les dix provinces et les deux territoires, les enseignants en sciences reçurent les communications et participèrent à tous les aspects de l'étude. L'objectif politique comporte une dimension rationnelle en ce sens que le débat a été entrepris partout où les documents ont été étudiés et en particulier dans les facultés des sciences de l'éducation. Ces discussions ont accentué la prise de conscience de quelques-uns des problèmes de l'enseignement des sciences dans les écoles du Canada, tels que les voient les responsables et les intéressés.

Les documents de travail et les ateliers ont aussi suggéré des thèmes très importants pour l'étape de la collecte des données et soulevé des idées pour de nouvelles orientations dans l'étape délibérative finale.

Tableau II.1 – Résumé des attitudes exprimées dans les exposés à débattre

	Exposé à débattre		
Auteur/Titre	Caractéristique privilégiée de la personne instruite	Besoins des élèves et objectifs implicites de l'enseignement de la pratique actuelle	Critique de la science
James Page, *Un contexte canadien pour l'enseignement des sciences*	Citoyen(ne) canadien(ne) conscient(e) de son patrimoine culturel	Comprendre la science comme intégrante partie du tissu culturel du Canada	Absence de contexte canadien dans l'enseignement des sciences
Glen Aikenhead, *L'enseignement des sciences dans une perspective sociale et de participation*	Personne apte à comprendre les décisions sociales et politiques	Comprendre la science comme l'une des multiples voies du savoir	La science enseignée comme se suffisant à elle-même
Donald George, *L'enseignement des sciences vu par un ingénieur*	Personne qui résoud des problèmes d'ordre pratique	Acquérir des compétences comme celles de l'ingénieur	Enseignement des seules compétences du scientifique « pur »
Hugh Munby, *Qu'est-ce que la pensée scientifique*	Penseur autonome	Comprendre le fondement de son propre savoir	L'enseignement crée la dépendance intellectuelle
Marcel Risi, *La macroscole ou l'enseignement systémique des sciences*	Créateur productif dans l'industrie et la société	Acquérir la méthode du doute systématique et de l'interrogation divergente et une approche imaginative en présence de problèmes	La science enseignée seulement comme un corpus de connaissances
Douglas Roberts, *La culture scientifique – Vers l'équilibre dans le choix d'objectifs pour l'enseignement des sciences à l'école*	Individu possédant une culture scientifique	Atteindre un vaste éventail d'objectifs par l'enseignement des sciences	Déséquilibre des objectifs

2e étape : Quelles sont les données?

Ainsi qu'il a déjà été signalé, les critiques de l'enseignement des sciences (y compris les auteurs des exposés à débattre) ont souvent fait des déclarations sur l'état actuel de l'enseignement des sciences n'étant pas fondées sur des données sûres. L'étude devait évidemment établir ce fondement, ne fût-ce que pour confirmer ou infirmer ces déclarations.

Cependant, au delà de cette exigence, le débat sur les orientations futures de l'enseignement des sciences exigeait aussi une base de données sur les objectifs et la pratique actuels de l'enseignement des sciences. Ainsi, la deuxième étape de l'étude, l'étape de la recherche et de la collecte de données, a établi une telle base. Toutefois, les genres de recherche empirique en enseignement des sciences n'ont pas tous nécessairement la même valeur dans la constitution de cette base de données. Cet effort de recherche

n'est pas orienté vers la théorie puisque l'objectif ultime n'est pas d'obtenir des connaissances, mais d'alimenter le processus de délibération. Et la recherche orientée vers l'action est un art ni très bien compris, ni très perfectionné (voir le chapitre III pour plus de détails).

Une des restrictions de la recherche effectuée par des intéressés comme le Conseil des sciences sur des domaines qui relèvent des responsables est l'exigence que chercheurs et praticiens oeuvrent en collaboration. Dès le départ, le Conseil des sciences et le CMEC ont conclu un accord sur les conditions générales de l'étude. Les ministres et le secrétariat du CMEC étaient représentés par des observateurs aux réunions du Comité de l'étude sur l'enseignement des sciences, afin de conseiller sur les orientations générales de l'étude et d'agir comme voie officielle de communication entre le Comité et le CMEC. De plus, nous n'avons entrepris aucune recherche à l'intérieur d'une province donnée sans consulter au préalable le ministère de l'Éducation de cette province. Enfin, des exemplaires de tous les rapports ont été envoyés aux ministères de l'Éducation avant leur publication pour permettre la présentation d'observations et de critiques. Il va sans dire que certains considéreront de façon négative de telles négociations et consultations comme compromettant l'indépendance et la validité de la recherche. Cependant, nous voyons la question d'un oeil différent. Des responsables comme les ministères et les enseignants peuvent contribuer à la recherche, et ce faisant, accroître sa validité et intensifier leur engagement envers ses résultats. Les deux facettes de l'étude sont encore une fois visibles, en ce sens que l'activité la plus rationnelle de l'étude possède aussi son aspect politique.

3e étape : Quelles sont les réponses?

Dans une investigation dialoguée, les conclusions ne découlent pas de la théorie ni ne sont tirées de l'expérience. Elles sont débattues sur la base des données de recherche et des positions de valeur. Ainsi que Schwab l'expose brièvement :

> « La délibération est complexe et ardue. [...] Elle doit faire naître un choix de solutions. [...] Elle doit ensuite soupeser les options ainsi que leurs coûts et leurs conséquences au regard les unes des autres, et choisir, non pas l'option *vraie*, parce qu'une telle chose n'existe pas, mais la *meilleure* option. »[14]

Les délibérations se limitent à l'élaboration de solutions qui sont les « meilleures » (dans les circonstances) parce que ces solutions doivent être mises en pratique dans des écoles réelles par des enseignants en chair et en os. Il arrive parfois que les programmes de réforme de l'enseignement soient élaborés à partir d'un idéal, sur ce qui pourrait être si l'on édifiait un système scolaire à partir de zéro. Mais rarement, si tant est, arrive-t-il qu'on édifie à partir de zéro sans contraintes. La mise en oeuvre de tels programmes les déforme parfois au point de les rendre méconnaissables.

L'étude du Conseil des sciences porte sur l'enseignement des sciences dans les écoles d'aujourd'hui et sur la façon de l'améliorer, non de le

remplacer. Qu'il soit ou non possible de mettre en oeuvre une orientation particulière doit être une contrainte dans le cadre du débat. C'est une des raisons pour lesquelles on a tenu des assemblées délibératives, qui se sont déroulées séparément dans chaque province et chaque territoire au cours de la troisième étape de l'étude. Dans chaque cas, on a invité aux conférences une variété représentative de tous les ayants droit, responsables et intéressés, afin de débattre, à la lumière de la recherche et des publications du Conseil, les besoins futurs et les possibilités de développement de l'enseignement des sciences.

Quoique les programmes précis des conférences aient été arrêtés en fonction de l'endroit où elles se tenaient, ils comportaient tous trois objectifs généraux :

- examiner (a) les thèmes de l'étude du Conseil des sciences définis dans les exposés à débattre et les comptes rendus d'ateliers qui ont été publiés, et (b) les données de recherche recueillies par l'étude, dans la mesure où elles étaient pertinentes pour la province ou le territoire;
- définir de nouvelles orientations souhaitables pour l'enseignement des sciences dans la province ou le territoire, en même temps que des modifications structurelles et autres nécessaires à la mise en place de ces nouvelles orientations;
- élaborer des propositions que le Comité d'étude sur l'enseignement des sciences auprès du Conseil des sciences du Canada considérerait dans le contexte de la préparation de son rapport final.

Encore une fois, dans cette dernière étape de l'étude, les dimensions rationnelle et politique de la démarche sautent aux yeux. Même si les débats devaient porter sur les raisons d'agir, on n'en visait pas moins, par une large représentativité des participants (en termes d'ayants droit), à favoriser la crédibilité politique du résultat. Car, même si les solutions défendues de façon rationnelle sont convaincantes sur le plan intellectuel, il faut aussi qu'elles soient acceptables sur le plan politique, si l'on veut que le changement se produise. Bref, trois conditions sont essentielles à la réussite des débats.

1. Il faut qu'il y ait des personnes qui s'engagent à découvrir ou, du moins, à rechercher des solutions aux problèmes qui se posent à l'enseignement des sciences. Ces personnes doivent comprendre des responsables (ceux qui ont charge de l'enseignement des sciences et y sont engagés professionnellement) aussi bien que de nombreux intéressés (ceux qui ont des intérêts dans l'entreprise mais non des responsabilités).
2. Il faut une solide base d'information sur l'enseignement des sciences et, en particulier, sur ses objectifs et ses stratégies. Cette étude de documentation en trois volumes renferme une partie importante de cette information; toutefois, chaque participant aux débats possédera sa propre base d'information, qui est également précieuse.

3. Il faut un ensemble de questions et d'options concernant l'action future. Encore une fois, elles sont de deux genres : les thèmes soulevés par l'étude grâce aux exposés à débattre et aux comptes rendus d'ateliers, et les questions locales d'importance et d'intérêt particuliers.

Il est impossible de prédire avec justesse le résultat d'un processus de délibération. Bien que le rôle du Conseil des sciences dans cette démarche soit nécessairement limité tant dans sa portée que dans sa durée, il n'y pas de raison pour que les débats eux-mêmes soient semblablement limités. Nous espérons sincèrement que lorsque les activités officielles de l'étude seront terminées, l'élan des débats dans chaque province sera tel qu'ils se poursuivront.

III. Recherches pour alimenter la délibération

Les débats sur l'orientation future de l'enseignement des sciences doivent nettement se fonder sur une connaissance solide de l'état actuel de cet enseignement. Toutefois, ce qui est moins facile à déterminer à l'avance, c'est l'information précise qu'il faut pour une telle démarche et, par conséquent, le genre de programme de recherche qu'il y a lieu de mettre sur pied dans le contexte de l'investigation dialoguée, stratégie de la présente étude. Dans une certaine mesure, les réponses à ces questions ont été anticipées dans les deux premiers chapitres où, premièrement, l'objet central et, deuxièmement, la stratégie globale de l'étude ont été traités. Deux grands thèmes de l'étude, traités dans ces chapitres (l'accent mis sur l'enseignement des sciences et le but des efforts visant à alimenter les débats) sont réexaminés ici brièvement afin d'établir le cadre de la raison d'être et de la vue d'ensemble du programme de recherche qui suit.

La figure I.2 (voir p. 28) présente l'enseignement des sciences comme résultant de l'interaction de quatre éléments : les objectifs de l'enseignement et les stratégies correspondantes, dans leur fonctionnement aux deux niveaux du discours et de la pratique de l'enseignement. Ces éléments sont désignés à des fins de commodité par O, E, o et e. La notion de « ligne de force du programme d'études » a été définie comme moyen permettant de combiner les objectifs avec la matière scientifique dans le matériel didactique et les directives du programme d'études (O—E) ou de déduire les objectifs ou intentions du programme d'études d'observations faites sur le matériel didactique ou la pratique de l'enseignement (e—o). La relation entre les niveaux du discours et de la pratique (O—o et E—e) pose plus de difficulté du fait que la recherche sur la façon par laquelle les enseignants traduisent le programme d'études dans la pratique ou se représentent leur propre expérience n'en est encore qu'à ses premiers balbutiements. Il se peut que la présente étude projette quelque lumière sur cet important

problème, même si cet objectif théorique n'en est pas, bien entendu, un de ses tout premiers.

Le but le plus important de ce programme de recherche, défini dans les trois objectifs globaux de l'étude et expliqué dans le chapitre précédent, consiste à alimenter les débats sur le contexte de tout changement envisagé. C'est pourquoi il importe que l'information soit recueillie non pas simplement au sujet des quatre éléments qui représentent un intérêt central pour l'étude, mais aussi au sujet des contextes plus étendus où se situent ces éléments. À cet égard, on peut reconnaître que cinq de ces contextes revêtent une importance particulière :

1. le contexte politique (directives officielles, approbation des manuels, qualification des enseignants, etc.);
2. le contexte professionnel (antécédents, formation et expérience des enseignants, etc.);
3. le contexte d'enseignement (manuels et autres outils didactiques, mais aussi les élèves, leurs aptitudes et leurs intérêts, etc.);
4. le contexte des établissements (installations, calendrier scolaire, nombre d'élèves par classe, etc.);
5. le contexte social (attitudes des pairs, des directeurs d'écoles, des parents, des commissaires, de l'industrie, des universités, etc.).

Ces facteurs contextuels sont signalés ici pour étendre la gamme des questions sur lesquelles on doit disposer d'informations pour les débats où sont discutés des changements d'objectifs ou de stratégies d'enseignement.

L'objectif de cette recherche - alimenter les débats - se distingue à tel point de ceux de la plus grande partie de la recherche en enseignement des sciences qu'une certaine réflexion s'impose sur l'étendue des stratégies de recherche dont on dispose et sur leur à-propos relatif, afin de justifier notre décision quant à la sélection d'un programme de recherche en particulier.

Recherche explicative et recherche évaluative

La recherche dont la conclusion est la délibération n'a pas nécessairement le même cadre que la recherche générale en enseignement des sciences. Certaines stratégies de recherche peuvent convenir mieux que d'autres. Bien que toute recherche soit orientée vers la création du savoir, il s'agit ici de déterminer quelles formes de savoir (et, donc, quels instruments de création du savoir) peuvent le mieux servir à alimenter les débats. Le travail d'analyse conceptuelle qui suit met en opposition deux fonctions distinctes de la recherche et explique comment a été résolu ce problème.

La plus grande partie de la recherche en enseignement des sciences - comme en d'autres disciplines - vise à expliquer les phénomènes et les événements. Stephen Toulmin parle des « ambitions explicatives » des scientifiques[1] et un examen rapide de n'importe quel programme récent d'un congrès de la National Association for Research in Science Teaching, ou de son journal (*Journal of Research in Science Teaching*), permet de

le constater. Cependant, cet objectif n'est pas le seul valable.*

D'ordinaire, lorsque les enseignants et les administrateurs des ministères prennent des décisions en classe ou dans leur champ de compétence, ils font appel à une forme de connaissance bien différente de celle du genre explicatif formel, qui est le résultat de presque toute la recherche. Ils ont recours à ce que Freema Elbaz appelle « la connaissance décisionnelle » (practical knowledge)[3] ou à ce que Geoffrey Vickers définit comme une « évaluation de la situation » (appreciation of the situation)[4]. Bien que l'expression d'Elbaz s'applique plus particulièrement aux connaissances intuitives ou personnelles que possède l'enseignant sur une situation donnée, nous adopterons le concept de « connaissance décisionnelle » dans le sens suivant : une telle connaissance a trait à la totalité de l'information touchant une situation, que l'on rassemble avant de prendre une décision. La recherche décisionnelle est donc la démarche qui mène à la collecte d'informations destinées à servir dans une telle prise de décision.

Ces deux types de recherche présentent une autre différence fondamentale. Les résultats de la recherche explicative doivent pouvoir être généralisés. D'autres chercheurs doivent être en mesure de répéter la recherche et démontrer que les résultats ne sont pas fonction du moment ou du lieu où elle se fait, mais bel et bien universels. Par contre, les résultats de la recherche décisionnelle doivent être tout à fait pertinents à la situation particulière considérée. Pour le professeur ou le directeur, les mêmes données peuvent prendre un sens bien différent. Dans un cas, les données concernant un directeur d'école atypique pourraient être rejetées comme « erreur » par l'un, mais présenter une importance et un intérêt de premier plan pour l'autre.

De toutes façons, il est clair que dans la présente étude, c'est la recherche décisionnelle qui comptait le plus. Elle avait comme but d'alimenter les débats, et il était sans importance qu'elle ne puisse être appliquée à d'autres pays ou à d'autres époques. Ce qui importait, c'était d'une part, que les connaissances acquises soient pertinentes à chaque province et chaque territoire où des assemblées délibératives auraient lieu en 1983 et, d'autre part, que les connaissances acquises tiennent compte de la portée nationale du rapport final du Conseil des sciences du Canada et soient pertinentes à l'ensemble du pays.

Vue d'ensemble du programme de recherche

Dans le contexte de l'étude, quatre projets principaux et un certain nombre de projets secondaires ont été entrepris. Le rapport entre les projets principaux qui suivent et l'ensemble de la recherche (sa portée et ses objectifs)

* Nous nous empressons d'ajouter que, dans le cas de la recherche en enseignement, de telles connaissances explicatives veulent servir et améliorer la pratique de l'enseignement. Or dans bien des cas, ces intentions ne se réalisent pas, et cela cause une inquiétude grandissante depuis quelques années; la question a d'ailleurs fait l'objet de réflexions dans les publications spécialisées[2]. Mais un compte rendu systématique de cette question échappe à la portée des présents travaux.

est expliqué plus bas (un compte rendu détaillé de la méthodologie et des résultats de chaque projet figure à la section ou au volume pertinent) :

1. Analyse des lignes directives concernant les programmes d'études scientifiques (2e partie du volume I)
2. Analyse des manuels de sciences (3e partie du volume I)
3. Enquête auprès des enseignants (volume II)
4. Étude de cas sur l'enseignement des sciences (volume III)

Analyse des lignes directrices concernant les programmes d'études scientifiques

Dans chaque province et chaque territoire du Canada, les objectifs, le contenu et parfois les stratégies d'enseignement des programmes d'études scientifiques font l'objet de directives établies par les ministères de l'Éducation. Les directives des programmes d'études contiennent des énoncés de politiques qui représentent une partie importante, bien que limitée, de la base de données nécessaire pour décrire l'enseignement des sciences dans les écoles du Canada. Ces énoncés de politique exposent certains objectifs de l'enseignement des sciences au niveau du discours (O à la figure I.2). Le but premier de ce projet de recherche était d'analyser ces documents, afin de déterminer quels genres d'objectifs sont prescrits pour les programmes scientifiques.

Les programmes de sciences ne font pas seuls l'objet de directives; ils s'inscrivent plutôt dans le contexte du programme d'études global. Il importait donc de recueillir le plus d'information possible sur l'orientation donnée à l'enseignement des sciences par chaque province ou territoire, afin de mieux comprendre chacune des lignes directrices du programme de sciences de chaque ministère de l'Éducation. Cette partie de l'étude comprenait donc deux analyses distinctes, la première portant sur la place des sciences, en tant que sujet, dans le programme, et la seconde, sur les objectifs de certains programmes d'études scientifiques.

Analyse des manuels de sciences

Un des aspects de la stratégie d'enseignement (E à la figure I.2) qui est souvent réglementé par des directives ministérielles est le choix des manuels destinés aux élèves. Ce règlement témoigne d'un postulat de la part des autorités, selon lequel l'utilisation d'un manuel constitue l'une des principales façons de donner suite, dans la pratique, aux objectifs du programme d'études scientifiques. La recherche émanant de nombreux pays tend à confirmer la valeur de cette supposition; des données présentées plus loin indiquent qu'au Canada, en règle générale, la situation ne diffère pas à cet égard.

Cela étant, il importait de déterminer les objectifs explicites (O) des manuels d'usage fréquent, de même que les lignes de force réelles qu'ils favorisent dans le programme d'études (e). De cette information on a déduit les objectifs implicites (o) des manuels. Il a alors été possible de comparer trois versions d'objectifs pour l'enseignement des sciences : O (directives);

O (manuels, explicites) et o (manuels, déduit de e). À partir de cette comparaison, on a évalué dans quelle mesure les objectifs prescrits pour l'enseignement des sciences bénéficient dans la pratique de conditions de réalisation appropriées.

En plus des catégories générales d'objectifs obtenues lors de l'analyse des lignes directives, des objectifs conçus à partir des critiques de l'enseignement des sciences exprimées lors des exposés à débattre ont aussi été utilisés comme catégories aux fins d'analyse. Les informations interprétatives obtenues grâce à des entrevues, aux données de l'enquête et à d'autres sources, viennent étayer l'exposé sur l'analyse des lignes directives et des manuels. Dans chaque cas, ces sources supplémentaires d'information sont signalées clairement.

Enquête auprès des enseignants

Afin de bien évaluer l'enseignement des sciences au Canada, il fallait que l'étude aille au delà de l'analyse documentaire des directives des ministères ou départements de l'Éducation et des listes de manuels prescrits pour les écoles. Il lui fallait au moins recueillir les avis de ceux qui sont le plus intimement engagés dans la pratique professionnelle de l'enseignement, soit les enseignants en sciences et les enseignants du niveau primaire. L'enquête visait trois objectifs :

1. connaître l'opinion des enseignants sur l'importance relative des différents objectifs de l'enseignement des sciences;
2. connaître la perception des enseignants concernant leur capacité d'aider leurs élèves à atteindre ces objectifs;
3. connaître les obstacles à la réalisation des divers objectifs de l'enseignement des sciences.

Bref, nous avons interrogé les enseignants sur leurs objectifs par rapport à l'enseignement des sciences (O) (et ainsi, implicitement, sur les objectifs prescrits). Nous avons aussi posé des questions sur leur démarche pédagogique (E) et sur la réalisation de leurs objectifs. Nous leur avons également posé des questions sur les divers contextes dans lesquels s'inscrivent ces objectifs et ces stratégies pédagogiques, plus particulièrement sur les contextes d'ordre professionnel, éducatif, institutionnel et social.

Études de cas sur l'enseignement des sciences

Il est toujours difficile, dans le cadre d'une recherche visant à décrire l'état d'une pratique, de dépasser le niveau du discours. En effet, la plus grande partie de l'information provient d'exposés (écrits ou oraux) qui sont faits par les enseignants eux-mêmes à partir de leur réflexion sur leur travail, et qui, par conséquent, comportent nécessairement une certaine teneur subjective. Toutefois, les études de cas sur l'enseignement réalisées depuis quelques années par des spécialistes parviennent de plus en plus à dépasser le niveau du discours et à s'approcher du niveau de la pratique. En ce qui concerne l'enseignement des sciences, les études de cas dirigées en 1977 par Bob Stake et Jack Easley pour la National Science Foundation ont établi

la légitimité et la valeur potentielle de ce genre de recherche[5]. Au volume III de la présente étude de documentation, on retrouve une série d'études de cas sur les stratégies réelles (e) utilisées en classe, sur leurs objectifs (o) correspondants et sur la perception qu'ont les enseignants des contextes éducatif, institutionnel et social dans lesquels ils enseignent.

Dans une proposition visant à coordonner la présente étude, John Olson et Tom Russell expliquent clairement la valeur d'une telle stratégie.

> « Un des avantages de l'étude de cas est qu'elle permet de peindre un portrait détaillé du *milieu* où les événements se produisent. Cette précision est essentielle pour ceux qui oeuvrent hors de la salle de classe et qui doivent évaluer les interprétations de ces événements. De plus, une telle évaluation est indispensable à un débat éclairé sur toute question complexe de politique sociale. »[6]

La méthode d'étude de cas s'efforce toujours d'exploiter la totalité des sources de données qui s'offrent à elle de façon à permettre une compréhension aussi approfondie que possible du phénomène étudié; et tout le programme de recherche respecte cette exigence. Au cours de l'étude, de nombreux échanges officieux et semi-officiels ont eu lieu entre le personnel du Conseil des sciences et les professeurs de sciences de tous les niveaux. Ces rencontres ont révélé beaucoup et nous ont aidé à comprendre et à interpréter les données recueillies aux sources. Chaque fois que la chose a été possible, on a signalé l'utilisation de ce genre d'information.

Outre les quatre grands projets, il en est deux de moindre importance dont l'avancement au moment de la rédaction ne permet pas d'insérer les résultats dans la présente étude de documentation. Nous avons l'intention, éventuellement, de présenter deux études additionnelles; l'une examinera les aspects historiques de l'enseignement de la science au Canada et l'autre présentera les tendances statistiques de l'inscription aux cours de sciences. Ces deux études seront d'une utilité évidente quoique distincte pour les débats sur les orientations futures de l'enseignement des sciences.

Une des possibilités les plus intéressantes d'un grand programme de recherche, dont la planification a été dirigée de façon intégrée, est la préparation de comptes rendus intégrés des résultats. Par exemple, il serait peut-être possible, dans la présente étude, d'employer les divers thèmes – le « contexte canadien » ou « les femmes et l'enseignement des sciences », pour n'en citer que deux – comme moyens de regrouper les résultats des quatre éléments du programme de recherche[7]. Quoique la présente étude ne tente pas d'effectuer de telles analyses intégrées sur une base thématique, le rapport final du Conseil portant sur l'enseignement des sciences le fera. En effet, les décideurs et les enseignants doivent aborder ces thèmes dans leur totalité et non pas de façon fragmentaire, comme nous avons dû le faire ici.

Deuxième partie

Analyse des directives des programmes d'études scientifiques

IV. La science dans le programme d'études des écoles

L'enseignement est une activité à ce point complexe et importante que l'on reconnaît la nécessité de s'y préparer et de la planifier soigneusement. Il va sans dire que le « programme » réellement offert aux élèves dans la classe n'est pas toujours exactement celui qui a été planifié. On s'attend quand même à ce que, grâce à certaines décisions stratégiques prises au préalable, les événements qui se dérouleront en classe auront une forme et un objet d'ensemble qu'ils n'auraient peut-être pas autrement. Celui qui, en dernier ressort, planifie le programme d'études est de toute évidence l'enseignant lui-même, qui doit décider du plan de chaque leçon à la lumière des circonstances précises du moment. Cependant, l'enseignant qui travaille de façon autonome ne recrée que rarement un plan de leçon à partir de zéro. La décision que prend l'enseignant X d'enseigner le sujet A de la matière du programme en employant la stratégie B un jour donné représente simplement la dernière d'une série de décisions prises en des occasions antérieures.

Certaines de ces décisions antérieures ont peut-être été prises par l'enseignant lui-même, par exemple au cours de la planification du travail de l'année ou de la semaine. Cependant, il se peut que d'autres décisions aient été prises ailleurs afin de faire face à de nombreuses situations semblables. Quel que soit le niveau où ces décisions sont prises – ministère de l'Éducation, commission scolaire ou école – elles forment ensemble un contexte qui limite la portée de la planification faite par chaque enseignant. Toutes ces décisions qui imposent des contraintes peuvent être tenues pour des directives de programme d'études. Toutefois, les lignes directives qui exercent une influence particulière sur l'acte d'enseigner sont celles qui proviennent des ministères de l'Éducation[1], telles les directives de programme d'étude de chaque matière ou cours, à chaque niveau d'enseignement.

De façon plus précise, il existe deux types de lignes directrices ministérielles qui, toutes deux, influent sur l'enseignement des sciences. Les unes portent sur les questions générales précisant les sujets à enseigner, le temps à y consacrer, ce qu'il faut exiger d'un élève pour le diplôme d'études secondaires, et ainsi de suite. Dans la mesure où elles déterminent le contexte qui sert de cadre à l'élaboration de chaque programme de sciences, ces lignes directrices présentent un intérêt pour la présente étude; elles sont l'objet du présent chapitre. Les autres portent sur des questions précises, soit les objectifs, le contenu et les stratégies d'enseignement liées aux programmes de sciences dans les écoles; elles sont analysées au chapitre V.

Deux grandes raisons expliquent l'importance que revêtait pour la présente étude l'analyse des directives. L'étude vise principalement les finalités et objectifs de l'enseignement des sciences au Canada. Les directives ministérielles établissent les finalités et objectifs imposés officiellement pour les programmes de sciences des écoles. Par conséquent, toutes les décisions pédagogiques, y compris le choix des manuels et des activités en classe peuvent, en principe, être évaluées au regard de ces lignes directrices*. Deuxièmement, l'analyse des lignes directrices officielles concernant l'enseignement des sciences peut aider à évaluer la validité des critiques. C'est ainsi que la présente analyse peut servir à l'élaboration d'un programme visant à susciter un effort de réflexion sur l'orientation à donner à l'enseignement des sciences.

Méthodologie

Deux rapports ont déjà été consacrés à l'enseignement des sciences. Ils ont été préparés pour le Conseil des ministres de l'Éducation (Canada) (CMEC) et ont été utilisés largement ici[2]. Le premier, *L'enseignement secondaire au Canada : Guide de transfert des élèves*, en est maintenant à sa troisième édition (1981); il a été conçu, comme son titre l'indique, pour aider les écoles secondaires à classer les nouveaux élèves venus d'autres provinces. Il présente une vue d'ensemble utile des directives du programme général d'études de chaque province et décrit assez brièvement les cours au niveau secondaire pour chaque matière. Le second rapport, *Sciences : Revue des programmes d'études provinciaux aux niveaux primaire et secondaire*, fait partie d'une série de rapports visant à évaluer ce que les programmes d'études canadiens peuvent avoir en commun. En examinant comme il le fait les guides des programmes de sciences de toutes les provinces, il touche de près l'objet central de la présente étude; il s'est révélé un document utile aux fins de comparaison.

Mais les rapports du CMEC comportent des limites. Tout d'abord, ils ne font aucune mention des deux territoires. L'étude du Conseil des sciences englobant aussi bien les provinces que les territoires, certaines

* Cette analyse des finalités officielles de l'enseignement des sciences a aussi servi tant dans l'analyse des manuels de sciences (partie III du présent volume) que dans l'enquête auprès des enseignants en sciences (volume II).

autres enquêtes sont devenues nécessaires*. Par ailleurs, le second rapport mentionné plus haut avait des objectifs et des intérêts particuliers différant de ceux de notre étude; il nous a donc fallu examiner les directives des programmes d'études d'une façon différente.

Devant cet acquis, le personnel de recherche a adopté une démarche en quatre étapes, pour s'assurer de la précision de l'information contenue dans la présente étude. Premièrement, les ministères des dix provinces et des deux territoires ont été priés de transmettre au Conseil des sciences un répertoire de toutes les directives touchant les programmes de sciences[3]. Ces documents ont été rassemblés au cours de la période s'étendant de février à octobre 1980. La deuxième étape a consisté à résumer le contenu de chacun et à l'analyser au regard d'un ensemble commun de catégories (novembre 1980 à février 1981)[4]. Troisièmement, un projet de rapport provisoire a été préparé et communiqué aux fonctionnaires des provinces à des fins de commentaire et de rectification des erreurs (automne 1981). Cela nous conduit à une révision et une mise à jour finales de l'information pour la présente étude (août 1982).

Comme pour toutes les études de ce genre, la présente est le reflet de la situation au moment où les documents ont été recueillis. Les lignes directrices concernant les programmes d'études, comme toutes les autres lignes directrices, changent de temps à autre et il n'est ni possible ni souhaitable d'arrêter leur évolution pour la durée d'une étude. Quoique publiée en 1981, l'étude du CMEC était fondée sur des documents recueillis en juin 1979. Or, notre étude, qui est destinée à paraître en 1984, se fonde sur des documents recueillis jusqu'à mai 1982. Plus du quart des quelque 120 documents, en gros, que notre étude a examinés ont paru entre 1979 et 1982.

Le résumé des résultats fournit certaines précisions sur la méthodologie de chaque analyse. Les autres sections du présent chapitre comprennent des renseignements sur la gamme des cours de sciences offerts dans chaque province, les exigences pour le diplôme secondaire (en ce qui a trait aux sciences), le temps qu'aux termes des directives provinciales il faut consacrer aux cours de sciences, et le mode d'élaboration des directives des programmes de sciences dans chaque province.

Les cours de sciences offerts

Le tableau IV.1 présente un résumé des cours de science offerts dans chaque province et territoire pour chacun des trois niveaux d'enseignement[5]. Dans toutes les provinces, une base scientifique est offerte tout au long de l'enseignement scolaire, à commencer par un programme intégré au

* Il y a lieu de signaler ici que les Territoires du Nord-Ouest se conforment aux directives du programme général d'études de l'Alberta, mais ils ont aussi élaboré, dans ce contexte de directives, des programmes de sciences à tous les niveaux pour satisfaire aux besoins particuliers de leurs élèves. De même, le Territoire du Yukon se conforme aux directives du programme général d'études de la Colombie-Britannique, mais il a son propre programme de sciences au niveau primaire.

Tableau IV.1 - Cours de sciences disponibles

Province/territoire	T.-N.	Î.P.-É.	N.-É.	N.-B.	Qué.	Ont.	Man.	Sask.	Alb.	C.-B.	T.N.-O.	T.Y.
Primaire :												
Sciences[a]	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Secondaire - 1er cycle :												
Sciences[b]	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x[d]
Secondaire - 2e cycle[c] :												
Biologie	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x[e]	x[d]
Chimie	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x[e]	x[d]
Physique	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x[e]	x[d]
Sciences générales	x	x		x[f]			x[g]		x		x	
Sciences de la Terre/géologie	x		x			x				x		x[d]
Sciences physiques	x[g]	x	x	x			x					
Sciences de l'environnement	(h)			x		x						
Écologie/conservation		x					x					
Océanographie	(h)	x	x									
Agriculture		x						(i)	(i)	(i)		

[a] Au niveau primaire, la science est souvent enseignée, non pas comme matière distincte, mais de façon intégrée à d'autres parties du programme d'études.
[b] En Alberta et en Saskatchewan, les sciences biologiques sont enseignées en 7e année, la géologie en 8e et les sciences physiques en 9e. Ailleurs, chaque programme de l'année comporte des matières tirées de plusieurs branches de la science.
[c] Ne sont énumérés que les cours considérés comme cours de sciences par les ministères de l'Éducation. Bien entendu, il se peut que d'autres cours inscrits au programme d'études des écoles comportent des éléments scientifiques, par exemple l'hygiène ou l'initiation à la technologie. Voir aussi de la remarque i.
[d] Pour ces cours, le Yukon applique les programmes de la Colombie-Britannique.
[e] Pour ces cours, les Territoires du Nord-Ouest appliquent les programmes de l'Alberta.
[f] Ce cours n'est inscrit que pour l'enseignement professionnel.
[g] Ces cours sont conçus pour des élèves dont les aptitudes sont faibles. De tels cours ne sont pas tous énumérés.
[h] À commencer en 1983-1984.
[i] L'agriculture est inscrite, mais non dans le cadre d'un programme de sciences. En Saskatchewan, elle fait partie d'un programme d'étude sur cette province; la Colombie-Britannique et l'Alberta ont un programme distinct d'agriculture.

niveau primaire, se poursuivant de façon graduelle vers des cours de sciences distincts au niveau secondaire du 1er cycle, et se terminant par des cours de physique, de chimie et de biologie dispensés séparément au 2e cycle du secondaire. En outre, chaque province ou territoire offre diverses options de cours au niveau de l'enseignement secondaire du 2e cycle. Il va sans dire qu'on ne peut pas voir, sans statistique des inscriptions aux cours, quels sont ceux qui sont effectivement suivis par la plupart des élèves. Par exemple, dans les Territoires du Nord-Ouest, on a signalé que les élèves de 10e qui suivent le cours de science générale – cours conçu spécialement pour les élèves du Nord – sont beaucoup plus nombreux que leurs camarades inscrits aux cours de physique, de chimie et de biologie.

Il saute aux yeux que l'existence d'un cours de sciences « sur papier » n'en dit pas long sur la substance de ce cours. Bien que chaque ministère rendre obligatoire l'enseignement des sciences à divers niveaux, c'est aux commissions scolaires, aux écoles et aux enseignants qu'il incombe d'interpréter ce mandat et d'y donner suite. De nombreux facteurs déterminent dans quelle mesure les sciences sont réellement enseignées. Cependant, les directives des ministères ne se résument pas à une simple liste de cours à offrir. Des directives établissent également ce qu'il faut aux élèves pour obtenir leur diplôme.

Connaissances scientifiques exigées pour obtenir le diplôme

Au niveau primaire, aucune province (ou territoire) ne permet aux écoliers de choisir leurs cours. La science est obligatoire. Le tableau IV.2 démontre que tel est aussi le cas pour le 1er cycle du secondaire dans la plupart des provinces et territoires. Toutefois, au 2e cycle, où l'on permet un grand choix de cours, les élèves doivent suivre un nombre différent de cours de sciences, selon les provinces, pour obtenir leur diplôme. Dans la pratique, cela veut dire que 7 ministères de l'Éducation sur 12 exigent un cours de sciences au delà de la 9e année pour l'obtention du diplôme. Le Manitoba en exige deux, alors que l'Île-du-Prince-Édouard, la Nouvelle-Écosse et l'Ontario n'en exigent pas au delà de la 9e année. Au Québec, de nouvelles exigences minimales (qu'on met en vigueur à l'heure actuelle) imposent des cours de sciences obligatoires en 7e et 9e années, qui doivent être suivis d'un autre cours au 2e cycle. Dès 1984, il faudra suivre un cours de sciences après la 9e année pour obtenir un diplôme.

Les exigences énumérées ici représentent le minimum aux fins d'obtention du diplôme, tel qu'établi par les lignes directrices ministérielles. Mais certaines écoles ou commissions scolaires peuvent se donner des normes locales afin de relever les exigences minimales. Par ailleurs, la plupart des ministères quantifient leurs exigences minimales aux fins de diplôme en unités à accumuler dans des cours obligatoires ou optionnels. Par conséquent, dans la pratique, il se peut que l'élève ait beaucoup de difficulté

Tableau IV.2 - Nombre de cours de sciences exigés pour le diplôme

Province/territoire	1er cycle du secondaire	2e cycle du secondaire
Terre-Neuve	En 7e, 8e et 9e années	1 cours (2 unités)
Île-du-Prince-Édouard	En 7e, 8e et 9e années	Aucun
Nouvelle-Écosse	En 7e, 8e et 9e années	Aucun
Nouveau-Brunswick	En 7e, 8e et 9e années	1 cours
Québec	En 7e et 9e années[a]	1 cours[a]
Ontario	En 7e, 8e et 9e, ou 10e [b] année	Aucun
Manitoba	En 7e, 8e et 9e années	2 cours
Saskatchewan	En 7e, 8e et 9e années	1 cours
Alberta	En 7e, 8e et 9e années	1 cours (3 unités)
Colombie-Britannique	En 8e, 9e et 10e années	Aucun
Territoires du Nord-Ouest	En 7e, 8e et 9e années	1 cours
Territoire du Yukon	En 8e, 9e et 10e années	Aucun

[a] En voie de mise en oeuvre (1982-1986)
[b] Augmentera en 1984 de façon à inclure la 10e année

à satisfaire cette exigence sans suivre un cours de sciences au delà des cours officiellement obligatoires*.

Le temps consacré à l'enseignement des sciences

Dans la plupart des provinces et territoires, les ministères de l'Éducation précisent le nombre (ou la proportion) des heures de classe à consacrer à chaque matière ou cours. Les directives de ce genre sont résumées au tableau IV.3. Là encore, des facteurs locaux peuvent influer sur le temps réellement consacré aux sciences, surtout au niveau primaire. À ce stade-ci, il serait prématuré de tirer des conclusions de ces données. L'objet central de l'étude porte sur les objectifs des programmes de sciences. Le tableau qui suit vise surtout à définir un contexte pour l'analyse des guides des programmes d'études (voir chapitre V).

L'élaboration des directives des programmes d'études scientifiques

Lorsqu'on n'est pas satisfait des directives actuelles, il est bien naturel non seulement de tenter de les modifier, mais aussi, dans bien des cas, de critiquer le processus qui a servi à les produire. Il se peut, parfois, que cette critique vienne de ce que l'on est convaincu qu'un processus, dont on désapprouve les résultats, comporte inévitablement des lacunes à certains égards. Par contre, il se peut simplement que le processus d'élaboration des directives ne soit pas bien compris et que, par conséquent, les moyens d'influer sur ce processus dans le sens qu'on préfère ne soient pas bien clairs. L'élaboration des directives de programmes d'études, y compris le choix des manuels, est un cas d'espèce. Ces derniers temps, des groupes et des particuliers qui s'étaient déclarés intéressés à ce qu'on prenne des décisions précises en matière de directives (par exemple les groupes créationnistes et des auteurs de manuels dont les ouvrages n'avaient pas été approuvés

* Pour mieux comprendre dans quelle mesure on suit des cours de sciences au delà des minimums exigés, le lecteur devrait consulter plus loin les statistiques sur les inscriptions aux cours.

Tableau IV.3 – Temps consacré à l'enseignement des sciences

Province/territoire	Temps d'étude minimum exigé par chaque province ou territoire (Heures par année[a])		
	Primaire	Secondaire 1er cycle	Secondaire[b] 2e cycle
Terre-Neuve	35-100	100	110-120
Île-du-Prince-Édouard	(c)	(c)	140-150
Nouvelle-Écosse	100	100	120
Nouveau-Brunswick	60	80	140-150
Québec	40-60[d]	100	135-150
Ontario	(c)	70-110[e]	110-120
Manitoba	50-100	100-110	110-120
Saskatchewan	100	105	100-120
Alberta	50-66	100	75-125
Colombie-Britannique	47-66	100	100-120
Territoires du Nord-Ouest	50-66	100	75-125
Territoire du Yukon	47-66	100	100-120

[a] Calculées, lorsque nécessaire, à partir des documents officiels, sur la base de 180 à 200 jours de classe par année scolaire
[b] Il s'agit ici d'heures par cours. L'élève a la liberté de choisir plusieurs de ces cours.
[c] Aucune ligne directrice à ce sujet
[d] Au 1er cycle (1ère à la 3e année) = 40 heures; 2e cycle (4e à la 6e année) = 60 heures.
[e] 7e et 8e années = 70 heures; 9e et 10e années = 110 heures.

par les autorités) ont demandé la révision de certains processus. Nous nous sommes donc sentis obligés dans la présente étude de décrire les processus employés au niveau provincial pour déterminer les directives des programmes de sciences et pour choisir les manuels.

Cependant, une mise en garde s'impose : l'idée de deux niveaux de la réalité – niveau du discours et niveau de la pratique – vaut encore plus pour comprendre l'élaboration des lignes directrices que pour comprendre l'enseignement. La façon dont les gens élaborent effectivement les directives et la manière dont ils s'y prennent sont souvent deux choses bien différentes. Et ce n'est pas nécessairement par malhonnêteté, mais parce que les processus d'élaboration des directives sont notoirement difficiles à définir avec tous les détails qui permettent de comprendre le comment et le pourquoi de l'apparition de directives particulières[6]. Des études de cas fourniraient probablement l'aperçu le plus net sur ces processus et, jusqu'à maintenant, aucune étude sur l'élaboration des directives des programmes d'études dans les provinces n'a été publiée. Les données recueillies dans la présente étude consistent en information de nature générale touchant la révision des lignes directrices des programmes, information obtenue lors d'entrevues officieuses avec des fonctionnaires des ministères dans chaque province et, par déduction, à partir de documents officiels.

La révision des lignes directrices des programmes d'études

Dans la plupart des provinces, au cours des dernières années, les directives des programmes à tous les niveaux ont fait l'objet de révisions. Dans

bien des cas, les nouveaux documents représentent un sérieux coup de barre par rapport aux anciennes lignes directrices, qui remontaient à 10 ou 15 ans. Dans certaines provinces, la dernière série de modifications amorce un nouveau système de révisions périodiques, où il est prévu que les documents seront mis à l'épreuve, analysés, révisés et publiés de nouveau et cela de façon régulière tous les trois, quatre ou cinq ans. C'est le cas de la Colombie-Britannique, de l'Alberta, du Manitoba et de la Nouvelle-Écosse. Dans la plupart des autres provinces, les révisions sont entreprises ponctuellement, au besoin, et les lignes directrices qui en découlent demeurent en vigueur jusqu'à ce que les circonstances exigent une nouvelle révision (et que les ressources le permettent).

Il est très rare que des fonctionnaires du ministère entreprennent seuls la révision de documents officiels. D'ordinaire, on charge un comité spécial comportant des enseignants d'élaborer la version préliminaire de ce genre de document. Par exemple, la Saskatchewan et la Colombie-Britannique déclarent faire appel à des comités composés de commissaires et de cadres des conseils scolaires, alors que plusieurs provinces font aussi appel à des scientifiques universitaires et à des professeurs des facultés des sciences de l'Éducation. Le Manitoba a mis sur pied le comité permanent « K-12 » (de la maternelle à la 12e année) sur l'enseignement des sciences, formé principalement d'enseignants. Ce comité surveille l'élaboration de l'ensemble des programmes d'études scientifiques, désigne des comités spéciaux et achemine ses recommandations à la direction du ministère. En Alberta, un « conseil des programmes d'études », qui relève du ministre et comprend des participants venants de divers secteurs de la province, supervise l'élaboration des lignes directrices pour toutes les matières. Il a probablement, de tous les comités provinciaux de ce genre au pays, le mandat le plus large, ce qui facilite la coordination des directives portant sur les différents domaines du programme d'études. Dans d'autres provinces, une telle coordination est assurée par des mécanismes internes, d'ordinaire au niveau du sous-ministre adjoint ou des diverses directions générales.

La participation directe des parents, industriels, gens d'affaires ou autres intéressés à l'élaboration des programmes d'études scientifiques est généralement très restreinte. Mais les enseignants et autres responsables peuvent largement se faire entendre, car les processus ne sont pas secrets. De tels processus ont l'avantage d'être relativement simples à diriger mais l'inconvénient d'être plutôt conservateurs, étant donné que peu d'intéressés ou même de responsables radicaux y participent.

L'élaboration des lignes directrices suppose un mélange subtil à partir de systèmes de valeurs et d'informations sur le contexte où ces lignes directrices doivent être appliquées. Comme nous l'avons constaté, le recours aux comités assure qu'il y ait délibération sur différents systèmes de valeurs, mais leur composition assez limitée assure aussi que la gamme de ces systèmes est rarement très étendue. L'information sur le contexte – dans ce cas-ci, sur le système provincial d'enseignement des sciences – peut être présentée de deux façons. Soit que les participants mettent en commun

leur expérience, soit que l'on recoure à la collecte méthodique de données. La première méthode peut convenir lorsque la province est petite (exemple : l'Île-du-Prince-Édouard) ou lorsqu'on choisit judicieusement les participants pour traduire l'individualité des provinces (exemple : langues, régions économiques, milieux urbains ou ruraux, etc.). Cette dernière méthode permet d'offrir une information plus soigneusement contrôlée et, de ce fait, plus utile. On en trouve l'exemple le plus net en Colombie-Britannique, où l'on évalue de façon régulière l'apprentissage des élèves et où l'on sonde périodiquement les enseignants; les résultats sont mis à contribution dans le processus d'élaboration des programmes. Des provinces déclarent recourir à certaines données méthodiques, mais la majorité compte sur les connaissances des membres de leurs comités.

Dans à peu près toutes les provinces, l'élaboration de la version préliminaire d'une ligne directrice est suivie d'une période limitée de « validation » durant laquelle le document est communiqué à un grand nombre d'intéressés à qui on demande leurs observations (exemple : l'Ontario) ou pour une « mise à l'essai » (exemple : le Manitoba). Suite à ce mode d'évaluation, des révisions sont faites (au besoin) avant qu'on demande l'approbation finale du Ministre.

Le choix des manuels

Une des décisions-clés à prendre dans le contexte de la détermination de nouvelles directives des programmes de sciences a trait au choix des manuels destinés aux élèves. Les manuels (voir la partie III) sont un élément-clé de tout programme d'études et, par conséquent, la sélection revêt une importance pédagogique évidente. Cependant, puisque les manuels sont aussi des produits professionnels commercialement rentables, leur processus de sélection est une question d'intérêt professionnel et commercial pour les auteurs et les éditeurs.

Chaque province recourt à une certaine forme de répertoire de manuels destinés aux élèves. Dans certains cas, ces répertoires indiquent des ouvrages obligatoires. Le répertoire indique que les écoles peuvent obtenir un ouvrage particulier à meilleur prix si elles l'achètent par l'entremise du ministère. Certaines provinces inscrivent seulement un ou deux ouvrages au répertoire pour un cours ou un niveau particuliers; d'autres provinces (exemple : le Québec et l'Ontario) suggèrent de nombreux ouvrages parmi lesquels les écoles ou les enseignants peuvent choisir (voir le chapitre V et la troisième partie pour plus de détails).

La plupart des fonctionnaires provinciaux affirment que « les manuels doivent venir étayer un cours mais ne doivent pas s'y substituer ». Mais les directives de programmes d'études, elles, varient largement dans leur application de ce principe. À une extrémité de la gamme, une des directives ne signale aucun manuel et il est évident que les thèmes et les objectifs de l'enseignement des sciences ont été élaborés sans qu'on songe à des manuels particuliers. Par la suite, les ressources en manuels sont énumérées pour le cours (dans les cas de l'Ontario et du Québec, cela est fait dans

un document officiel distinct). Ici, il s'agit évidemment d'un processus où l'on définit d'abord les buts visés et le contenu, pour ensuite choisir un ou des manuels y correspondant. À l'autre extrémité de la gamme, les directives des programmes d'études désignent au départ un ou plusieurs manuels, qui correspondent exactement aux thèmes et aux objectifs définis dans les directives. Dans ce cas-ci, il faut supposer que la décision maîtresse a été celle du choix du manuel et que la définition des thèmes et des objectifs a suivi. Bien entendu, ce sont là les extrêmes. Dans bien des cas, la sélection des manuels et la définition des objectifs de l'enseignement des sciences se fait simultanément.

Nous tenons à signaler qu'en aucune façon, nous ne préconisons l'emploi d'un processus au détriment de l'autre. Dans bien des cas, des facteurs extérieurs à l'enseignement dictent le processus à employer. En Ontario, par exemple, lorsque de nouvelles directives entrent en vigueur, les maisons d'édition engagent des auteurs pour rédiger des manuels conformes au nouveau programme d'études. Si ces manuels reçoivent l'approbation du ministère, il sont ensuite inscrits au répertoire. La province est assez peuplée pour permettre le fonctionnement d'un marché relativement libre qui, de plus, est stimulé par une politique ministérielle selon laquelle ne sont pas recommandés les ouvrages étrangers, à moins qu'aucun ouvrage canadien ne convienne. Toutefois, dans plusieurs provinces plus petites, la demande est trop restreinte pour justifier une production commerciale rentable dans un cadre concurrentiel et la décision du ministère perd ainsi beaucoup de son importance. Dans certaines situations (exemple : Terre-Neuve, au primaire), un seul ouvrage est inscrit et un éditeur commercial obtient le monopole en échange de la préparation d'une édition spéciale pour la province. Au Québec, par l'intermédiaire de sa Direction du matériel didactique, le ministère commande aux éditeurs des ouvrages devant respecter les nouvelles lignes directrices de son programme. Ailleurs, les manuels sont généralement choisis parmi des sources diverses et le choix est fondé sur le jugement d'un comité ou de fonctionnaires ministériels*.

* Plusieurs études récentes sur l'édition des manuels scolaires au Canada donnent plus d'information sur ce sujet complexe[7].

V. Les objectifs officiels et les stratégies de l'enseignement des sciences

Quoique le contexte politique de l'élaboration des programmes de sciences revête une importance évidente pour les praticiens, l'objet central de la présente étude porte sur le contenu des directives des programmes d'études scientifiques. Quels sont les objectifs de l'enseignement des sciences et comment veut-on que les enseignants les atteignent? À tout le moins, quels sont les objectifs et les stratégies *officiels* que préconisent les ministères de l'Éducation?

Les programmes d'études scientifiques de chaque province comprennent les directives ministérielles concernant trois éléments-clés du programme de science.

- Contenu de l'enseignement des sciences : Quoi enseigner en science? ou De quels sujets scientifiques doivent traiter les cours des enseignants?
- Objectifs de l'enseignement des sciences : Pourquoi enseigner les sciences? ou Qu'impose-t-on comme objectifs des cours de sciences?
- Stratégies de l'enseignement des sciences : Comment enseigner la science? ou Quels méthodes, manuels ou techniques pédagogiques sont approuvés (ou prescrits) pour les cours de sciences?

Il se peut que les programmes d'études renferment d'autres renseignements, par exemple, le temps à consacrer à certaines parties d'un cours, ou des lignes directrices pour évaluer les élèves. Parfois, ces sujets supplémentaires ont valeur de directives; à d'autres moments, il s'agit simplement de conseils. Quoi qu'il en soit, les trois composantes signalées ci-dessus

se trouvent dans tous les programmes d'études scientifiques et la première chose à faire dans notre analyse des directives provinciales était de dégager logiquement ces parties distinctes. (L'annexe A fait état des documents officiels qui ont été analysés dans la présente étude).

Le contenu de l'enseignement des sciences

Nous avons décidé de ne pas examiner plus à fond le domaine du « contenu » pour deux raisons principales. La première et la plus importante, c'est que la nature des sujets scientifiques enseignés à chaque niveau scolaire n'est pas au premier plan des objectifs de l'étude. Par conséquent, les objectifs de l'étude indiquent qu'on se préoccupe davantage des objectifs et des stratégies employées pour les atteindre que des sujets scientifiques qui constituent le contenu des programmes scolaires.

La seconde raison pour avoir mis de côté la catégorie du « contenu », c'est que l'étude du CMEC, *Programmes de sciences : Revue des programmes d'études provinciaux aux niveaux primaire et secondaire*,[1] renferme des résumés détaillés du contenu pour chacun des trois niveaux. En se fondant sur leur examen de cet élément des programmes d'études, les auteurs de cette étude, Haggerty et Hobbs, en arrivent à la conclusion qu'il existe une « similitude » de contenu de cours croissante du niveau primaire au 2e cycle du secondaire[2]. Ils signalent aussi que, dans bien des cas, l'existence « d'options locales » signifie qu'on ne peut pas déduire de la conclusion générale (c'est-à-dire la similitude des sujets dans les divers programmes provinciaux) qu'on enseigne des sujets communs dans toutes les écoles du Canada. La présente étude peut faire sienne cette réserve en se fondant sur notre expérience générale (et sur les études de cas, au volume III).

Les objectifs de l'enseignement des sciences

L'examen des nombreux exposés d'objectifs imposés pour l'enseignement des sciences dans les programmes des différents ministères de l'Éducation a révélé l'existence de deux caractéristiques évidentes. Premièrement, ces objectifs constituent un groupe diversifié. Ils représentent une gamme aussi étendue que tout ce qu'on peut vraisemblablement trouver dans la pratique ou les écrits de l'enseignement des sciences, du moins en Amérique du Nord. Deuxièmement, de nombreux objectifs, tout en étant superficiellement différents par la forme, semblent véhiculer des idées semblables. La diversité des objectifs exigeait un mode de classement permettant de les trier avant de passer à l'identification de conclusions à portée générale.

Huit catégories ont servi à la classification, nombre assez grand pour permettre une définition assez précise sans rendre pour autant la tâche impossible. Quoique ces catégories aient été tirées de l'examen des programmes eux-mêmes, il y a une forte concordance entre elles et des ensembles de catégories utilisées par d'autres chercheurs dans ce domaine[3]. Les huit catégories figurent au tableau V.1, de même qu'un exemple illustrant un objectif pour chacune. Ces catégories occupant une

place de premier plan dans plusieurs éléments du programme de recherche, il convient de faire suivre quelques observations supplémentaires sur chacune.

Tableau V.1 - Catégories d'objectifs de l'enseignement des sciences

Catégorie	Exemple
1. Contenu scientifique	« Accroître chez l'élève la connaissance des notions fondamentales de la vie, de la Terre, et des sciences physiques. » (Manitoba)
2. Démarche scientifique et habiletés reliées	« Développer la facilité dans l'emploi des méthodes et outils de la science. » (Nouveau-Brunswick)
3. Implications sociales de l'activité scientifique et technique	« Promouvoir la compréhension du rôle de la science dans l'évolution des sociétés et de l'influence de la société sur la science. » (Alberta)
4. Nature de la science	« Amener les élèves à apprécier la science comme moyen d'apprendre et de communiquer, à propos de soi-même, de l'environnement et de l'univers. » (Saskatchewan)
5. Croissance personnelle	« Se développer en tant qu'individu autonome et créateur qui vivra dans une société scientifique et technologique. » (Québec)
6. Attitudes reliées à la science	« Susciter de l'enthousiasme pour le mode de pensée qui utilise des faits observés comme données, dans une méthode logique de solution des problèmes. » (Colombie-Britannique)
7. Sciences appliquées et technologie	« Les élèves devraient être exposés à un échantillonnage représentatif des applications techniques de la science : communications, transports, recherche scientifique, médecine, architecture, ordinateurs, appareils ménagers, énergie. » (Terre-Neuve)
8. Orientation professionnelle	« Relier la science aux possibilités de carrières dans les techniques, l'industrie, le commerce, les affaires, la médecine, le génie, l'éducation, la recherche et les autres domaines où la science joue un rôle. » (Ontario)

Contenu scientifique

Parmi les objectifs de l'enseignement des sciences, il y en a quelques-uns que l'on rencontre le plus souvent au niveau de la pratique, sinon au niveau du discours. Ces objectifs indiquent que les élèves devraient connaître et comprendre l'essence de la connaissance scientifique et, à divers égards, être en mesure de s'en servir[4]. De tels objectifs font ressortir la valeur de la maîtrise des produits de l'entreprise scientifique plutôt que des procédés de son développement et de son application. Les enseignants aux niveaux supérieurs du secondaire, au collégial et à l'université la considèrent comme importante pour ceux qui enseignent aux niveaux inférieurs. L'importance de la connaissance scientifique, tant pour elle-même que pour étude ou utilisation ultérieures, est mise en évidence ici[5].

Démarche scientifique et habiletés reliées
Ces dernières années, les buts touchant le développement des « habiletés scientifiques » sont devenus très en vogue parmi les enseignants en sciences. Ils visent le développement des habiletés du scientifique (un meilleur exemple est peut-être le programme de sciences du niveau primaire, *Science - A Process Approach*[6]), habiletés à observer, à classer, à mesurer, à déduire, à émettre des hypothèses, etc. Le rapport du CMEC sur les programmes de sciences cite un certain nombre d'habiletés scientifiques tirées du programme d'études scientifiques du 1er cycle du secondaire du Manitoba, mais presque toutes les provinces font des énumérations semblables et, ces dernières années, de nombreux projets de programmes d'études et de manuels ont prétendu offrir des moyens pour l'acquisition de ces habiletés. L'exposé de Munby[7] incite les enseignants en sciences à réfléchir de façon critique au but important de la pensée scientifique.

Implications sociales de l'activité scientifique et technique
Les objectifs visant le contenu scientifique ont toujours été présumément présents dans les programmes d'études et ceux qui sont axés sur les habiletés et la démarche scientifique sont en vogue depuis plus d'une décennie. Toutefois, les objectifs de la catégorie de « la science et la société » sont relativement plus récents en raison de l'effritement graduel de la foi populaire dans les virtualités sociales et économiques de la science. Les objectifs de cette catégorie sont centrés sur les domaines d'articulation entre la science et la société et en particulier sur les domaines qui posent des problèmes d'ordre moral, comme les questions d'énergie, de génie génétique et les problèmes causés par les déchets industriels. Jusqu'à maintenant, peu de programmes d'études ont soutenu que les objectifs dans ce domaine occupaient une position centrale[8], mais on a de plus en plus insisté sur l'importance de tels objectifs pour une société éclairée[9]. La préoccupation de James Page pour un « contexte canadien » dans l'enseignement de la science appartient à cette catégorie.

Nature de la science
Les objectifs de cette catégorie font ressortir les processus de l'investigation scientifique plutôt que ses produits. Cependant, à l'opposé de la catégorie de la démarche et des habiletés, le but visé pour l'élève, c'est de comprendre comment la science « fonctionne » en tant que discipline. Les sujets tirés de l'histoire des sciences sont souvent utilisés ici afin d'aider l'élève à mieux comprendre des sujets tels que l'élaboration des théories, l'utilisation des preuves ou la nature de la découverte scientifique. La série de programmes scientifiques du niveau secondaire élaborés dans les années 50 et 60 aux États-Unis grâce au financement de la National Science Foundation - *Physique PSSC, CHEMStudy* et *Biologie BSCS* - sont des exemples classiques de ce genre de programme.

Croissance personnelle
Aux yeux de certains, tout enseignement et apprentissage des matières scolaires, y compris les sciences, se justifient en raison d'objectifs d'éducation (qu'ils soient individuels, intellectuels, moraux ou sociaux) de portée plus générale que n'importe laquelle des matières elles-mêmes, néanmoins communs à chacune d'elles. Cet objectif pose le problème suivant aux enseignants en sciences : « Comment l'apprentissage des sciences peut-il concourir à la réalisation de ces objectifs? » Plusieurs documents ministériels révèlent diverses tentatives pour y trouver une solution. Les objectifs de cette catégorie insistent sur le développement de qualités telles que la créativité, l'autonomie, la collaboration, le travail d'équipe, le sens des responsabilités et même le nationalisme. Les objectifs du type « contenu scientifique » ne renseignant guère sur les fins ultimes de l'enseignement des sciences, les objectifs « de croissance personnelle » font également peu état de la manière dont l'enseignement des sciences devrait contribuer à la croissance personnelle de l'élève.

Attitudes reliées à la science
Les objectifs comportant le développement de diverses « attitudes » sont très nombreux dans les directives ministérielles, les manuels et les projets de programmes d'études. Au moins deux groupes principaux de ces attitudes ont de quelque façon trait à la science. Le premier comprend les attitudes tenues pour caractéristiques des scientifiques, « l'honnêteté intellectuelle, l'humilité, l'ouverture d'esprit, la disposition pour la recherche, le désir de la connaissance exacte[10] », et ainsi de suite. Le second groupe consiste en attitudes que les élèves sont appelés à développer à l'égard de la science, des scientifiques ou de l'activité scientifique, par exemple, l'intérêt, l'enthousiasme, l'appréciation ou l'ardeur. Aux fins de la présente analyse, nous avons regroupé tout cela, en admettant que, du point de vue pédagogique, un tel regroupement était discutable[11].

Sciences appliquées et technologie
Les objectifs de cette catégorie visent à informer les étudiants des utilisations de la science dans l'industrie, en médecine ou dans d'autres domaines techniques. Très en vogue dans l'enseignement des sciences au niveau secondaire dans les années 40 et 50, de tels objectifs ont été largement remplacés par ceux qui concernent la nature de la science. Toutefois, et depuis quelque temps, l'intérêt pour des objectifs concrets semble renaître. La catégorie est relativement étendue, allant des objectifs tels que ceux préconisés par Donald George dans son exposé : *L'enseignement des sciences vu par un ingénieur*[12], jusqu'aux objectifs définis dans les manuels de chimie de la série *ALCHEM*, où sont décrites les applications de la chimie dans les procédés industriels[13]. Bien entendu, un autre aspect du thème du « contexte canadien » entre en jeu ici. On peut, dans le cas des objectifs

qui mettent l'accent sur l'application des sciences dans la technologie, utiliser des exemples canadiens et ainsi atteindre simultanément les deux objectifs.

Orientation professionnelle

Les possibilités de formation professionnelle qu'offre l'enseignement des sciences intéressent dans bien des cas les élèves eux-mêmes. Cela devient une préoccupation encore plus généralisée dans une période de récession économique ou lorsque les progrès technologiques rendent désuètes les perspectives traditionnelles d'emploi de bien des gens, spécialement des femmes. Il semble que, dans ce domaine, les objectifs tendent à prêter à controverse et font l'objet de débats animés de la part de ceux qui, dans les établissements d'enseignement, ne voient pas la formation à l'emploi comme une fonction propre de l'Éducation. Cependant, les ministères de l'Éducation proposent des objectifs de ce genre et, quoique personne ne prétende sérieusement que les écoles secondaires sont avant tout des établissements de formation professionnelle, il semblerait également simpliste de soutenir qu'elles n'ont aucune responsabilité en ce qui a trait à la préparation des élèves à des carrières futures. L'enseignement des sciences peut contribuer à cette fonction de l'école et le potentiel qu'il offre a ainsi donné lieu à cette catégorie d'objectifs.

L'analyse des directives des ministères

Les huit catégories d'objectifs de l'enseignement des sciences que nous venons d'examiner représentent l'instrument avec lequel nous avons examiné le contenu des directives ministérielles. L'analyse qui suit ne constitue pas une classification scientifique exacte. Analyser à l'aide de telles catégories est un exemple de ce que Max Black appelle « raisonner sur des concepts vagues[14] ». Les catégories elles-mêmes ne sont pas précises ni bien définies; elles ne sauraient l'être. C'est une question de jugement lorsqu'on assigne un objectif « limite » à une catégorie particulière, et nous avons exercé notre meilleur jugement, en plus d'être aidés par les observations critiques des responsables ministériels. Notre analyse se veut avant tout utile. Ainsi, les trois niveaux scolaires, le primaire et les 1er et 2e cycles du secondaire, ont été sujets à une analyse distincte (tableaux V.2 à V.6). Il faut noter que, dans chacun des tableaux, le Nouveau-Brunswick comporte deux colonnes qui correspondent aux programmes anglais et français, qui sont mis au point indépendamment l'un de l'autre.

Primaire

Le tableau V.2 fait voir les résultats de l'analyse des objectifs de l'enseignement des sciences définis dans les directives visant le niveau primaire, d'après les huit catégories d'objectifs. Toutes les provinces et tous les

Tableau V.2 - Objectifs de l'enseignement des sciences au niveau primaire

Province/territoire	T.-N.	Î.P.-É.	N.-É.	N.-B.[a]	N.-B.[f]	Qué.	Ont.	Man.	Sask.	Alb.	C.-B.	T.N.-O.	T.Y.
Année de la directive	1978	(a)	1978	1982	1977	1980	1975	1979	1971	1980	1977	1978	1978
Contenu scientifique	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Démarche scientifique et habiletés reliées	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Implications sociales de l'activité scientifique et technique	x					x	x			x		x	
Nature de la science (incluant l'histoire des sciences et des techniques)													
Croissance personnelle	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Attitudes reliées à la science	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Sciences appliquées et technologie													
Orientation professionnelle													

[a] Document non daté

Tableau V.3 - Objectifs de l'enseignement des sciences au 1er cycle du secondaire

Province/territoire	T.-N.	Î.P.-É.[b]	N.-É.	N.-B.[a]	N.-B.[f]	Qué.	Ont.	Man.	Sask.	Alb.	C.-B.[c]	T.N.-O.	T.Y.[d]
Année de la directive	1980	(a)	1977	1980	1979	1980	1978	1979	1979	1978	1982	1979	
Contenu scientifique	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Démarche scientifique et habiletés reliées	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Implications sociales de l'activité scientifique et technique	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Nature de la science (incluant l'histoire des sciences et des techniques)	x			x			x		x	x	x		
Croissance personnelle			x			x					x		
Attitudes reliées à la science	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Sciences appliquées et technologie	x	x				x	x				x	x	
Orientation professionnelle							x			x			

[a] Document non daté
[b] Les objectifs ne sont pas exprimés explicitement.
[c] Document préliminaire seulement.
[d] Le Yukon a adopté le programme de la C.-B.

territoires sont, semble-t-il, largement d'accord quant aux objectifs établis pour ce niveau. On relève dans toutes les directives de ce niveau quatre catégories d'objectifs : contenu scientifique, démarche scientifique et habiletés reliées, croissance personnelle et attitudes reliées à la science. Trois catégories – nature de la science, sciences appliquées et technologie, et orientation professionnelle – ne figurent dans aucune des lignes directrices. Il existe certaines différences d'opinions au sujet des objectifs concernant la science et la société; cinq provinces proposent des objectifs dans cette catégorie. Toutefois, les objectifs visant à sensibiliser l'élève à l'environnement ont été classés dans la catégorie de la science et la société, et plusieurs provinces inscrivent les études de l'environnement dans le cadre du contenu du cours de niveau primaire. C'est pourquoi la présente analyse confirme la tendance relevée par Haggerty et Hobbs à « mettre l'accent sur le développement d'un processus d'apprentissage et sur l'acquisition d'une attitude scientifique[15] » dans les objectifs généraux de l'enseignement des sciences au niveau primaire.

1er cycle du secondaire

Les directives du programme d'études scientifiques du 1er cycle du secondaire sont encore plus récentes que celles du niveau primaire. À l'exception d'une seule, toutes les directives ont été révisées dans les cinq dernières années. Le tableau V.3 fait état des résultats de l'analyse des objectifs établis pour ce niveau. On y discerne un net déplacement des priorités à partir de celles du début. À ce niveau, le contenu scientifique est surtout enseigné pour lui-même, même si l'accent est mis également sur la démarche scientifique, et que les objectifs concernant la science et la société sont présents dans tous les documents. Les attitudes reliées à la science n'y ont pas une importance aussi grande qu'au primaire, bien qu'elles figurent dans neuf directives. Enfin, les applications de la science apparaissent dans un certain nombre d'objectifs du 1er cycle du secondaire. Il est évident qu'à ce niveau, les programmes visent la réalisation d'une variété encore plus grande d'objectifs que ceux prévus au primaire, et que dans les différents ministères, on semble d'accord sur ce que ces objectifs devraient être.

2e cycle du secondaire

La biologie, la chimie et la physique étant enseignées dans toutes les provinces au 2e cycle du secondaire, nous avons décidé d'analyser seulement les directives correspondant à ces cours. Le lecteur pourra consulter la statistique des inscriptions pour vérifier dans quelle mesure ces cours réflètent la science étudiée par la majorité des étudiants à ce niveau. L'expérience nous indique cependant que ce sont là les grandes options pour la plupart des élèves canadiens. Les tableaux V.4, V.5 et V.6 font voir, respectivement, les résultats de l'analyse des directives touchant la biologie, la chimie et la physique. On constate immédiatement deux

Tableau V.4 – Objectifs de l'enseignement des sciences au 2e cycle du secondaire (biologie)

Province/territoire	T.-N.	Î.P.-É.[a]	N.-É.	N.-B.[a]	N.-B.[f]	Qué.	Ont.[a]	Man.[b,e]	Sask.[c,e]	Alb.[e]	C.-B.[c]	T.N.-O.[d]	T.Y.[d,f]
Année de la directive	1982		1978	1980	1972	1971		1981	1971	1977	1974		
Contenu scientifique	x		x	x	x	x		x	x	x	x		
Démarche scientifique et habiletés reliées	x		x	x	x	x		x	x	x			
Implications sociales de l'activité scientifique et technique	x		x			x		x		x			
Nature de la science (incluant l'histoire des sciences et des techniques)	x			x	x	x		x		x			
Croissance personnelle			x										
Attitudes reliées à la science			x	x	x								
Sciences appliquées et technologie	x		x	x									
Orientation professionnelle													

[a] Directives en voie de révision; aucune analyse possible
[b] Programme-pilote
[c] Les objectifs ne sont pas consignés explicitement dans la directive.
[d] Les T.N.-O. appliquent le programme de l'Alberta; le Yukon, celui de la C.-B.
[e] On met l'accent sur les sciences comme fondement d'études plus poussées.
[f] D'autres objectifs (catégories 5, 6 et 7) sont précisés dans une vue d'ensemble des objectifs de la science au 2e cycle du secondaire.

Tableau V.5 – Objectifs de l'enseignement des sciences au 2e cycle du secondaire (chimie)

Province/territoire	T.-N.	Î.P.-É.[a]	N.-É.[e]	N.-B.[a]	N.-B.[f]	Qué.	Ont.[a]	Man.[b]	Sask.[c]	Alb.[f]	C.-B.[c]	T.N.-O.[d]	T.Y.[d]
Année de la directive	1982		1977	1979	1980	1976		1981	1976	1977	1978		
Contenu scientifique	x		x	x	x	x		x	x	x	x		
Démarche scientifique et habiletés reliées			x		x	x		x		x			
Implications sociales de l'activité scientifique et technique	x				x	x		x	x	x			
Nature de la science (incluant l'histoire des sciences et des techniques)	x		x		x	x		x	x	x			
Croissance personnelle													
Attitudes reliées à la science			x		x	x							
Sciences appliquées et technologie	x		x		x	x		x	x	x			
Orientation professionnelle								x		x			

[a] Directives en voie de révision; aucune analyse possible
[b] Programme-pilote
[c] Les objectifs ne sont pas consignés explicitement dans la directive.
[d] Les T.N.-O. appliquent le programme de l'Alberta; le Yukon, celui de la C.-B.
[e] On met l'accent sur les sciences comme fondement d'études plus poussées.
[f] D'autres objectifs (catégories 5 et 6) sont précisés dans une vue d'ensemble des objectifs de la science au 2e cycle du secondaire.

Tableau V.6 – Objectifs de l'enseignement des sciences au 2e cycle du secondaire (physique)

Province/territoire	T.-N.	Î.P.-É.[a]	N.-É.[d]	N.-B.[a]	N.-B.[f]	Qué.	Ont.[a]	Man.[b]	Sask.	Alb.[e]	C.-B.	T.N.-O.[c]	T.Y.[c]
Année de la directive	1982		1977	1979	1974	1980		1981	1976	1977	1981		
Contenu scientifique	x		x	x	x	x		x	x	x	x		
Démarche scientifique et habiletés reliées	x		x	x	x	x		x	x	x	x		
Implications sociales de l'activité scientifique et technique	x			x		x		x	x	x	x		
Nature de la science (incluant l'histoire des sciences et des techniques)	x			x		x		x	x	x	x		
Croissance personnelle													
Attitudes reliées à la science	x		x		x			x	x	x	x		
Sciences appliquées et technologie	x		x		x			x	x		x		
Orientation professionnelle									x		x		

[a] Directives en voie de révision; aucune analyse possible
[b] Programme-pilote
[c] Les T.N.-O. appliquent le programme de l'Alberta; le Yukon, celui de la C.-B.
[d] On met l'accent sur les sciences comme fondement d'études plus poussées.
[e] D'autres objectifs (catégories 5 et 7) sont précisés dans une vue d'ensemble des objectifs de la science au 2e cycle du secondaire.

caractéristiques : d'abord, le degré d'accord sur les objectifs est moindre au niveau secondaire, et ensuite la variété d'objectifs à ce niveau est beaucoup plus grande que pour chacun des deux autres niveaux. Le souci de faire connaître la nature de la science et ses applications y est davantage présent. Par conséquent, on insiste moins sur les objectifs reliés à la « croissance personnelle » et au développement des attitudes. L'insertion des objectifs « science et société » semble avoir un lien avec la date d'élaboration des lignes directrices; ces objectifs figurent plus souvent dans les documents de publication plus récente.

Les résultats de cette analyse inspirent un certain nombre de questions mais, comme plusieurs de celles-ci visent les objectifs eux-mêmes et les stratégies recommandées pour les atteindre, elles ne feront l'objet d'une discussion qu'après l'examen des directives ministérielles touchant les manuels et les stratégies d'enseignement.

Les stratégies d'enseignement des sciences

L'atteinte d'une variété d'objectifs éducationnels implique l'existence d'une variété correspondante de stratégies d'enseignement[16]. Il importait donc aux fins de l'étude d'examiner toute information contenue dans les directives des programmes qui traitait des stratégies pour atteindre les objectifs fixés. De façon générale, il y a peu de prescriptions à cet égard à l'intention des enseignants, et celles qui y figurent sont examinées brièvement ci-dessous.

Le principal moyen adopté par tous les ministères pour contrôler ou orienter les stratégies d'enseignement est la prescription, l'agrément ou l'approbation des manuels destinés aux élèves. Le degré de prescription varie d'une province à l'autre. Certaines provinces (par exemple la Colombie-Britannique) imposent une gamme très limitée d'ouvrages à chaque niveau. D'autres (par exemple l'Ontario et le Québec) autorisent une très large sélection d'où les écoles ou les enseignants peuvent faire leur choix. Ailleurs, les directives mentionnent de deux à six ouvrages que les écoles ou les enseignants peuvent choisir pour un cours donné. Dans le cas de certaines provinces, on peut utiliser d'autres ouvrages (non répertoriés), encore que ces manuels peuvent coûter plus cher lorsque les ouvrages répertoriés sont offerts par le ministère à un prix spécial. L'annexe B énumère 174 manuels répertoriés par les ministères de l'Éducation (à partir des documents les plus récents dont on dispose). Cette énumération ne comprend que les manuels destinés aux élèves et couvrant la totalité ou une grande partie d'un cours (c'est-à-dire non les trousses d'équipement, le matériel audio-visuel ou les ouvrages thématiques). Cette énumération n'est pas nécessairement le reflet de tous les ouvrages utilisés dans les écoles du Canada. Dans certaines écoles, des manuels anciennement répertoriés mais maintenant abandonnés officiellement sont quand même encore utilisés. De plus, dans certaines provinces, les écoles ont le droit d'utiliser des manuels qui ne sont pas approuvés par le ministère. Des observations de portée générale suivent quant au choix de manuels

dont l'utilisation est approuvée pour chaque niveau. (Pour un examen détaillé de manuels particuliers, de leur utilisation et de leur contenu, consulter la partie III).

Primaire

À ce niveau, presque aucune stratégie d'enseignement n'est prescrite dans les directives ministérielles, sauf pour ce qui est des recommandations d'ordre général indiquant que le programme devrait être fondé sur une « approche active » ou que les enseignants devraient recourir à « une stratégie d'investigation ». En Alberta, cette dernière expression est définie en termes du développement d'une « démarche scientifique » et de sa mise en pratique par les élèves. Ailleurs, l'expression est souvent employée sans autre explication. Dans la plupart des programmes, le contenu est divisé en petites unités et, à l'occasion, on propose des activités pour l'enseignement de ce contenu. Il est à noter que les stratégies d'enseignement ne font référence à aucun objectif particulier. Il faut en conclure que les décisions dans ce domaine sont principalement du ressort de l'enseignant.

Au total, 36 manuels sont répertoriés pour servir au niveau primaire à travers le Canada, dont 20 figurent dans plus d'un répertoire provincial (voir l'annexe B pour de plus amples détails). L'utilisation réelle des manuels peut différer sensiblement de celle qui transparaît dans les énumérations des ministères. L'information recueillie à ce sujet dans l'enquête faite auprès des enseignants paraît à la partie III. Dans cette partie figure également un examen des objectifs et des caractéristiques des manuels identifiés comme étant les plus fréquemment utilisés au Canada.

1er cycle du secondaire

Tout comme au primaire, les directives des ministères prescrivent peu de stratégies d'enseignement, laissant ces décisions à l'enseignant. Là encore, plusieurs directives mettent l'accent sur une « approche active ». Pour tout le pays, on a répertorié environ 53 manuels, dont 21 figurent dans plus d'un répertoire et seulement 9 dans plus de deux. Il a donc été difficile d'établir une énumération complète et représentative. (Voir l'énumération complète qui figure à l'annexe B et consulter les documents officiels de chaque province pour y trouver les répertoires individuels).

2e cycle du secondaire

L'énumération des matières et des manuels prescrits représente ici la norme. En biologie, 23 ouvrages sont répertoriés, dont 13 figurent plus d'une fois; en chimie, 29 sont répertoriés, dont 16 plus d'une fois; et en physique, 32 sont répertoriés, dont 10 plus d'une fois. (Voir l'énumération détaillée de ces manuels à l'annexe B.)

Conclusions : Questions pour la recherche et la délibération

L'analyse des documents officiels des ministères a inspiré une série de questions présentant de l'importance pour l'objet général de l'étude qui vise à stimuler les débats sur les orientations futures de l'enseignement des sciences. À ce point-ci, il n'est pas question de répondre de façon définitive à ces questions, entre autres parce qu'il se peut qu'il faille poursuivre notre recherche. De plus, nombre de ces questions comportent des jugements de valeur exigeant une prise de position plutôt qu'une réponse exacte. Il faut donc y répondre par voie de débat dans chaque province.

Ces questions ont été réparties en trois groupes : les deux premières questions traitent de l'orientation générale de l'enseignement des sciences dans les écoles, les questions 3, 4, 5 et 6 visent des objectifs précis de l'enseignement des sciences, et la dernière porte sur les thèmes de l'étude du Conseil des sciences par rapport aux directives provinciales des programmes de sciences.

L'orientation générale de l'enseignement des sciences dans les écoles

1. Le nombre, la variété et l'équilibre des objectifs de l'enseignement des sciences : Combien d'objectifs différents peut-on escompter de façon réaliste d'un programme de sciences? Au cours de notre examen d'un certain nombre de documents provinciaux, cette question revenait souvent à notre esprit. Certains documents précisent jusqu'à 10 objectifs différents pour un programme de sciences. Les directives pour les 1er et 2e cycles du secondaire proposent dans bien des cas une large gamme d'objectifs (voir tableaux V.3 - V.6, pp. 68 - 72). Un programme peut-il permettre aux élèves d'atteindre de nombreux objectifs ou est-ce simplement réaliste que de s'attendre à ce qu'ils en atteignent à fond quelques-uns seulement? Une autre façon d'évoquer le problème consiste à faire remarquer qu'aucun document officiel n'a établi un ordre de priorité quelconque des objectifs. Peut-on alors supposer que tous les objectifs mentionnés sont d'égale importance? Dans la négative, quel est l'équilibre qui convient à des objectifs aussi nombreux et variés? Ce sont là des questions qui exigent une solution plus précise que celle que l'on trouve dans la plupart des directives ministérielles.

Le problème revêt une importance particulière d'ordre pratique lorsque l'on se demande si les ressources pédagogiques peuvent permettre d'atteindre les objectifs nombreux et variés de l'enseignement des sciences*. En d'autre mots, est-ce que la gamme des manuels répertoriés par les ministères peut permettre d'atteindre les différents objectifs prescrits - distincts des éléments de contenu - par les directives? Quelles autres dispositions les écoles et les enseignants devraient-ils prendre pour s'assurer qu'il existe des possibilités d'atteindre cette large gamme d'objectifs?

* Voir les objectifs de manuels spécifiques les plus souvent utilisés à la partie III.

Une façon d'aborder ces questions difficiles consiste à se demander : « Quelle différence réelle cela ferait-il dans l'enseignement quotidien des sciences si chacun des objectifs ministériels était abandonné l'un après l'autre? » Si, dans n'importe quelle circonstance, on peut répondre en toute honnêteté qu'il n'en résulterait aucune différence, on peut de fait s'interroger sur le rôle véritable de cet objectif particulier. Insérer un objectif dans une directive aux fins du discours – parce que, comme il en est de la vertu, on ne saurait s'y opposer – c'est non seulement jeter inutilement de la poudre aux yeux, mais aussi diluer et brouiller ce qui pourrait se révéler une orientation précise pour les professeurs de sciences. Cette considération s'applique aussi à un autre genre de situation. Dans certaines directives, un ensemble impressionnant d'objectifs généraux pour un programme est suivi de groupes d'objectifs de cours qui, même dans l'ensemble, n'équivalent pas aux objectifs généraux. Ainsi que nous l'avons déjà signalé, l'objet ou les finalités d'un programme de sciences peuvent revêtir une grande importance pour les élèves. S'il y a trop d'objectifs différents, s'ils sont vagues ou mal formulés ou encore si les objectifs précisés ne sont pas perçus par les enseignants comme réalisables, alors il est fort probable qu'on les ignore. Les ministères de l'Éducation auront alors peu de contrôle sur l'orientation donnée à leurs programmes.

2. La relation de la science avec les autres matières : Un certain nombre de directives pour l'enseignement primaire se réfèrent à la nécessité de relier les sciences générales aux sciences sociales. L'insertion des études de l'environnement à ce niveau présente une excellente occasion de le faire. Au 1er cycle du secondaire, dans les provinces de l'Atlantique et en Ontario, les sciences sont intégrées à d'autres matières, alors que dans les provinces de l'Ouest, les sciences de la vie, les sciences de la terre et les sciences physiques sont offertes à des années distinctes. Ces deux exemples mis à part, il n'est à peu près jamais question, dans les directives, de la relation des sciences avec d'autres matières figurant au programme d'études. Il reste à savoir comment l'enseignement des sciences est censé se rattacher à l'enseignement des sciences sociales (particulièrement aux niveaux supérieurs des écoles), à l'enseignement des mathématiques et à celui des matières dites techniques (ou technologiques). Ce sont des questions qu'il faut résoudre dans la pratique et pour lesquelles il semble y avoir pour l'instant peu d'indications au niveau ministériel.

Les objectifs précis de l'enseignement des sciences

3. Apprentissage du contenu scientifique en tant qu'objectif : Ce n'est peut-être pas étonnant d'apprendre que l'objectif le plus souvent rencontré dans les directives à tous les niveaux soit que les élèves apprennent quelque chose du contenu scientifique. Évidemment, dans un cours de science, il

faut un contenu scientifique. Dans bien des cas, toutefois, surtout au niveau primaire, on prétend que la fonction principale du contenu est de servir de moyen pour atteindre d'autres objectifs éducatifs. Reste que, comme peut le démontrer même un bref examen de nombreuses directives, l'ordonnancement détaillé du contenu scientifique à apprendre occupe dans bien des cas la quasi-totalité des documents. Les professeurs de sciences et instituteurs doivent se demander sérieusement et de façon critique quel est l'importance relative à accorder à l'étude du contenu et à d'autres objectifs. Cela revêt une dimension pratique dans le cours quotidien des choses alors que les enseignants et, de plus en plus, les ministères tentent aussi d'évaluer globalement les réalisations des élèves.

4. La démarche scientifique : Si apprendre un contenu scientifique est l'objectif que l'on rencontre le plus souvent, alors suit de près, au deuxième rang, le développement des « habiletés scientifiques ». Ainsi qu'il a déjà été signalé, il en existe plusieurs listes dans les diverses directives, mais on y donne rarement, sinon jamais, de conseils sur les habiletés qu'il est possible d'acquérir à un niveau donné. En conséquence, on retrouve des énumérations d'habiletés aussi nombreuses que variées telles que : « observer », « contrôler les variables » et « émettre des hypothèses », annexées aux directives pour les programmes à tous les niveaux et à diverses étapes du développement intellectuel des élèves. Il est évident que certaines habiletés ne peuvent pas s'acquérir au niveau primaire, alors que d'autres sont vraisemblablement dépassées au niveau du 2e cycle du secondaire. Cependant, il arrive rarement qu'une hiérarchie d'habiletés soit rattachée à différents niveaux de classe, d'âge ou de développement. L'établissement d'objectifs de façon vague représente un danger, en ce sens qu'on risque de s'attarder uniquement aux habiletés du plus bas niveau ou encore de négliger complètement les habiletés d'investigation du niveau le plus élevé. Il semble que la justification fournie pour l'insertion de cet objectif au 2e cycle du secondaire – que le développement de telles habiletés peut aider l'élève à résoudre des problèmes dans la vie en général – devrait être sérieusement remise en question. L'exposé à débattre de Marcel Risi[17] nous amène à douter de la valeur d'une telle affirmation.

5. Les attitudes reliées à la science en tant qu'objectif : Cette catégorie comporte deux genres différents d'attitudes : celles tenues pour caractéristiques des scientifiques et les attitudes à l'égard de la science, des scientifiques et de l'activité scientifique. On retrouve à tous les niveaux des objectifs visant au développement des deux genres d'attitudes, mais sans aucune indication sur la façon pour l'enseignant d'inspirer de telles attitudes. On a même donné à entendre[18] que développer une attitude à l'égard d'une chose suppose l'adoption d'une position de valeur pour cette chose-là et qu'amener de propos délibéré les élèves à adopter une position de valeur vis-à-vis de la science, par exemple, comporte inévitablement de l'endoctrinement de la part de l'enseignant. Et pour conclure l'argument, si le procédé ne peut pas être rationnel, alors il est contraire à

l'éthique d'y recourir dans le cadre de l'enseignement public. Le lecteur pourra douter de la justesse d'un tel raisonnement; cependant, on peut quand même se demander comment, dans les faits, il est possible d'atteindre de tels objectifs d'une manière justifiable.

6. Les objectifs concernant l'articulation science, société et technologie/ sciences appliquées : Plusieurs des critiques de l'enseignement des sciences ont déploré le peu d'attention accordée à l'interaction science et société. Aussi, dans les écoles, on constate par expérience que les directives ministérielles ont tendance à suivre plutôt qu'à entraîner les changements dans les programmes d'études. Cependant, les objectifs ayant trait à la compréhension de certains aspects de l'interaction science, technologie et société se manifestent plus souvent dans les directives des ministères. Comment peut-on expliquer ce paradoxe? Est-ce dire que les manuels présentent des lacunes dans ce domaine, que les enseignants ne considèrent pas ces objectifs comme importants ou que les critiques et les éducateurs se trompent?

Les thèmes de l'étude par rapport aux directives provinciales des programmes de sciences

7. Questions découlant des exposés à débattre et des ateliers de l'étude : Au cours de l'analyse, nous nous sommes demandé si les questions soulevées dans les exposés à débattre et leurs critiques implicites de l'enseignement des sciences (voir tableau II.1) seraient présentes dans les directives. Seulement à quelques reprises a-t-il été fait mention du contexte canadien dans l'enseignement des sciences. Les Territoires du Nord-Ouest, par exemple, offrent des programmes conçus pour aider les élèves à comprendre les sciences en fonction de l'environnement propre au Grand Nord; à l'Île-du-Prince-Édouard, le programme de sciences du 1er cycle du secondaire permet aux élèves d'acquérir une expérience semblable en agriculture. Aucune directive n'a fait référence aux procédés techniques; toutefois, certaines se rapportaient à la technologie et aux produits de la science appliquée. À aucun niveau n'est-il fait mention des besoins différents des filles et des garçons. Il semble donc, en général, que dans les directives des ministères, ces questions ne soient pas tenues pour importantes. Qu'elles le soient ou non, c'est évidemment un sujet à débattre dans chaque province.

D'autres questions, qui pourront être l'objet d'un débat, sont soulevées dans le rapport d'analyse des manuels à la troisième partie, dans l'enquête faite auprès des enseignants (volume II) et dans les études de cas (volume III). Cependant, si la recherche peut éclaircir les questions, les choix et les décisions doivent incomber à ceux qui, dans chaque province, ont la charge d'élaborer les directives. C'est leur tâche que le processus de délibération vise à faciliter.

Troisième partie

Analyse des manuels de science

VI. Les manuels dans l'enseignement des sciences

Les objectifs attribués à l'enseignement des sciences par les directives officielles s'articulent ou se heurtent à deux autres groupes d'intentions : celles des enseignants (qui seront présentées dans le volume II) et celles des manuels de sciences. Cette partie de l'étude s'intéresse donc à celles-ci et établit sommairement le degré de recoupement avec les deux autres groupes. Toutefois, un recensement, aussi complet soit-il, des intentions exprimées par les auteurs de manuels de sciences ne peut suffire pour évaluer l'effet de l'utilisation de ces manuels sur la pratique de l'enseignement. Comme les manuels de sciences constituent encore – et cela sera amplement demontré plus loin – l'une des principales façons de réaliser les objectifs des programmes d'études scientifiques, cette analyse examine les occasions que les manuels fournissent aux élèves pour y arriver. Enfin, à la lecture du présent rapport, on pourra aussi constater dans quelle mesure certaines critiques adressées à l'enseignement des sciences s'appliquent effectivement aux manuels de sciences.

Afin de mieux saisir l'importance des manuels comme outil didactique dans les cours de sciences, mais aussi comme enjeu économique, nous ferons précéder les considérations méthodologiques et les résultats de l'analyse de quelques remarques sur la place donnée aux manuels par les directives officielles, sur le rôle du manuel dans les cours de sciences et sur sa place sur le marché de l'édition scolaire.

Directives officielles

Malgré les divers bouleversements qu'a connus l'enseignement des sciences depuis une vingtaine d'années, le manuel a continué d'y jouer un rôle important. Sa fonction, toutefois, a évolué. Il n'y a pas si longtemps, le

manuel représentait non seulement l'unique ouvrage de référence à la disposition des élèves, mais aussi, à toutes fins pratiques, le programme en entier. Depuis le début des années 60, l'accent mis sur l'apprentissage de la méthode scientifique et le souci d'individualiser l'enseignement ont amené les autorités en matière d'éducation à recommander l'usage de plusieurs manuels : cet extrait d'un document officiel du ministère de l'Éducation de l'Ontario illustre cette tendance :

> « Il y a lieu de remarquer que l'on tend maintenant à ne plus utiliser un manuel scolaire unique comme objet principal d'enseignement à un niveau donné, mais plutôt une gamme de livres variés sur une matière définie. Les recherches pédagogiques ont confirmé que les élèves n'évoluent pas tous au même rythme et qu'ils ne sont pas tous aussi mûrs. Il faut fournir aux enseignants un nombre toujours plus grand de livres et de matériel didactique pour qu'ils puissent répondre aux besoins et aux aptitudes variés de leurs élèves.
>
> Les élèves, en outre, doivent avoir accès à une grande variété de documents imprimés afin d'apprendre à choisir ce qui leur convient le mieux. »[1]

Cependant, le ministère de l'Éducation du Québec a récemment entrepris une revue complète du rôle du manuel. Dans l'énoncé de politique et le plan d'action intitulé « L'école québécoise », on peut lire ceci, qui illustre bien l'évolution de certaines provinces vers le programme centré sur un manuel :

> « La situation actuelle incite le ministère à prendre d'importantes mesures pour redonner une place de premier plan au manuel de base dans les matériels d'enseignement et à en souligner la valeur en tant qu'instrument fondamental de l'enseignement. »[2]

Enfin, dans ses directives concernant les manuels, le ministère de l'Éducation de la Saskatchewan, après avoir décrit les avantages et les inconvénients du manuel unique, propose une formule de compromis :

> « Bien que l'option du manuel unique ne soit pas idéale, il semble qu'elle constitue un point de départ raisonnable. En faisant l'essai de divers manuels, les professeurs découvriront lesquels sont le plus utiles à leurs élèves et accumuleront, au fil des années, des exemplaires additionnels. De cette façon, il sera possible de passer graduellement à l'utilisation simultanée de plusieurs manuels. »[3]

Ainsi, quelle que soit leur position à propos du nombre de manuels à utiliser, les ministères et départements de l'Éducation s'accordent à reconnaître aux manuels de sciences un rôle important comme outil didactique.

Plusieurs facteurs déterminent si tel manuel de sciences aboutira en classe; le plus important est son approbation, son autorisation ou sa prescription par le ministère. Notons que cette formalité est indispensable, mais pas nécessairement suffisante. Car les organismes intermédiaires (conseils scolaires ou écoles) ont aussi leur mot à dire, et, pour eux, le prix de ce manuel pèse dans la balance. En dernière instance, le professeur fait généralement la sélection finale. Pour les fins de notre étude, nous

avons examiné la gamme considérable des manuels de sciences en usage dans les écoles canadiennes : l'annexe B recense 174 titres prescrits, approuvés ou autorisés par les ministères. Même s'il convient de réduire de quelques unités ce nombre, à cause de la présence des versions française et anglaise d'un même ouvrage, il n'en reste pas moins impressionnant. De plus, les résultats de notre enquête montrent que plus de 4 000 répondants utilisent environ 250 titres différents, dont certains n'apparaissent même pas dans les directives officielles.

Importance des manuels pour les enseignants

L'enquête auprès des enseignants s'est intéressée à trois questions concernant les manuels : leur utilisation effective en classe, leur utilité dans la préparation des cours, et quelle instance, selon les professeurs, devait prendre la responsabilité de la sélection des manuels. La formulation des questions et les résultats détaillés se retrouvent dans le volume II consacré aux données recueillies par l'enquête. Nous n'indiquerons ici que les grandes tendances qui se dégagent parmi les répondants.

En ce qui concerne l'utilisation des manuels par les élèves, la situation varie radicalement d'une province à l'autre. Par exemple, à l'échelle du pays, environ 6 instituteurs sur 10 disent que leurs élèves de l'élémentaire n'utilisent pas de manuel de sciences. Comme telle, cette information n'est pas très significative si l'on ne précise pas que cette proportion passe d'environ 3 % à Terre-Neuve à environ 90 % en Ontario. Au 1er et au 2e cycles du secondaire, les différences interprovinciales s'amenuisent. La proportion de professeurs de sciences dont les élèves utilisent un manuel de sciences passe d'environ 75 % au 1er cycle à 90 % au 2e cycle du secondaire.

Si un grand nombre d'élèves n'utilisent pas de manuels pendant l'enseignement des sciences, leurs instituteurs et professeurs par contre, s'en servent pour préparer leurs cours. En effet, l'enquête demandait aux enseignants d'évaluer l'utilité relative de 13 moyens didactiques pour la préparation de leurs cours de sciences. Les réponses des enseignants du niveau primaire diffèrent de celles de leurs collègues du secondaire. Une proportion de 80 % des premiers considèrent les moyens didactiques en provenance de la bibliothèque comme plutôt ou très utile. Par ailleurs, 65 % d'entre eux portent le même jugement sur les textes didactiques élaborés par leur école ou leur conseil scolaire. Enfin, 62 % s'accordent à trouver les manuels scolaires agréés au niveau provincial comme plutôt ou très utiles pour préparer leurs cours.

Au 1er cycle du secondaire, 77 % des professeurs de sciences trouvent les manuels scientifiques autres que ceux agréés plutôt ou très utiles; une proportion légèrement inférieure porte le même jugement sur les manuels agréés (73 %) et sur les moyens didactiques en provenance de la bibliothèque (70 %).

Au 2e cycle du secondaire, respectivement 83 % et 78 % des professeurs de sciences jugent les manuels autres que ceux qui sont agréés et les

manuels agréés plutôt ou très utiles à la préparation de leurs cours. Enfin, 70 % d'entre eux portent le même jugement sur les magazines, revues, bulletins, etc. traitant des sciences.

Pour une présentation détaillée des réponses à cette question, le lecteur est prié de consulter le volume II de l'étude. Nous avons présenté ici les moyens didactiques qui font l'objet d'un consensus parmi les professeurs, quant à leur utilité dans la préparation des cours. Il convient de noter que les manuels (agréés ou non) sont considérés comme un moyen utile pour préparer les cours de sciences, que l'accord général des enseignants à ce sujet croît du primaire au 2e cycle du secondaire, que les ressources didactiques en provenance de la bibliothèque voient leur utilité décroître du primaire à la fin du secondaire et que les manuels autres que les manuels agréés sont perçus comme plutôt ou très utiles pour la préparation des cours, et plus utiles que les manuels agréés.

L'enquête demandait aussi aux professeurs de sciences de choisir une instance, parmi six, qui serait responsable de la sélection des manuels. L'idée d'un comité d'enseignants exerçant, au sein des conseils scolaires, la responsabilité de la sélection des manuels recueille le plus grand appui (entre 44 % et 52 %) des professeurs des trois niveaux. Toutes les autres instances recueillent un appui inférieur à 14 %. La moitié des enseignants désirent donc la responsabilité du choix des manuels et souhaitent que cette responsabilité s'exerce au niveau du conseil scolaire. Encore une fois, le lecteur désirant plus de précisions est prié de consulter le volume II.

Jusqu'à présent, rien ne permet de se faire une idée de l'utilisation des manuels de sciences dans la pratique. Si les manuels sont vraiment utilisés, de quelles façons le sont-ils? Le lecteur trouvera dans le troisième volume de la présente étude, un début de réponse à cette question en consultant les études de cas entreprises à l'automne 1981 dans huit écoles canadiennes.

Manuels de sciences et satisfaction des enseignants

La section 3 du questionnaire destiné aux enseignants des niveaux primaire et secondaire invitait les répondants à nous dire si les élèves de la classe où les professeurs enseignaient le plus souvent, en 1981-1982, utilisaient un manuel de sciences. Sur les 4 206 répondants, 2 631 ont répondu affirmativement. Enfin, environ 1 297 enseignants ont évalué le manuel qu'ils utilisaient selon les dix critères suivants :

1. adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de leurs élèves;
2. rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de leur enseignement;
3. facilité de lecture par les élèves;
4. illustrations, photographies, etc.;
5. activités proposées;
6. exemples canadiens;
7. description des applications des sciences;

8. adaptation à l'élève peu doué;
9. adaptation à l'élève brillant;
10. renvois à d'autres ouvrages pertinents.

Les répondants devaient aussi donner leur impression générale sur le manuel utilisé. Nous renvoyons le lecteur à la partie de l'étude concernant l'enquête pour prendre connaissance des résultats détaillés de cette évaluation. Dans cette partie, nous examinerons plus en détail les résultats concernant un échantillon de 50 manuels (ou séries de manuels) qui, selon les données de l'enquête, sont les plus utilisés dans les écoles canadiennes. Ces résultats sont consignés sous forme de tableaux dans l'annexe C.

À la lecture de ces tableaux, le lecteur remarquera quelques tendances importantes. D'abord, on constate que la satisfaction générale des enseignants vis-à-vis de leurs manuels est assez grande. En effet, 36 manuels sur 50 font une impression générale plutôt ou très satisfaisante à au moins deux tiers de leurs utilisateurs. C'est le cas de tous les manuels de physique et de presque tous les manuels de biologie et de chimie du 2e cycle du secondaire. Par ailleurs, il n'existe que très peu de manuels dont les professeurs sont franchement insatisfaits (trois dans notre échantillon, dont deux n'ont été évalués que par cinq ou six répondants). Le reste des manuels (11 sur 50) bénéficie d'une impression générale neutre ou légèrement favorable. Il est à noter que tous les manuels en français sauf deux appartiennent à cette dernière catégorie. Toutefois, compte tenu du petit nombre de répondants ayant évalué ces manuels, il est risqué de tirer des conclusions hâtives de cette information.

On remarque aussi, à une exception près, que les manuels les plus utilisés sont généralement considérés comme ceux faisant la meilleure impression générale. À première vue, il ne semble donc pas qu'on forcerait souvent les enseignants à utiliser des manuels dont ils ne sont pas satisfaits.

Le lecteur remarquera que, dans l'annexe C, les caractéristiques des manuels faisant l'objet de l'évaluation sont classées par ordre d'adéquation, ce qui permet de déterminer assez rapidement quelles caractéristiques suscitent le plus de satisfaction ou d'insatisfaction chez le plus grand nombre de répondants. Par exemple, les illustrations représentent la caractéristique la plus satisfaisante de presque tous les manuels de biologie du primaire et du 1er cycle du secondaire. À l'autre extrême, et pour ces mêmes manuels, c'est l'adaptation à l'élève peu doué qui constitue la caractéristique la moins satisfaisante (en dernière position 10 fois sur 13). Soit dit en passant, cette caractéristique particulière est considérée comme insatisfaisante par presque tous les utilisateurs de manuels. Elle arrive en 10e position (caractéristique la moins satisfaisante de toutes) dans 24 manuels, et en 9e position dans 18 autres. Les enseignants nous disent donc que leurs manuels leur sont de peu d'utilité lorsqu'il s'agit d'aider un élève qui éprouve des difficultés.

Comme notre étude s'intéresse particulièrement aux objectifs de l'enseignement des sciences, une caractéristique prend ici une importance

particulière : le rapport entre les objectifs d'un manuel et les priorités de l'enseignement du professeur qui l'utilise. Nous constatons que, pour 28 manuels sur 50, au moins trois enseignants sur quatre estiment que le rapport entre leurs priorités et les objectifs de leur manuel est plutôt ou très satisfaisant. Selon notre enquête, ces 28 manuels sont utilisés par 1 300 répondants sur un total d'environ 1 700, soit 75 % des répondants. Ce sont donc des manuels largement utilisés. Ici aussi, très peu de manuels (quatre) présentent un rapport entre leurs objectifs et les priorités des professeurs qui soit évalué comme insatisfaisant. Comme le nombre de répondants ayant évalué ces manuels particuliers varie de cinq à sept, nous ne tirons aucune conclusion. Nous constatons enfin que très peu de manuels présentent un rapport entre leurs objectifs et les priorités des professeurs qui soit perçu comme la caractéristique la plus satisfaisante.

En ce qui concerne la facilité de lecture, il semble que les efforts déployés ces dernières années pour augmenter la lisibilité des manuels de sciences aient connu quelque succès. Cette caractéristique n'est considérée comme insatisfaisante que dans neuf manuels par au moins 50 % des utilisateurs. D'après les renseignements en provenance des répondants, il s'agit principalement des premières versions des programmes *CHEMStudy* (deux tomes), *PSSC* (un tome et sa traduction), et *ISP* (traduction). Selon les répondants francophones, la version française de *STEM*, *Les chemins de la science*, est moins lisible que l'original. Il se produit le même phénomène pour *La chimie : expériences et principes* et son original. Il est raisonnable de penser que la clarté de l'original anglais est difficile à conserver dans la traduction. Cependant, est-ce le seul facteur qui explique une telle différence? Nous ne pouvons nous prononcer pour l'instant.

Les professeurs ont aussi évalué les activités proposées par les manuels de sciences. Les activités contenues dans 8 manuels sur 50 sont considérées comme plutôt ou très satisfaisantes par 80 % ou plus de leurs utilisateurs. Néanmoins, ces activités ne sont pratiquement jamais la première source de satisfaction.

À l'autre extrême, les activités proposées par 9 manuels sur 50 sont considérées comme peu satisfaisantes ou pas satisfaisantes du tout par au moins 60 % de leurs utilisateurs. Curieusement, on retrouve dans ce groupe 7 manuels de biologie sur 15. En consultant l'annexe C, le lecteur pourra examiner plus en détail les opinions des professeurs au sujet de ces activités.

La lecture des résultats concernant la caractéristique « exemples canadiens » a causé quelques surprises, dont celle de constater que deux manuels ne présentant pas de contexte canadien étaient quand même considérés comme satisfaisants sous cet aspect. Peut-être que les professeurs n'accordent pas d'importance au contexte canadien; si cela était le cas, ils jugeraient satisfaisants les manuels n'en présentant que peu ou pas du tout. Cependant, même si les professeurs ne considèrent pas la prise de conscience de l'activité scientifique au Canada comme un objectif très important, l'absence d'exemples canadiens dans les manuels semble les gêner. Pour la moitié des manuels de l'échantillon, cette caractéristique

occupe la 10e place (caractéristique la moins satisfaisante) ou la 9e. On remarquera aussi que parmi les manuels analysés, ceux qui présentent un contexte canadien sont perçus comme satisfaisants à cet égard. C'est le cas de *Understanding Living Things* et *ALCHEM*, dont les exemples canadiens représentent la première source de satisfaction pour les utilisateurs.

En examinant les résultats de la caractéristique « description des applications des sciences », le lecteur constatera que le degré de satisfaction à son sujet varie sans jamais vraiment atteindre de sommet, sauf en de rares occasions. Dans l'ensemble, les manuels de sciences du 2e cycle du secondaire ne sont pas perçus comme satisfaisants à cet égard.

Nous avons souligné, au début de cette partie, l'insatisfaction des professeurs envers l'adaptation des manuels aux élèves peu doués. On remarque que, de façon générale, la plupart des manuels sont bien adaptés aux élèves brillants et ce, surtout au 2e cycle du secondaire où cette caractéristique est citée comme première source de satisfaction de 13 manuels sur 26. On constate que souvent un manuel satisfaisant pour les élèves brillants est perçu comme insatisfaisant pour les élèves peu doués. Très peu de manuels sont perçus comme assez satisfaisants pour ces deux catégories d'élèves : c'est le cas de *Fundamentals of Physics* et, dans une moindre mesure, de *STEM* et *ALCHEM*. Enfin, plus de 50 % de répondants ont jugé que quatre manuels était insatisfaisants pour les élèves brillants. Ces manuels sont-ils au moins satisfaisants pour les élèves moins doués? La réponse est non pour deux de ces manuels et oui pour deux autres. Comme le nombre de répondants est faible dans trois cas sur quatre, il est difficile, encore une fois, de conclure. Néanmoins, il ressort de l'évaluation de ces caractéristiques que, dans l'ensemble, les manuels de sciences en usage au Canada sont perçus par les professeurs comme beaucoup plus satisfaisants vis-à-vis des élèves brillants que vis-à-vis des élèves moins doués.

Une autre caractéristique évaluée par les répondants à l'enquête est le nombre de renvois à des ouvrages pertinents. Comme nous ne précisions pas pour qui ces renvois devaient être pertinents (élèves ou professeur), l'évaluation doit être prise dans un sens très large. Le taux de satisfaction vis-à-vis de cette caractéristique égale ou dépasse 50 % pour 24 des 50 manuels. Les manuels de biologie du 2e cycle du secondaire sont considérés comme les plus satisfaisants à cet égard. Notons enfin que ces renvois pertinents ne se trouvent pas nécessairement dans le manuel destiné à l'élève. Un manuel de chimie, par exemple, *Foundations of Chemistry*, présente un taux de satisfaction de 73 % à propos des renvois pertinents. Toutefois, le livre de l'élève n'en comprenant aucun, il faut supposer que l'évaluation porte sur le livre du maître.

Enfin, la dernière caractéristique sur laquelle les répondants se sont prononcés est l'adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle des élèves. Selon les professeurs, la grande majorité des manuels sont satisfaisants à cet égard : 39 des 50 manuels sont considérés comme

plutôt ou très satisfaisants par au moins deux tiers de leurs utilisateurs. Plus précisément, c'est en particulier le cas de la presque totalité des manuels destinés au 2e cycle du secondaire.

En conclusion de cette partie, il ressort que les professeurs sont généralement satisfaits de leurs manuels; ils les trouvent bien illustrés, faciles à lire et généralement adaptés à la maturité intellectuelle de leurs élèves. Manifestement, les professeurs estiment que les manuels offrent peu aux élèves les moins doués, alors que les élèves brillants y trouvent leur compte. Mais est-il vraiment possible de concevoir un manuel qui satisfasse également les deux clientèles? Beaucoup de manuels ne présentent pas d'exemples canadiens ou de description des applications des sciences, et ces deux lacunes causent une certaine insatisfaction chez les professeurs. Enfin, les enseignants estiment satisfaisant le rapport entre leurs propres priorités et les objectifs des manuels de sciences. Considérant qu'ailleurs dans le questionnaire les enseignants identifient les manuels de sciences comme étant des outils très importants dans la préparation de leurs cours, cela ne surprendra pas trop. Pour plus de détails, nous invitons le lecteur à consulter l'annexe C, où sont consignés les résultats de l'évaluation des manuels de sciences par les enseignants.

Le marché du manuel de sciences

L'étude du Conseil des sciences ne s'est pas penchée sur les problèmes de l'édition des manuels scientifiques destinés aux écoles primaires et secondaires du Canada. Peu d'études ont été consacrées à ce sujet. Des données datant de 1976 et concernant la place occupée par les manuels scientifiques dans l'édition scolaire sont résumées dans le tableau VI.1 .

Tableau VI.1 - Exemplaires de manuels scolaires scientifiques vendus, 1976

	Exemplaires vendus		Ventes nettes	
Niveau scolaire	Anglais	Français	Anglais	Français
			$	$
Primaire	81 913	43 134	370 749	192 407
Secondaire 1er cycle	75 774	15 712	374 916	108 586
Secondaire 2e cycle	172 670	26 015	772 048	153 492

Source : Statistique Canada, *Édition du livre : le manuel scolaire, 1976*, n° de cat. : 87-603, Statistique Canada, octobre 1979.

De la maternelle à la 13e année, les ventes nettes de manuels scientifiques pour l'année 1976 s'élevaient à 1 972 198 $. Cette même année, les ventes nettes de manuels scolaires destinés aux mêmes niveaux atteignaient 41 962 525 $. Les manuels scientifiques occupaient donc 4,7 % de ce marché de l'édition. En termes d'exemplaires vendus, les 415 218 manuels scientifiques représentaient 3,6 % du total de 11 630 244 manuels. On peut s'interroger devant la présence d'une si grande variété de titres (comme nous le soulignions plus haut) dans un marché si étroit. Les données concernant les manuels scolaires fournies par Statistique Canada montrent

des fluctuations considérables dans le volume des ventes d'une année à l'autre. Il est donc difficile d'y déceler une tendance à la hausse ou à la baisse. Cela revêt une certaine importance, car il est raisonnable de penser qu'un fléchissement continu des ventes signifierait la généralisation de l'usage de manuels usés ou périmés dans les classes. C'est cette question qui a amené la Fédération des enseignants de l'Ontario à collaborer avec le « School Group » du *Canadian Book Publishers' Council* pour commanditer une enquête sur les manuels scolaires en Ontario. Dans son rapport final, Doris Ryan fait les observations suivantes :

- environ deux cinquièmes des manuels que les professeurs utilisent en classe ont été publiés avant 1975. Un peu plus d'un cinquième de ces manuels ont été publiés il y a douze ans et plus;
- 40 % des professeurs participant à l'enquête utilisent des manuels périmés;
- les manuels périmés sont le plus souvent utilisés par les professeurs d'histoire, de géographie, de sciences et d'anglais.[4]

Notre enquête montre aussi qu'un nombre appréciable de manuels de sciences couramment utilisés dans les classes ont pris de l'âge. Ceci n'a guère d'importance en ce qui concerne la qualité du contenu scientifique qui, nous le verrons plus tard, est largement standardisé; par contre, c'est généralement dans les manuels récents (publiés après 1975) qu'apparaissent de nouvelles caractéristiques telles que le souci d'éviter certains stéréotypes, l'apparition d'un contexte canadien, la perspective sociale rattachée à l'activité scientifique et technique et l'introduction de contenus scientifiques originaux. Une attention certaine doit donc être accordée au vieillissement des manuels dans le choix de nouvelles orientations pour l'enseignement des sciences.

VII. Analyse descriptive : buts et méthodologie

Parce qu'elle s'inscrit dans la stratégie de l'investigation dialoguée, l'analyse des manuels doit fournir une base de données afin d'alimenter les délibérations sur l'orientation de l'enseignement des sciences. Il ne sera donc pas question ici de l'évaluation des manuels de sciences, mais bien d'une description de certaines de leurs caractéristiques pertinentes. Dans un premier temps, nous examinerons les caractéristiques générales des manuels de sciences. Ensuite, nous en sélectionnerons certaines en prenant pour critère les buts de l'étude en général et ceux de l'analyse des manuels en particulier.

Quelques caractéristiques des manuels de sciences

Les manuels de sciences peuvent être examinés sous cinq aspects : leur caractère d'objet matériel, l'information scientifique qu'ils véhiculent, la structure de cette information, le contexte de leur contenu scientifique et la pédagogie qu'ils proposent.

Le manuel comme objet matériel

Le manuel présente toutes les caractéristiques d'un ouvrage imprimé : on peut évaluer sa qualité matérielle à partir de critères tels que la mise en page, la présence d'illustrations, l'usage de la couleur, la lisibilité typographique, la lisibilité linguistique, etc. Le critère du prix, celui de la disponibilité et celui du pays d'origine peuvent aussi influencer le choix d'un manuel. Enfin, comme tout objet matériel, celui-ci peut provoquer divers sentiments chez l'utilisateur. La sécurité qu'éprouvent certains parents, enseignants ou élèves, lorsqu'il est présent en classe, en constitue un exemple.[1]

Le contenu scientifique

Ce contenu se compose de l'ensemble des faits, lois et théories qui constituent ce qu'on peut appeler le discours de la science. En voici quelques exemples pris au hasard dans un échantillon de manuels :

> « Un travail se produit lorsqu'une force est appliquée à un corps et fait déplacer ce corps dans la direction du mouvement de la force. »
> « Le mutualisme est l'association de deux espèces dans laquelle chacune des espèces impliquées en tire un bénéfice. »
> « $A + B \xrightarrow{AB} AB$ et $[AB] = k \times [A] \times [B]$. »
> « L'énoncé affirmant que toute matière est constituée d'atomes s'appelle théorie atomique. »

La structure du contenu

L'examen de la table des matières des manuels de chimie, par exemple, montre que les auteurs diffèrent d'opinion quant au choix et à la séquence des concepts introduits dans le cours. Le tableau VII.1 (p. 92) compare deux tables des matières de manuels de chimie recommandés pour le même niveau dans une même province.

Non seulement existe-t-il des différences dans la séquence selon laquelle les concepts sont présentés, mais les auteurs diffèrent aussi d'avis sur la façon d'introduire un concept. Le tableau VII.2 (p. 93) montre deux façons d'introduire le concept d'oxydo-réduction.

Manifestement, l'intention est la même : amener les élèves à prédire une réaction rédox et à équilibrer convenablement les équations d'oxydo-réduction. Cependant, le manuel C préfère partir du phénomène de la combustion (oxydation comme combinaison avec l'oxygène) tandis que le manuel A adopte le transfert électronique comme fil conducteur du chapitre (si le lecteur nous permet ce rapprochement!).

Les auteurs peuvent utiliser un ou plusieurs critères pour structurer le contenu. En voici quelques-uns :

- le respect de l'ordre historique d'apparition des connaissances;
- le respect de l'ordre logique dans la restructuration contemporaine d'une discipline;
- le respect d'un modèle hiérarchisé d'apprentissage;
- le respect du stade psychogénétique de l'élève et de ses représentations préscientifiques;
- le souci de présenter l'activité scientifique selon diverses perspectives (culturelle, sociale, technologique, etc.);
- le but du cours (formation aux études supérieures ou formation générale);
- la force de l'habitude (standardisation des manuels).

Le contexte du contenu scientifique

Les auteurs disposent d'une grande latitude pour choisir le contexte dans lequel le contenu scientifique est présenté. On peut rapidement définir ce

Tableau VII.1 - Comparaison des tables des matières de deux manuels de chimie

Manuel A[a]	Manuel B[b]
1. La chimie : science expérimentale	1. Initiation à la méthode expérimentale
2. La théorie de l'atome	2. Les mélanges, les composés et les éléments
3. Principes des réactions chimiques	3. Les éléments, métaux et non-métaux
4. L'état gazeux	4. Les comportements de la matière
5. Les liquides et les solides : suite de la théorie cinétique	5. L'atome
6. Solutions, solubilité, ions	6. L'univers des électrons
7. Classification des atomes	7. La classification périodique des éléments
8. La structure de l'atome	8. Les solides
9. Modèles de structure atomique	9. Le comportement physique des gaz
10. Liaisons chimiques	10. Les réactions chimiques et les relations molaires
11. Effets énergétiques des réactions chimiques	11. La phase liquide et les solutions
12. Vitesse des réactions chimiques	12. L'aspect thermique des réactions chimiques
13. Équilibre des réactions chimiques	13. Vitesse de réaction
14. Solutions aqueuses d'acides et de bases	14. L'état d'équilibre
15. L'oxydation et la réduction	15. La solubilité, un cas d'équilibre
16. Structure de la molécule	16. Les acides et les bases de cas d'équilibre
17. Les liaisons chimiques dans les gaz, les liquides et les solides	17. L'oxydo-réduction, un cas d'équilibre
18. La chimie des composés du carbone	18. Chimie, environnement et pollution
19. Les halogènes	
20. Éléments de transition de la quatrième période	
21. Radioactivité et transformations nucléaires	

[a] O'Connor et coll., *La Chimie : Expériences et principes*, traduit par J. Leclerc, Centre Éducatif et Culturel inc., Montréal, 1974.
[b] René Lahaie et coll., *Éléments de chimie expérimentale*, Éditions HRW, Montréal, 1976.

contexte par l'ensemble de toutes les informations qui ne font pas partie du contenu scientifique tel que décrit plus haut. Pour les fins de cette étude, nous identifierons quatre composantes de ce contexte.

1. Les messages sur la science : Les auteurs possèdent leurs propres conceptions de la nature de la science, que nous appellerons : le discours *sur* la science. Celui-ci est fondé, inconsciemment ou non, sur une ou plusieurs perspectives philosophiques. En voici quelques exemples :

> « Une théorie sert dans la mesure où elle reste conforme aux faits connus de la nature. Une théorie demeure aussi longtemps qu'elle aide à systématiser la connaissance. On est sûr qu'un jour un certain nombre de vues scientifiques actuelles paraîtront aussi stupides que l'énoncé de l'enfant : "les objets cylindriques brûlent". »[2]
>
> « Que pouvons-nous faire en attendant que la science et la technologie découvrent les nouvelles sources d'énergie dont nous avons tellement besoin? »[3]
>
> « Une caractéristique des chercheurs d'aujourd'hui est qu'ils s'imposent

Tableau VII.2 - Deux façons d'introduire le concept d'oxydo-réduction

Manuel C[a]	Manuel A[b]
1. Nature de la combustion	1. La chimie des piles électrochimiques
2. Oxydation	2. Réactions d'oxydo-rédaction dans un bécher
3. Caractéristiques de l'oxygène	3. La course aux électrons
4. Activité de l'oxygène	4. Volts, ampères et coulombs
5. Conditions de combustion	5. La tension d'une pile électrochimique et la tendance à libérer des électrons
6. Agents oxydants	6. Prévision des réactions rédox
7. Réduction et agents réducteurs	7. Accumulateurs et piles électrochimiques
8. Électrons et oxydation	8. Corrosion du fer, réaction rédox indésirable
9. Électrochimie	9. Processus électrolytique
10. Courant électrique et potentiel	10. Relations quantitatives en électrolyse
11. Utilisation des potentiels d'électrodes	11. Équilibrage des équations d'oxydo-réduction
12. Prédiction des tensions des piles électrochimiques	12. Degrés d'oxydation
13. Prédiction des réactions entre agents oxydants et agents réducteurs	13. Révision
14. Équilibrage des réactions d'oxydo-réduction	
15. Degrés d'oxydation	
16. Historique	
17. Équilibre des réactions d'oxydo-réduction par la méthode des degrés d'oxydation	

[a] A. Mason Turner et coll., *Inquiries in Chemistry*, Allyn and Bacon Canada Ltd., 1977 (notre traduction).

[b] O'Connor et coll., *La Chimie : Expériences et principes*, traduit par J. Leclerc, Centre Éducatif et Culturel inc., Montréal, 1974.

le devoir de publier leurs résultats mondialement par le truchement de revues spécialisées et de congrès afin que leurs collègues puissent en discuter et en profiter dans le but de hâter les découvertes. »[4]

2. *La composante physique* : Cette composante représente le cadre physique (ou l'absence de cadre) dans lequel l'auteur choisit de situer le contenu. L'exemple suivant montre comment une information scientifique peut être communiquée sans cadre défini :

> « *Effet du pH* : Toutes les enzymes sont influencées dans leur action par le pH de la solution où elles opèrent. Il existe pour chaque enzyme un *pH optimal* où le taux de réaction est à son maximum. Si l'on s'écarte de ce pH, à droite ou à gauche, le taux de la réaction diminue rapidement pour bientôt devenir nul. Encore une fois, l'explication de ce fait réside dans la dénaturation de l'enzyme à des pH éloignés du pH optimal. »[5]

Voici un autre exemple où un contexte physique est présent :

> « Une bien meilleure méthode d'empêcher la corrosion du fer implique l'apport d'un agent réducteur plus fort que le fer dans le système. Un métal comme le zinc ou le magnésium collé au fer devient l'anode, forçant ainsi le fer à agir comme cathode. Le zinc ou le magnésium

s'oxyde et libère des électrons. La tige de fer ne se corrode pas. Les coques de navire sont protégées de cette façon. De grands blocs de magnésium métallique sont boulonnés aux coques d'acier. Le magnésium s'oxyde grandement pour empêcher une perte de fer de la coque. »[6]

Les auteurs peuvent utiliser plusieurs façons de décrire un contexte physique en faisant appel à des photographies, cartes, graphiques, etc.

3. La composante historique : Nous appellerons composante historique l'ensemble des informations concernant l'histoire des sciences et des techniques, y compris les considérations sociales et culturelles s'y rapportant. Cette composante représente la « profondeur » historique que l'auteur veut donner à son ouvrage.

4. La composante socio-culturelle : Cette composante est constituée d'éléments divers situés à la périphérie de l'activité scientifique proprement dite :

- les informations sur les techniques, la technologie et leur rapports avec la science;
- l'impact social de l'activité scientifique et technique;
- les aspects économique et politique de l'activité scientifique et technique;
- les considérations morales et juridiques;
- les informations sur les carrières du domaine scientifique et technique.

La présence ou l'absence d'un contexte, ou plus précisément d'un « tissu contextuel », dépend à la fois des objectifs qui sont attribués à l'enseignement des sciences et des intentions personnelles de l'auteur. Cette dépendance est soulignée par Graham Orpwood à propos du contexte canadien, mais son argumentation s'applique aussi aux autres dimensions du contexte socio-culturel :

> « Une des conséquences inévitables de l'adoption de nouveaux objectifs par une société est l'abandon d'autres objectifs, aussi légitimes qu'ils soient en principe. Dans le cas qui nous intéresse (changement radical des programmes d'études scientifiques à la fin des années 1950 et dans les années 1960), les objectifs justifiés par l'utilité de la science et par les bénéfices qu'elle apporte aux individus, à la société ou au pays, ont été remplacés par des objectifs reliés à la "structure de la science". De tels objectifs, en particulier ceux qui visent à inculquer une "démarche scientifique", transcendent la notion de frontières nationales. Leur nature est essentiellement universelle. Une fois la décision prise de s'engager dans la voie ouverte par ces objectifs, les références au Canada, aux Canadiens et aux questions canadiennes deviennent superflues; elles peuvent même constituer un obstacle à l'orientation générale du programme. »[7]

Aussi, l'existence d'un contexte particulier peut-elle être justifiée par des intentions pédagogiques différentes. En ce qui concerne la dimension historique, écoutons Thomas Russell :

« Pourquoi, alors, enseigner l'histoire des sciences? Comme il a été souligné auparavant, deux grandes catégories d'arguments ont été mis de l'avant dans la période 1955-1975. Les uns cherchent à accroître l'intérêt des élèves et à améliorer leur jugement sur la science. Les autres veulent faire comprendre aux élèves les méthodes de la science. »[8]

L'analyse du contexte dans un manuel de sciences ne peut donc être dissociée des objectifs attribués à l'enseignement des sciences au moment où ces manuels sont en usage.

La pédagogie

La différence entre un manuel scolaire et tout autre ouvrage imprimé qui contiendrait les mêmes informations se retrouve dans l'intention pédagogique. Le manuel est un outil didactique. Il doit donc comporter un certain nombre de stratégies pédagogiques destinées à créer des situations où l'élève apprend. Ces stratégies prennent habituellement les formes suivantes :

- des questions, incluses dans le texte, dont le style, la fréquence et la place varient;
- des questions, exercices et problèmes d'application situés généralement en fin de chapitre;
- des activités à entreprendre au laboratoire, décrites soit dans le manuel, soit dans un manuel de laboratoire séparé;
- plus rarement, une série de projets à entreprendre à l'extérieur de l'école.

Ces stratégies facilitent la réalisation des objectifs généraux de l'enseignement des sciences : acquisition de connaissances, de techniques et d'un ensemble d'attitudes jugées souhaitables.

Le choix de ces stratégies repose sur le modèle éducatif de l'auteur, c'est-à-dire sa vision du monde et, plus particulièrement, de la science, son modèle d'apprentissage et son modèle d'enseignement. On s'attendra donc, dans certains cas, à retrouver un contexte associé au contenu de ces stratégies.

Buts et limites de l'analyse des manuels de sciences

Cette analyse doit nous permettre de répondre à deux questions :

- dans quelle mesure les manuels de sciences fournissent-ils l'occasion (par leur contenu et les activités qu'ils proposent) d'atteindre certains objectifs généraux de l'enseignement des sciences?
- dans quelle mesure certaines critiques adressées à l'enseignement des sciences s'appliquent-elles aux manuels actuellement employés?

La sélection des objectifs s'est faite à partir des résultats de l'analyse des directives officielles. Pour l'ensemble des provinces et territoires, les objectifs reliés au contenu, à l'acquisition d'une méthode scientifique et à la prise de conscience des relations science-société sont les plus fréquents. Comme le Conseil des sciences a décidé de ne pas examiner le contenu

scientifique des cours ou des manuels de sciences, la présente analyse n'en fait pas mention. En accord avec les grandes orientations de l'étude, elle porte plutôt sur le contexte dans lequel ce contenu est présenté et sur ce que ce contexte peut apprendre à l'élève. La sélection des critiques se fonde sur les considérations du premier chapitre de ce volume et en découle logiquement.

En conclusion, nous avons retenu les objectifs qui portent sur les points suivants :

- l'acquisition d'une méthode scientifique et des habiletés reliées;
- l'interaction science-société.

Quant aux questions soulevées par les critiques de l'enseignement des sciences, nous avons retenu celles-ci :

- le contexte canadien dans l'enseignement des sciences;
- l'image de l'activité scientifique véhiculée par les manuels;
- l'invitation à poursuivre des carrières scientifiques et techniques.

Enfin, un examen des intentions explicites des manuels nous permettra de jeter un regard plus général - quoique incomplet - sur les priorités pédagogiques des auteurs.

Méthodologie

L'analyse est donc articulée autour de six thèmes : les intentions explicites des auteurs de manuels de sciences, l'acquisition d'une méthode scientifique et des habiletés reliées, la prise de conscience de l'interaction science-technologie-société, le contexte canadien dans l'enseignement des sciences, l'image de l'activité scientifique véhiculée par les manuels de sciences et l'invitation à poursuivre des carrières scientifiques et techniques.* Pour cinq de ces six thèmes, nous avons dû construire des grilles d'analyse qui sont reproduites à l'annexe D. Pour un de ces thèmes, nous avons utilisé un instrument mis au point par M. Fuhrman, V. Lunetta, S. Novick et P. Tamir[9], qui permet de classer les tâches exigées des élèves pendant les séances de laboratoire (d'après le manuel de laboratoire) selon leur degré de complexité. Ces grilles ont été évaluées par des experts indépendants et mises à l'essai avant utilisation.

La deuxième étape a permis de dresser une liste de manuels à analyser, à partir des résultats de l'enquête auprès des professeurs de sciences. Nous avons considéré deux critères principaux pour la sélection de chaque manuel à analyser : le nombre de professeurs qui mentionnaient son usage dans les classes où ils enseignaient et le nombre de provinces où il était effectivement utilisé. Enfin nous avons dû aussi tenir compte de considérations géographiques et linguistiques. Le tableau VII.1 indique la distribution des manuels sélectionnés; leurs titres sont réunis dans le tableau VII.4.

La tâche d'examiner un aussi grand nombre de manuels s'adressant à des populations différentes, sous un aussi grand nombre d'aspects, dépas-

* L'information recueillie à propos des carrières était insuffisante pour justifier une section séparée. Les données à ce sujet ont été intégrées à l'ensemble des résultats de l'analyse.

Tableau VII.3 - Nombre et distribution des manuels analysés selon le niveau, la matière et la langue

	Sciences générales		Sciences physiques		Biologie Écologie		Chimie		Physique		Total	
	A	F	A	F	A	F	A	F	A	F	A	F
Primaire	2	2									2	2
1er cycle du secondaire	3	0	2	2	4	3					9	5
2e cycle du secondaire					5	0	5	1	3	1	13	2

Note A : langue anglaise F : langue française

Tableau VII.4 - Manuels analysés

Primaire

01. *Les chemins de la science*, Verne N. Rockcastle et coll., traduction et adaptation sous la direction de Fernand Séguin, Édition du renouveau pédagogique, 1973 (volume 5).

02. *Les chemins de la science*, Verne N. Rockcastle et coll., traduction et adaptation sous la direction de Fernand Séguin, Éditions du renouveau pédagogique, 1978 (volume 6).

0.3 *Laidlaw Exploring Science Program*, Milo Blecha et. coll., Doubleday Canada Ltd., 1977 (Red Book, grade 6).

04. *Space, Time, Energy, Matter* (S.T.E.M.), Verne N. Rockcastle et coll., Addison Wesley, 1977 (grade 5).

1er cycle du secondaire

Biologie

11. *Biological Sciences: An Introductory Study*, William Andrews et coll., Prentice-Hall, 1980.

12. *Biologie humaine*, Désiré et coll., Centre Éducatif et Culturel, 1968.

13. *Les êtres et leur milieu*, M. Poirier et coll., Brault et Bouthillier, 1970.

14. *Focus on Life Science*, C.H. Heimler et J.O. Lockard, Charles Merrill, 1977.

15. *Focus on Science: Exploring the Natural World*, Gough et Flanagan, D.C. Heath, 1980.

16. *Introduction à la biologie: perspective écologique*, Paul Thibeault et R. D'Aoust, Hurtubise HMH, 1971.

17. *Life Science: A Problem Solving Approach*, Carter et coll., Ginn, 1974.

Sciences physiques

21. *Exploring Matter and Energy*, Milo K. Blecha et coll., Doubleday Canada Ltd., 1978.

22. *Initiation aux sciences physiques*, U. Haber-Schaim et coll., traduction et adaptation sous la direction de J.M. Chevrier, Institut de recherches psychologiques, 1969.

23. *Physical Science: An Introductory Study*, William Andrews et coll., Prentice-Hall, 1978.

24. *Science physiques: Matière, énergie, intéractions*, R.R. McNaughton et R.W. Heath, traduit et adapté par J. Bergeron et M. Mercure, Centre Éducatif et Culturel, 1978.

Tableau VII.4 - Manuels analysés (suite)

Sciences générales

31. *Developing Science Concepts in the Laboratory*, Schmid et Murphy, Prentice-Hall, 1979.

32. *Introducing Science Concepts in the Laboratory*, Schmid et Murphy, Prentice-Hall, 1977.

33. *Scienceways*, (Blue Level), John McBean et coll., Copp Clark Pittman, 1979.

2e cycle du secondaire

Biologie

41. *Biological Science: An Ecological Approach* (B.S.C.S. Green), Biological Sciences Curriculum Study, Rand McNally, 1978.

42. *Biology*, Kimball, Addison-Wesley, 1978.

43. *Modern Biology*, J.J. Otto et Albert Towle, Holt, Rinehard and Winston, 1969.

44. *Understanding Living Things*, Reimer et Wilson, D.C. Heath, 1977.

Chimie

51. *ALCHEM*, Frank Jenkins et coll., J.M. LeBel, 1978.

51a. *ALCHEM Elective:* Ethylene and Its Derivatives, Frank Jenkins et coll., J.M. Le Bel, 1979.

51b. *ALCHEM:* Solar Energy, Solar Education for the 80's, Frank Jenkins et coll., J.M. Le Bel, 1980.

52. *Chemistry Today*, R.L. Whitman et E.E. Zinck, Prentice-Hall, 1976.

53. *Chemistry: Experimental Foundations*, Robert W. Parry et coll., Prentice-Hall, 1975.

54. *Chemistry: Experiments and Principles*, O'Connor et coll., D.C. Heath, 1977.

55. *Éléments de chimie expérimentale:* René Lahaie et coll., Holt, Rinehard et Winston Ltée, 1976.

56. *Keys to Chemistry*, E. Ledbetter et S. Young, Addison Wesley, 1977.

Physique

61. *Fundamental of Physics*, R.W. Heath et coll., D.C. Heath, 1979.

62. *Matter and Energy*, J.H. MacLachlen et coll., Clarke, Irwin, 1977.

63. *Physics (PSSC)*, U. Haber-Schaim et coll., D.C. Heath, 1965.

64. *Les sciences par objectifs de comportement: physique*, le groupe SO_2, Édition du Renouveau Pédagogique, 1974.

sait, et de loin, les possibilités d'un seul individu. C'est pourquoi le Conseil a mis sur pied une équipe de 18 spécialistes de l'enseignement des sciences qui, après un stage de formation intensive, ont examiné ces manuels d'avril à juin 1982. Le présent chapitre propose une synthèse des résultats. Comme il s'agit d'une analyse descriptive, le lecteur ne trouvera pas de jugement normatif de la part du groupe de recherches mais plutôt une série de questions soulevées par les données et qui pourront être débattues pendant les conférences délibératives.

VIII. Analyse descriptive : résultats

Cette partie présente la synthèse des résultats de l'analyse descriptive des manuels. Cette description donne une idée générale de certaines caractéristiques des manuels utilisés dans les écoles canadiennes, aux trois niveaux d'enseignement considérés par l'étude. Il ne s'agit donc pas d'une analyse comparative, et les commentaires et questions ne portent à peu près pas sur des manuels particuliers, mais plutôt sur un ensemble d'ouvrages composé de manuels parmi les plus utilisés dans les classes de sciences.

Afin de livrer au lecteur la « matière première » sur laquelle se fondent nos commentaires, nous avons choisi de disposer les données de l'analyse sous forme de tableaux. Tout en facilitant la lecture de ces données, la mise en tableaux permet aussi de dégager rapidement certaines tendances. Chaque section de l'analyse sera accompagnée de questions à débattre dans le cadre des délibérations.

Rappelons que le tableau VII.4 (voir p. 97) regroupe les titres des manuels analysés. Pour faciliter la lecture des tableaux, chaque titre sera remplacé par le code apparaissant à sa gauche. Ce code sera aussi utilisé pour faire référence à un manuel particulier dans les commentaires et questions.

Objectifs explicites des manuels de sciences

Les auteurs expriment leurs intentions de façons variées. Ces intentions visent parfois l'étudiant, parfois le professeur; certaines sont rédigées selon les normes d'élaboration d'objectifs de comportement, d'autres le sont de façon très vague; enfin, quelques auteurs choisissent de les communiquer aux élèves, alors que d'autres ne les soumettent qu'aux professeurs. Afin de rendre compte succinctement de cette diversité, nous avons adopté les symboles suivants :

X : les auteurs proposent un ou plusieurs objectifs généraux dans la catégorie considérée;

0 : les auteurs proposent un ou plusieurs objectifs spécifiques (généralement sous forme d'objectif de comportement) dans la catégorie considérée sans proposer d'objectif général correspondant;

? : les auteurs proposent une intention partielle, limitée ou floue dans la catégorie considérée.

Enfin, les catégories d'objectifs retenues correspondent à celles utilisées ailleurs dans l'étude. Le lecteur est prié de se référer au chapitre V pour plus de détails. Le tableau VIII.1 montre la présence d'objectifs explicités par les auteurs de manuels de sciences selon les manuels et la catégorie d'objectifs.

Comme on le constate, la presque totalité des manuels contiennent des objectifs reliés à l'acquisition d'un contenu scientifique et d'une démarche scientifique. Cela ne constitue une surprise en aucune façon. Pour ces deux catégories au moins, il y a identité d'intentions entre les ministères de l'Éducation et les auteurs de manuels. Les intention de la troisième catégorie, les « implications sociales de l'activité scientifique et technique », apparaissent dans 28 des 34 manuels de notre échantillon. L'analyse des directives ministérielles souligne la présence d'objectifs concernant les aspects de l'interaction science, technologie et société dans toutes celles destinées au premier cycle du secondaire. Ici, 12 des 14 manuels de l'échantillon destinés au même niveau comportent des objectifs explicites concernant ces mêmes aspects. Il est à noter que les deux manuels dénués d'intentions appartenant à la troisième catégorie (n°s 17 et 22) adoptent une ligne de force axée sur la découverte active des concepts scientifiques et que, tout comme les autres manuels de cette catégorie, leur contexte présente très peu ou pas du tout de messages portant sur autre chose que la nature de l'activité scientifique.

Le nombre d'intentions appartenant à la quatrième catégorie, la « nature de la science et l'histoire des sciences et de la technologie », est aussi élevé, quoique certaines de ces intentions n'aient pas paru très claires à certains analystes. Les objectifs qui concernent seulement l'histoire des sciences sont en très petit nombre mais, comme nous le verrons plus tard, cela ne signifie pas que l'histoire des sciences soit passée sous silence lorsqu'il n'existe pas d'intention explicite à son propos.

Selon leurs auteurs, les manuels de sciences doivent contribuer à la croissance personnelle des élèves. Les intentions des premiers sont très variées et vont du développement d'attitudes et de comportements démocratiques (n° 61) au développement chez les élèves d'un scepticisme sain qui tienne compte des opinions des autres et leur fasse garder confiance dans leurs opinions propres (n° 02) en passant par l'acquisition de l'indépendance et de la confiance en soi (n° 56). Ces quelques exemples illustrent l'ambition et l'optimisme dont font preuve certains auteurs dans ce domaine.

Moins de la moitié des titres proposent des objectifs concernant les attitudes reliées à la science. Ces objectifs portent généralement sur certaines caractéristiques qu'on aimerait voir apparaître chez l'élève : intérêt

Tableau VIII.1a – Objectifs des manuels de sciences : présence selon les catégories. Primaire (00), 1er cycle du secondaire : biologie (10), sciences physiques (20) et sciences générales (30)

Code du manuel	01	02	03	04	11	12	13	14	15	16	17	21	22	23	24	31	32	33
Contenu scientifique	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Démarche scientifique et habiletés reliées	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Implications sociales de l'activité scientifique et technique	0	x	x	0	x	0	x	x	x	x		x		x	x	x	x	x
Nature de la science; histoire des sciences et des techniques	x	x		x	?	0		x	x		?	x	x	?		x	x	
Croissance personnelle	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x		x		x	x	x	x
Attitudes reliées à la science			x		x					x		x		x	x		?	x
Sciences appliquées et technologie	0	0		0				?	x			x		0				0
Orientation professionnelle			x	x			x	x	?			x						

Tableau VIII.1b – Objectifs des manuels de sciences : présence selon les catégories. 2e cycle du secondaire : biologie (40), chimie (50) et physique (60)

Code du manuel	41	42	43	44	51	51a	51b	52	53	54	55	56	61	62	63	64
Contenu scientifique	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0
Démarche scientifique et habiletés reliées	x	x		x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	0
Implications sociales de l'activité scientifique et technique	x		x	0		x	x	x	x	x	x	x	x		x	
Nature de la science; histoire des sciences et des techniques	x	x		x			?	x	x	x	x	x	x	x	x	0
Croissance personnelle	x	x		x			x		x	x	x	x	x	x	x	
Attitudes reliées à la science									x	x		x	x	x	?	
Sciences appliquées et technologie				0	x	x	x	0	?	x	0	x	x	0	?	0
Orientation professionnelle	x											?	x		?	

pour la science, joie, stimulation, etc. Toutefois, dans certains manuels, la formulation des objectifs appartenant à cette catégorie nous a laissés perplexes. Comme nous n'aurons pas l'occasion d'y revenir plus loin, nous en rendons compte ici. Il s'agit, par exemple, des objectifs suivants :

- fournir une base pour le développement de valeurs et d'attitudes positives vis-à-vis de la science dans la vie quotidienne (n° 03);
- développer une attitude positive envers la science et un vif intérêt pour ses aspects variés (n° 21).

La perplexité que nous évoquions naît de cette impression de conditionnement qui se dégage de la formulation de tels objectifs. Même si les auteurs du second exemple illustrent leurs propos par des suggestions telles que participer à un club de jeunes scientifiques ou à des expositions scientifiques, la notion d'attitude positive vis-à-vis de la science est loin d'être claire; tout comme la façon de la mesurer, d'ailleurs.

L'étude des sciences appliquées et de la technologie ne constitue pas une priorité, en général, pour les auteurs de manuels de sciences. Si la plupart des manuels de physique et de chimie mentionnent ici et là des applications des sciences, seuls quelques-uns font des sciences appliquées et de la technologie un sujet d'étude suffisamment important pour qu'il justifie la formulation d'une intention à son sujet. En fait, un seul titre dans notre échantillon, *ALCHEM* (n° 51), souligne explicitement l'importance croissante à accorder aux sciences appliquées. Les deux fascicules facultatifs du programme *ALCHEM* que nous avons examinés portent essentiellement sur les sciences appliquées : l'éthylène et ses dérivés (n° 51a) et l'énergie solaire (n° 51b). Il est à noter que le sens dominant dans la formulation des objectifs de cette catégorie va de la science pure vers son application et à peu près jamais de l'objet technique vers sa rationalisation. Nous aurons l'occasion d'y revenir.

Selon les auteurs de manuels de sciences, l'invitation à poursuivre des carrières scientifiques ne représente pas un objectif important. Seuls quelques titres annoncent une intention précise et nous verrons plus loin comment cette intention se traduit concrètement.

À première vue, donc, la distribution des objectifs mis de l'avant par les auteurs de manuels de sciences présente des caractéristiques de diversité et d'ambition comparables à celles des objectifs que l'on retrouve dans les directives ministérielles. En ce sens, les questions que nous nous posions à la conclusion de l'analyse des directives officielles gardent leur pertinence ici. Toutefois, l'examen des manuels permet de mieux situer les priorités des auteurs. Il suffit de regarder attentivement les listes d'objectifs de comportement dont le foisonnement, depuis le début des années 70, est tout simplement renversant, et de comparer le nombre d'objectifs concernant l'acquisition d'un contenu et d'une méthode scientifique au nombre d'objectifs des autres catégories. Le tableau VIII.2 montre les résultats d'une telle comparaison.

Ces données ne donnent encore qu'une information partielle. Comme on le constate en regardant le nombre total d'objectifs, certains auteurs semblent plus spécifiques que d'autres. De plus, les informations et acti-

Tableau VIII.2 - Exemples d'importance relative accordée à deux catégories d'objectifs

Code du manuel	02	21	44	55	61
Nombre d'objectifs de comportement concernant l'acquisition d'un contenu et d'une méthode scientifique	167	97	95	419	29
Nombre d'objectifs concernant les implications sociales de l'activité scientifique et technique	5	31	5	15	4

vités destinées à concrétiser les objectifs concernant les implications sociales de l'activité scientifique et technique sont, dans au moins 3 des 5 manuels pris comme exemples, situées dans les tout derniers chapitres du manuel. L'expérience nous a appris qu'ils étaient généralement moins systématiquement étudiés que les tout premiers.

En conclusion, cet examen des intentions explicites des manuels de sciences, s'il permet de mettre en relief rapidement leurs priorités, ne constitue qu'une information partielle que le reste du chapitre verra à compléter. Nous avons constaté que ces intentions sont exprimées de façons très variées et que l'atomisation des intentions en objectifs de comportement fort spécifiques constitue toujours une tendance forte. Si les objectifs concernant le contenu et la méthode scientifiques semblent se prêter à une telle atomisation, on peut se demander si ceux concernant d'autres catégories, tel le développement d'attitudes ou de valeurs, s'y prêtent aussi bien et ce qu'il convient de faire à leur sujet.

Ensuite, les intentions des manuels sont communiquées parfois aux professeurs, parfois aux élèves, parfois aux deux sans qu'une telle différence dans le choix du destinataire soit expliquée. Nul doute que les élèves, mais surtout leurs parents, apprécieraient de connaître la nature et l'étendue des apprentissages que l'utilisation d'un manuel particulier est censée provoquer.

Enfin, et comme pour l'analyse des directives officielles, les questions soulevées par les exposés à débattre n'apparaissent pas parmi les priorités des auteurs de manuels de sciences. Une exception, toutefois : les auteurs du programme *ALCHEM* soulignent que celui-ci obéit aux recommandations du rapport Symons concernant la présence d'un contexte canadien dans les manuels de sciences. Quant à la perspective de l'ingénieur mise de l'avant par Donald George, elle est, à toutes fins pratiques, absente des manuels. Le manuel n° 21 consacre quelques pages à l'art de l'ingénieur. Mais c'est pour commencer par cette définition :

> « Le génie consiste à transformer les découvertes scientifiques en technologie ou, en d'autres termes, à mettre la science au service de la fabrication de nouveaux objets ou de la création de nouveaux services[1]. »

Comme on le voit, l'ingénieur est asservi au savant et cette perspective est largement partagée par les auteurs des manuels que nous avons examinés. Notons toutefois que la perspective de l'ingénieur est illustrée dans les fascicules de la série *ALCHEM* et ce, de façon délibérée.

Bien que les besoins particuliers des filles en matière de formation scientifique ne fassent guère l'objet d'intentions explicites, le contenu des manuels a lentement mais sérieusement évolué vers l'élimination des stéréotypes sexistes les plus grossiers. Cette tendance s'accorde avec les directives ministérielles comme avec les propres directives des éditeurs[2,3]. De façon générale, les illustrations sont modifiées pour permettre à plus de filles ou de femmes d'être représentées, et, si possible, dans des rôles non stéréotypés; aussi, certains passages sont modifiés pour tenir compte des filles. En témoigne ce changement dans la rédaction des exercices de fin de chapitre du manuel de physique *PSSC* : alors que dans l'édition originale seulement les garçons sautaient, tournaient et se déplaçaient dans des chariots pour illustrer les lois de la dynamique, la dernière édition de la version anglaise permet aux filles de faire la même chose[4]. Un manuel de sciences physiques (n° 21) présente des carrières scientifiques de façon détaillée. Il est à noter que dans ce manuel qui, dans l'ensemble, présente des illustrations montrant des garçons et des filles en nombre à peu près égal, les illustrations relatives aux carrières scientifiques font voir une très grande majorité d'hommes. D'un côté, cela représente un phénomène réel : la sous-représentation des femmes dans l'activité scientifique et technique; de l'autre, on peut s'interroger sur la teneur du message implicite véhiculé par ces illustrations.

Ici se termine l'examen des intentions explicites des auteurs de manuels de sciences. Comme nous le disions plus haut, ce tableau a besoin d'être complété par une description des moyens que ces auteurs fournissent pour atteindre certains de ces objectifs; c'est l'objet de la suite du présent exposé.

Habiletés scientifiques au laboratoire

Le manuel de laboratoire, ou la section du manuel qui contient les instructions pour le travail de laboratoire, joue un rôle important dans la réalisation des objectifs de la catégorie concernant l'acquisition d'une méthode scientifique et des habiletés reliées. C'est en effet au laboratoire que l'élève peut acquérir ces habiletés, ce savoir-faire scientifique, en agissant directement sur la matière. Il nous a paru que l'examen du type de tâches exigées de l'élève au laboratoire nous permettrait de découvrir quelle sorte d'habiletés celui-ci pourrait acquérir et donc de voir dans quelle mesure le manuel aidait à atteindre les objectifs appartenant à la catégorie mentionnée plus haut.

Pour arriver à nos fins, nous avons utilisé un instrument mis au point par M. Fuhrman et coll.[5], après avoir consulté un certain nombre d'articles à ce sujet[6,7,8]. Contrairement aux concepteurs de cet instrument, qui ont analysé systématiquement toutes les expériences proposées dans un manuel, nous n'avons analysé que le nombre d'expériences effectivement faites dans le cours d'une année scolaire. Souvent, ce dernier nombre est beaucoup plus petit que le premier; il est toutefois plus réaliste. Afin de construire un échantillon d'expériences adéquat, chaque analyste a pris contact avec un professeur utilisant le manuel examiné. Dans certains cas,

les analystes ont obtenu le nombre et le titre des expériences effectuées; dans d'autres, ils n'en ont obtenu que le nombre et ont alors dû exercer leur jugement pour construire l'échantillon. Nous nous sommes rendu compte que deux professeurs utilisant le même manuel ne proposaient pas nécessairement la même série d'expériences à leurs élèves. Si toutes les expériences requièrent des tâches similaires, on peut considérer que les conditions d'apparition des mêmes habiletés sont réunies. Dans le cas contraire, des habiletés différentes en nature ou en degré peuvent apparaître. À cause de ces difficultés, nos résultats ne peuvent indiquer, au mieux, que des tendances. Comme le lecteur s'en rendra compte, ces tendances sont quand même intéressantes.

Les tableaux VIII.3a-e présentent les résultats de notre analyse d'expériences tirées de manuels. Comme auparavant, chaque manuel est identifié par un code (voir tableau VII.4). Les nombres apparaissant dans le tableau représentent le pourcentage d'expériences où la tâche considérée est demandée au moins une fois à l'élève.

Tableau VIII.3a – Structure et analyse des travaux de laboratoire. Primaire (00) – Pourcentages

Code du manuel	01	02	03	04
Nombre d'expériences analysées	49	50	38	49
Structure				
a-1 expérience dirigée (en grande partie)	76	88	97	98
a-2 expérience non dirigée (en grande partie)	24	12	3	2
a-3 approche inductive	82	84	87	98
a-4 approche déductive	18	26	13	2
Mode coopératif				
b-1 les étudiants exécutent la même tâche et mettent en commun les résultats de leurs travaux	18	6	0	12
b-2 les étudiants exécutent une tâche différente et mettent en commun les résultats de leurs travaux	10	4	0	0
b-3 discussion consécutive à l'expérience faite au laboratoire	0	14	0	4
Catégories de tâches				
1-0 Organisation et conception				
1-1 formule une question ou définit un problème à résoudre	0	0	0	0
1-2 prédit les résultats de l'expérience	22	2	13	14
1-3 formule une hypothèse qui sera vérifiée au cours de l'expérience	4	18	0	0
1-4 conçoit l'observation ou le procédé de mesure	10	6	0	2
1-5 conçoit l'expérience	2	12	0	0
2-0 Exécution				
2-1a observe qualitativement	90	86	90	84
2-1b observe quantitativement; mesure	34	40	24	18
2-2 utilise des appareils; exploite une technique	63	66	13	47

Tableau VIII.3a - Structure et analyse des travaux de laboratoire. Primaire (00)- Pourcentages (suite)

Code du manuel		01	02	03	04
Nombre d'expériences analysées		49	50	38	49
2-3	compile les résultats, décrit l'observation	33	12	26	22
2-4	effectue des calculs numériques	4	14	5	4
2-5	interprète, explique ou prend une décision au sujet d'une technique expérimentale	14	18	3	2
2-6	travaille à partir de sa propre conception	2	12	0	0
3-0	*Analyse et interprétation*				
3-1a	transpose les résultats selon une forme conventionnelle (autre que graphique)	4	2	13	6
3-1b	met les données en graphiques	2	2	0	0
3-2a	établit des relations qualitatives	82	38	61	74
3-2b	établit des relations quantitatives	21	22	18	18
3-3	détermine la précision des données expérimentales	0	4	0	0
3-4	définit les variables, les limites et (ou) les hypothèses qui sous-tendent l'expérience, ou en discute	4	24	0	0
3-5	formule ou propose une généralisation ou un modèle	8	12	16	4
3-6	explique une relation	25	16	50	29
3-7	formule de nouvelles questions ou définit un problème en se basant sur les résultats de l'expérience	0	0	0	0
4-0	*Application*				
4-1	formule des prédictions à partir des résultats de la recherche	8	12	26	27
4-2	formule une hypothèse en se basant sur les résultats de l'expérience	2	34	8	0
4-3	applique la technique expérimentale à un nouveau problème ou à une nouvelle variable	0	18	3	0

Tableau VIII.3b - Structure et analyse des travaux de laboratoire. 1er cycle du secondaire : biologie (10) - Pourcentages

Code du manuel		11	12	13	14	15	16	17
Nombre d'expériences analysées		20	18	49	107	18	19	20
Structure								
a-1	expérience dirigée	100	83	100	94	78	79	100
a-2	expérience non dirigée	0	17	0	6	22	21	0
a-3	approche inductive	30	0	57	95	39	21	100
a-4	approche déductive	50	100	61	5	11	79	0
Mode coopératif								
b-1	les étudiants exécutent la même tâche et mettent en commun les résultats de leurs travaux	0	0	0	18	6	0	0
b-2	les étudiants exécutent une tâche différente et mettent en commun les résultats de leurs travaux	0	0	4	0	0	0	0
b-3	discussion consécutive à l'expérience faite au laboratoire	0	0	4	2	0	0	100

Tableau VIII.3b - Structure et analyse des travaux de laboratoire. 1er cycle du secondaire : biologie (10) - Pourcentages (suite)

Code du manuel	11	12	13	14	15	16	17
Nombre d'expériences analysées	20	18	49	107	18	19	20
Catégories de tâches							
1-0 Organisation et conception							
1-1 formule une question ou définit un problème à résoudre	0	0	0	0	0	0	20
1-2 prédit les résultats de l'expérience	5	0	2	0	0	0	5
1-3 formule une hypothèse qui sera vérifiée au cours de l'expérience	0	0	6	0	0	11	5
1-4 conçoit l'observation ou le procédé de mesure	0	0	2	0	6	0	5
1-5 conçoit l'expérience	0	0	0	0	0	0	15
2-0 Exécution							
2-1a observe qualitativement	75	83	80	73	100	90	75
2-1b observe quantitativement; mesure	35	0	51	26	28	47	30
2-2 utilise des appareils; exploite une technique	80	33	84	47	83	32	85
2-3 compile les résultats, décrit l'observation	85	67	67	26	83	11	75
2-4 effectue des calculs numériques	30	0	22	10	0	5	30
2-5 interprète, explique ou prend une décision au sujet d'une technique expérimentale	10	0	12	36	33	5	30
2-6 travaille à partir de sa propre conception	5	0	2	0	6	0	20
3-0 Analyse et interprétation							
3-1a transpose les résultats selon une forme conventionnelle (autre que graphique)	65	44	33	15	61	42	0
3-1b met les données en graphiques	5	0	8	2	0	5	10
3-2a établit des relations qualitatives	50	44	16	29	44	53	40
3-2b établit des relations quantitatives	25	0	14	11	0	26	30
3-3 détermine la précision des données expérimentales	0	0	0	0	0	0	0
3-4 définit les variables, les limites et (ou) les hypothèses qui sous-tendent l'expérience, ou en discute	5	0	2	3	0	5	5
3-5 formule ou propose une généralisation ou un modèle	10	0	0	29	17	0	10
3-6 explique une relation	50	22	2	37	33	5	20
3-7 formule de nouvelles questions ou définit un problème en se basant sur les résultats de l'expérience	0	0	0	0	0	0	0
4-0 Application							
4-1 formule des prédictions à partir des résultats de la recherche	40	0	0	7	33	0	20
4-2 formule une hypothèse en se basant sur les résultats de l'expérience	15	0	4	36	50	0	25
4-3 applique la technique expérimentale dans le cas d'un nouveau problème ou d'une nouvelle variable	15	0	10	1	6	0	10

Tableau VIII.3c - Structure et analyse des travaux de laboratoire. 1er cycle du secondaire : sciences physiques (20) et sciences générales (30) - Pourcentages

Code du manuel	21	22	23	24	31	32	33
Nombre d'expériences analysées	24	43	24	22	58	33	18
Structure							
a-1 expérience dirigée	100	86	100	0	100	100	72
a-2 expérience non dirigée	0	14	0	0	0	0	28
a-3 approche inductive	25	70	42	95	98	0	39
a-4 approche déductive	75	30	42	0	2	100	17
Mode coopératif							
b-1 les étudiants exécutent la même tâche et mettent en commun les résultats de leurs travaux	0	16	17	0	16	6	0
b-2 les étudiants exécutent une tâche différente et mettent en commun les résultats de leurs travaux	0	2	0	0	0	3	0
b-3 discussion consécutive à l'expérience faite au laboratoire	8	2	38	0	0	0	0
Catégories de tâches							
1-0 Organisation et conception							
1-1 formule une question ou définit un problème à résoudre	0	0	0	0	0	0	39
1-2 prédit les résultats de l'expérience	0	21	13	0	5	12	6
1-3 formule une hypothèse qui sera vérifiée au cours de l'expérience	0	7	4	5	0	0	6
1-4 conçoit l'observation ou le procédé de mesure	0	5	13	0	0	3	17
1-5 conçoit l'expérience	4	0	0	0	0	0	6
2-0 Exécution							
2-1a observe qualitativement	92	67	42	100	85	91	56
2-1b observe quantitativement; mesure	4	72	58	64	52	49	56
2-2 utilise des appareils; exploite une technique	46	91	79	27	85	88	95
2-3 compile les résultats, décrit l'observation	21	40	92	100	98	91	89
2-4 effectue des calculs numériques	4	42	38	50	36	6	17
2-5 interprète, explique ou prend une décision au sujet d'une technique expérimentale	0	26	13	5	85	9	17
2-6 travaille à partir de sa propre conception	0	2	4	0	0	0	11
3-0 Analyse et interprétation							
3-1a transpose les résultats selon une forme conventionnelle (autre que graphique)	17	2	17	5	31	6	72
3-1b met les données en graphiques	4	7	29	18	5	6	11
3-2a établit des relations qualitatives	42	54	25	100	74	79	11
3-2b établit des relations quantitatives	4	56	21	68	48	36	39
3-3 détermine la précision des données expérimentales	0	7	0	5	0	0	0
3-4 définit les variables, les limites et (ou) les hypothèses qui sous-tendent l'expérience, ou en discute	0	9	8	50	0	3	44
3-5 formule ou propose une généralisation ou un modèle	4	14	8	27	93	9	17
3-6 explique une relation	25	21	29	36	40	52	6

Tableau VIII.3c - Structure et analyse des travaux de laboratoire. 1er cycle du secondaire : sciences physiques (20) et sciences générales (30) - Pourcentages (suite)

Code du manuel	21	22	23	24	31	32	33
Nombre d'expériences analysées	24	43	24	22	58	33	18
3-7 formule de nouvelles questions ou définit un problème en se basant sur les résultats de l'expérience	0	2	0	36	2	0	0
4-0 Application							
4-1 formule des prédictions à partir des résultats de la recherche	4	5	4	64	95	73	33
4-2 formule une hypothèse en se basant sur les résultats de l'expérience	0	7	4	41	0	3	17
4-3 applique la technique expérimentale dans le cas d'un nouveau problème ou d'une nouvelle variable	0	2	0	9	0	18	6

Tableau VIII.3d - Structure et analyse des travaux de laboratoire. 2e cycle du secondaire : chimie (50) - Pourcentages

Code du manuel	51	52	53	54	55	56
Nombre d'expériences analysées	11	14	19	23	24	31
Structure						
a-1 expérience dirigée	100	100	95	78	96	87
a-2 expérience non dirigée	0	0	5	22	4	16
a-3 approche inductive	9	93	58	83	21	58
a-4 approche déductive	36	7	47	17	91	48
Mode coopératif						
b-1 les étudiants exécutent la même tâche et mettent en commun les résultats de leurs travaux	0	0	11	9	0	0
b-2 les étudiants exécutent une tâche différente et mettent en commun les résultats de leurs travaux	0	7	21	0	0	3
b-3 discussion consécutive à l'expérience faite au laboratoire	9	93	100	57	4	0
Catégories de tâches						
1-0 Organisation et conception						
1-1 formule une question ou définit un problème à résoudre	0	0	0	0	0	0
1-2 prédit les résultats de l'expérience	36	7	5	4	0	3
1-3 formule une hypothèse qui sera vérifiée au cours de l'expérience	0	0	0	4	0	0
1-4 conçoit l'observation ou le procédé de mesure	0	0	0	13	4	13
1-5 conçoit l'expérience	0	0	0	4	0	0
2-0 Exécution						
2-1a observe qualitativement	91	64	79	100	83	84
2-1b observe quantitativement; mesure	55	43	63	57	58	55
2-2 utilise des appareils; exploite une technique	91	86	68	70	79	84
2-3 compile les résultats, décrit l'observation	73	93	90	96	92	100
2-4 effectue des calculs numériques	36	43	42	39	25	19

Tableau VIII.3d - Structure et analyse des travaux de laboratoire. 2e cycle du secondaire : chimie (50) - Pourcentages (suite)

Code du manuel	51	52	53	54	55	56
Nombre d'expériences analysées	11	14	19	23	24	31
2-5 interprète, explique ou prend une décision au sujet d'une technique expérimentale	9	50	21	48	8	16
2-6 travaille à partir de sa propre conception	0	0	0	9	4	16
3-0 Analyse et interprétation						
3-1a transpose les résultats selon une forme conventionnelle (autre que graphique)	36	43	21	22	63	48
3-1b met les données en graphiques	0	14	11	9	13	16
3-2a établit des relations qualitatives	27	21	42	44	58	68
3-2b établit des relations quantitatives	18	50	42	44	58	16
3-3 détermine la précision des données expérimentales	0	29	26	4	0	3
3-4 définit les variables, les limites et (ou) les hypothèses qui sous-tendent l'expérience, ou en discute	0	7	5	17	0	13
3-5 formule ou propose une généralisation ou un modèle	9	21	21	52	25	29
3-6 explique une relation	18	7	53	35	13	29
3-7 formule de nouvelles questions ou définit un problème en se basant sur les résultats de l'expérience	0	21	0	17	0	3
4-0 Application						
4-1 formule des prédictions à partir des résultats de la recherche	18	50	37	44	38	29
4-2 formule une hypothèse en se basant sur les résultats de l'expérience	0	7	26	9	8	26
4-3 applique la technique expérimentale dans le cas d'un nouveau problème ou d'une nouvelle variable	0	14	5	17	0	10

Tableau VIII.3e - Structure et analyse des travaux de laboratoire. 2e cycle du secondaire : biologie (40) et physique (60) - Pourcentages

Code du manuel	41	42	43	44	61	62	63	64
Nombre d'expériences analysées	24	20	67	27	58	60	25	21
Structure								
a-1 expérience dirigée	100	100	98	89	100	100	100	0
a-2 expérience non dirigée	0	0	2	11	0	0	0	0
a-3 approche inductive	96	30	39	78	98	93	0	57
a-4 approche déductive	4	70	61	44	2	15	100	15
Mode coopératif								
b-1 les étudiants exécutent la même tâche et mettent en commun les résultats de leurs travaux	29	10	6	30	2	3	0	0
b-2 les étudiants exécutent une tâche différente et mettent en commun les résultats de leurs travaux	8	0	0	11	0	0	0	5
b-3 discussion consécutive à l'expérience faite au laboratoire	83	0	0	26	0	0	16	0

Tableau VIII.3e - Structure et analyse des travaux de laboratoire. 2e cycle du secondaire : biologie (40) et physique (60) - Pourcentages (suite)

Code du manuel	41	42	43	44	61	62	63	64
Nombre d'expériences analysées	24	20	67	27	58	60	25	21
Catégories de tâches								
1-0 Organisation et conception								
1-1 formule une question ou définit un problème à résoudre	4	0	0	15	0	0	0	0
1-2 prédit les résultats de l'expérience	13	0	0	26	2	0	68	0
1-3 formule une hypothèse qui sera vérifiée au cours de l'expérience	33	0	0	41	0	0	4	0
1-4 conçoit l'observation ou le procédé de mesure	8	0	0	37	0	2	4	0
1-5 conçoit l'expérience	8	0	0	15	0	0	0	5
2-0 Exécution								
2-1a observe qualitativement	75	90	79	85	72	53	16	100
2-1b observe quantitativement; mesure	46	60	21	59	52	65	84	81
2-2 utilise des appareils; exploite une technique	71	85	81	63	100	100	92	100
2-3 compile les résultats, décrit l'observation	79	80	85	74	100	100	96	100
2-4 effectue des calculs numériques	33	30	8	52	48	37	76	76
2-5 interprète, explique ou prend une décision au sujet d'une technique expérimentale	58	10	15	59	5	2	28	38
2-6 travaille à partir de sa propre conception	8	0	3	19	0	0	0	5
3-0 Analyse et interprétation								
3-1a transpose les résultats selon une forme conventionnelle (autre que graphique)	29	60	69	33	27	0	72	62
3-1b met les données en graphiques	25	15	5	16	16	10	36	38
3-2a établit des relations qualitatives	67	75	25	82	55	50	36	100
3-2b établit des relations quantitatives	42	50	22	52	38	50	80	71
3-3 détermine la précision des données expérimentales	0	5	0	15	10	5	12	24
3-4 définit les variables, les limites et (ou) les hypothèses qui sous-tendent l'expérience, ou en discute	58	10	2	59	9	7	24	24
3-5 formule ou propose une généralisation ou un modèle	50	40	12	37	38	52	44	38
3-6 explique une relation	88	45	45	78	17	23	44	62
3-7 formule de nouvelles questions ou définit un problème en se basant sur les résultats de l'expérience	21	5	0	15	0	2	52	0

Tableau VIII.3e - Structure et analyse des travaux de laboratoire. 2e cycle du secondaire : biologie (40) et physique (60) - Pourcentages (suite)

Code du manuel	41	42	43	44	61	62	63	64
Nombre d'expériences analysées	24	20	67	27	58	60	25	21
4-0 Application								
4-1 formule des prédictions à partir des résultats de la recherche	67	30	8	44	24	28	40	14
4-2 formule une hypothèse en se basant sur les résultats de l'expérience	92	0	3	44	7	3	4	19
4-3 applique la technique expérimentale dans le cas d'un nouveau problème ou d'une nouvelle variable	0	0	76	4	3	2	4	0

Les données présentées dans le tableau VIII.3 permettent de tirer deux séries de conclusions. La première porte sur la structure des travaux de laboratoire. En premier lieu, les données montrent que les élèves sont presque toujours solidement encadrés au laboratoire. Au 1er comme au 2e cycle du secondaire, la proportion d'expériences en grande partie non dirigées (ouvertes) ne dépasse qu'une fois sur 28 le quart du nombre total d'expériences. Dix-huit des 28 manuels examinés offrent des expériences dont 95 % et plus sont dirigées. En second lieu, posons-nous une question à propos de l'approche choisie pour les expériences. Les élèves sont-ils encouragés à effectuer des généralisations à partir des données recueillies (approche inductive) ou doivent-ils vérifier les lois apprises en classe auparavant (approche déductive)? Si l'approche inductive est la plus populaire au primaire - et pour des raisons évidentes - il n'en est pas systématiquement ainsi aux niveaux supérieurs. Comme on peut le constater, la plupart des manuels proposent les deux approches mais certains favorisent franchement l'une ou l'autre. En fonction des objectifs choisis pour l'enseignement des sciences, une approche peut donner de meilleurs résultats que l'autre; la question se pose de savoir si le choix des manuels se fait bien en tenant compte de l'approche qu'ils favorisent. Enfin, les élèves ne sont invités que très rarement et très faiblement à coopérer (surtout pour la mise en commun des résultats) lors des travaux de laboratoire, et ceci, quel que soit le niveau.

La deuxième série de conclusions porte sur ce que font réellement les élèves au laboratoire, en supposant que les séances se déroulent selon les directives que l'on retrouve dans les manuels de laboratoire. Il est frappant de constater que parmi les 32 manuels examinés, 28 ne demandent pas une seule fois à l'élève de formuler une question ou de définir un problème à résoudre; on constate aussi que l'élève n'est que rarement invité à concevoir l'observation ou le procédé de mesure, à déterminer la précision de ses résultats, et encore plus rarement à concevoir l'expérience. Seulement trois titres de notre échantillon formulent des exigences à cet égard. Par contre, on demande très souvent aux élèves d'observer, d'utiliser des appareils ou d'exploiter des techniques, d'établir des relations et de

compiler les résultats. Au 2e cycle du secondaire, on leur demande un peu plus souvent d'expliquer des relations et des formules ou de proposer une généralisation ou un modèle, mais rarement dans plus de la moitié des expériences. De plus, si les élèves sont amenés à formuler des prédictions à partir des résultats de la recherche, c'est très rarement dans plus de la moitié du nombre total d'expériences examinées. Enfin, les élèves n'ont à peu près pas l'occasion d'appliquer la technique expérimentale dans le cas d'un nouveau problème ou d'une nouvelle variable.

Ceci dit, nous devons apporter quelques précisions pour mieux faire saisir la portée exacte de ces conclusions. En premier lieu, l'instrument que nous avons utilisé a été appliqué à l'analyse des manuels de laboratoires par 18 personnes différentes. Bien que ces chercheurs aient bénéficié d'une session d'entraînement à l'usage de l'instrument, et qu'ils aient procédé à l'analyse avec tout le soin voulu, il est raisonnable de penser que la fiabilité de cet instrument n'est pas parfaite. Toutefois, les différences d'interprétation de certains énoncés en vue de les classer par catégories restent assez faibles pour garantir des résultats de bonne qualité. Ces différences portaient par exemple sur des énoncés relatifs aux prédictions et aux hypothèses, qu'il n'était pas si facile de classer en toute certitude dans l'une ou l'autre des catégories. D'autre part, nous nous attendions à ce que la façon de rédiger les instructions dans les manuels de laboratoire complique parfois l'analyse. Cette question avait été soulevée par Lunetta et Tamir[9], qui mentionnaient l'ambiguité de la question suivante, tirée du manuel de laboratoire de physique *PSSC*.

« Pourriez vous fabriquer une "lentille" capable de focaliser des billes en mouvement?[10] »

Or, à notre satisfaction, le problème ne s'est à peu près pas posé. En général, les instructions pour les travaux de laboratoire sont clairement rédigées et facilement compréhensibles. Soit dit en passant, les éditions subséquentes du guide de travaux pratiques du programme de physique *PSSC* ont été révisées et l'exemple mentionné plus haut n'y apparaît plus. Cela nous amène à souligner une autre raison d'interpréter les conclusions avec prudence. Les multiples révisions que subissent les manuels de sciences se traduisent parfois par l'abandon de certaines expériences et (ou) par l'ajout de nouvelles. Des tâches d'une haute complexité peuvent remplacer ainsi des tâches d'une faible complexité. Mais le contraire peut aussi bien se produire. Enfin, les diverses façons de choisir un certain nombre d'expériences pour l'année parmi celles proposées par les auteurs déterminent en grande partie la nature, la complexité et la variété des tâches qui seront proposées à l'étudiant. Pour certains manuels, un échantillonnage différent aurait pu donner un portrait plus ou moins flatteur que celui tracé au tableau VIII.3. La latitude qu'ont les professeurs de choisir parmi un grand nombre d'expériences joue un rôle qu'il conviendra d'examiner plus à fond.

En guise de conclusion, voici quelques questions soulevées par les données recueillies sur les guides de laboratoire. Tous les ministères de l'Éducation incluent dans les directives des objectifs concernant l'acqui-

sition d'une méthode scientifique et des habiletés reliées, et cela à tous les niveaux de l'enseignement primaire et secondaire. Dans la conclusion de l'analyse de ces directives, nous avons souligné que toutes les habiletés scientifiques (observer, émettre des hypothèses, vérifier expérimentalement, etc.) apparaissaient régulièrement à tous les niveaux. Or, la plupart des manuels fournissent principalement l'occasion de développer des habiletés assez élémentaires. Faut-il montrer plus de modestie dans la rédaction des directives ou faut-il systématiquement concevoir des travaux de laboratoire développant toutes les habiletés souhaitées, y compris celles de haut niveau? En sélectionnant les manuels, porte-t-on suffisamment d'attention à la variété et à l'adéquation des tâches que l'on requiert des élèves au laboratoire? En planifiant leur enseignement, les professeurs en tiennent-ils compte? Faut-il que les auteurs de manuels proposent un si grand nombre d'expériences aux professeurs sans les informer des conséquences de leur choix?

Considérons maintenant la catégorie d'objectifs concernant la nature de la science. Peut-on considérer qu'en travaillant de façon étroitement encadrée, en suivant les « recettes » de son manuel, en ne mettant pas en commun ses résultats et en ne concevant à peu près rien d'original, l'élève acquière de la science une idée conforme à celle que les directives proposent?

Considérons enfin le thème de l'exposé à débattre de Hugh Munby, *Qu'est ce que la pensée scientifique* : enseigner les sciences pour l'indépendance intellectuelle. Si ce concept devenait un but souhaitable de l'enseignement des sciences, les instructions des guides de travaux pratiques seraient-elles encore adéquates à la lumière des données recueillies?

Toutes ces questions sont soulevées par des données relatives aux manuels de laboratoires. Dans la pratique, toutefois, la situation est plus riche et plus complexe que la simple extrapolation de la rédaction d'une tâche à l'acquisition d'une habileté. En fin de compte, le professeur est celui qui pourra donner un sens plus complet à des travaux de laboratoire. Cela dit, les manuels de laboratoire à leur disposition ne pourront pas tous aider à développer l'ensemble des habiletés scientifiques requises par les directives ministérielles.

Le lecteur aura remarqué que nous nous sommes abstenus de comparer les manuels et d'en recommander un plutôt qu'un autre. Une raison principale nous en empêche. Nous ne pouvons prétendre, selon la méthodologie que nous avons choisie, que toutes les différences observées entre divers manuels soient véritablement significatives. Il était plus important, dans le cadre d'un débat sur l'orientation de l'enseignement des sciences, de dégager des tendances, et cela a été fait. Pour illustrer la difficulté de mettre en relief des différences significatives entre les divers manuels, nous présentons au tableau VIII.4 quelques données recueillies par Tamir, Lunetta et coll. pour trois manuels du 2e cycle du secondaire, accompagnées de nos propres données. Le lecteur pourra constater deux choses : d'une part, le fait de sélectionner une partie seulement des expériences pro-

posées change substantiellement la variété et le niveau des tâches demandées aux élèves et, d'autre part, certaines différences doivent s'expliquer autrement que par l'échantillonnage; en particulier, certains analystes ont tenu compte de consignes se trouvant dans le livre du maître alors que Tamir, Lunetta et coll. s'en sont tenus à ce que l'élève avait sous les yeux.

Tableau VIII.4 - Structure et analyse des travaux de laboratoire : comparaison avec les résultats de P. Tamir et V. Lunetta, 2e cycle du secondaire : physique et chimie - Pourcentages

Code du manuel	PSSC*	63	CHEMS* O'Connor	54	CHEMS* Parry	53
Nombre d'expériences analysées	47	25	46	23	39	19
Structure						
a-3 approche inductive	0	0	95,7	83	0,0	58
a-4 approche déductive	0	100	28,3	17	12,8	47
Mode coopératif						
b-2 les étudiants exécutent une tâche différente et mettent en commun les résultats de leurs travaux	2,1	0	2,2	0	5,1	21
b-3 discussion consécutive à l'expérience faite au laboratoire	0,0	16	0,0	57	2,6	100
Catégories de tâches						
1-0 Organisation et conception						
1-1 formule une question ou définit un problème à résoudre	0,0	0	0,0	0	0,0	0
1-2 prédit les résultats de l'expérience	14,9	68	8,7	4	10,3	5
1-3 formule une hypothèse qui sera vérifiée au cours de l'expérience	0,0	4	0,0	4	0,0	0
1-4 conçoit l'observation ou le procédé de mesure	2,1	4	8,7	13	7,7	0
1-5 conçoit l'expérience	2,1	0	8,7	4	5,1	0
2-0 Exécution						
2-2 utilise des appareils; exploite une technique	97,9	92	95,7	70	97,4	68
2-3 compile les résultats, décrit l'observation	97,9	96	89,1	96	79,5	90
2-6 travaille à partir de sa propre conception	0,0	0	15,2	9	2,6	0
3-0 Analyse et interprétation						
3-1a transpose les résultats selon une forme conventionnelle (autre que graphique)	53,2	72	56,4	22	4,3	21
3-1b met les données en graphiques	34,0	36	13,0	9	15,4	11
3-2a établit des relations qualitatives	93,6	36	71,7	44	84,6	42
3-2b établit des relations quantitatives	74,5	80	50,0	44	35,9	42
3-3 détermine la précision des données expérimentales	23,4	12	11,4	4	20,5	26
3-4 définit les variables, les limites et (ou) les hypothèses qui sous-tendent l'expérience, ou en discute	4,3	24	2,2	17	17,9	5

Tableau VIII.4 - Structure et analyse des travaux de laboratoire : comparaison avec les résultats de P. Tamir et V. Lunetta, 2e cycle du secondaire : physique et chimie - Pourcentages (suite)

Code du manuel	PSSC*	63	CHEMS* O'Connor	54	CHEMS* Parry	53
Nombre d'expériences analysées	47	25	46	23	39	19
3-5 formule ou propose une généralisation ou un modèle	34,0	44	6,5	52	10,3	21
3-6 explique une relation	53,2	44	50,0	35	46,2	53
4-0 Application						
4-1 formule des prédictions à partir des résultats de la recherche	23,4	40	15,2	44	28,2	37
4-2 formule une hypothèse en se basant sur les résultats de l'expérience	23,4	4	6,5	9	12,8	26

* *Source* : P. Tamir et V. Lunetta, "Inquiry Related Tasks in High School Laboratory Handbooks", dans *Science Education*, vol. 65, n° 5, 1981, p. 477-484.

Interaction science, société et technologie

Afin de déterminer quelles ressources les auteurs de manuels de sciences fournissent aux élèves pour que ces derniers atteignent les objectifs concernant l'impact social de l'activité scientifique et technique, nous avons recueilli les messages pertinents et les avons classés en quatre catégories (voir annexe D) que nous appellerons ici la catégorie de l'application du savoir, la catégorie socio-économique, la catégorie politique et la catégorie de la responsabilité scientifique.

Application du savoir

Les messages appartenant à la catégorie de l'application du savoir sont ceux qui invitent les élèves à utiliser leurs connaissances scientifiques et techniques pour des applications utiles à eux-mêmes ou à leur communauté. Le nombre et la distribution de ces messages constituent le tableau VIII.5. Les activités suggérées ont été classées en trois types : action directe, cueillette d'information et réflexion. Elles ont été localisées en trois endroits : l'école, la maison et la communauté.

À la lecture de ce tableau, on peut dégager les observations suivantes. D'abord, les auteurs de manuels de sciences ne demandent pas ou peu d'activités concernant l'application du savoir dans le domaine de l'interaction science, technologie et société. Quand ils en demandent beaucoup (nos 13, 24, 41, 61, par exemple), il s'agit surtout d'activités de réflexion. Le total des invitations à l'action directe (60) représente environ un cinquième du total des activités suggérées et ces invitations sont surtout dirigées vers les élèves du 1er cycle du secondaire. De façon générale, les élèves sont invités à agir plus chez eux et dans leur communauté qu'à l'école et le type d'action demandé est plus individuel que collectif (cette dernière caractéristique n'apparaît pas dans le tableau). On notera aussi que sept des neuf manuels ne comportant aucun message de la catégorie de l'utili-

Tableau VIII.5a - Nombre et types de messages invitant l'élève à l'action dans le cadre de l'interaction science, technologie et société. Primaire (00); 1er cycle du secondaire : biologie (10), sciences physiques (20) et sciences générales (30)

Code du manuel	01/03	02	04	11	12	13	14	15	16	17	21	22	23	24	31	32	33
Action directe																	
maison	0	1	0	4	9	2	0	1	0	1	0	0	0	12	2	0	0
école	0	0	0	2	0	3	0	0	0	1	0	0	0	5	2	1	0
communauté	0	2	0	1	2	0	0	0	0	4	0	0	0	0	1	0	0
Cueillette d'information																	
maison	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2	0	0	4
école	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0
communauté	1	2	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	1	0	3
Réflexion																	
maison	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	8	16	0	0	6
école	0	1	0	1	0	22	0	0	0	1	0	0	1	6	2	0	1
communauté	2	5	0	1	0	0	0	0	2	1	0	0	1	6	2	0	1
Total	3	12	1	12	11	27	0	4	2	9	0	0	14	22	10	3	15

Tableau VIII.5b - Nombre et types de messages invitant l'élève à l'action dans le cadre de l'interaction science, technologie et société. 2e cycle du secondaire : biologie (40), chimie (50) et physique (60)

Code du manuel	41	42	43	44	51	51a	51b	52	53	54	55	56	61	62	63	64
Action directe																
maison	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
école	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
communauté	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Cueillette d'information																
maison	3	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
école	0	0	0	6	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0
communauté	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0
Réflexion																
maison	18	1	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	22	1	0	0
école	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	5	5	0	0	0	0
communauté	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	2	0	0	0	0
Total	22	1	0	18	0	0	2	9	0	0	9	12	25	3	0	1

sation du savoir proposent pourtant un objectif concernant l'interaction science, technologie et société.

Nous n'avons pas essayé de déterminer systématiquement le contenu de chaque message dans cette catégorie. Toutefois, chaque analyste a relevé un ou deux exemples d'activités proposées à l'étudiant. Sur ces 50 exemples, 27 concernaient l'environnement et (ou) l'énergie.

Le tableau VIII.6 présente les données concernant les messages des trois autres catégories. Les messages appartenant à la catégorie socio-économique informent les élèves des conséquences heureuses ou néfastes de l'activité scientifique et technique sur le bien-être de la société, sur les plans national et international. Le nombre et la distribution des messages sont accompagnés des renseignements suivants : le caractère heureux ou néfaste des conséquences (selon les auteurs), la présence ou non d'une discussion et le contexte, national ou international, dans lequel cette conséquence se produit. Ce dernier renseignement est aussi disponible pour les autres catégories de messages. Ensuite, les messages de la catégorie politique portent sur les façons dont une société utilise les connaissances scientifiques et techniques pour résoudre des problèmes nationaux ou internationaux. Le nombre de messages est accompagné du nombre de solutions considérées comme certaines et de celui de solutions considérées comme douteuses. Enfin, les messages de la catégorie de la responsabilité scientifique sont ceux qui portent sur les aspects moral et juridique de l'activité scientifique et technique.

Dans l'ensemble, les messages de la catégorie socio-économique sont les plus abondants (55 % du total), suivis des messages de la catégorie politique (30 %) et des messages relatifs à la responsabilité scientifique (15 %). À quelques exceptions près, cette tendance vaut pour chaque manuel. Trois des 32 manuels de l'échantillon sont totalement dépourvus de tels messages et sept en contiennent cinq ou moins. Dans l'ensemble, les manuels considérés font état d'autant de conséquences heureuses de l'activité scientifique et technique que de conséquences néfastes. Pris individuellement, ils peuvent être regroupés en trois catégories : ceux qui sont optimistes et pour qui les conséquences sont plus souvent heureuses que néfastes (8 sur 32), ceux qui sont pessimistes et pour qui c'est l'inverse (7 sur 32) et les autres qui présentent un choix de conséquences à la fois heureuses et néfastes. Le caractère heureux ou néfaste de ces conséquences fait deux fois sur trois l'objet de discussion et très peu de manuels présentent l'ensemble des conséquences qu'ils ont choisi d'illustrer sans aucune discussion. Lorsqu'on fait appel à la science et à la technologie pour résoudre des problèmes sociaux, les solutions sont certaines deux fois sur trois et incertaines une fois sur trois seulement, selon les données du tableau VIII.6. Lorsque les auteurs introduisent des considérations sur la responsabilité scientifique, ils illustrent plus volontiers l'aspect moral que l'aspect juridique. Toutefois, ils ne le font que rarement. Enfin, le contexte dans lequel les messages sont présentés est généralement international, ou plutôt non spécifiquement canadien. En de rares occasions, le contexte est franchement canadien, mais aussi étatsunien.

Tableau VIII.6a – Nombre de messages des catégories 2 (socio-économique), 3 (politique) et 4 (responsabilité), et quelques-unes de leurs caractéristiques selon les manuels examinés. Primaire (00), 1er cycle du secondaire : biologie (10) et sciences physiques (20)

Code du manuel	01	02	03	04	11	12	13	14	15	16	17	21	22	23	24
Catégorie socio-économique															
Nombre de messages	5	18	9	5	8	2	13	4	15	9	5	2	0	2	13
Conséquences heureuses	1	8	9	2	7	2	8	2	15	7	4	1	0	0	12
Conséquences néfastes[a]	5	10	5	3	1	0	5	2	0	2	1	1	0	2	1
Discussion présente	3	16	9	5	8	2	6	1	7	4	3	2	0	1	3
Discussion absente	2	2	0	0	0	0	7	3	6	5	2	0	0	1	10
Contexte national	0	1	0	0	1	0	0	1[c]	1	2	4	1	0	0	4
Contexte international[b]	3	17	9	5	8	2	13	3	14	8	1	1	0	2	9
Catégorie politique															
Nombre de messages	0	5	6	4	5	0	6	4	17	2	1	3	0	2	1
Solution certaine	0	4	5	4	2	0	4	4	12	2	0	3	0	2	1
Solution douteuse	0	1	3	0	3	0	1	0	5	0	1	0	0	0	0
Contexte national	0	0	0	0	3	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1
Contexte international	0	5	6	4	3	0	6	3	16	1	1	2	0	2	1
Catégorie responsabilité															
Nombre de messages	1	10	1	1	3	1	6	0	1	0	1	0	0	1	1
Type moral	1	5	1	1	3	1	2	0	0	0	1	0	0	1	0
Type légal	0	5	0	0	0	0	4	0	1	0	0	0	0	1	1
Contexte national	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1
Contexte international[b]	1	10	1	1	0	1	5	0	1	0	1	0	0	0	0
Nombre total de messages	6	33	16	10	16	3	25	8	33	11	7	5	0	5	15

[a] Une conséquence peut être considérée comme heureuse et néfaste à la fois. Elle est dénombrée dans les 2 catégories.
[b] Le contexte peut occasionnellement présenter les 2 caractéristiques et est alors dénombré 2 fois.
[c] Afrique

Tableau VIII.6b - 1er cycle du secondaire : sciences générales (30); 2e cycle du secondaire : biologie (40), chimie (50), physique (60)

Code du manuel	31	32	33	41	42	43	44	51	52	53	54	55	56	61	62	63	64
Catégorie socio-économique																	
Nombre de messages	8	4	11	23	17	3	1	3	10	4	2	27	6	5	2	0	0
Conséquences heureuses	8	4	3	11	16	0	0	2	3	0	0	1	1	1	1	0	0
Conséquences néfastes[a]	1	0	7	12	6	3	1	1	7	4	2	26	5	4	1	0	0
Discussion présente	8	1	5	17	15	0	0	0	10	1	2	21	1	4	1	0	0
Discussion absente	0	3	5	6	2	3	1	3	0	3	0	6	5	1	1	0	0
Contexte national	2	1	10	12	9	3[c]	1	2	0	1[c]	0	3	1[c]	1	1	0	0
Contexte international[b]	8	3	1	10	8	0	0	2	10	3	2	24	5	4	1	0	0
Catégorie politique																	
Nombre de messages	1	3	11	8	6	2	1	0	3	8	3	8	4	9	4	0	0
Solution certaine	1	3	7	8	3	1	1	0	2	5	0	6	4	9	3	0	0
Solution douteuse	0	0	4	0	3	1	0	0	1	4	3	2	0	0	1	0	0
Contexte national	1	0	9	4	0	1[c]	1	0	1	1[c]	0	0	0	1	0	0	0
Contexte international[b]	0	3	2	4	6	1	1	0	2	7	3	8	4	8	4	0	0
Catégorie responsabilité																	
Nombre de messages	1	0	4	8	6	0	1	0	2	2	0	11	0	2	1	0	0
Type moral	1	0	3	8	6	0	0	0	2	2	0	6	0	1	1	0	0
Type légal	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	5	0	1	0	0	0
Contexte national	1	0	4	4	2	0	1	0	1	0	0	2	0	1	0	0	0
Contexte international	1	0	0	4	5	0	0	0	1	2	0	9	0	1	1	0	0
Nombre total de messages	10	7	26	39	29	5	3	3	15	14	5	46	10	16	7	0	0

[a] Une conséquence peut être considérée comme heureuse et néfaste à la fois. Elle est dénombrée dans les 2 catégories.
[b] Le contexte peut occasionnellement présenter les 2 caractéristiques et est alors dénombré 2 fois.
[c] États-Unis

Les considérations sur le nombre de messages n'apportent que des renseignements partiels. Il se peut en effet que peu de messages très pertinents (selon les directives officielles) aient plus d'efficacité que beaucoup de messages de moindre intérêt. Notre propos ici n'est pas de discuter de la pertinence ou de la qualité des messages, même si nous reconnaissons que cette discussion est indispensable. Toutefois, il nous a paru utile, sinon de porter un jugement sur la pertinence des messages, du moins de déterminer la nature des questions qu'ils soulèvent. C'est l'objet de ce qui suit.

Catégorie socio-économique

Quelque 230 messages de la 2e catégorie extraits des 32 manuels et 2 fascicules examinés, et exprimant les conséquences heureuses ou néfastes de l'activité scientifique et technique sur la société, peuvent être classés en cinq grands groupes d'importance inégale. Chaque groupe sera représenté par un message résumant les caractéristiques des membres et sera accompagné du nombre de messages le composant.

Groupe A : « La croissance ou le progrès engendré par l'activité scientifique et technique crée de la pollution, des maladies, et perturbe l'écosystème. » Ce groupe renferme 98 messages, soit un peu moins de la moitié des messages. On y retrouve à peu près tout ce qui a fait la manchette ces quinze dernières années : pollution de l'eau, de l'air et de la terre, empoisonnement par les métaux lourds, problèmes causés par le DDT ou les engrais chimiques, destruction de l'environnement par l'activité minière, la construction de barrages, l'agriculture intensive et l'urbanisation, etc.

Groupe B : « L'activité scientifique et technique a créé des médicaments et des techniques destinés à améliorer la santé de la population et à combattre la malnutrition. » Ce groupe, deuxième en importance, renferme 55 messages qui proviennent surtout des manuels de biologie. Les conséquences largement bénéfiques qui y sont décrites vont de la pasteurisation au génie génétique en passant par l'utilisation des rayons X et la synthèse de nouveaux aliments.

Groupe C : « L'activité scientifique et technique a créé des machines ou des procédés destinés à faciliter le travail ou à augmenter le bien-être de la population. » Ce groupe réunit 27 messages, soit un peu plus de 10 % du total. On y évoque l'amélioration des conditions de vie apportée par l'électricité, par les dispositifs anti-pollution et par le développement des transports. L'effet bénéfique de l'exploration spatiale bénéficie d'un seul message, tout comme celui de l'introduction de l'informatique. Le bien-être engendré par les télécommunications fait l'objet de deux messages seulement.

Groupe D : « L'activité scientifique et technique a permis de créer de nouveaux matériaux utiles et de nouvelles sources d'énergie. » Dans ce groupe, 23 messages font état de matières synthétiques abondantes et bon marché

permettant de répondre aux besoins de la population. L'élève prend connaissance aussi de l'utilité de l'énergie nucléaire et de l'énergie solaire.

Groupe E : « La croissance ou le progrès engendrés par l'activité scientifique et technique entraînent le gaspillage de l'énergie et des ressources, et le problème de la gestion des déchets. » Ce groupe renferme 20 messages.

Groupe F : Ce dernier groupe renferme sept messages pouvant se résumer ainsi : « l'activité scientifique et technique, par ses effets sur la société, incite la population à ménager les ressources et l'énergie et à agir contre la pollution. »

Nous nous limiterons ici à quelques commentaires sur les résultats de cette analyse. À première vue, la pollution et le gaspillage des ressources engendrés par l'activité scientifique et technique représentent la conséquence la plus importante selon les auteurs de manuels de sciences. Ceci reflète assez bien les idées à la mode au cours des années 70. Selon notre échantillon, les bénéfices de la science et de la technologie semblent venir presque exclusivement de la recherche médicale. Enfin, les conséquences – moins visibles peut-être – des techniques d'informatique et de télécommunications qui vont modifier la société des années 80 sont remarquablement peu présentes dans les livres de physique, de sciences générales ou de sciences physiques que nous avons examinés.

En terminant l'examen de la catégorie socio-économique, nous pouvons nous poser quelques questions. Quel est le sens du message implicite véhiculé par cette répartition des conséquences sociales de l'activité scientifique et technique? Quel peut en être l'impact sur l'acquisition d'attitudes vis-à-vis des sciences et de la technologie?

Catégorie politique

Quels types de problèmes sociaux la science et la technologie peuvent-elles être amenées à régler? Notre analyse en a révélé environ 40, dispersés dans les 34 ouvrages examinés. Les problèmes les plus souvent cités sont ceux de la faim dans le monde et des maladies (environ 30 messages) et ceux qui, curieusement, sont créés par l'activité scientifique et technique, c'est-à-dire la pollution et le besoin de nouvelles sources d'énergie (environ 30 messages). Les autres problèmes auxquels la science et la technologie peuvent apporter des solutions sont très variés : prévisions météorologiques, prévention des catastrophes naturelles par modélisation, production d'eau potable, etc. Chacun de ces exemples n'a été mentionné qu'une seule fois dans notre échantillon.

Catégorie de la responsabilité scientifique

Les problèmes moraux associés à l'activité scientifique et technique mis en relief pas les manuels de sciences sont les suivants : l'attitude personnelle devant la pollution et le gaspillage (environ 10 messages, soit un cinquième du total), les questions relatives à la société et à la vie telles

que l'usage de drogues, le génie génétique et le conseil génétique (environ sept messages), et une variété d'autres problèmes cités une seule fois chacun : décision d'entreprendre des travaux miniers, coupes à blanc, chasse à la baleine, etc. Les problèmes de nature juridique associés à l'activité scientifique et technique sont principalement, ici aussi, ceux causés par la pollution et le gaspillage (environ les deux tiers des 20 messages).

Avant de conclure, il nous faut encore faire preuve d'une certaine prudence. D'une part, nous constatons que les manuels comportant le plus de messages relatifs à l'interaction science, technologie et société ne présentent pas nécessairement la plus grande variété de messages. Le manuel n° 55, par exemple, qui contient le plus grand nombre de messages (46) de tous les manuels, les concentre à peu près tous dans le dernier chapitre (5 % des pages du volume) intitulé : « Chimie, environnement et pollution ». Il en est à peu près de même pour le manuel n° 41 (39 messages), où la grande partie de ces messages se retrouvent dans le dernier chapitre intitulé « Humans in the Web of Life » (6 % des pages du volume). Est-ce à dire qu'il est indispensable de bien savoir tout ce qui précède dans le manuel avant de s'initier aux conséquences sociales de l'activité scientifique et technique, ou plutôt que la place de ces conséquences dans le manuel reflète les priorités des auteurs? Il est intéressant de constater, en effet, que d'autres manuels peuvent adopter une démarche inverse. Par exemple, le manuel de sciences générales n° 31 commence par ce qui suit :

> « Ces dernières années, vous avez certainement entendu parler d'énergie. Vous avez peut-être lu ce que dit la presse à propos de l'augmentation du prix du pétrole et de la pénurie d'énergie qui s'en vient. On vous a parlé de la crise énergétique et invité à conserver l'énergie. »[11]

Dans ce manuel, le chapitre le plus riche en messages concernant l'interaction science, technologie et société s'intitule « How Our Use of Energy Affects Our World »; c'est le 10e chapitre d'un ouvrage qui en compte 29 et il occupe environ 5 % du manuel. Toutefois, la tendance à introduire une perspective sociale dans les manuels de sciences est assez récente et, comme nous venons de le voir, cette introduction se fait de façons diverses selon l'importance que lui donnent les auteurs.

D'autre part, le nombre de messages ne traduit pas fidèlement l'importance donnée par les auteurs de manuels de sciences à l'interaction sciences, technologie et société. Très peu de messages sont longs et documentés à souhait. La plupart sont brefs, appellent à la discussion ou nécessitent un complément d'information : environ 200 messages sur 230 occupent de 1 à 10 % d'un chapitre. Seuls les manuels nos 31 et 42 présentent des messages occupant de 20 à 100 % d'un chapitre. Deux de ces messages les plus longs portent sur l'utilisation rationnelle de l'énergie et sur les conséquences de l'activité scientifique et technique pour l'écologie humaine.

Par ailleurs, on ne peut guère établir de rapport entre ces constatations et la pratique de l'enseignement. En effet, même si les professeurs utilisent principalement les manuels pour préparer leurs cours – et donc peuvent s'inspirer de certaines parties du manuel pour introduire une perspective sociale – notre enquête montre que l'introduction de cette

perspective ne constitue pas une priorité pour l'ensemble des professeurs.

En guise de conclusion, nous avons tracé un portrait encore grossier de l'interaction sciences, technologie et société dans les manuels de sciences, décrit les facettes de cette interaction les plus souvent mentionnées dans les manuels et montré l'écart existant entre les manuels à ce sujet. En général, selon notre méthode du nombre de messages, les manuels de sciences générales et de biologie présentent plus de contexte social que les manuels de sciences physiques. De toute évidence, certains manuels ne fournissent pas d'occasions permettant d'atteindre des objectifs concernant l'interaction science, technologie et société, tandis que d'autres en fournissent peu et il est extrêmement difficile, dans l'état actuel des directives ministérielles, de déterminer quelle quantité de contexte social de telle ou telle nature est suffisante pour réaliser ces objectifs. La question est de savoir si on y tient suffisamment pour être aussi spécifique à ce sujet qu'au sujet du contenu scientifique.

Le contexte canadien

Le tableau VIII.7 indique le nombre, le type, la longueur et la catégorie des messages constituant le contexte canadien dans les manuels de sciences examinés. La grille d'analyse, reproduite à l'annexe D, devait permettre de déterminer le degré de présence d'un contexte canadien défini comme l'ensemble des messages contenus dans le manuel, qui sont reliés sans équivoque à la réalité canadienne sous tous ses angles, dans ce qu'elle a d'original. Elle devait aussi permettre de dénombrer les situations où le contexte canadien est remplacé, sans raison valable, par un contexte étranger.

Ces messages ont été groupés en quatre catégories : physique (géographique), historique, socioculturelle et étrangère. Au tableau VIII.7, le nombre de messages est accompagné du nombre de photographies, illustrations ou graphiques qui constituent ou étayent certains d'entre eux, ainsi que de la somme approximative des lignes de texte qui y sont consacrées. Chaque partie du tableau contient des notes destinées à apporter des précisions sur les données présentées.

L'absence de contexte canadien dans les manuels de sciences a été remarquée dans le rapport Symons[12] et a fait l'objet d'un exposé à débattre rédigé par James Page[13]. Comme l'a montré l'analyse des directives dans le 5e chapitre de ce volume, la présence d'un tel contexte ne fait pas l'objet d'indications particulières dans les programmes d'études scientifiques, à de rares exceptions près. De plus, comme le montrent les réponses à la question n° 6 de l'enquête (voir volume II), les enseignants ne portent guère d'intérêt à la prise de conscience de l'activité scientifique au Canada comme objectif important de l'enseignement des sciences. La présence d'un contexte canadien dans les manuels de sciences, comme on le voit, constitue vraiment un sujet à débattre.

La lecture du tableau VIII.7 permet de classer les manuels examinés en deux grandes catégories. Dans la première se retrouvent les manuels dépourvus d'un contexte canadien, c'est-à-dire dont le contenu ne renferme

Tableau VIII.7a - Nombre, type et longueur des messages concernant le contexte canadien et le contexte étranger dans les manuels de sciences. Primaire (00), 1er cycle du secondaire : sciences physiques (20) et sciences générales (30)

Code du manuel	01	02	03	04	21	22	23	24	31	32	33
Dimension physique											
Nombre total de messages	7	6	2	7	4	0	2	6	100[c]	12	15
Photographies, illustrations, etc.	5	4	1	5	3	0	1	1	10[b]	5	3
Nombre total de lignes	16	7	7	16	23[e]	0	17	100[d]	600[d]	60[d]	40[d]
Dimension historique											
Nombre total de messages	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	3
Photographies, illustrations, etc.	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
Nombre total de lignes	0	0	0	0	0	0	0	0	15[d]	0	25[d]
Dimension socioculturelle											
Nombre total de messages	0	0	7	0	0	0	2	2	30[c]	1	10
Photographies, illustrations, etc.	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	5
Nombre total de lignes	0	0	35	0	0	0	4	40[d]	180[d]	3	70[d]
Contexte étranger											
Nombre total de messages	6	0	0	0	2	0	4[g]	0	1	4	2
Photographies, illustrations, etc.	4[a]	0	0	0	2[f]	0	0	0	0	2	1
Nombre total de lignes	10[b]	0	0	0[b]	2	0	80[d]	0	2	50[d]	1

[a] Il s'agit de photographies de formations géologiques prises pour la plupart aux États-Unis.
[b] Il semble que les illustrations varient selon les éditions. À la page 279 du manuel *STEM*, 5e année (édition 1977) et à la même page de sa traduction, *Les chemins de la science*, 5e année (édition 1978), une série de photographies prises sur la terre et sur la lune sont soumises à la réflexion des enfants. L'édition anglaise conserve le drapeau des États-Unis alors que l'édition française le remplace par un drapeau canadien
[c] Minimum
[d] Environ
[e] Discussion de l'adoption du SI (Système international d'unités) au Canada
[f] Photographie d'une centrale nucléaire aux États-Unis
[g] Référence systématique à l'Amérique du Nord plutôt qu'au Canada

Tableau VIII.7b - Nombre, type et longueur des messages concernant le contexte canadien et le contexte étranger dans les manuels de sciences. 1er et 2e cycles du secondaire : biologie (10 et 40)

Code du manuel	11	12	13	14	15	16	17	41	42	43	44
Dimension physique											
Nombre total de messages	29	2	51	3	15	12	0	8	3	1	35
Photographies, illustrations, etc.	20[a]	1	14	2	4	34	0	5	3	0	14
Nombre total de lignes	800[a]	3	120[b]	4	26	70[b]	0	20[b]	35[b]	23	800[b]
Dimension historique											
Nombre total de messages	1[c]	0	0	0	2	0	1	0	1[h]	0	14
Photographies, illustrations, etc.	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	6
Nombre total de lignes	4	0	0	0	18	0	2	0	29	0	400[b]
Dimension socioculturelle											
Nombre total de messages	3	0	3	0	5	3	0	0	2	0	14
Photographies, illustrations, etc.	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	2
Nombre total de lignes	14	0	7	0	30[b]	20[b]	0	0	18	0	300[b]
Contexte étranger											
Nombre total de messages	8	0	2[e]	10[f]	0	10	2	17[g]	8	14[g]	1
Photographies, illustrations, etc.	1	(d)	0	2	0	7	1	7	2	4	0
Nombre total de lignes	40[b]	0	20[b]	15[b]	0	50[b]	30[b]	100[b]	50[b]	300[b]	40[b]

[a] Minimum
[b] Environ
[c] La maladie de la pomme de terre a causé l'immigration irlandaise au Canada en 1895.
[d] Toutes les photographies de ce manuel de biologie humaine ont été prises en France.
[e] Le Canada oublié comme producteur mondial de blé
[f] Tous les exemples viennent des États-Unis
[g] Exemples pris aux États-Unis
[h] Naissance de la pomme McIntosh au Canada

Tableau VIII.7c - Nombre, type et longueur des messages concernant le contexte canadien et le contexte étranger dans les manuels de sciences. 2e cycle du secondaire : chimie (50) et physique (60)

Code du manuel	51	51[a]	51[b]	52	53	54	55	56	61	62	63	64
Dimension physique												
Nombre total de messages	8	9	6	3	0	0	13	1	21	22	0	0
Photographies, illustrations, etc.	2	3	5	2	0	0	10	0	16	9	0	0
Nombre total de lignes	70[b]	160[b]	2	70[b,c]	0	0	15	2	60[b]	120[b]	0	0
Dimension historique												
Nombre total de messages	0	2	0	3	3[d]	1[d]	2	0	5	1[f]	0	0
Photographies, illustrations, etc.	0	0	0	1	0	0	0	0	7	0	0	0
Nombre total de lignes	0	25	0	90[b]	15	30	13	0	110[b]	6	0	0
Dimension socioculturelle												
Nombre total de messages	0	3	1	2	0	0	4	2	40	10	0	0
Photographies, illustrations, etc.	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0
Nombre total de lignes	0	16	2	40[c]	0	0	40[b]	2	300[b]	70[b]	0	0
Contexte étranger												
Nombre total de messages	0	0	1	0	11	10[e]	1	4	4	7	0	0
Photographies, illustrations, etc.	0	0	1	0	1	3	0	4	2	4	0	0
Nombre total de lignes	0	0	0	0	100[b]	50[b]	1	5	20[b]	30[b]	0	0

[a] Minimum
[b] Environ
[c] Énergie atomique du Canada ltée, principalement
[d] Les scientifiques mentionnés sont Gillespie et (ou) Bartlett.
[e] Tous les exemples viennent des États-Unis.
[f] Rutherford

au pire aucun message relatif à la réalité canadienne, et au mieux quelques maigres références géographiques, historiques ou socioculturelles. C'est le cas des quatre manuels du niveau élémentaire, les n°s 01, 02, 03 et 04, des manuels de biologie du 1er cycle du secondaire n°s 12, 14 et 17, des manuels de sciences physiques du 1er cycle du secondaire n°s 21, 22 et 23, des manuels de chimie du 2e cycle du secondaire n°s 53, 54 et 56, et des manuels de biologie et de physique du 2e cycle du secondaire n°s 41, 42, 43, 63 et 64. Ces manuels représentent environ 60 % de l'échantillon examiné. Cette catégorie se divise en deux sous-catégories. L'une comprend les manuels qui ne présentent pas ou très peu de contexte canadien ou de contexte étranger (manuels n°s 01, 02, 03, 04, 12, 17, 21, 22, 23, 56, 63 et 64). Dans quelques-uns de ces manuels, quelques indices ici ou là trahissent leur origine étrangère et leur adaptation au marché canadien (par exemple : drapeaux, illustrations hors texte). L'autre sous-catégorie présente un contexte étranger (étatsunien la plupart du temps) alors que, selon les analystes qui ont examiné les manuels, des exemples canadiens auraient été plus appropriés. Voici quelques exemples relevés par les analystes :

Manuel n° 14 :

> « Le système métrique voit le jour en France en 1840. Dès 1878, son usage s'étend à la Belgique, la Grèce, l'Espagne, l'Allemagne et la Suède. Le système métrique est entré en vigueur aux États-Unis en 1866.[14] »
>
> « La plupart des habitants des États-Unis vivent dans des villes.[15] »

Manuel n° 41 : L'élève y apprend l'évolution du taux de mortalité aux États-Unis pendant le XXe siècle, les taux d'émigration et d'immigration aux États-Unis de 1911 à 1940, et les densités de population de l'État de Rhode Island et du Maine, mais rien de comparable à propos de son propre pays[16]. Ce même manuel propose pour modèle de carrière en biologie un professeur de l'Université de Californie à Berkeley[17], mais ne fait aucune mention d'universités ou de chercheurs canadiens.

Manuel n° 42 : Ici aussi, les statistiques sur la population concernent les États-Unis; de plus, le phénomène des pluies acides ne semble pas s'appliquer au Canada[18].

Manuel n° 43 : L'élève apprend les quantités maximales d'alcool que les chauffeurs des États-Unis peuvent ingurgiter avant de prendre le volant[19]. Les pourcentages de types sanguins sont donnés pour les États-Unis (Noirs et Blancs), la Suède, le Japon, Hawaï, la Chine, les aborigènes australiens et les autochtones nord-américains, mais pas pour les Canadiens[20].

Manuel n° 53 :

> « Supposons qu'il faille envoyer de New-York, un télégramme à un fermier qui vit dans une montagne du Nebraska...[21] »
>
> « Chaque année, on fabrique aux États-Unis plus de 20 millions de livres d'aspirine ou environ 150 cachets par personne[22]. »

Manuel n° 54 :

> « Un barrage, comme le barrage Hoover sur le Colorado, emmagasine de l'eau. On peut dire aussi qu'il emmagasine de l'énergie. Expliquer. »[23]

Il est à noter ici que la version française de ce manuel présente l'exercice de la façon suivante :

> « Un barrage, comme le barrage Manic 5 sur la rivière Manicouagan, emmagasine de l'eau. On peut dire aussi qu'il emmagasine de l'énergie. Expliquer. »[24]

L'examen des versions françaises de manuels américains nous a montré que dans la grande majorité des cas, la traduction était accompagnée d'une adaptation pour mieux rendre compte de la réalité canadienne ou pour supprimer les références manifestement étrangères. Dans sa version française, le manuel n° 54 appartiendrait plutôt à la première sous-catégorie : contexte canadien ou étranger à peu près absent. Profitons-en pour souligner la difficulté de ranger un manuel dans une catégorie précise ou dans une autre en l'absence de critères clairs pour déterminer la véritable existence d'un contexte canadien. Ces critères existent-ils? Sinon, désire-t-on vraiment s'en donner?

La deuxième catégorie de manuels examinés (n°s 11, 13, 15, 16, 24, 31, 32, 33, 44, 51, 52, 55, 61 et 62) comprend dans une certaine mesure un contexte canadien (qui peut varier d'un manuel à l'autre, revêtir plus ou moins d'intérêt, mais enfin il est là et les élèves acquièrent au moins quelques connaissances sur leur propre pays). Dans l'ensemble, ces manuels donnent beaucoup de références physiques ou géographiques. Certains même sont franchement régionalistes et offrent aussi beaucoup d'informations sur la Colombie-Britannique (n° 31), l'Alberta (n° 51 et fascicules facultatifs), l'Ontario (n° 44) et le Québec (presque tous les manuels francophones conçus ou adaptés pour cette province). La dimension socioculturelle est moins présente que la dimension physique, mais l'est plus que la dimension historique, la plus négligée des trois. L'ensemble des messages constituant le contexte canadien présente une grande variété dont il est difficile de rendre compte. Nous tenterons d'illustrer cette variété en donnant quelques exemples des dimensions historique et socioculturelle.

Comme nous le disions plus haut, l'histoire de l'activité scientifique et technique au Canada ne figure à peu près pas dans les manuels de sciences. Les expériences de Rutherford à l'Université McGill (1898-1907) sont souvent présentées comme exemple de la science canadienne (manuels n°s 61 et 62, par exemple), ce qui est contestable. Neil Bartlett est cité dans trois manuels (n°s 31, 53 et 54) pour sa synthèse de l'hexafluorure de xénon à l'Université de la Colombie-Britannique et R.J. Gillespie de l'Université McMaster, dans un manuel (n° 53), pour sa théorie sur la structure moléculaire. Dans un autre domaine, hommage est rendu à Sir Sandford Fleming pour sa proposition d'établir des fuseaux horaires et sa contribution à la construction du premier chemin de fer canadien (n° 31). Sir Frederick Banting est cité une fois pour l'isolation de l'insuline (n° 52).

Le rôle historique de l'Énergie atomique du Canada ltée est plus ou moins reconnu à trois reprises (n°s 52, 61 et 62). Un fascicule du programme *ALCHEM* (n° 51a) mentionne l'histoire de l'industrie pétrochimique au Canada, et traite de l'industrie du polyéthylène en Alberta. Enfin, le manuel le plus riche en contexte historique est certainement le n° 44. Les références y abondent : le rôle d'Alexis Saint-Martin dans l'étude de la digestion, l'étude de l'héliotropisme par Kevan, de l'Université de Terre-Neuve, celle des quintuplées Dionne, etc. Toutefois, ce manuel de biologie oublie, comme tous ceux que nous avons examinés, le rôle essentiel du Frère Marie-Victorin, à la fois comme rédacteur scientifique de « La flore laurentienne » et comme promoteur de la science au Canada français.

Quant aux messages de caractère socioculturel, comme on peut s'y attendre, ils portent en grande partie sur des questions de pollution et de gestion de l'énergie qui peuvent se poser au Canada (n°s 15, 23, 24, 33, 44, 52, 55, 61 et 62). L'activité minière est rarement citée comme facteur important de la vie canadienne (n°s 11, 15), sauf dans un manuel, le n° 33, qui en traite longuement. Les caractéristiques de la nordicité canadienne en relation avec l'activité scientifique et technique n'apparaissent que très peu souvent : le froid (n°s 31 et 44), la forêt (n°s 03, 15, 16 et 44), l'eau (n° 32) et la faune (n°s 13, 16 et 44). Un seul manuel, le n° 31, traite également du style de vie des Canadiens (surtout de leur alimentation et de ses conséquences malheureuses, à la lumière des découvertes médicales et diététiques) et du rôle d'incitation et de réglementation des gouvernements. Enfin, quelques manuels de notre échantillon (une dizaine) traitent de l'orientation professionnelle des élèves. Seulement huit de ces manuels donnent à l'élève des détails sur certaines carrières scientifiques et techniques. Notons que sept de ces manuels ont été conçus aux États-Unis et que ce sont eux qui donnent le plus de détails sur ces carrières.

En conclusion, nous pouvons affirmer que Thomas H.B. Symons et James Page avaient raison. En général, les manuels de sciences en usage dans les écoles canadiennes ne contiennent à peu près rien sur l'activité scientifique et technique au Canada, sur son histoire et son impact sur la société. Les professeurs qui désirent informer leurs élèves à ce sujet doivent manifestement chercher ailleurs que dans les manuels des sources d'information pertinente. Pourtant, quelques rares manuels arrivent à présenter au professeur et à l'élève un contenu scientifique dans un contexte où la réalité canadienne est présente. Quelles sont les caractéristiques de leurs auteurs et de leurs éditeurs? Le tableau VIII.8 montre clairement que lorsqu'un contexte canadien est présent, le manuel a été écrit par des Canadiens. Toutefois, le fait d'avoir des auteurs canadiens n'entraîne pas nécessairement la présence d'un contexte canadien (voir tableau VIII.9). Les auteurs des 18 manuels ne présentant que peu ou pas de contexte canadien sont américains, à quatre exceptions près, et l'existence d'un contexte étatsunien dans plusieurs de ces manuels montre qu'aucun effort d'adaptation à la réalité canadienne na été fait. Cet état de chose est confirmé par le fait que sept de ces manuels ont été écrits et imprimés aux États-Unis. Dans cette catégorie, les maisons d'édition anglocanadiennes ne sont pas

Tableau VIII.8 - Caractéristiques des auteurs et des maisons d'édition de manuels de sciences dont le contexte canadien est présent. Primaire (00), 1er cycle du secondaire : biologie (10), sciences physiques (20), sciences générales (30); 2e cycle du secondaire : biologie (40), chimie (50), physique (60)

Code du manuel	11	13	15	16	24[a]	31	32	33[b]	44	51	52	55[c]	61	62
Auteurs														
nombre	5	2	2	2	2	2	2	6	2	10	2	3	3	4
canadiens	5	1	2	2	2	2	2	6	2	10	2	3	3	4
américains														
autres														
non identifiés		1												
Maison d'édition														
canadienne[d]		x		x	x			x		x				x
filiale[e]	x		x			x	x		x		x	x	x	
étrangère														
Lieu d'impression														
Canada	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
États-Unis														
Autre														
non identifié														

[a] Le manuel n° 24 est la traduction française d'un manuel canadien publié par une filiale et imprimé au Canada.
[b] Le manuel n° 33 a été traduit en français.
[c] Le manuel n° 55, écrit par des Québécois, a l'honneur d'être le premier à avoir été traduit en anglais.
[d] Propriété canadienne. Sur les 6 maisons d'édition de cette ligne, 3 sont québécoises (nos 13, 16, 24), 2 sont ontariennes (nos 33 et 62) et une est albertaine (51).
[e] Filiale canadienne d'une maison multinationale étrangère

Tableau VIII.9 – Caractéristiques des auteurs et des maisons d'édition de manuels de sciences dont le contexte canadien est nul ou très faible. Primaire (00), 1er cycle du secondaire : biologie (10), sciences physiques (20), sciences générales (30); 2e cycle du secondaire : biologie (40), chimie (50), physique (60)

Code de manuel	01[a]	02[a]	03	04[b]	12	14	17	21	22[a]	23[b]	41	42	43[b]	53	54[b]	56[b]	63[b]	64
Auteurs																		
nombre	4	8	5	4	3	2	4	3	5	3	(g)	1	3	4	5	2	3	6
canadiens			2[e]		1					3								6
américains	4	8	3	4		2	4	3	5		(g)	1	2	4	5	2	3	
autres				2[f]														
non identifiés													1					
Maison d'édition																		
canadienne[c]	x	x			x				x									x
filiale[d]			x	x		x	x	x		x		x	x	x	x	x	x	
étrangère											x							
Lieu d'impression																		
Canada	x	x					x			x								x
États-Unis				x		x					x		x	x	x	x	x	
non identifié			x		x			x				x						

[a] Les manuels nos 01, 02 et 22 sont des traductions françaises de manuels américains.
[b] Il existe des traductions françaises des manuels nos 04, 23, 43, 54, 56 et 63 en usage dans les écoles francophones du Canada.
[c] Propriété canadienne; les 5 maisons d'édition de cette ligne sont québécoises.
[d] Filiale canadienne d'une maison multinationale étrangère
[e] Colombie-Britannique
[f] France
[g] L'édition 1978 de ce manuel énumère plus de 50 collaborateurs, tous américains.

Tableau VIII.10 - Nombre de manuels analysés présentant un contexte canadien selon le niveau et la matière, utilisés par les répondants à l'enquête

	Manuels avec contexte canadien	Manuels sans contexte canadien	Autres (avec ou sans contexte)
Primaire	0	705	94
1er cycle du secondaire	332	168	307
2e cycle du secondaire			
Biologie	7	154	110
Chimie	60	64	143
Physique	82	53	65

représentées, au contraire de leurs homologues québécoises, qui publient les traductions de ces ouvrages américains. Les tableaux VIII.8 et VIII.9 montrent aussi que les manuels offrant le moins d'information sur l'activité scientifique et technique au Canada, son histoire et son impact social sont surtout employés au niveau primaire et au 2e cycle du secondaire. Afin de compléter les données et d'apprécier l'importance relative des manuels avec et sans contexte canadien, nous indiquons au tableau VIII.10 leur degré d'utilisation par les répondants à notre enquête. Enfin, selon notre enquête, les provinces de l'Ouest et les provinces de l'Atlantique sont celles où l'on a le plus de chances d'utiliser des manuels ne présentant que peu ou pas du tout de contexte canadien.

Nature de la science; histoire des sciences et des techniques

Lorsque nous avons décidé d'inclure dans notre analyse des manuels une section consacrée à la nature de l'activité scientifique, nous avions deux raisons. La première concernait la présence, dans les directives officielles, d'objectifs concernant la nature de la science du type de celui-ci : comprendre la façon dont la science « fonctionne ». La seconde nous était fournie par des critiques de l'enseignement des sciences comme Jacques Désautels, qui, dans son livre *École + science = échec*, soutient que :

> « 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 de l'élève. »[25]

Immédiatement, une série de questions se sont posées. La première, directement inspirée par l'orientation proprement dite de l'étude, cherche à déterminer quelles occasions les auteurs de manuels donnent aux élèves pour comprendre la nature de la science. La deuxième est : comment les auteurs, quand ils choisissent de le faire pour illustrer la nature de la science, introduisent-ils et utilisent-ils l'histoire des sciences? Ces questions semblent assez techniques. Toutefois, nous nous sommes vite rendu compte que des concepts tels que la nature de la science ou l'histoire des sciences revêtaient des sens différents selon les auteurs de manuels et que l'ensemble des messages à leur sujet étaient le plus souvent implicites. Encore une fois, notre étude n'est pas normative. En ce sens, nous ne pouvions

guère partir d'une définition largement acceptée de la nature de l'activité scientifique (si toutefois une telle définition existe) et entreprendre une comparaison de cette définition avec celle proposée, explicitement ou implicitement, par les auteurs. En nous limitant à une analyse descriptive, nous devons rendre compte d'une réalité multiforme et difficile à appréhender qu'on peut résumer sous le titre de « science des manuels ». Et la question fondamentale devient : qu'est ce que cette science des manuels? Y répondre présente une difficulté de taille, d'autant plus grande que très peu de recherches ont été entreprises à ce sujet. De plus, l'image de la science véhiculée par un manuel ne constitue qu'une des images à la disposition de l'élève. En effet, si l'élève se fait une représentation de la nature de la science, cette dernière est probablement le résultat d'un choc entre ses propres préconceptions et les « philosophies spontanées » de la science auxquelles adhèrent son professeur et les auteurs de son manuel. Il est donc ici particulièrement délicat d'inférer quoique ce soit, à propos de l'élève, de la présence de messages concernant la nature de la science dans les manuels.

À première vue, la « science des manuels » opère à deux niveaux. Au niveau du discours, on la découvre en lisant les définitions qu'en donnent les auteurs. Au niveau de la pratique, on la cerne en examinant le type d'activités exigées des élèves (si toutefois les auteurs prétendent que l'élève doit travailler comme un « vrai » scientifique), en recensant les messages du manuel qui permettent à l'élève de dire « la science fonctionne comme ça », et en déterminant pourquoi et comment les auteurs font appel à l'histoire des sciences. En effet, les références à l'histoire des sciences fournissent généralement des occasions de dire à l'élève, explicitement ou implicitement, ce qu'est la nature de la science. Pour un seul manuel, tout cela représente une tâche considérable. Pour les fins de cette analyse, nous nous sommes limités à un survol assez superficiel et il reste beaucoup de travail à faire. Toutefois, nos données, même en quantité réduite, permettent de soulever un certain nombre de questions à débattre dans le cadre de la délibération et, comme nous l'avons fait dans les sections précédentes, c'est par ces questions que nous conclurons.

Nature de la science

Les messages explicites à propos de la nature de la science prennent le plus souvent la forme de définitions de ce que sont la science et la méthode scientifique. Très peu de manuels ne comportent aucune indication à ce sujet; il s'agit surtout des manuels destinés au niveau primaire qui, s'ils ne contiennent rien à l'usage de l'élève, proposent aux instituteurs des messages tels que celui-ci :

> « ...ils (les élèves) deviendront aptes à utiliser d'autres processus : observer, mesurer, noter des résultats, prédire, formuler des hypothèses et construire des modèles[26]. »

Il peut aussi s'agir, mais rarement, de manuels destinés aux niveaux supérieurs, dont les auteurs conçoivent une vision de la science comme

un ensemble de faits, de découvertes, etc., qu'il s'agit de « transmettre » aux élèves. Ainsi :

> « De même que pour la cellule, les auteurs ont voulu signaler, en ces chapitres comme en tous les autres, les dernières découvertes de la science et convier, par des exposés simples et clairs, les élèves à en prendre connaissance[27]. »

La grande majorité des auteurs de manuels de sciences s'entendent pour dire à l'élève que la science constitue à la fois un produit et un processus, même si la façon de le dire diffère quelque peu. La plupart des auteurs donnent une définition de la science ou de leur discipline, suivie d'une définition de la méthode scientifique dont le but principal est de résoudre des problèmes pour accroître le savoir.

L'analyse a montré que dans 6 des 14 manuels destinés au 1er cycle du secondaire et dans 7 des 14 manuels destinés au 2e cycle, les auteurs donnent de la méthode scientifique une description schématique qui comporte les étapes suivantes (pas nécessairement dans cet ordre) : définition d'un problème, observation, cueillette d'information, hypothèse, conception d'une expérience où les variables sont contrôlées, vérification et communication des résultats. Cette méthode semble indépendante de la matière (physique, chimie ou biologie). Les manuels du 1er cycle du secondaire qui ne présentent pas de tels schémas (nos 17, 31 et 33) insistent plutôt sur le contrôle des variables comme garantie d'une expérience réussie. Dans leur cas, la question qui paraît importante n'est pas « comment expliquer tel phénomène? » mais « de quoi tel phénomène dépend-il? » Au 2e cycle du secondaire, un seul manuel de chimie (no 51) ne propose pas de définition schématique de la science. Toutefois, les messages implicites n'y manquent pas et nous y reviendrons. Les manuels de physique, dans leur ensemble, considèrent l'observation et l'expérimentation comme les moteurs de l'activité scientifique, avec la construction de modèles et de théories comme produit attendu. Un seul manuel de biologie propose un schéma traditionnel de la méthode scientifique (no 43), auquel s'ajoute un schéma de la méthode « technique » : suivre à la lettre un protocole d'expérience, observer attentivement et transcrire toutes les données.

Quelques auteurs de manuels qui choisissent de diviser en étapes la méthode scientifique formulent quand même des réserves à ce sujet :

> « En pratique, un scientifique ne passe pas nécessairement par toutes ces étapes. L'étude de la façon dont travaillent les scientifiques dont les travaux sont couronnés de succès montre que la résolution de problèmes ne se fait pas par une succession d'étapes définies. Les scientifiques sont des gens créatifs qui résolvent des problèmes de plusieurs façons. La créativité, la chance, le travail acharné et l'intelligence des conjectures sont autant de caractéristiques de la résolution de problèmes scientifiques. »[28]

> « Traditionnellement, la méthode scientifique consiste à observer la nature, à rechercher les traits communs, etc. C'est une méthode qui a fait ses preuves et que quelques scientifiques tiennent pour accep-

table. Toutefois, toute méthode combinant la curiosité et l'imagination et qui utilise l'expérimentation pour déceler des constantes dans la nature sera considérée comme acceptable par les scientifiques. »[29]

Quoiqu'il arrive, il faut se demander pourquoi une telle description de la démarche scientifique (souvent suivie d'exemples de laboratoire ou historiques) apparaît si souvent dans les manuels de sciences. On peut invoquer d'abord son caractère essentiellement informatif; selon les auteurs, c'est de cette façon que les scientifiques travaillent et il est nécessaire d'en donner une description. À ceci s'ajoute une série de suppositions implicites de nature scientifique et pédagogique de la part des auteurs de manuels : non seulement les scientifiques travaillent-ils de cette façon, mais c'est de cette façon que les élèves *doivent* travailler :

« En étudiant la physique, vous allez en quelque sorte imiter les démarches qui nous ont permis de conquérir une connaissance du monde de plus en plus exacte[30]. »

Pédagogiquement, un auteur soutient qu'une fois les étapes de la méthode scientifique maîtrisées au début, le reste ira plus facilement :

« Une fois maîtrisé par l'élève, ce processus scientifique lui permettra de saisir le contenu scientifique au fil des chapitres suivants[31]. »

L'introduction d'une définition de la science comme produit et processus servirait donc deux buts. Le premier serait de montrer à l'élève comment il doit travailler et le second de lui montrer qu'effectivement, les scientifiques travaillent de cette façon. Nous avons déjà vu, par l'analyse des tâches exigées de l'élève pendant les séances de laboratoire, qu'on ne fait que très rarement appel à toute la gamme des habiletés mises en jeu dans la démarche scientifique. Par ailleurs, la science en action telle que représentée dans les manuels obéit-elle au schéma présenté dans les premiers chapitres? Il faut reconnaître que les auteurs, dans l'ensemble, font un certain effort pour y arriver, mais sans toutefois se prononcer sur la quantité de contenu qu'ils estiment indispensable pour une année scolaire. Cela explique l'introduction d'entités théoriques dans des manuels comme si leur découverte allait de soi :

« Puis, le *neutron* a été découvert en 1932. C'est une particule de masse presque égale à celle du proton (elle est en fait un petit peu plus lourde), mais dénuée de charge électrique[32]. »

Selon nous, le malaise qui provient d'une lecture épistémologique des manuels de sciences vient peut-être du fait que les manuels n'ont pas été écrits dans le but d'éclaircir la nature de la science et qu'il a fallu introduire cet objectif lorsque la science comme processus est devenue un leitmotiv de l'enseignement des sciences, c'est-à-dire assez récemment. En d'autres termes, la classe de sciences est-elle bien l'endroit où exposer la nature de l'activité scientifique? Comme l'ont montré Orpwood et Roberts[33], ainsi que Factor et Kooser[34] (ces derniers plus en détail), cet enseignement se fait, presque involontairement, sans que ni l'élève ni son professeur ne soit véritablement prévenu du modèle qu'on lui propose. Cela dit, expliciter ce qu'il y a d'implicite à propos de la nature de la science dans les manuels ne réglerait qu'une partie du problème; la question de

savoir de quelle science il faut enseigner la nature demeurerait entière. En effet, l'activité scientifique, telle que décrite explicitement dans la plupart des manuels de sciences que nous avons examinés, est essentiellement de type inductif. Cependant, ni l'organisation du contenu ni celle des séances de laboratoire ne favorise (sauf exception; voir l'analyse des tâches au laboratoire) cette approche. On peut se demander, avec Factor et Kooser, si cette habitude qu'ont les auteurs de décrire explicitement la nature de la science ne constitue pas un élément de ce qu'ils appellent la « standardisation » des manuels[35].

Parmi les autres caractéristiques (mise à part l'inductivité) que les auteurs attribuent à la nature de la science, on trouve la coopération et la communication.

> « La quatrième dimension de l'activité scientifique est la plus importante sous plusieurs aspects. La structure de la science ne peut se solidifier que grâce à la communication de ses propres idées aux autres, qui doivent confirmer les résultats expérimentaux et vérifier les explications. »[36]

Or, ce que nous apprend l'examen des manuels de sciences est que d'une part, la seule oeuvre concrète de communication à laquelle on invite l'élève est la remise périodique de rapports de laboratoire à son professeur (sans que celui-là ait à coopérer avec ses collègues, le plus souvent) et que, d'autre part, à aucun moment l'élève n'a l'occasion de prendre connaissance et de discuter de publications originales, qui témoigneraient de cette communication. De plus, un seul manuel trace un portrait plus varié de la communication scientifique que celui cité plus haut. En effet, le manuel *ALCHEM 10* (n° 51) fournit, quoique de façon implicite, les informations suivantes : a) des scientifiques partagent l'information pour faire avancer un développement théorique; b) plusieurs scientifiques travaillant de façon indépendante peuvent faire la même découverte; et c) des scientifiques peuvent, dans une situation de concurrence, retenir certaines informations pour des raisons d'intérêt personnel ou de sécurité nationale.

Enfin, la dernière caractéristique de la nature de la science que nous avons considérée est son aspect essentiellement dynamique : les connaissances scientifiques sont appelées à être constamment modifiées :

> « L'homme, au cours des siècles, a changé très souvent ses idées concernant la structure de la matière. Les théories ne sont pas nécessairement des vérités; elles ne sont que des explications temporaires. »[37]

L'examen des manuels à ce propos montre que, d'une part, la science va de succès en succès dans son oeuvre de rectification des représentations fausses et que, d'autre part, les représentations des phénomènes naturels que possède l'élève avant les cours de sciences (représentations préscientifiques[38]) ne sont aucunement prises en considération. On peut lire par exemple qu'« en réalité, le débutant n'a aucun préjugé sur le caractère planétaire de l'atome[39] » alors que ce modèle est largement soumis à l'attention des enfants dans les programmes de vulgarisation scientifique, les bandes dessinées, certains symboles publicitaires, etc.

Les questions soulevées par les quelques remarques qui précèdent portent sur la priorité relative qu'il faut effectivement donner à la connaissance de la nature de la science et sur les moyens à prendre pour y arriver. On ne pourra guère, en tout cas, éviter la nécessité de déterminer la vraie nature de la science. Comme le soulignent Factor et Kooser :

> « Si la science représente effectivement un des moyens de chercher la vérité et si c'est cette recherche de la vérité qui leur confère sa valeur intrinsèque primordiale (comme le prétendent plusieurs auteurs), alors pourquoi l'exposé sur la nature de la science n'est-il pas plus conforme à la réalité »?[40]

En attendant, ne serait-il pas approprié de déterminer plus en profondeur quels sont les postulats utilisés par les auteurs de manuels pour présenter la façon dont le savoir scientifique se construit, même si la tâche est difficile et si peu de chercheurs s'y sont risqués[41]?

Histoire des sciences et des techniques

Nous étions particulièrement intéressés par l'utilisation de l'histoire des sciences dans les manuels, car même si les objectifs la concernant ne semblent revêtir de l'importance ni pour les ministères ni pour les professeurs, rares sont les auteurs de manuels de sciences qui choisissent de ne pas en tenir compte complètement (sauf pour le niveau primaire). Les messages à caractère historique se placent entre deux extrêmes, le premier ne présentant que des noms de savants et les dates de leurs découvertes, et le second proposant des études de cas détaillées de l'histoire des sciences. Dans l'ensemble, les auteurs ne proposent que rarement des objectifs concernant l'histoire des sciences, et pas toujours de façon claire :

> « Les élèves devraient reconnaître la contribution d'individus variés au savoir scientifique[42]. »
>
> « Fournir une perspective historique à l'évolution des sciences[43]. »
>
> « Vous exposer quelques-unes des grandes idées scientifiques qui ont contribué à l'évolution du monde et qui le feront encore évoluer dans l'avenir[44]. »
>
> « Comprendre l'évolution historique des concepts biologiques et leur dépendance de la nature de la société et des techniques à chaque moment de l'histoire[45]. »
>
> « ...pour que les élèves comprennent mieux le sens des découvertes biologiques récentes s'ils apprennent en premier lieu les exposés classiques du problème[46]. »
>
> « ...pour montrer que le progrès scientifique ne s'obtient pas facilement et qu'il résulte habituellement de la modification d'une théorie existante afin d'accommoder de nouvelles données[47]. »
>
> « ...nous suggérons aux professeurs de concrétiser et de situer dans l'histoire l'application des propriétés d'un modèle[48]. »
>
> « Nous avons pris la peine de vous la présenter dans son contexte historique pour plusieurs raisons. La raison la plus importante, peut-

être, est que vous puissiez apprécier le caractère humain de la nature de la science. »[49]

Comme on s'en rend compte, on peut introduire l'histoire des sciences parce que : a) elle est intéressante en elle-même; b) elle présente des avantages pédagogiques pour la compréhension des concepts; et c) elle illustre le caractère humain de la science et la nature de l'activité scientifique. Un seul manuel souligne l'attrait de l'histoire des sciences pour l'élève :

« Des textes faisant référence à l'histoire permettent de susciter l'intérêt des élèves pour un thème donné[50]. »

Un autre choisit de ne pas mettre en relief l'histoire des sciences et prétend que :

« *Chemistry : Experiments and Principles* présente la chimie comme elle est aujourd'hui[51]. »

Nous avons présenté sous forme de tableau les données concernant la place de l'histoire des sciences dans les manuels. Nous avons voulu obtenir des renseignements sur les deux façons extrêmes de l'introduire (du nombre de scientifiques cités au nombre d'études de cas) et sur les formes intermédiaires (associer, par exemple, le nom d'un scientifique à un travail d'équipe ou à une méthodologie particulière). Le lecteur pourra se rendre compte, à la lecture du tableau VIII.11, que tous les manuels de sciences du niveau secondaire sauf un mentionnent des scientifiques, et habituellement plus au 2e cycle qu'au 1er. Dans 16 manuels sur 22, la moitié et plus de ces scientifiques ne sont mentionnés que pour leur associer un fait, une loi ou une théorie. Seul un petit nombre de manuels (six), décrivent, selon un modèle schématique de la méthode scientifique, les travaux de 50 % et plus des savants dont ils citent le nom. Le plus souvent, on apprend ce que les savants ont découvert, mais rarement pourquoi ils étudiaient tel phénomène particulier. De plus, et de façon générale, ces scientifiques ne sont pas situés dans un contexte historique ou social.

Enfin, malgré l'importance donnée par les auteurs de manuels de sciences à la communication scientifique, ils ne précisent pas souvent le type d'équipe ou de réseau de communication dans lequel les scientifiques travaillent. Le cas le plus représentatif de cette situation est la présentation de l'élaboration du modèle atomique dans cinq manuels de chimie[52] destinés au 2e cycle du secondaire.

Dans chacun de ces manuels, l'élève voit se former le modèle atomique de J.J. Thomson à Niels Bohr, en passant par les rectifications de Ernest Rutherford et James Chadwick. À aucun moment il n'est mentionné que ces scientifiques se connaissaient bien et que l'atmosphère du laboratoire Cavendish de l'Université de Cambridge, dont J.J. Thomson fut le directeur de 1884 à 1919 et où Ernest Rutherford fut son étudiant à partir de 1895 pour ensuite le remplacer comme directeur en 1919, avait quelque chose à voir avec ces réussites. On ne dit pas non plus que Niels Bohr avait été l'étudiant de J.J. Thomson à Cambridge et de E. Rutherford à Manchester, ni que James Chadwick avait travaillé sous la supervision de Rutherford à Cambridge. Ceci constitue un exemple de ce qu'on peut

appeler la « science des manuels », où les événements historiques sont présentés hors de leur contexte et où leurs acteurs sont généralement décrits (souvent dans des biographies) comme des génies solitaires qui ont eu la bonne idée au bon moment.

L'autre question soulevée par cette histoire est encore une fois celle de la standardisation des manuels. Aucun de ces cinq manuels ne différait significativement dans la façon d'écrire l'histoire du modèle atomique. Lorsque nous avons voulu déterminer dans quelle mesure cette standardisation était présente, nous avons cherché d'autres exemples et nous en avons trouvé facilement. Ces cinq manuels recourent tous au procédé Haber de synthèse de l'ammoniac pour illustrer l'équilibre chimique en phase gazeuse ou ses applications. Comment expliquer une telle unanimité dans le choix des exemples, sinon par le phénomène de standardisation? Il nous a aussi paru curieux que les auteurs de manuels de sciences n'indiquent pas la source de leur documentation pour rédiger leurs ouvrages, à de rares exceptions près, dont la série *ALCHEM*. Sauf pour les rééditions successives des manuels américains du type *PSSC*, *CHEMStudy* et *BSCS*, qui disent se fonder sur l'édition originale, aucun auteur ne cite ses sources. Est-il si déraisonnable de penser que ces sources soient principalement constituées par d'autres manuels de sciences et que cette façon de faire encourage la standardisation des manuels?

Nous avons aussi cherché à savoir si les auteurs de manuels introduisaient des études de cas en histoire des sciences. Pour définir une étude de cas, nous avons utilisé les critères de Watson et Klopfer (voir annexe D). Le tableau VIII.11 donne une idée de la présence de telles études dans les manuels de sciences et, par conséquent, de la fréquence avec laquelle les élèves sont invités à se faire de la science une autre idée que celle de la « science des manuels ». En général, les auteurs proposent aux élèves des études de cas qui n'obéissent pas nécessairement aux critères choisis (le cas du développement du modèle atomique en est un exemple). Le manuel le plus riche en études de cas historiques est *Project Physics*, de J. Rutherford et coll., publié par Holt, Rinehart et Winston (anciennement *Harvard Project Physics*) et dont il existe une version canadienne qui en reprend de larges extraits, signée par D. Paul et coll., et publiée par le même éditeur. Il est intéressant de noter que Fletcher Watson, dont nous utilisons les critères pour identifier une étude de cas, est l'un des auteurs de ce manuel.

Le tableau VIII.11 montre aussi que les manuels de sciences présentent rarement aux élèves des illustrations ou des fac-similés de publications originales. Lorsque les auteurs citent le nom de femmes scientifiques, c'est celui de Marie Curie qui revient le plus souvent. Enfin, peu de scientifiques canadiens sont évoqués, sauf dans le manuel de biologie n° 44 où 14 d'entre eux bénéficient de quelques lignes. Dans les autres manuels, les élèves apprennent l'existence de Pierre Dansereau (n° 13), de Neil Bartlett (nos 31 et 54), de Sir Frederick Banting (n° 52), de R.J. Gillespie et de Gerald Herzberg (n° 53), de Sir Sandford Fleming (n° 31) et de Hans Selye (n° 42).

Tableau VIII.11a – Présence de l'histoire des sciences dans les manuels de sciences : 1er cycle du secondaire, biologie (10)

Code du manuel	11	12	13	14	15	16	17
Buts							
Présence d'un objectif concernant l'histoire des sciences	x	?			x		
Scientifiques							
Nombre total de scientifiques cités	27	24	14	32	23	0	6
Proportion de scientifiques cités pour simplement qualifier une loi, une théorie, etc.	19	46	100	46	57	0	100
Proportion de scientifiques dont les travaux sont décrits selon "la méthode scientifique"	67	8	0	38	43	0	100
Proportion de scientifiques qui sont associés à un contexte historique et (ou) social	56	4	0	16	13	0	100
Proportion de scientifiques cités associés à une équipe de recherche, un réseau d'information, etc.	74	0	0	6	17	0	100
Proportion de femmes scientifiques citées	0	0	0	0	0	0	0
Études de cas							
Présence d'études de cas	x[a]	x[b]					
Illustrations ou publications associées à l'histoire des sciences	0	0	0	1	1	0	7

[a] Génération spontanée et théorie cellulaire
[b] Découverte d'une avitaminose

Tableau VIII.11b – Présence de l'histoire des sciences dans les manuels de sciences : 1er cycle du secondaire, sciences physiques (20) et sciences générales (30)

Code du manuel	21	22	23	24	31	32	33
Buts							
Présence d'un objectif concernant l'histoire des sciences	x			x[c]			
Scientifiques							
Nombre total de scientifiques cités	13	14	17	35	33	6[g]	8
Proportion de scientifiques cités pour simplement qualifier une loi, une théorie, etc.	62	57	41	43	27	100	25
Proportion de scientifiques dont les travaux sont décrits selon « la méthode scientifique »	15	43	59	22	6	33	75
Proportion de scientifiques qui sont associés à un contexte historique et (ou) social	15	7	24	0	73	33	75
Proportion de scientifiques cités associés à une équipe de recherche, un réseau d'information, etc.	0	14	6	0	0	0	0
Proportion de femmes scientifiques citées	8	7	0	0	3[e]	0	0
Études de cas							
Présence d'études de cas		x[a]	x[b]	x[d]	x[f]		
Illustrations ou publications associées à l'histoire des sciences	0	2	1	1	0	0	6

[a] Loi des proportions définies, élaboration du tableau périodique, analyse spectrale, découverte de la radioactivité
[b] Abandon de la théorie du calorique, mesure de la vitesse de la lumière, énergie thermique et ses conversions
[c] Vous proposer quelques-unes des grandes idées scientifiques qui ont contribué à l'évolution du monde et qui le feront encore évoluer dans l'avenir
[d] Structure de la matière, nature de la chaleur
[e] Marie Curie
[f] Classification périodique et modèle de l'atome (traité partiellement)
[g] Environ 3 phrases par scientifique

Tableau VIII.11c - Présence de l'histoire des sciences dans les manuels de sciences : 2e cycle du secondaire, biologie (40) et physique (60)

Code du manuel	41	42	43	44	61	62	63	64
Buts								
Présence d'un objectif concernant l'histoire des sciences	x	x				x		x
Scientifiques								
Nombre total de scientifiques cités	61	125	82	91	66	49	89	11
Proportion de scientifiques cités pour simplement qualifier une loi, une théorie, etc.	62	30	65	16	41	84	30	82
Proportion de scientifiques dont les travaux sont décrits selon « la méthode scientifique »	26	70	26	36	15	10	0	0
Proportion de scientifiques qui sont associés à un contexte historique et (ou) social	8	33	34	14	0	0	0	18
Proportion de scientifiques cités associés à une équipe de recherche, un réseau d'information, etc.	3	39	21	31	44	6	0	0
Proportion de femmes scientifiques citées	12	5	1	6	3	2	2	0
Études de cas								
Présence d'études de cas		x[a]	(b)	x[c]			x[d]	
Illustrations ou publications associées à l'histoire des sciences	3	1	3	0	34	0	31	0

[a] Origine de la vie, photosynthèse, Mendel, évolution, etc.
[b] Beaucoup de biographies
[c] Évolution et sélection naturelle
[d] Système solaire, forces et mouvement, effet photoélectrique, etc.

Tableau VIII.11d – Présence de l'histoire des sciences dans les manuels de sciences : 2e cycle du secondaire, chimie (50)

Code du manuel	51	52	53	54	55	56
Buts						
Présence d'un objectif concernant l'histoire des sciences	(a)	x			x	x
Scientifiques						
Nombre total de scientifiques cités	26	61	69	50	30	35
Proportion de scientifiques cités pour simplement qualifier une loi, une théorie, etc.	72	62	30	56	60	33
Proportion de scientifiques dont les travaux sont décrits selon « la méthode scientifique »	28	33	29	24	40	16
Proportion des scientifiques qui sont associés à un contexte historique et (ou) social	12	2	68	2	37	66
Proportion de scientifiques cités associés à une équipe de recherche, un réseau d'information, etc.	12	20	38	18	0	20
Proportion de femmes scientifiques citées	0	3	1	4	3	0
Études de cas						
Présence d'études de cas	x[b]	x[c]			x[d]	x[e]
Illustrations ou publications associées à l'histoire des sciences	2	0	0	0	6	2

[a] « Le manuel présente beaucoup de références historiques et de biographies de scientifiques célèbres. » (notre traduction)
[b] Histoire du tableau périodique, développement du modèle atomique, Lavoisier et les débuts de la chimie quantitative
[c] Théorie moderne de la combustion, découverte de la radioactivité
[d] Partiel : modèle atomique et tableau périodique
[e] Théorie atomique

En conclusion, nous rappellerons ici quelques questions suscitées par ce bref examen de la « science des manuels ». Si connaître la nature de la science constitue l'un des objectifs désirés de l'enseignement des sciences, ne faudrait-il pas qu'élèves et professeurs soient bien conscients des divers messages implicites à son propros que l'on retrouve dans les manuels? Cette « science des manuels », qui procède à la fois d'une vocation secondaire du manuel (la première étant de livrer un contenu de façon claire) et d'une standardisation générale de ces manuels, est-elle un modèle acceptable? Une nouvelle politique, comme celle du Québec, en vertu de laquelle les auteurs devront produire des manuels en conformité avec des objectifs définis, constitue-t-elle un pas vers la disparition de cette standardisation? D'autres mesures sont-elles nécessaires? L'enfant doit-il, pour acquérir une démarche scientifique, se comporter comme un scientifique?

Nous sommes conscients de la partie assez vaste des questions soulevées par la présente étude. En fait, il aurait difficilement pu en être autrement, compte tenu de l'ampleur du problème de la description de l'activité scientifique dans les manuels. À ce sujet, on peut se demander si la cause de ce problème n'est pas le manque d'intérêt pour la recherche sur les manuels de sciences en Amérique du Nord. En effet, sur notre continent, les manuels ont quelquefois souffert de l'accent mis sur les méthodes actives et sur l'individualisation de l'enseignement, tendance qui a pour effet de réduire l'importance du manuel[53]. Or l'enquête, de même que l'examen de la pratique dans les écoles secondaires, démontrent l'importance du rôle joué par le manuel, et c'est pourquoi nous croyons que l'enseignement des sciences, tout comme le débat qu'il suscite, ont tout à gagner d'une meilleure compréhension de l'influence des manuels sur les élèves, l'enseignement et l'apprentissage.

Bibliographie et notes

I. Objet central de l'étude

1. Thomas H.B. Symons, *Se connaître*, Rapport de la Commission d'enquête sur les études canadiennes, Association des universités et collèges du Canada, Ottawa, 1975, volume I, p. 172.

2. *Ibid.*, p. 151.

3. David Suzuki, « Science Should Start with an R », *Maclean's*, le 21 janvier 1980, p. 4.

4. Par exemple : David Suzuki, « The Impact of Science and Technology on Education », Allocution prononcée au congrès annuel de l'Association canadienne de l'éducation, Vancouver, le 24 septembre 1980.

5. Jacques Désautels, *École + Science = Échec*, Québec Science Éditeur, Québec, 1980, p. 11.

6. Voir par exemple National Science Foundation et Department of Education, *Science and Engineering Education for the 1980s and Beyond*, Rapport adressé au Président, Washington (D.C.), 1980.

7. Par exemple l'Association for Science Education, *Education Through Science*, Exposé de politique, Hatfield (Herts.), Grande-Bretagne, 1981.

8. UNESCO, Congrès international sur l'enseignement de la science et de la technologie et le développement national, Unesco, Paris, du 23 novembre au 2 décembre 1981.

9. Pour une analyse des mouvements intellectuels dont il s'agit, voir Martin Rein et Donald A. Schön, « Problem Setting in Policy Research », dans *Using Social Research in Public Policy Making*, sous la direction de Carol H. Weiss, Lexington Books, Lexington (Massachussets), 1977, p. 235 à 251.

10. Douglas A. Roberts, « Developing the Concept of "Curriculum Emphases" in Science Education », *Science Education*, 1982, vol. 60, n° 2, p. 243 à 260.

11. Chris Argyris et Donald A. Schön, *Theory in Practice: Increasing Professional Effectiveness*, Jossey-Bass Publishers, San Francisco, 1974.

12. Douglas A. Roberts, *op. cit.*, p. 245.

13. Douglas A. Roberts, « Curriculum Emphases as a Key Area for Decision Making: The Case of School Science », paru dans *Studies of Curriculum Decision Making*, sous la direction de K.A. Leithwood, Presses de l'Institut d'études pédagogiques de l'Ontario (OISE), Toronto, 1982.

14. Douglas A. Roberts et Graham W.F. Orpwood, *Properties of Matter: A Teacher's Guide to Alternative Versions*, Presses de l'Institut d'études pédagogiques de l'Ontario (OISE), Toronto, 1979.

15. Douglas A. Roberts et Graham W.F. Orpwood, « Classroom Events and Curricular Intentions: A Case Study in Science Education », paru dans la *Revue canadienne de l'Éducation*, 1982, vol. 7, n° 2, p. 1 à 15.

16. Chris Argyris et Donald A. Schön, *op. cit.*, p. 4.

17. Chris Argyris, *Reasoning, Learning, and Action: Individual and Organizational*, Jossey-Bass Publishers, San Francisco, 1982, p. 83.

18. Chris Argyris et Donald A. Schön, *op. cit.*, p. 7 (c'est nous qui soulignons).

19. Chris Argyris, *op. cit.*, p. 85.

20. John K. Olson, « Teacher Constructs and Curriculum Change », paru dans *Journal of Curriculum Studies*, janvier-mars 1980, vol. 12, n° 1, p. 4.

II. Investigation dialoguée

1. Pour une bonne part, cette section s'inspire directement de : Graham W.F. Orpwood, *The Logic of Curriculum Policy Deliberation: An Analytic Study from Science Education*, thèse de doctorat inédite, Université de Toronto, 1981 (ED 211 372).

2. Voir Leroi B. Daniels, « The Concept of Curriculum », document remis lors la réunion annuelle de la Société canadienne pour l'étude de l'enseignement, Halifax, 1981.

3. Par exemple K.A. Leithwood et coll., *Planning Curriculum Change*, Presses de l'Institut d'études pédagogiques de l'Ontario (OISE), Toronto, 1976; voir particulièrement le chapitre 4.

4. Len Berk, Editorial, *Curriculum Inquiry*, 1976, vol. 6, n° 2, p. 99 et 100.

5. *Ibid.*, p. 100.

6. La distinction est faite par Ernest R. House dans « Technology versus Craft: A Ten Year Perspective on Innovation », *Journal of Curriculum Studies*, 1979, vol. 11, n° 1, p. 11.

7. Aristote, *La Politique*, Éditions Gonthier, Presses universitaires de France, Paris, 1980, p. 74.

8. F. Michael Connelly, Florence G. Irvine et Robin J. Enns, « Stakeholders in Curriculum », dans *Curriculum Planning for the Classroom*, sous la direction de F.M. Connelly, A.S. Dukacz et F. Quinlan, Presses de l'Institut d'études pédagogiques de l'Ontario (OISE), Toronto, 1980, p. 44 à 55.

9. *Ibid.*, p. 44.

10. La description de la méthode des débats pour l'examen des problèmes de programme d'étude est donnée par Joseph J. Schwab dans *The Practical: A Language for Curriculum*, National Education Association, Washington (D.C.), 1970, et dans « The Practical 3: Translation into Curriculum », *School Review*, août 1973, vol. 81, n° 4, p. 501 à 522.

11. Graham W.F. Orpwood, « The Ethics of Involvement by Researchers in Curriculum Policymaking », Journal of Educational Thought, décembre 1983, vol. 17, n° 3, p. 221 à 229. Voir aussi William A. Reid, « Schools, Teachers and Curriculum Change: The Moral Dimension of Theory Building », *Educational Theory*, automne 1979, vol. 29, n° 4.

12. Autres exposés de la série : Glen Aikenhead, *L'enseignement des sciences dans une perspective sociale*; Donald George, *L'enseignement des sciences vu par un ingénieur*; Hugh Munby, *Qu'est-ce que la pensée scientifique?*; Marcel Risi, *La macroscole ou l'enseignement systémique des sciences*; Douglas A. Roberts, *La culture scientifique - Vers l'équilibre dans le choix d'objectifs pour l'enseignement des sciences à l'école*.

13. Comptes rendus d'ateliers publiés à ce jour : *Qui fait tourner la roue?*, travaux d'un atelier sur les femmes et l'enseignement des sciences; rédactrice : Janet Ferguson; *Les sciences au Québec : Quelle éducation?*, sous la direction de Jean-Pascal Souque et Paul Dufour.

14. Joseph J. Schwab, *The Practical: A Language for Curriculum*, National Education Association, Washington (D.C.), 1970, p. 36.

III. Recherches pour alimenter la délibération

1. Stephen Toulmin, *Human Understanding*, Princeton University Press, Princeton (N.J.), p. 153.

2. Par exemple plusieurs essais dans : A. Hugh Munby, Graham W.F. Orpwood et Thomas L. Russell, *Seeing Curriculum in a New Light: Essays: from*

Science Education, Presses de l'Institut d'études pédagogiques de l'Ontario (OISE), Toronto, 1980.

3. Freema Elbaz, « The Teacher's Practical Knowledge: A Case Study », thèse de doctorat inédite, Université de Toronto, 1980.

4. Geoffrey Vickers, *The Art of Judgment: A Study of Policymaking*, Chapman and Hall, Londres, 1965, p. 39.

5. Robert E. Stake et Jack A. Easley fils, *Case Studies in Science Education*, U.S. Government Printing Office, Washington (D.C.), 1978.

6. John Olson et Thomas Russell, « Draft Plans for a Series of Case Studies of Canadian Science Education », document inédit préparé pour le Comité de l'enseignement des sciences auprès du Conseil des sciences du Canada, octobre 1980, p. 3.

7. Sam D. Seiber, « The Integration of Fieldwork and Survey Methods », *American Journal of Sociology*, 1973, vol. 78, n° 6, p. 1335 à 1359.

IV. La science dans le programme d'études des écoles

1. En anglais, le mot « ministry » n'est employé en réalité qu'en Ontario et en Colombie-Britannique; ailleurs au Canada, c'est le mot « department » qui sert à désigner la direction générale du gouvernement (de la province ou du territoire) chargée de l'éducation. En français, le mot « ministère » s'applique dans tous les cas.

2. L'accord de collaboration conclu par le Conseil des sciences et le CMEC comprenait l'engagement du Conseil des sciences à ne répéter aucune étude du CMEC. C'est pourquoi les travaux dont font état les rapports qui suivent n'ont pas fait l'objet d'une vérification de notre part : *L'enseignement secondaire au Canada : Guide de transfert des élèves*, 3e édition, Conseil des ministres de l'Éducation (Canada), Toronto, 1981; *Sciences : Revue des programmes d'études provinciaux aux niveaux primaire et secondaire*, préparé par Sharon M. Haggerty et E.D. Hobbs pour le Comité des programmes auprès du Conseil des ministres de l'Éducation (Canada), Toronto, 1981.

3. Aux fins de la présente étude, le mot « science » désigne la matière ainsi définie par chaque province ou territoire (voir au chapitre 1 un examen plus approfondi de cette question).

4. Nous sommes reconnaissants à Paul Dufour, attaché de recherche au Conseil des sciences, pour le travail qu'il a accompli dans ce domaine.

5. Les trois niveaux (primaire, 1er et 2e cycles du secondaire) au chapitre 1.

6. Voir Graham W.F. Orpwood, *The Logic of Curriculum Policy Deliberation: An Analytic Study from Science Education*, thèse de doctorat inédite, Université de Toronto, 1981, et particulièrement le chapitre 3.

7. Par exemple Secrétariat d'État, *L'édition anglaise de manuels d'enseignement au Canada* et *L'édition française de manuels d'enseignement au Canada*, Approvisionnements et services Canada, Ottawa, 1978.

V. Les objectifs officiels et les stratégies de l'enseignement des sciences

1. Sharon M. Haggerty et E.D. Hobbs, *Sciences : Revue des programmes d'études provinciaux aux niveaux primaire et secondaire*, 1981, Conseil des ministres de l'Éducation (Canada), Toronto, p. 28 à 39.

2. *Ibid.*, p. 10.

3. Par exemple : les huit « dimensions du savoir scientifique » de Lawrence L. Gabel, « The Development of a Model to Determine Perceptions of Scientific Literacy », thèse de doctorat inédite, Ohio State University, Columbus (Ohio), 1976; aussi les sept « lignes de force des programmes d'études » définies par Douglas A. Roberts, « Developing the Concept of "Curriculum Emphases" in Science Education », *Science Education*, 1982, vol. 60, p. 243 à 260.

4. Assurément, les deux premiers niveaux (et peut-être aussi des niveaux plus

élevés) de la classification des objectifs de la connaissance de Bloom font partie de cette catégorie. Voir Benjamin S. Bloom, *Taxonomie des objectifs pédagogiques*, Tome 1 : Domaine cognitif, traduit par Marcel Lavallée, Éducation Nouvelle, Montréal, 1969.

5. Voir les lignes de force des « explications justes » et des « bases solides » de Douglas A. Roberts dans « Developing the Concept of "Currriculum Emphases" », *Science Education*, 1982, vol. 60, n° 2, p. 247 à 249.

6. Pour un examen des objectifs de ce programme, voir par exemple Robert M. Gagné, « Elementary Science: A New Scheme of Instruction », *Science*, 1966, n° 151, p. 49 à 53. La recherche canadienne dans le domaine des compétences dans les procédés d'enseignement des sciences comprend : Marshall Nay, « A Process Approach to Teaching Science », *Science Education*, 1971, vol. 55, n° 2, p. 197 à 207. Enfin, le programme « Science: A Process Approach » a été traduit et adapté en français sous le titre « Apprentissage de la pensée scientifique ».

7. A.H. Munby, « *Qu'est-ce que la pensée scientifique?* », exposé à débattre du Conseil des sciences du Canada, Ottawa, 1982.

8. Parmi les exceptions figurent les documents publiés par la SEEDS Foundation (Edmonton) et par les presses de l'Institut d'études pédagogiques de l'Ontario (OISE) (Toronto).

9. Par exemple Graham W.F. Orpwood et Douglas A. Roberts, « Science and Society: Dimensions of Science Education for the 80s », *Orbit*, février 1980, n° 51; aussi Glen Aikenhead, *L'enseignement des sciences dans une perspective sociale*, Conseil des sciences du Canada, Ottawa, 1981.

10. Le ministère de l'Éducation de Terre-Neuve, *Elementary Science Course Description*, Saint-Jean (Terre-Neuve), janvier 1978, p. 3.

11. Voir A. Hugh Munby, « An Evaluation of Instruments Which Measure Attitudes to Science », dans *World Trends in Science Education*, sous la direction de C.P. MacFadden, de l'Atlantic Institute of Education, Halifax, 1980.

12. Donald A. George, *L'enseignement des sciences vu par un ingénieur*, exposé à débattre du Conseil des sciences du Canada, Ottawa, 1981.

13. Frank W. Jenkins et coll., *ALCHEM*, J.M. LeBel, Edmonton, 1979.

14. Max Black, « Reasoning with Loose Concepts », dans *Margins of Precision: Essays in Logic and Language*, de Max Black, Cornell University Press, Ithaca (N.Y.), 1970, p. 1 à 13.

15. Haggerty et Hobbs, *op. cit.*, p. 4.

16. Pour un examen détaillé de cet aspect, voir Douglas A. Roberts et Graham W.F. Orpwood, « Classroom Events and Curricular Intentions: A Case Study in Science Education », *Canadian Journal of Education*, 1982, vol. 7, n° 2, p. 1 à 15.

17. Marcel Risi, *La macroscole ou l'enseignement systémique des sciences*, Conseil des sciences du Canada, Ottawa, 1982.

18. A. Hugh Munby, *op. cit.*

VI. Les manuels dans l'enseignement des sciences

1. Ontario, ministère de l'Éducation, *Circulaire 14 - Manuels scolaires*, Toronto, 1981, p. 15.

2. Québec, ministère de l'Éducation, *L'École québécoise, Énoncé de politique et plan d'action*, Québec, 1979, p. 105.

3. Saskatchewan Education, *Science: A Curriculum Guide for Division III*, Regina, 1979, p. 9 (c'est nous qui traduisons).

4. Doris W. Ryan, *Ontario Classroom Textbook Survey*, The School Group of the Canadian Book Publishers' Council, en collaboration avec la Fédération des enseignants de l'Ontario, Toronto, 1982, p. 67 (c'est nous qui traduisons).

VII. Analyse descriptive : buts et méthodologie

1. Sharon M. Haggerty et E.D. Hobbs, *Sciences : revue des programmes d'études provinciaux aux niveaux primaire et secondaire*, Conseil des ministres de l'Éducation, Canada, Toronto, 1981, p. 3.

2. Paul R. O'Connor et coll., *La Chimie : Expériences et principes*, traduit par J. Leclerc, Centre Éducatif et Culturel Inc., Montréal, 1974, p. ix.

3. René Lahaie et coll., *Éléments de chimie expérimentale*, Éditions HRW, Montréal, 1976.

4. A. Mason Turner et coll., *Inquiries in Chemistry*, Allyn and Bacon Canada Ltd., 1977 (c'est nous qui traduisons).

5. O'Connor et coll., *op. cit.*, p. 4.

6. Robert R. MacNaughton et Robert N. Heath, *Sciences physiques : matière, énergie, interactions*, traduit par J. Bergeron et M. Mercure, Centre Éducatif et Culturel Inc., 1978, p. 197.

7. Thomas F. Morrison et coll., *Précis de biologie humaine*, traduit par André Décarie, Éditions HRW, 1977, p. 4.

8. Thomas F. Morrison et coll., *op. cit.*, p. 188.

9. O'Connor et coll., *op. cit.*, p. 237.

10. Graham Orpwood, « Canadian Content in School Texts and the Changing Goals of Education », *Education Canada*, printemps 1980, vol. 20, n° 1, p. 19 (c'est nous qui traduisons).

11. Thomas Russell, « What History of Science, How Much and Why? », *Science Education*, 1981, vol. 65, n° 1, p. 56 (c'est nous qui traduisons).

12. Marlene Fuhrman et coll., *The Laboratory Structure and Task Analysis Inventory - (LAI): A User's Handbook*, Technical Report 14, University of Iowa Science Education Center, Iowa City, 1978 (notre propre traduction a été utilisée pour l'analyse des manuels francophones).

VIII. Analyse descriptive : résultats

1. Milo K. Blecha et coll., *Exploring Matter and Energy*, livre du maître, Doubleday Canada Ltée, 1978, p. 160 (c'est nous qui traduisons).

2. Ministère de l'Éducation du Québec, Direction du matériel didactique, *Grille d'analyse des stéréotypes discriminatoires dans le matériel didactique*, Québec, 1981.

3. School Group, Canadian Book Publisher's Council, *Textbooks Are for Everyone*, Toronto (non daté).

4. U. Haber-Schaim et coll., *PSSC Physics*, 5e édition, D.C. Heath, Toronto, 1981, p. 128.

5. Marlene Fuhrman et coll., *op. cit.*

6. Vincent N. Lunetta et Pinchas Tamir, « Matching Lab Activities with Teaching Goals », *The Science Teacher*, 1979, vol. 46, n° 3, p. 22 à 24.

7. Pinchas Tamir et Vincent N. Lunetta, « Inquiry-Related Tasks in High School Science Laboratory Handbooks », *Science Education*, 1981, vol. 65, n° 5, p. 477 à 484.

8. Marlene Fuhrman, V.N. Lunetta et S. Novick, « An Analysis of laboratory activities in contemporary chemistry curricula », *Journal of Chemical Education* (à paraître).

9. Vincent N. Lunetta et Pinchas Tamir, *An analysis of laboratory activities in two modern science curricula: Project Physics and PSSC*, exposé présenté à la National Association for Research in Science Teaching, Toronto, 1er avril 1978.

10. U. Haber-Schaim et coll., *Physique, guide de travaux pratiques*, 2e édition, Éditions Leméac/Hachette Canada, 1970, p. 19.

11. M.C. Schmid et M.T. Murphy, *Developing Science Concepts in the Laboratory*, 2e édition, Prentice-Hall, 1979, p. 2.

12. Thomas H.B. Symons, *Se connaître*, rapport de la Commission sur les études canadiennes, Association des universités et collèges du Canada, 1975, p. 172.

13. James Page, *Un contexte canadien pour l'enseignement des sciences*, Conseil des sciences du Canada, Ottawa, 1979.

14. Charles H. Heimler et J. David Lockard, *Focus on Life Science*, Charles E. Merrill, Toronto, 1977, p. 15 (c'est nous qui traduisons)

15. *Ibid.*, p. 460 (c'est nous qui traduisons).

16. Biological Sciences Curriculum Study, *Biological Science: An Ecological Approach*, Rand McNally, Chicago, 1978, p. 46 à 53.

17. *Ibid.*, p. 194 à 195.

18. J.W. Kimball, *Biology*, Addison-Wesley, 1978.

19. J.J. Otto et Albert Towle, *Modern Biology*, Holt, Rinehart & Winston, 1969, p. 610.

20. *Ibid.*, p. 140.

21. Robert W. Parry et coll., *Chemistry: Experimental Foundations*, Prentice-Hall, Scarborough, 1975, p. 228 et 229 (c'est nous qui traduisons).

22. *Ibid.*, p. 493 (c'est nous qui traduisons).

23. Paul R. O'Connor et coll., *Chemistry: Experiments and Principles*, D.C. Heath, 1977, p. 95 (c'est nous qui traduisons).

24. O'Connor et coll., *La Chimie : expériences et principes*, version française par Jacques Leclerc, Centre Éducatif et Culturel, Montréal, 1974, p. 80.

25. Jacques Désautels, *École + science = Échec*, Québec Science Éditeur, 1980, p. 123.

26. Verne N. Rockcastle et coll., *Les chemins de la science*, livre du maître, traduit et adapté sous la direction de Fernand Séguin, ERPI, 1978, p. v.

27. Charles Désiré et coll., *Biologie humaine*, Centre Éducatif et Culturel, Montréal,1968, p. 3.

28. C.H. Heimler et J.D. Lockard, *op. cit.*, p. 4 (c'est nous qui traduisons).

29. R.L. Whitman et E.E. Zinck, *Chemistry Today*, Prentice-Hall, Scarborough, 1976, p. 5 (c'est nous qui traduisons).

30. J.H. MacLachlan et coll., *Matter and Energy: The Foundations of Modern Physics*, Clarke, Irwin, Toronto, 1977, p. xii (c'est nous qui traduisons).

31. William A. Andrews et coll., *Introduction aux sciences physiques*, Guide du maître, traduit par Jean Deschênes, Éditions Études vivantes, Montréal, 1980, p. xiv.

32. J.H. MacLachlan et coll., *op. cit.*, p. 282 (c'est nous qui traduisons).

33. G. Orpwood et D. Roberts, « Curriculum Emphases in Science Education III: The Analysis of Textbooks », *The Crucible*, 1980, vol. II, n° 3, p. 36 à 39.

34. Lance Factor et Robert Kooser, *Value Presuppositions in Science Textbooks: A Critical Bibliography*, Knox College, Galesburg, Ill., 1981 (c'est nous qui traduisons).

35. *Ibid.*, p. 3.

36. Paul O'Connor et coll., *Chemistry: Experiments and Principles*, D.C. Heath, 1981. p. 2.

37. René Lahaie et coll., *Éléments de chimie expérimentale*, Éditions HRW, Montréal, 1976, p. 7.

38. Voir par exemple Gaston Bachelard, *La Formation de l'esprit scientifique*, J. Vrin, Paris, 1967; et aussi Jean-Pascal Souque et Jacques Désautels, « La course d'obstacles du savoir », *Québec Science*, 1979, vol. 18, n° 1, p. 36 à 39.

39. Paul R. O'Connor et coll; *La chimie : expériences et principes*, livre du maître, traduit par Jacques Leclerc, Centre Éducatif et Culturel, 1977, Montréal, p. 173.

40. Factor et Kooser, *op. cit.*, p. 4 (c'est nous qui traduisons).

41. Voir par exemple Brent Kilbourn, « World Views and Science Teaching », dans *Seeing Curriculum in a New Light*, sous la direction de H. Munby, G.W.F. Orpwood et T.L. Russell, Presses de l'Institut d'études pédagogiques de l'Ontario

(OISE), 1980; et Elijah Babikian, « An Aberrated Image of Science in Elementary School Science Textbooks », *School, Science and Mathematics*, 1975, vol. 75, n° 15, p. 457 à 460.

42. Jack H. Christopher, *Focus on Science: Exploring the Natural World*, livre du maître, D.C. Heath, 1980, Toronto, p. 1 (c'est nous qui traduisons).

43. Milo K. Blecha et coll., *op. cit.* (c'est nous qui traduisons).

44. R.R. MacNaughton et R.W. Heath, *op. cit.*, p. 6.

45. *Biological Science, An Ecological Approach*, Biological Sciences Curriculum Study, Rand MacNally, 1980, livre du maître, p. ii (c'est nous qui traduisons).

46. John Kimball, *Biology*, Addison-Wesley, Toronto, 1978 (c'est nous qui traduisons).

47. R.L. Whitman et E.E. Zinck, *op. cit.* (livre du maître).

48. R. Lahaie et coll., *op. cit.*

49. E. Ledbetter et J. Young, *Keys to Chemistry*, Addison-Wesley, Toronto, 1977.

50. W. Andrews et coll., *Biological Sciences: An Introductory Study*, Prentice-Hall, Scarborough, 1980 (c'est nous qui traduisons).

51. Paul R. O'Connor et coll., *Chemistry: Experiments and Principles*, D.C. Heath, Toronto, 1981, p. iii (c'est nous qui traduisons).

52. Paul R. O'Connor et coll., *ibid.*; E.R. Toon et G.L. Ellis, *Foundations of Chemistry*, Holt, Rinehart & Winston, Toronto, 1973; A.M. Turner et C.T. Sears, *Inquiries in Chemistry*, Allyn & Bacon, Toronto, 1977; Parry et coll., *op. cit.*; R. Lahaie et coll., *op. cit.*

53. Voir par exemple Decker F. Walker, « Learning Science from Textbooks: Toward a Balanced Assessment of Textbooks in Science Education », dans *Research in Science Education: New Questions, New Directions*, sous la direction de James T. Robinson, Center for Educational Research and Evaluation, Boulder, Colorado, 1981.

Annexe D – Grilles d'analyse des manuels de sciences

Grille n° 1

1. S. Rouleau et M. Demers, *Le monde qui t'entoure : invitation à l'écologie*, Guérin, 1976, p. 5.

2. R. MacNaughton et R. Heath, *Sciences physiques : matière, énergie, interactions*, Centre Éducatif et Culturel Inc., 1987, p. 7.

3. Le groupe SO_2, *Les sciences par objectifs de comportement : physique, électromagnétisme et physique moderne*, Éditions du Renouveau Pédagogique, 1974, p. 38.

4. R. Lahaie et coll., *Éléments de chimie expérimentale*, Éditions HRW, 1976, p. iii.

5. R. MacNaughton, *op. cit.*, p. 7.

6. Verne N. Rockcastle et coll., *Les chemins de la science*, 6, livre du maître, traduction et adaptation sous la direction de Fernand Séguin, Éditions du Renouveau Pédagogique, 1978, p. 172.

7. Paul R. O'Connor et coll., *La Chimie : Expériences et principes*, traduit par Jacques Leclerc, Centre Éducatif et Culturel Inc., 1974, p. vii.

8. R. Lahaie, *op. cit.*, p. iv.

9. Paul R. O'Connor, *op. cit.*, p. 1.

10. Équipe I.R.P., *Les concepts du mouvement*, Institut de recherches psychologiques Inc. 1980, tome I, p. vii.

11. Verne N. Rockcastle, *op. cit.*, p. vi.

12. V. Haber-Schaim et coll., *Physique PSSC*, Centre Éducatif et Culturel, 1974, p. 6.

13. R. Lahaie et coll., *Éléments de chimie expérimentale, guide du maître*, Éditions HRW, 1976, p. 335.

Grille n° 2

1. Verne N. Rockcastle et coll., *Les chemins de la science*, 5, traduction et adaptation sous la direction de Fernand Séguin, Éditions du Renouveau Pédagogique, 1978, p. 98.
2. M.C. Schmid et M.T. Murphy, *Developing Science Concepts in the Laboratory*, Prentice-Hall, 1979, p. 242 (c'est nous qui traduisons).
3. R. Lahaie et coll., *Éléments de chimie expérimentale*, Éditions HRW, p. 483.
4. Royal Commission on Book Publishing, Canadian Publishers and Canadian Publishing, Queen's Printer for Ontario, 1973 (c'est nous qui traduisons).
5. R.D. Townsend et coll., *Energy, Matter and Change*, Scott, Foresman and Company, 1973, p. 215 (c'est nous qui traduisons).

Grille n° 3

1. Gouvernement du Québec, Direction générale du développement pédagogique, *Programme d'étude, primaire, sciences de la nature*, mai 1980.
2. Ministère de l'Éducation de l'Alberta, Le guide pédagogique, 1978, Les sciences au secondaire I, Edmonton (aucune date de publication indiquée).
3. Glen Aikenhead, *L'enseignement des sciences dans une perspective sociale*, exposé à débattre, Conseil des sciences du Canada, 1989.
4. Glen Aikenhead, *op. cit.*
5. John Ziman, *Teaching and Learning About Science and Society*, Cambridge University Press, 1980.
6. Graham Orpwood et Douglas Roberts, « Science and Society: Dimensions of Science Education for the 80's », *Orbit*, 51, février 1980, n° 51.
7. C.H. Heimler et J.D. Lockard, *Focus on Life Science*, Charles E. Merrill, 1977, p. 459 (c'est nous qui traduisons).
8. Verne N. Rockcastle et coll., *Les chemins de la science*, 6, traduction et adaptation sous la direction de Fernand Séguin, Éditions du Renouveau Pédagogique, 1978, p. 305.
9. Verne N. Rockcastle et coll., *op. cit.*, p. 252.
10. William A. Andrews et coll., *Introduction à la biologie*, traduit par Jean Deschênes, Éditions Études vivantes, 1982, p. 735.

Grille n° 4

1. Jacques Désautels, *École + Science = Échec*, Québec Science Éditeur, Sillery, 1980.
2. Thomas L. Russell, « What History of Science, How Much, and Why? », *Science Education*, 1981, vol. 65, n° 51-64 (c'est nous qui traduisons).
3. Thomas L. Russell, *op. cit.* (c'est nous qui traduisons).
4. Leo E. Klopfer et Fletcher G. Watson, « Historical Materials and High School Science Teaching », *The Science Teacher*, octobre 1975, vol. 24, n° 6 (c'est nous qui traduisons).

Annexes

Annexe A - Titres des documents soumis par les provinces

Tous les ministères de l'Éducation ont soumis des documents renfermant les directives concernant les programmes d'études scientifiques. Cette liste ne comprend que les titres de ceux qui ont été examinés pour les fins de cette analyse. Le lecteur ne trouvera donc pas ici une liste exhaustive des publications gouvernementales relatives à l'enseignement des sciences.

Primaire

Terre-Neuve

Philosophy and Objectives for Science Education in Newfoundland Schools, Grades K-11 (1978)
Elementary Science Course Description (1978)

Île-du-Prince-Édouard

A Style for Every Child: Program of Studies and Related Information for the Schools of Prince Edward Island (1977-78, révisé - 1978)
Science Activities in the Elementary School, Years I-VI

Nouvelle-Écosse

Science in the Elementary School: A Teaching Guide (1978)

Nouveau-Brunswick

Program in Elementary School Science (1977)
Programme-cadre, sciences à l'élémentaire (1977)
Guide pédagogique, sciences à l'élémentaire, Premier cycle (1970), *Deuxième cycle* (1977)

Québec

L'École québécoise, Énoncé de politique et plan d'action (1979)
Programme d'étude, primaire, sciences de la nature (1980)
Matériel didactique agréé par le ministère de l'Éducation pour les écoles primaires de langue française (1979); *Supplément* (1981)
Educational materials approved by the ministère de l'Education for use in English-language elementary schools (1979); *Supplement* (1981)

Ontario

The Formative Years (1975)
Circular 14: Textbooks (1981)

Manitoba

K-6 Science (1979)

Saskatchewan

Division I Science Program (1971)
Curriculum Guide for Division II Science (1971)

Alberta

Curriculum Guide for Elementary Science (1980 – provisoire)

Colombie-Britannique

Elementary Science: Teachers Curriculum Interim Guide (1977)
Prescribed and Authorized Learning Materials: Grades K-XII (1979)

Territoires du Nord-Ouest

Elementary Science Program: Interim Edition (1978)

Yukon

The Exploring Science Program Teacher's Guide (1978)

1er cycle du secondaire

Terre-Neuve

Philosophy and Objectives for Science Education in Newfoundland Schools, Grades K-11 (1978)
Junior High Science Curriculum Guide (1980)

Île-du-Prince-Édouard

A Style for Every Child: Program of Studies and Related Information for the Schools of Prince Edward Island (1977-78) (révisé – 1978)
Levels Seven, Eight, Nine Science Discovery Approach: A Suggested Program for P.E.I. Schools

Nouvelle-Écosse

Science in the Junior High School (1977)

Nouveau-Brunswick

Junior High Science (1980)
Sciences, secondaire, premier cycle (1979)

Québec

Programme d'étude, secondaire
Écologie 176-113
Initiation à la biologie humaine 175-133
(documents de travail, 1980)
Matériel didactique agréé par le ministère de l'Éducation pour les écoles secondaires de langue française (1979); *Supplément* (1981)
Educational materials approved by the ministère de l'Éducation for use in English-language secondary schools (1979); *Supplement* (1981)

Ontario

Intermediate Division Science (1978)
Circular 14: Textbooks (1981)

Manitoba

7-9 Science (1979)

Saskatchewan

A Curriculum Guide for Division III Science (1979)

Alberta

Curriculum Guide for Junior High School Science (1978)

Colombie-Britannique

Junior Secondary Science, Curriculum/Resource Guide, 8-10 (projet, 1982)

Territoires du Nord-Ouest

Middle Years Science (1979)

2e cycle du secondaire

Terre-Neuve

Philosophy and Objectives for Science Education in Newfoundland Schools, Grades K-11 (1978)
High School Biology Curriculum Guide (1979)
Biology 2201 (1981)
Biology 3201 (1982)
Chemistry 2202 (1982)
High School Physics Course Description (1979)
Physics 2204 (1981)
Physics 3204 (1982)

Île-du-Prince-Édouard

A Style for Every Child: Program of Studies and Related Information for the Schools of Prince Edward Island (1977-78) (révisé – 1978)

Nouvelle-Écosse

Biology 010, 310, 012, 312 – A Teaching Guide (1978)
Chemistry 011, 012, 311, 312 – A Teaching Guide (1977)
Physics 011, 012, 311, 312 – A Teaching Guide (1977)

Nouveau-Brunswick

Biology 102-101 (1980)
Biology 103 (1977)
Biology 122 (1977)
Chemistry 111-121 (1979)
Chemistry 112-122 (1979)
Physics 111-121 (1969)
Physics 112-122 (1979)
Plans d'études :
Biologie 102-122 (1972)
Chimie I et II (1980)
Physique 112-122 (1974)

Québec

Programmes d'études des écoles secondaires :
Biologie 422 (1971)
Chimie 270-442, 270-462, 270-562 (1976)
Physique 181-643, 181-653 (1980)
Matériel didactique agréé par le ministère de l'Éducation pour les écoles secondaires de langue française (1979); *Supplément* (1980)
Educational materials approved by the ministère de l'Éducation for use in English-language secondary schools (1979); *Supplement* (1980).

Ontario

(Il n'existe pas de directives concernant le 2e cycle du secondaire)
Circular 14: Textbooks (1981)

Manitoba

Biology 200-300 – pilot program (1981)
Chemistry 200-300 – pilot program (1981)
Physics 200-300 – pilot program (1981)

Saskatchewan

Biology 20,30 (1971); *Supplément* (1979)
Chemistry 20,30 (1976);
Physics 20,30 (1976); *Supplément* (1979)

Alberta

Biology 10-20-30 (1977)
Chemistry 10-20-30 (1977)
Physics 10-20-30 (1977)

Colombie-Britannique

Biology 11 and 12 (1974)
Chemistry 11: Learning Outcomes and Resource Guide (1977)
Chemistry 12: Learning Outcomes and Resource Guide (1978)
Physics 11: Curriculum Guide (1981)
Prescribed and Authorized Learning Materials: Grades K-11 (1979)

Annexe B – Manuels de sciences

Les titres répertoriés ici sont prescrits, approuvés ou autorisés par les ministères de l'Éducation. Seuls les manuels ou séries de manuels couvrant une partie importante du programme apparaissent, les ouvrages thématiques et autres outils didactiques ayant été omis. Le titre est accompagné de sa date d'édition la plus récente. La présentation suit l'ordre alphabétique dans chacune des sections suivantes :

A. Primaire
B. 1er cycle du secondaire
C. 2e cycle du secondaire : C1. Biologie
C2. Chimie
C3. Physique

Si un titre est répertorié ou utilisé pour plus d'un niveau ou d'une matière, il est classé selon le niveau (et la matière) où il est réutilisé le plus souvent et accompagné d'un astérisque.

Pour chaque titre répertorié, les cinq colonnes de droite donnent les renseignements suivants :

1. le nombre de provinces dont les directives mentionnent ce titre;
2. le nombre de provinces dans lesquelles ce titre est utilisé, d'après les résultats de notre enquête;
3. le nombre de répondants à notre enquête qui utilisent ce manuel;
4. le symbole X indique que des répondants à l'enquête ont évalué ce manuel;
5. le symbole X indique que ce manuel a été analysé dans le cadre de l'étude.

A. Primaire	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Apprentissage de la pensée scientifique (Collection APS) American Association for the Advancement of Science; traduit par le Bureau de recherche et de consultation en éducation, Beauchemin, 1971	1	1	11		
Les chemins de la science V. Rockcastle et coll.; traduit et adapté sous la dir. de F. Séguin Éditions du renouveau pédagogique, 1978	6	7	54	X	X

	1	2	3	4	5
Concepts in Science P. Brandwein *et al.* Longman, 1968-1980 (3 eds.)	1	4	21	X	
Elementary Science Study (ESS) Education Development Center McGraw-Hill, 1967-70	3	0	0		
Energy Literacy Series S.E.E.D.S. Foundation SRA 1981	4	0	0		
ESS (Collection) Education Development Center (traduit) McGraw-Hill, 1967-1971	2	0	0		
Étude de ton environnement J-C. MacBean et coll. Traduit par I. Sabourin; Adapté par R. Gervais et D. Sénécal Holt, Rinehart & Winston, 1973-77 (2 eds.)	2	0	0		
*Étudie ton milieu** F. Miron et coll. McGraw-Hill Ryerson, 1974	3	0	0		
L'éveil de l'enfant par les activités scientifiques R. Tavernier Bordas Dunod, 1976-78 (2 eds.)	1	0	0		
Examining Your Environment (EYE) J.C. MacBean *et al.* Holt, Rinehart & Winston, 1977	5	2	2		
Experiences in Science H.E. Tannenbaum *et al.* McGraw-Hill, 1966	1	0	0		
Heath Science Series H. & N. Schneider Copp Clark, 1968	2	4	13	X	
Investigating Science Series L.A. Cole *et al.* Book Society, 1962	1	0	0		
J'observe la nature (Collection) A. Bultreys Traduit par J. Razée Granger Frères, 1976	1	0	0		

	1	2	3	4	5
Laidlaw Exploring Science Program M.K. Blecha *et al.* Doubleday, 1977-79 (3 eds.)	4	5	121	X	X
Laidlaw Modern Science, Levels 1-6 H.A. Smith and M.K. Blecha Doubleday, 1976	2	1	7		
Modern Elementary Science A.S. Fischler *et al.* Holt, Rinehart & Winston, 1971	2	2	8		
Modular Activities Program in Science/MAPS C. Berger *et al.* Houghton Mifflin, 1974-77 (2 eds.)	2	2	11	X	
*Le monde qui t'entoure** S. Rouleau et M. Demers Guérin, 1976	2	0	0		
Our Science Program R.H. Horwood *et al.* Gage, 1969-77	2	0	0		
Science 5/13 (Learning Through Science) L. Ennever (Project Director) MacDonald Educational/GLC, 1973-81	4	3	3		
Science Curriculum Improvement Study (SCIS) W. Thier *et al.* Gage, 1978	3	0	0		
Science in Action I. Woolley, editor McGraw-Hill Ryerson, 1975-76	3	3	3		
Science Involvement Program D. Gladstone and J.R. Gladstone Maclean-Hunter Learning Materials, 1972	1	0	0		
Science Reader 3-9 F.M. Branley Reader's Digest, 1974	1	0	0		
Science – A Process Approach (SAPA) American Association for the Advancement of Science Xerox-Ginn, 1974-77 (2 eds.)	2	0	0		
Science: Understanding Your Environment G.G. and J.B. Mallinson *et al.* Silver Burdett, 1978	1	1	11		

	1	2	3	4	5
Le secret des choses : Initiation aux sciences (SCIS) Traduit et adapté par J.-M. Chevrier et coll. Institut de recherches psychologiques, 1970-79	1	1	8		
Self-Paced Investigations for Elementary Science (SPIES) G. Katagiri *et al.* Silver Burdett/GLC, 1976	1	0	0		
Space, Time, Energy, Matter (STEM) V. Rockcastle *et al.* Addison-Wesley, 1977-80 (2 eds.)	10	11	529	X	X
Wedge Resources C. Anastasiou, Director Western Educational Development Group, 1973-79	1	0	0		
Young Scientist Series J.G. Navarra and J. Zafforoni Harper & Row/Fitzhenry & Whiteside, 1971	1	0	0		
B. 1er cycle du secondaire					
Biological Sciences: An Introductory Study W. Andrews *et al.* Prentice-Hall, 1980	3	3	49	X	X
Biologie humaine C. Desiré et coll. Centre éducatif et culturel, 1968	1	1	6	X	X
Biologie humaine P. Thibault Hurtubise HMH, 1979	1	1	4		
Challenges to Science: Earth Science R.L. Heller *et al.* McGraw-Hill Ryerson, 1976	2	1	9		
Challenges to Science: Life Science W.L. Smallwood McGraw-Hill Ryerson, 1972	2	1	11	X	
Challenges to Science: Physical Science R.L. Heller *et al.* McGraw-Hill Ryerson, 1979	2	0	0		

	1	2	3	4	5
Concepts and Challenges in Science A. Winkler *et al.* Gage, 1979	6	9	13	X	
Developing Science Concepts in the Laboratory M.C. Schmid and M.T. Murphy Prentice-Hall, 1968-79 (2 eds.)	2	2	109	X	X
*Earth Science** W.L. Ramsey *et al.* Holt, Rinehart & Winston, 1978	2	2	10	X	
Écologie E.P. Odum Éditions HRW, 1976	1	0	0		
*Écologie, initiation à la biologie** É. Magnin McGraw-Hill, 1975	3	0	0		
Energy, Matter and Change R.D. Townsend and P. Hurd Scott, Foresman, 1973	2	2	4		
Les êtres et leur milieu M. Poirier et G. Viscasillas Brault et Bouthillier, 1970	1	3	10	X	X
Exploring Matter and Energy M.K. Blecha *et al.* Doubleday Canada, 1978	1	6	35	X	X
Exploring Science Series W.A. Thurber and R.E. Kilburn Macmillan, 1977	5	7	75	X	X
*Extending Science Concepts in the Laboratory** W.H. Rasmusson and M.C. Schmid, editors Prentice-Hall, 1970	2	2	98	X	
Focus on Earth Science M.S. Bishop *et al.* Charles E. Merrill, 1976-1981 (4 eds.)	2	4	7		
Focus on Life Science C.H. Heimler and J.D. Lockard Charles E. Merrill, 1977-81 (4 eds.)	1	3	15	X	X
Focus on Physical Science C.H. Heimler *et al.* Charles E. Merrill, 1969-81 (4 eds.)	1	0	0		

	1	2	3	4	5
Focus on Science: Exploring the Natural World D. Gough and F. Flanagan Heath, 1980	4	2	7	X	
Focus on Science: Exploring the Physical World F. Flanagan Heath, 1979	4	2	3		
From Nature to Man B.L. Barrett and J.N. Stratton Wiley, 1976	1	0	0		
Ideas and Investigations in Science H. Wong and M. Dolmatz Prentice-Hall, 1978-82 (2 eds.)	2	3	4		
Individualized Science Instructional System (ISIS) E. Burkman Ginn, 1980	3	2	13		
Initiation aux sciences physiques (ISP) U. Haber-Schaim *et al.* Traduit et adapté par J.M. Chevrier et coll. Institut de recherches psychologiques, 1969-78 (2 eds.)	3	2	12	X	X
Interaction of Earth and Time N. Abraham *et al.* Rand McNally, 1979	1	1	2		
Interaction of Man and Biosphere N. Abraham *et al.* Rand McNally, 1979	1	2	3		
Introducing Science Concepts in the Laboratory M.C. Schmid and M.T. Murphy Prentice-Hall, 1973-77 (2 eds.)	3	2	91	X	X
*Introduction à la biologie** P. Thibeault et R. D'Aoust Hurtubise HMH, 1970	4	2	15	X	X
Introduction aux sciences expérimentales M. Noiseux Éditions science et culture, 1971-78 (2 eds.)	1	0	0		
Introduction aux sciences physiques W.A. Andrews et coll. Traduit et adapté par J. Deschênes Éditions études vivantes, 1979	2	0	0		

	1	2	3	4	5
Introductory Physical Science U. Haber-Schaim *et al.* Prentice-Hall, 1967-82 (4 eds.)	2	2	2		
Investigating Life Science M. O'Flanagan and G. Connelly Holt, Rinehart & Winston, 1980	1	0	0		
Investigating Physical Science M. O'Flanagan Holt, Rinehart, & Winston, 1981	1	0	0		
Investigating the Earth American Geological Institute Houghton Mifflin, 1973-81 (7 eds.)	4	3	7		
Investigations in Science: A Modular Approach J.K. Olson *et al.* Wiley, 1974-77 (2 eds.)	1	2	3		
Life Science W.L. Ramsey *et al.* Holt, Rinehart & Winston, 1978	1	1	1		
Life Science: A Problem Solving Approach J.L. Carter *et al.* Ginn, 1974-77 (2 eds.)	1	3	10	X	X
Methods of Science Today G. Erwin *et al.* Clarke-Irwin, 1979	1	2	34	X	
Modern Life Science F.L. Fitzpatrick and J.W. Hole Holt, Rinehart & Winston, 1974	1	1	1		
Modern Physical Science G.R. Tracy *et al.* Holt, Rinehart & Winston, 1970	1	1	1		
*Pathways in Science** J.M. Oxenhorn Globe/Modern, 1978	3	4	15		
Physical Science W.L. Ramsey *et al.* Holt, Rinehart & Winston, 1978	1	1	5		
Physical Science: A Basis for Understanding J.E. Garden and M.J. Gadsby Wiley, 1980	1	0	0		

	1	2	3	4	5
Physical Science: A Problem Solving Approach J.L. Carter *et al.* Ginn, 1974	2	3	10	X	
Physical Science: An Introductory Study W. Andrews *et al.* Prentice-Hall, 1978	5	5	87	X	X
Physical Science: Interaction of Matter and Energy R.W. Heath and R.R. McNaughton Heath, 1976	4	4	8		
Physical Science Investigations C.L. Bickel *et al.* Houghton Mifflin, 1973-79 (2 eds.)	2	0	0		
*Précis de biologie humaine** T.F. Morrison et coll. Traduit par A. Décarie Les Éditions HRW, 1977	2	1	1		
Principles of Science C.H. Heimler and C.D. Neal Charles E. Merrill, 1975-83 (4 eds.)	1	3	9		
Reading About Science C. Anastasiou *et al.* Holt, Rinehart & Winston, 1970	2	1	3		
Science Networks: Biology O.J. Mardall *et al.* Globe/Modern, 1981	2	0	0		
Sciences physiques J.-M. Chevrier et coll. Institut de recherches psychologiques, 1971-73 (2 eds.)	1	0	0		
Sciences physiques et biologiques H. Wong, traduit par N. Boudreau Editions Hurtubise HMH, 1973	1	0	0		
Sciences physiques, matière, énergie, interactions R.R. MacNaughton et R.W. Heath Traduit et adapté par J. Bergeron et M. Mercure Centre éducatif et culturel, 1977	3	2	3	X	
Scienceways J. MacBean *et al.* Copp Clark Pitman, 1979-80	4	3	46	X	X

	1	2	3	4	5
*Searching for Structure** D.H. Pike, General Editor Holt, Rinehart & Winston, 1974-78	4	3	93	X	
Spaceship Earth J.J. Jackson and E.D. Evans Houghton Mifflin, 1973-80 (2 eds.)	2	1	1		

C. 2e cycle du secondaire

C1. Biologie

Biological Science D. Galbraith *et al.* Holt, Rinehart & Winston, 1978	1	1	7		
Biological Science W.H. Gregory and E.H. Goldman Ginn, 1971	1	1	2		
Biological Science: An Ecological Approach Biological Sciences Curriculum Study Rand McNally, 1963-78 (4 eds.)	6	5	57	X	X
Biological Science: An Inquiry Into Life Biological Sciences Curriculum Study Harcourt, Brace, Jovanovich/Longman, 1963-80 (4 eds.)	2	4	8	X	
Biological Science: Molecules to Man Biological Sciences Curriculum Study Houghton Mifflin, 1973	1	2	12	X	
Biologie L. Cournoyer et O. Garon Editions Hurturbise HMH, 1969	2	0	0		
Biologie 412 & 422 G. Llull Guérin, 1973	2	0	0		
Biologie 5e et 6e J.-P. Astolfi et coll. Librairie Bélin, 1978	1	0	0		
Biologie, des molécules à l'homme Biological Sciences Curriculum Study Traduit par J.-L. Tremblay Leméac, 1966	1	1	2		

	1	2	3	4	5
Biology J.W. Kimball *et al.* Addison-Wesley, 1965-78 (4 eds.)	2	2	20	X	X
Biology: An Inquiry Into the Nature of Life S.L. Weinberg Allyn & Bacon, 1966-81 (5 eds.)	1	1	1		
Biology: Living Systems R.F. Oram *et al.* Charles E. Merrill, 1969-83 (4 eds.)	1	2	36	X	
Bodyworks: Your Human Biology H.R. Scarrow Globe/Modern, 1979	2	0	0		
Foundations of Biology W. McElroy *et al.* Prentice-Hall Canada, 1968	6	5	34	X	X
L'homme dans son milieu P. Couillard et coll. Guérin, 1968	2	0	0		
Inquiries into Biology H.M. Lang *et al.* Gage, 1974	1	0	0		
Investigations in Biology G. Benson *et al.* Addison-Wesley, 1977	1	0	0		
Investigations of Cells and Organisms P. Abramoff and R. Thomson Prentice-Hall Canada, 1968	6	1	1		
Living Things H.E. Teter, T.D. Bain, & F.L. Fitzpatrick Holt, Rinehart & Winston, 1977	1	2	3		
Modern Biology J.J. Otto and A. Towle Holt, Rinehart & Winston, 1965-82 (6 eds.)	5	5	70	X	X
*Pathways in Biology** J. M. Oxenhorn Globe/Modern Curriculum Press, 1977	2	4	6		

	1	2	3	4	5
Les sciences par objectifs de comportement, biologie Le Groupe SO_2 Éditions du renouveau pédagogique, 1976-78	2	1	1		
Understanding Living Things J. Reimer and W. Wilson D.C. Heath, 1977	2	2	6	X	X
C2. Chimie					
À la découverte de la chimie E. Ledbetter et J. Young Traduit par B. Sicotte Éditions du renouveau pédagogique, 1975	2	2	4		
Action Chemistry K. Ashcroft The Book Society of Canada, 1974	2	1	1		
ALCHEM F. Jenkins *et al.* J.M. LeBel, 1978	4	2	14	X	X
Basic Modern Chemistry S. Madras McGraw-Hill Ryerson, 1965-78 (3 eds.)	2	1	1		
Chemistry G.R. Choppin *et al.* Silver Burdett/GLC, 1935-78 (12 eds.)	1	0	0		
Chemistry: A Modern Course R. Smoot *et al.* Charles E. Merrill, 1962-83 (6 eds.)	1	1	2		
Chemistry: An Experimental Science G. Pimentel *et al.* W.H. Freeman, 1963	1	3	8	X	
Chemistry: An Investigative Approach F.A. Cotton *et al.* Houghton Mifflin/Nelson, 1970-80 (2 eds.)	1	2	2		
Chemistry: Experimental Foundations R.W. Parry *et al.* Prentice-Hall, 1970-82 (3 eds.)	4	5	23	X	X
Chemistry: Experiments and Principles P.R. O'Connor *et al.* Heath, 1968-82 (4 eds.)	6	6	26	X	X

	1	2	3	4	5
Chemistry Today R.L. Whitman and E.E. Zinck Prentice-Hall Canada, 1976-82 (2 eds.)	3	3	30	X	X
Chimie, apprentissage individualisé F. Morin et B. Joseph Éditions Hurtubise HMH, 1976-78	1	1	1		
La chimie en action K. Ashcroft et coll. Book Society, 1981	1	0	0		
La chimie, science expérimentale G. Pimentel et coll. Traduit par G. Plante et coll. Leméac, 1966	1	1	6		
La chimie, expériences et principes P.R. O'Connor et coll. Traduit par J. Leclerc Centre éducatif et culturel, 1974-79 (3 eds.)	2	1	7	X	
Éléments de chimie expérimentale R. Lahaie et coll. Holt, Rinehart & Winston, 1974	2	2	15	X	X
Éléments de chimie moderne G. Hall et S. Madras Traduit par J.-P. Gravel McGraw-Hill, 1965-81 (3 eds.)	3	4	6		
Elements of Experimental Chemistry R. Lahaie *et al.* Translated, N. Ouzounian *et al.* Holt, Rinehart & Winston, 1978	2	1	1		
Foundations of Chemistry E.R. Toon and G.L.Ellis Holt, Rinehart & Winston, 1973-78 (2 eds.)	4	4	30	X	
Inquiries in Chemistry A.M. Turner and C.T. Sears Allyn & Bacon, 1974-77 (3 eds.)	4	3	40	X	
Interaction of Matter and Energy N. Abraham *et al.* Rand McNally, 1979	1	3	8	X	
Introductory Experimental Chemistry M.B. Messer *et al.* Prentice-Hall, 1977	1	1	1		

	1	2	3	4	5
Investigative Science J. Hand *et al.* Gage, 1977-78	1	0	0		
Keys to Chemistry E. Ledbetter and J. Young Addison-Wesley, 1977	5	6	14	X	X
MAC: A Modular Approach to Chemistry D.A. Humphreys and A.C. Blizzard Wiley, 1976-78	1	0	0		
Modern Chemistry J. Metcalfe *et al.* Holt, Rinehart & Winston, 1958-82 (6 eds.)	1	5	21	X	
The Nature of Matter D. Courneya and H. McDonald Heath, 1976	4	1	8		
Outlines of Chemistry R.P. Graham and W.A.E. McBryde Clarke, Irwin, 1978	1	1	3		
Les sciences par objectifs de comportement, chimie Le Groupe SO_2 Éditions du renouveau pédagogique, 1978	3	0	0		

C3. Physique

Basic Physics for Secondary Schools H.L. Eubank *et al.* Gage, 1963	2	0	0		
Concepts in Physics F. Miller *et al.* Academic Press, 1974-80 (3 eds.)	1	0	0		
Éléments de physique M. Benoit et coll. Beauchemin, 1963-66 (2 eds.)	1	2	2		
Fundamentals of Physics R.W. Heath *et al.* Heath, 1979	6	5	53	X	X
Ideas of Physics D.C. Giancoli Academic Press, 1978-81	1	0	0		

	1	2	3	4	5
Matière et énergie J.H. MacLachlan et coll. Traduit et adapté par P. Marcotte Guérin, 1981	1	0	0		
Matter and Energy J.H. MacLachlan *et al.* Clarke, Irwin, 1977	1	1	26	X	X
Modern Physics C.E. Dull *et al.* Holt, Rinehart and Winston, 1963-80 (6 eds.)	1	0	0		
Modern Physics J.E. Williams *et al.* Holt, Rinehart & Winston, 1972	1	0	0		
Physics D.C. Giancoli Prentice Hall, 1980	2	0	0		
Physics (PSSC) U. Haber-Schaim *et al.* Heath, 1960-81 (5 eds.)	6	6	48	X	X
Physics: A Human Endeavour D. Paul *et al.* Holt, Rinehart & Winston, 1976-77	7	5	36	X	X
Physics: A Practical Approach A.J. Hirsch Wiley, 1981	1	0	0		
Physics: An Energy Introduction G. Laundry *et al.* McGraw-Hill Ryerson, 1979	1	0	0		
Physics: Its Methods and Meaning A. Taffel Allyn & Bacon, 1969-81 (3 eds.)	1	1	4		
Physics: Principles and Problems J.T. Murphy and R.C. Smoot Charles E. Merrill, 1972-82 (3 eds.)	2	2	3		
Physics: The Fundamental Science O.C. Barton and R.J. Raymer Holt, Rinehart & Winston, 1967	2	2	5		

	1	2	3	4	5
Physique R. St-Laurent Éditions Science moderne, 1975	1	0	0		
La physique au secondaire par objectifs opérationnels M. Do et R. Descoteaux Guérin, 1976-77	2	0	0		
La physique en classe laboratoire M. Benoit et coll. Beauchemin, 1974	1	0	0		
Physique HPP J. Rutherford Traduit et adapté par L. Sainte-Marie Institut de recherches psychologiques, 1978-79	1	1	2		
La physique par la redécouverte dirigée J. Desautels et P.-L. Trempe Éditions Sciences et culture, 1972	1	0	0		
Physique (PSSC) U. Haber-Schaim et coll. Traduit et adapté par P. Tougas Centre éducatif et culturel, 1974-75 (2 eds.)	1	3	8	X	
Physique...mais c'est simple P.-L. Trempe Éditions Sciences et culture, 1971	1	0	0		
Physique : science de l'univers O.C. Barton et R.J. Raymer Éditions HRW, 1970-79 (2 eds.)	1	1	1		
Physique, science expérimentale J. Désautels et coll. Éditions Sciences et culture, 1968-1970	1	0	0		
Project Physics J. Rutherford *et al.* Holt, Rinehart & Winston, 1971	3	2	8	X	
Les sciences par objectifs de comportement, physique Le Groupe SO_2 Éditions du renouveau pédagogique, 1974	2	0	0		

	1	2	3	4	5
Sciences physique II Équipe IPS Traduit et adapté par l'équipe IRP Institut de recherches psychologiques	1	0	0		
Secondary Physics Outlines E.O. James A. Wheaton/Pergamon, 1975	1	0	0		
The World of Physics R.I. Hulsizer and D. Lazarus Addison-Wesley, 1972	1	0	0		
Thèmes Vuibert (physique) H.F. Boulind et coll. Librairie Vuibert, 1974	1	0	0		

Annexe C – Évaluation des manuels de sciences par les enseignants

Résultats détaillés de l'évaluation

Pour chaque manuel de l'échantillon, le lecteur trouvera les renseignements suivants : titre, noms des auteurs, éditeur, le nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête et leur distribution géographique. Pour faciliter la lecture des résultats, nous avons modifié quelque peu la présentation des données. Pour chacune des dix caractéristiques présentées, les répondants devaient choisir une cote de 1 à 4 représentant les jugements suivants :

1. très insatisfaisant;
2. plutôt insatisfaisant;
3. plutôt satisfaisant; et
4. très satisfaisant.

Nous avons choisi de fondre les cotes 1 et 2, et 3 et 4 pour obtenir les nouvelles cotes suivantes :

1 + 2 = I : plutôt ou très insatisfaisant; et

3 + 4 = II : plutôt ou très satisfaisant.

Chaque ligne du tableau d'évaluation contiendra les informations suivantes (de gauche à droite) :

1. la caractéristique évaluée (10 premières lignes) et l'impression générale fournie (11e ligne);
2. le nombre de répondants ayant évalué cette caractéristique;
3. le pourcentage (arrondi) de réponses de la catégorie I (insatisfaction);
4. le pourcentage (arrondi) de réponses de la catégorie II (satisfaction); et
5. le rang occupé par cette caractéristique sur une échelle de satisfaction allant de 1 (caractéristique la plus satisfaisante) à 10 (caractéristique la moins satisfaisante).

Comme le lecteur s'en rendra compte, le nombre de répondants ayant fourni une évaluation varie très considérablement d'un manuel à l'autre et d'une caractéristique à l'autre (d'un minimum de 5 à un maximum de 408). Il est donc impossible de présenter l'évaluation de certains de ces manuels comme étant représentative de l'opinion de l'ensemble des professeurs qui les utilisent au Canada.

Titre : *Les chemins de la science*
Auteur(s) : Verne N. Rockcastle et coll., adaptation française sous la direction de Fernand Séguin
Éditeur : Éditions du renouveau pédagogique
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 54
Distribution géographique des répondants : N.-É. (11), Qué. (8), Ont. (6), Man. (15), Sask. (3), Alb. (9), T.N.-O. (2)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	49	33	67	4
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	50	24	76	3
Facilité de lecture par mes élèves	50	68	32	8
Illustrations, photographies, etc.	50	18	82	2
Activités proposées	50	36	64	5
Exemples canadiens	49	39	61	6
Description des applications des sciences	50	40	60	7
Adaptation à l'élève peu doué	50	76	24	10
Adaptation à l'élève brillant	50	10	90	1
Renvois à d'autres textes pertinents	50	74	26	9
Impression générale donnée	50	48	52	

Remarque : L'évaluation de l'échantillon francophone diffère sensiblement de l'évaluation de l'échantillon anglophone pour la version originale anglaise.

Titre : *Concepts in Science*
Auteur(s) : Paul Brandwein, W. Yasso, D. Brovey
Éditeur : Longman
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 21
Distribution géographique des répondants : Man. (3), Sask. (2), Alb. (15), C.-B. (1)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	16	44	56	5
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	16	25	75	1
Facilité de lecture par mes élèves	16	50	50	7
Illustrations, photographies, etc.	16	25	75	1
Activités proposées	16	37	63	4
Exemples canadiens	16	56	44	9
Description des applications des sciences	16	50	50	7
Adaptation à l'élève peu doué	16	62	38	10
Adaptation à l'élève brillant	16	31	69	3
Renvois à d'autres textes pertinents	16	44	56	5
Impression générale donnée	16	50	50	

Titre : *Heath Science Series, Science in Your Life, Science in Your World*
Auteur(s) : H. et N. Schneider
Éditeur : Copp Clark
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 13
Distribution géographique des répondants : Î.-P.-É. (1), N.-É. (3), Man. (1), Sask. (8)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	12	42	58	3
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	11	54	46	5
Facilité de lecture par mes élèves	11	45	55	4
Illustrations, photographies, etc.	11	36	64	1
Activités proposées	11	36	64	1
Exemples canadiens	11	91	9	10
Description des applications des sciences	11	64	36	8
Adaptation à l'élève peu doué	11	73	27	9
Adaptation à l'élève brillant	11	54	46	5
Renvois à d'autres textes pertinents	11	54	46	5
Impression générale donnée	11	45	55	

Titre : *Laidlaw Exploring Science Program*
Auteur(s) : Milo K. Blecha et coll.
Éditeur : Doubleday Canada Ltd.
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 121
Distribution géographique des répondants : N.-É. (2), Sask. (8), Alb. (11), C.-B. (76), Yuk. (24)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	96	13	87	2
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	96	25	75	3
Facilité de lecture par mes élèves	96	26	74	4
Illustrations, photographies, etc.	96	10	90	1
Activités proposées	96	27	73	5
Exemples canadiens	94	42	58	9
Description des applications des sciences	91	34	66	8
Adaptation à l'élève peu doué	93	61	39	10
Adaptation à l'élève brillant	92	31	69	7
Renvois à d'autres textes pertinents	92	30	70	6
Impression générale donnée	91	16	84	

Remarque : Cette évaluation porte sur une série de 6 manuels destinés aux élèves de la 1ère à la 7e année.

Titre : *Modular Activities Program in Science* (MAPS)
Auteur(s) : Carl Berger et coll.
Éditeur : Houghton-Mifflin
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 11
Distribution géographique des répondants : Man. (8), Alb. (3)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	8	25	75	7
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	7	29	71	8
Facilité de lecture par mes élèves	6	33	67	9
Illustrations, photographies, etc.	7	14	86	5
Activités proposées	7	0	100	1
Exemples canadiens	6	0	100	1
Description des applications des sciences	7	0	100	1
Adaptation à l'élève peu doué	8	50	50	10
Adaptation à l'élève brillant	7	0	100	1
Renvois à d'autres textes pertinents	6	17	83	6
Impression générale donnée	7	14	86	

Titre : *Space, Time, Energy, Matter* (STEM)
Auteur(s) : Verne N. Rockcastle et coll.
Éditeur : Addison-Wesley
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 529
Distribution géographique des répondants : T.-N. (162), N.-É. (52), N.-B. (49), Qué. (3), Ont. (2), Man. (42), Sask. (46), Alb. (91), C.-B. (36), Yuk. (1), T.N.-O. (45)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	408	19	81	2
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	407	23	77	4
Facilité de lecture par mes élèves	404	26	74	6
Illustrations, photographies, etc.	405	16	84	1
Activités proposées	403	24	76	5
Exemples canadiens	382	44	56	8
Description des applications des sciences	393	30	70	7
Adaptation à l'élève peu doué	398	50	50	10
Adaptation à l'élève brillant	398	21	79	3
Renvois à d'autres textes pertinents	390	44	56	8
Impression générale donnée	402	19	81	

Remarque : Cette évaluation porte sur une série de 7 manuels destinés aux élèves de la maternelle jusqu'à ceux de la septième année.

Titre : *Biological Science: An Introductory Study*
Auteur(s) : William Andrews et coll.
Éditeur : Prentice-Hall
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 49
Distribution géographique des répondants : N.-B. (5), Ont. (40), C.-B. (4)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	43	12	88	3
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	43	19	81	5
Facilité de lecture par mes élèves	43	19	81	5
Illustrations, photographies, etc.	43	7	93	1
Activités proposées	43	16	84	4
Exemples canadiens	41	32	68	7
Description des applications des sciences	42	40	60	8
Adaptation à l'élève peu doué	43	91	9	10
Adaptation à l'élève brillant	43	9	91	2
Renvois à d'autres textes pertinents	43	46	54	9
Impression générale donnée	43	14	86	

Titre : *Biologie Humaine*
Auteur(s) : Désiré, Marchal et Bélanger
Éditeur : Centre éducatif et culturel
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 6
Distribution géographique des répondants : Qué. (6)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	6	50	50	3
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	6	67	33	5
Facilité de lecture par mes élèves	6	67	33	5
Illustrations, photographies, etc.	6	0	100	1
Activités proposées	6	83	17	7
Exemples canadiens	6	83	17	7
Description des applications des sciences	6	50	50	3
Adaptation à l'élève peu doué	6	83	17	7
Adaptation à l'élève brillant	6	33	67	2
Renvois à d'autres textes pertinents	6	100	0	10
Impression générale donnée	6	83	17	

Titre : *Challenges to Science: Life Science*
Auteur(s) : W.L. Smallwood
Éditeur : McGraw-Hill Ryerson
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 11
Distribution géographique des répondants : Alb. (11)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	9	11	89	2
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	8	12	86	3
Facilité de lecture par mes élèves	8	12	86	3
Illustrations, photographies, etc.	8	0	100	1
Activités proposées	8	62	38	7
Exemples canadiens	9	78	22	9
Description des applications des sciences	9	33	67	6
Adaptation à l'élève peu doué	7	86	14	10
Adaptation à l'élève brillant	8	25	75	5
Renvois à d'autres textes pertinents	8	75	25	8
Impression générale donnée	8	12	88	

Titre : *Concepts and Challenges in Science*
Auteur(s) : Alan Winkler et coll.
Éditeur : Gage
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 9
Distribution géographique des répondants : T.-N. (1), Î.P.-É. (2), Qué. (1), Man. (2), Alb. (1), T.N.-O. (2)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	7	14	86	1
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	7	29	71	4
Facilité de lecture par mes élèves	7	14	86	1
Illustrations, photographies, etc.	7	14	86	1
Activités proposées	7	29	71	4
Exemples canadiens	6	67	33	9
Description des applications des sciences	7	43	57	7
Adaptation à l'élève peu doué	7	29	71	4
Adaptation à l'élève brillant	7	57	43	8
Renvois à d'autres textes pertinents	7	71	29	10
Impression générale donnée	7	14	86	

Titre : *Developing Science Concepts in the Laboratory*
Auteur(s) : M.C. Schmid et M.T. Murphy
Éditeur : Prentice-Hall
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 109
Distribution géographique des répondants : C.-B. (108), Yuk. (1)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	89	12	88	1
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	89	16	84	3
Facilité de lecture par mes élèves	88	19	81	5
Illustrations, photographies, etc.	87	14	86	2
Activités proposées	86	16	84	3
Exemples canadiens	85	25	75	7
Description des applications des sciences	87	29	71	8
Adaptation à l'élève peu doué	87	70	30	10
Adaptation à l'élève brillant	86	20	80	6
Renvois à d'autres textes pertinents	82	52	48	9
Impression générale donnée	86	12	88	

Titre : *Earth Science*
Auteur(s) : W.L. Ramsey, Phillips, Watenpaugh
Éditeur : Holt, Rinehart & Winston
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 10
Distribution géographique des répondants : T.-N. (6), Sask. (4)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	9	11	89	1
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	9	22	78	2
Facilité de lecture par mes élèves	9	22	78	2
Illustrations, photographies, etc.	9	33	67	4
Activités proposées	9	33	67	4
Exemples canadiens	10	60	40	9
Description des applications des sciences	9	67	33	10
Adaptation à l'élève peu doué	10	50	50	6
Adaptation à l'élève brillant	8	50	50	6
Renvois à d'autres textes pertinents	9	56	44	8
Impression générale donnée	8	37	63	

Titre : *Les êtres et leur milieu*
Auteur(s) : M. Poirier et G. Viscasillas
Éditeur : Les éditions Brault et Bouthillier Ltée
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 10
Distribution géographique des répondants : N.-B. (2), Qué. (6), Man. (2)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	10	50	50	5
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	10	40	60	3
Facilité de lecture par mes élèves	10	60	40	8
Illustrations, photographies, etc.	10	10	90	1
Activités proposées	10	50	50	5
Exemples canadiens	10	40	60	3
Description des applications des sciences	10	50	50	5
Adaptation à l'élève peu doué	10	100	0	10
Adaptation à l'élève brillant	10	20	80	2
Renvois à d'autres textes pertinents	10	70	30	9
Impression générale donnée	10	40	60	

Titre : *Exploring Matter and Energy*
Auteur(s) : Milo K. Blecha et coll.
Éditeur : Doubleday
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 35
Distribution géographique des répondants : T.-N. (1), N.-É. (1), N.-B. (17), Sask. (1), Alb. (7), C.-B. (8)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	26	42	58	6
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	26	46	54	8
Facilité de lecture par mes élèves	25	16	84	1
Illustrations, photographies, etc.	25	24	76	3
Activités proposées	25	20	80	2
Exemples canadiens	23	30	70	4
Description des applications des sciences	24	37	63	5
Adaptation à l'élève peu doué	24	42	58	6
Adaptation à l'élève brillant	24	62	38	10
Renvois à d'autres textes pertinents	24	50	50	9
Impression générale donnée	24	33	67	

Titre : *Exploring Science Series*
Auteur(s) : W.A. Thurber et R.E. Kilburn
Éditeur : Macmillan of Canada Ltd.
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 75
Distribution géographique des répondants : T.-N. (20), Î.-P.-É. (15), N.-É. (28), Man. (7), Alb. (1), C.-B. (3), Yuk. (1)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	62	48	52	3
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	61	59	41	6
Facilité de lecture par mes élèves	63	62	38	7
Illustrations, photographies, etc.	63	40	60	1
Activités proposées	63	52	48	3
Exemples canadiens	63	84	16	10
Description des applications des sciences	63	63	37	8
Adaptation à l'élève peu doué	63	81	19	9
Adaptation à l'élève brillant	63	40	60	1
Renvois à d'autres textes pertinents	62	55	45	5
Impression générale donnée	63	65	35	

Remarque : En deux occasions (f et h) le nombre de réponses "très insatisfaisant" dépassait le nombre de réponses "plutôt satisfaisant".

Titre : *Extending Science Concepts in the Laboratory*
Auteur(s) : M.C. Schmid et coll.
Éditeur : Prentice-Hall
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 98
Distribution géographique des répondants : C.-B. (97), Yuk. (1)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	87	32	68	1
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	86	51	49	4
Facilité de lecture par mes élèves	85	73	27	7
Illustrations, photographies, etc.	86	70	30	6
Activités proposées	85	53	47	5
Exemples canadiens	85	79	21	8
Description des applications des sciences	85	85	15	9
Adaptation à l'élève peu doué	85	89	11	10
Adaptation à l'élève brillant	85	40	60	2
Renvois à d'autres textes pertinents	83	48	52	3
Impression générale donnée	85	65	35	

Titre : *Focus on Life Science*
Auteur(s) : C.H. Heimler et J.D. Lockard
Éditeur : Charles E. Merrill
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 15
Distribution géographique des répondants : Ont. (1), Man. (7), Sask. (7)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	8	12	88	2
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	8	12	88	2
Facilité de lecture par mes élèves	8	25	75	5
Illustrations, photographies, etc.	8	0	100	1
Activités proposées	8	25	75	5
Exemples canadiens	8	62	38	9
Description des applications des sciences	8	25	75	5
Adaptation à l'élève peu doué	8	75	25	10
Adaptation à l'élève brillant	8	12	88	2
Renvois à d'autres textes pertinents	8	25	75	5
Impression générale donnée	8	25	75	

Titre : *Initiation aux sciences physiques*
Auteur(s) : U. Haber-Schaim et coll., traduit et adapté sous la direction de J.-M. Chevrier
Éditeur : Institut de recherches psychologiques
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 12
Distribution géographique des répondants : Qué. (11), Man. (1)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	12	33	67	5
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	12	25	75	2
Facilité de lecture par mes élèves	12	50	50	6
Illustrations, photographies, etc.	12	25	75	2
Activités proposées	12	25	75	2
Exemples canadiens	12	92	8	8
Description des applications des sciences	12	67	33	7
Adaptation à l'élève peu doué	12	92	8	8
Adaptation à l'élève brillant	12	17	83	1
Renvois à d'autres textes pertinents	12	100	0	10
Impression générale donnée	12	17	83	

Titre : *Introducing Science Concepts in the Laboratory*
Auteur(s) : M.C. Schmid et M.T. Murphy
Éditeur : Prentice-Hall
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 91
Distribution géographique des répondants : C.-B. (90), Yuk. (1)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	72	6	94	1
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	71	21	79	3
Facilité de lecture par mes élèves	72	26	74	4
Illustrations, photographies, etc.	72	37	63	6
Activités proposées	71	20	80	2
Exemples canadiens	71	44	56	7
Description des applications des sciences	71	70	30	9
Adaptation à l'élève peu doué	72	76	24	10
Adaptation à l'élève brillant	72	33	67	5
Renvois à d'autres textes pertinents	71	62	38	8
Impression générale donnée	72	14	86	

Titre : *Introduction à la biologie, perspective écologique*
Auteur(s) : P. Thibault et R. D'Aoust
Éditeur : Hurtubise HMH
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 15
Distribution géographique des répondants : N.-B. (3), Qué. (12)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	15	40	60	4
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	15	40	60	4
Facilité de lecture par mes élèves	15	40	60	4
Illustrations, photographies, etc.	15	27	73	2
Activités proposées	15	60	40	8
Exemples canadiens	15	33	67	3
Description des applications des sciences	14	57	43	7
Adaptation à l'élève peu doué	15	73	27	9
Adaptation à l'élève brillant	15	20	80	1
Renvois à d'autres textes pertinents	14	79	21	10
Impression générale donnée	15	47	53	

Titre : *Life Science, A Problem Solving Approach*
Auteur(s) : Joseph L. Carter et coll.
Éditeur : Ginn
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 10
Distribution géographique des répondants : Sask. (1), Alb. (7), T.N.-O. (2)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	9	11	89	1
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	9	22	78	2
Facilité de lecture par mes élèves	9	33	67	5
Illustrations, photographies, etc.	9	22	78	2
Activités proposées	9	22	78	2
Exemples canadiens	8	38	62	6
Description des applications des sciences	9	78	22	8
Adaptation à l'élève peu doué	9	89	11	10
Adaptation à l'élève brillant	9	44	56	7
Renvois à d'autres textes pertinents	8	88	12	9
Impression générale donnée	9	11	89	

Titre : *Methods of Science Today, Physical Science 3-4*
Auteur(s) : George Erwin et coll.
Éditeur : Clarke, Irwin
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 34
Distribution géographique des répondants : Ont. (33), T.N.-O. (1)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	30	37	63	4
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	30	50	50	5
Facilité de lecture par mes élèves	30	33	67	2
Illustrations, photographies, etc.	30	27	73	1
Activités proposées	29	34	66	3
Exemples canadiens	28	54	46	7
Description des applications des sciences	29	52	48	6
Adaptation à l'élève peu doué	31	68	32	9
Adaptation à l'élève brillant	28	61	39	8
Renvois à d'autres textes pertinents	29	76	24	10
Impression générale donnée	28	46	54	

Titre : *Physical Science, A Problem Solving Approach*
Auteur(s) : Joseph L. Carter et coll.
Éditeur : Ginn
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 10
Distribution géographique des répondants : Ont. (2), Alb. (7), T.N.-O. (1)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	9	33	67	3
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	9	44	56	6
Facilité de lecture par mes élèves	9	33	67	3
Illustrations, photographies, etc.	9	33	67	3
Activités proposées	9	22	78	1
Exemples canadiens	9	67	33	9
Description des applications des sciences	9	22	78	1
Adaptation à l'élève peu doué	9	67	33	9
Adaptation à l'élève brillant	9	44	56	6
Renvois à d'autres textes pertinents	9	44	56	6
Impression générale donnée	9	33	67	

Titre : *Physical Science: An Introductory Study*
Auteur(s) : William Andrews et coll.
Éditeur : Prentice-Hall
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 87
Distribution géographique des répondants : Î.P.-É. (5), Ont. (32), Man. (2), Sask. (37), Alb. (11)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	77	13	87	2
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	76	18	82	4
Facilité de lecture par mes élèves	76	17	83	3
Illustrations, photographies, etc.	76	18	82	4
Activités proposées	76	11	89	1
Exemples canadiens	71	52	48	8
Description des applications des sciences	76	51	49	7
Adaptation à l'élève peu doué	76	75	25	9
Adaptation à l'élève brillant	76	25	75	6
Renvois à d'autres textes pertinents	75	75	25	9
Impression générale donnée	76	16	84	

Titre : *Scienceways*
Auteur(s) : John MacBean et coll.
Éditeur : Copp Clark Pitman
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 46
Distribution géographique des répondants : N.-É. (2), N.-B. (43), T. N.-O. (1)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	31	29	71	4
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	32	37	63	5
Facilité de lecture par mes élèves	32	37	63	5
Illustrations, photographies, etc.	32	19	81	1
Activités proposées	32	22	78	2
Exemples canadiens	32	41	59	7
Description des applications des sciences	29	41	59	7
Adaptation à l'élève peu doué	32	56	44	10
Adaptation à l'élève brillant	32	22	78	2
Renvois à d'autres textes pertinents	28	46	54	9
Impression générale donnée	31	35	65	

Remarque : Cette série se compose de deux manuels : "Green Level" et "Blue Level".

Titre : *Searching for Structure*
Auteur(s) : D. H. Pike (direction générale)
Éditeur : Holt, Rinehart & Winston
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 93
Distribution géographique des répondants : T.-N. (84), Î.-P.-É. (1), N.-É. (8)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	80	14	86	1
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	80	15	85	2
Facilité de lecture par mes élèves	80	29	71	6
Illustrations, photographies, etc.	80	18	82	3
Activités proposées	80	24	76	5
Exemples canadiens	78	32	68	7
Description des applications des sciences	77	39	61	9
Adaptation à l'élève peu doué	79	58	42	10
Adaptation à l'élève brillant	79	23	77	4
Renvois à d'autres textes pertinents	78	36	64	8
Impression générale donnée	79	15	85	

Titre : *Biological Science: An Ecological Approach*
Auteur(s) : Biological Sciences Curriculum Study
Éditeur : Rand McNally
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 57
Distribution géographique des répondants : N.-É. (3), Ont. (1), Sask. (16), Alb. (2), C.-B. (34), Yuk. (1).

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	50	32	68	3
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	48	33	67	4
Facilité de lecture par mes élèves	48	21	79	1
Illustrations, photographies, etc.	47	23	77	2
Activités proposées	48	50	50	7
Exemples canadiens	47	94	6	10
Description des applications des sciences	47	64	36	8
Adaptation à l'élève peu doué	49	65	35	9
Adaptation à l'élève brillant	48	48	52	6
Renvois à d'autres textes pertinents	46	41	59	5
Impression générale donnée	47	34	66	

Titre : *Biological Science: An Inquiry Into Life*
Auteur(s) : Biological Sciences Curriculum Study
Éditeur : Harcourt, Brace, Jovanovich, Inc./Longman
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 8
Distribution géographique des répondants : N.-É. (1), Ont. (5), Man. (1), Alb. (1)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	7	14	86	3
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	7	14	86	3
Facilité de lecture par mes élèves	7	14	86	3
Illustrations, photographies, etc.	7	0	100	1
Activités proposées	7	43	57	6
Exemples canadiens	7	86	14	10
Description des applications des sciences	7	71	29	8
Adaptation à l'élève peu doué	7	71	29	8
Adaptation à l'élève brillant	7	0	100	1
Renvois à d'autres textes pertinents	7	43	57	6
Impression générale donnée	7	14	86	

Titre : *Biological Science: Molecules To Man*
Auteur(s) : Biological Science Curriculum Study
Éditeur : Houghton Mifflin Co.
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 12
Distribution géographique des répondants : Qué. (1), Man. (11)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	11	9	91	2
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	11	9	91	2
Facilité de lecture par mes élèves	11	9	91	2
Illustrations, photographies, etc.	11	9	91	2
Activités proposées	11	36	64	8
Exemples canadiens	11	82	18	9
Description des applications des sciences	11	27	73	6
Adaptation à l'élève peu doué	11	82	18	9
Adaptation à l'élève brillant	11	0	100	1
Renvois à d'autres textes pertinents	11	27	73	6
Impression générale donnée	11	9	91	

Titre : *Biology*
Auteur(s) : John W. Kimball et coll.
Éditeur : Addison Wesley
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 20
Distribution géographique des répondants : Ont. (10), Alb. (10)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	15	7	93	2
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	15	13	87	4
Facilité de lecture par mes élèves	15	33	67	6
Illustrations, photographies, etc.	15	7	93	2
Activités proposées	14	71	29	8
Exemples canadiens	13	85	15	9
Description des applications des sciences	15	53	47	7
Adaptation à l'élève peu doué	15	93	7	10
Adaptation à l'élève brillant	15	0	100	1
Renvois à d'autres textes pertinents	15	27	73	5
Impression générale donnée	15	20	80	

Titre : *Biology: Living Systems*
Auteur(s) : R.F. Oram et coll.
Éditeur : Charles Merrill
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 36
Distribution géographique des répondants : T.-N. (35), Ont. (1)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	28	7	93	1
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	28	7	93	1
Facilité de lecture par mes élèves	28	29	71	7
Illustrations, photographies, etc.	28	11	89	3
Activités proposées	28	25	75	6
Exemples canadiens	28	86	14	9
Description des applications des sciences	28	54	46	8
Adaptation à l'élève peu doué	28	86	14	9
Adaptation à l'élève brillant	28	14	86	4
Renvois à d'autres textes pertinents	27	15	85	5
Impression générale donnée	28	11	89	

Titre : *Foundations of Biology*
Auteur(s) : W.D. McElroy et coll.
Éditeur : Prentice-Hall of Canada Ltd.
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 34
Distribution géographique des répondants : N.-B. (8), Alb. (1), C.-B. (22), Yuk. (2), T.N.-O. (1)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	28	39	61	2
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	28	46	54	5
Facilité de lecture par mes élèves	28	46	54	5
Illustrations, photographies, etc.	28	39	61	2
Activités proposées	27	78	22	8
Exemples canadiens	27	93	7	9
Description des applications des sciences	28	57	43	7
Adaptation à l'élève peu doué	28	93	7	9
Adaptation à l'élève brillant	28	25	75	1
Renvois à d'autres textes pertinents	28	43	57	4
Impression générale donnée	28	54	46	

Titre : *Modern Biology*
Auteur(s) : J.H. Otto et coll.
Éditeur : Holt, Rinehart & Winston
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 70
Distribution géographique des répondants : N.-É. (28), Ont. (4), Sask. (19), Alb. (16), T.N.-O. (3)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	63	8	92	1
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	63	22	78	3
Facilité de lecture par mes élèves	63	19	81	2
Illustrations, photographies, etc.	64	25	75	4
Activités proposées	64	61	39	8
Exemples canadiens	63	86	14	10
Description des applications des sciences	63	57	43	7
Adaptation à l'élève peu doué	63	68	32	9
Adaptation à l'élève brillant	63	33	67	6
Renvois à d'autres textes pertinents	63	29	71	5
Impression générale donnée	63	22	78	

Titre : *Understanding Living Things*
Auteur(s) : J. Reimer et W. Wilson
Éditeur : D.C. Heath
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 6
Distribution géographique des répondants : N.-É. (2), Ont. (4)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	5	80	20	7
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	5	80	20	7
Facilité de lecture par mes élèves	5	60	40	3
Illustrations, photographies, etc.	5	80	20	7
Activités proposées	5	60	40	3
Exemples canadiens	4	25	75	1
Description des applications des sciences	5	40	60	2
Adaptation à l'élève peu doué	5	80	20	7
Adaptation à l'élève brillant	5	60	40	3
Renvois à d'autres textes pertinents	4	75	25	6
Impression générale donnée	5	80	20	

Titre : *ALCHEM*
Auteur(s) : Frank Jenkins et coll.
Éditeur : J.M. LeBel
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 14
Distribution géographique des répondants : Alb. (13), C.-B. (1)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	14	21	79	2
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	14	21	79	2
Facilité de lecture par mes élèves	14	7	93	1
Illustrations, photographies, etc.	14	43	57	9
Activités proposées	14	36	64	8
Exemples canadiens	14	7	93	1
Description des applications des sciences	14	21	79	2
Adaptation à l'élève peu doué	14	50	50	10
Adaptation à l'élève brillant	14	29	71	6
Renvois à d'autres textes pertinents	14	29	71	6
Impression générale donnée	14	29	71	

Titre : *Chemistry: an Experimental Science*
Auteur(s) : E. Pimentel et coll.
Éditeur : W.H. Freeman
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 8
Distribution géographique des répondants : Qué. (1), Man. (1), Sask. (6)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	7	29	71	1
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	7	29	71	1
Facilité de lecture par mes élèves	8	75	25	10
Illustrations, photographies, etc.	7	43	67	3
Activités proposées	7	43	67	3
Exemples canadiens	7	71	29	8
Description des applications des sciences	6	50	50	6
Adaptation à l'élève peu doué	7	71	29	8
Adaptation à l'élève brillant	6	33	67	3
Renvois à d'autres textes pertinents	6	67	33	7
Impression générale donnée	6	33	67	

Titre : *Chemistry, Experimental Foundations*
Auteur(s) : R.W. Parry et coll.
Éditeur : Prentice-Hall Canada
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 23
Distribution géographique des répondants : Qué. (1), Ont. (7), Man. (3), Sask. (10), Alb. (2)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	20	0	100	1
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	20	15	85	3
Facilité de lecture par mes élèves	20	35	65	5
Illustrations, photographies, etc.	20	20	80	4
Activités proposées	20	40	60	6
Exemples canadiens	20	95	5	10
Description des applications des sciences	20	80	20	8
Adaptation à l'élève peu doué	20	90	10	9
Adaptation à l'élève brillant	20	10	90	2
Renvois à d'autres textes pertinents	20	65	35	7
Impression générale donnée	20	15	85	

Titre : *Chemistry: Experiments and Principles*
Auteur(s) : Paul R. O'Connor et coll.
Éditeur : D.C. Heath
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 26
Distribution géographique des répondants : T.-N. (7), N.-É. (1), Qué. (3), Ont. (2), Man. (3), Alb. (10)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	22	18	82	3
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	22	18	82	3
Facilité de lecture par mes élèves	22	14	86	2
Illustrations, photographies, etc.	22	18	82	3
Activités proposées	22	36	64	6
Exemples canadiens	22	91	9	9
Description des applications des sciences	22	54	46	7
Adaptation à l'élève peu doué	22	95	5	10
Adaptation à l'élève brillant	22	9	91	1
Renvois à d'autres textes pertinents	22	82	18	8
Impression générale donnée	22	18	82	

Titre : *Chemistry Today*
Auteur(s) : R.L. Whitman et E.E. Zinck
Éditeur : Prentice-Hall
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 30
Distribution géographique des répondants : N.-É. (13), Qué. (3), Ont. (14)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	23	17	83	1
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	23	17	83	1
Facilité de lecture par mes élèves	23	17	83	1
Illustrations, photographies, etc.	23	35	65	4
Activités proposées	23	56	44	8
Exemples canadiens	23	48	52	6
Description des applications des sciences	23	48	52	6
Adaptation à l'élève peu doué	23	65	35	10
Adaptation à l'élève brillant	23	43	57	5
Renvois à d'autres textes pertinents	23	61	39	9
Impression générale donnée	23	17	83	

Titre : *La chimie : expériences et principes*
Auteur(s) : Paul R. O'Connor et coll., traduit par J. Leclerc
Éditeur : Centre éducatif et culturel
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 7
Distribution géographique des répondants : Qué. (7)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	7	57	43	5
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	7	43	57	3
Facilité de lecture par mes élèves	7	57	43	5
Illustrations, photographies, etc.	7	29	71	2
Activités proposées	7	43	57	3
Exemples canadiens	7	86	14	9
Description des applications des sciences	7	71	29	7
Adaptation à l'élève peu doué	7	100	0	10
Adaptation à l'élève brillant	7	0	100	1
Renvois à d'autres textes pertinents	7	71	29	7
Impression générale donnée	7	57	43	

Titre : *Éléments de chimie expérimentale*
Auteur(s) : Lahaie, Papillon, Valiquette
Éditeur : Holt, Rinehart & Winston
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 15
Distribution géographique des répondants : Qué. (14), Ont. (1)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	15	27	73	1
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	15	47	53	5
Facilité de lecture par mes élèves	15	40	60	2
Illustrations, photographies, etc.	15	40	60	2
Activités proposées	15	60	40	7
Exemples canadiens	15	47	53	5
Description des applications des sciences	15	60	40	7
Adaptation à l'élève peu doué	15	73	27	9
Adaptation à l'élève brillant	15	27	73	1
Renvois à d'autres textes pertinents	15	87	13	10
Impression générale donnée	15	47	53	

Titre : *Foundations of Chemistry*
Auteur(s) : E.R. Toon et G.L. Ellis
Éditeur : Holt, Rinehart & Winston
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 30
Distribution géographique des répondants : Ont. (11), Man. (2), C.-B. (15), Yuk. (2)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	22	5	95	1
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	22	9	91	4
Facilité de lecture par mes élèves	22	5	95	1
Illustrations, photographies, etc.	22	23	77	6
Activités proposées	22	23	77	6
Exemples canadiens	22	73	27	9
Description des applications des sciences	22	14	86	5
Adaptation à l'élève peu doué	21	86	14	10
Adaptation à l'élève brillant	22	5	95	1
Renvois à d'autres textes pertinents	22	27	73	8
Impression générale donnée	22	5	95	

Titre : *Inquiries in Chemistry*
Auteur(s) : A.M. Turner et C.T. Sears Jr.
Éditeur : Allyn & Bacon
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 40
Distribution géographique des répondants : N.-É. (1), N.-B. (11), C.-B. (28)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	38	18	82	2
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	38	45	55	6
Facilité de lecture par mes élèves	37	16	84	1
Illustrations, photographies, etc.	37	32	68	3
Activités proposées	37	57	43	7
Exemples canadiens	35	77	23	10
Description des applications des sciences	35	71	29	8
Adaptation à l'élève peu doué	36	72	28	9
Adaptation à l'élève brillant	37	38	62	5
Renvois à d'autres textes pertinents	35	37	63	4
Impression générale donnée	37	32	78	

Titre : *Interaction of Matter and Energy*
Auteur(s) : N. Abraham et coll.
Éditeur : Rand McNally
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 8
Distribution géographique des répondants : N.-B. (1), Sask. (5), C.-B. (2)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	7	0	100	1
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	7	29	71	6
Facilité de lecture par mes élèves	7	14	86	5
Illustrations, photographies, etc.	7	0	100	1
Activités proposées	7	0	100	1
Exemples canadiens	7	100	0	10
Description des applications des sciences	7	71	29	8
Adaptation à l'élève peu doué	7	71	29	8
Adaptation à l'élève brillant	7	0	100	1
Renvois à d'autres textes pertinents	7	43	57	7
Impression générale donnée	7	14	86	

Titre : *Keys to Chemistry*
Auteur(s) : E.W. Ledbetter et J.A. Young
Éditeur : Addison-Wesley
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 14
Distribution géographique des répondants : Ont. (2), Man. (2), Alb. (4), C.-B. (4), Yuk. (1), T.N.-O. (1)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	13	31	69	5
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	13	23	77	3
Facilité de lecture par mes élèves	13	8	92	1
Illustrations, photographies, etc.	13	31	69	5
Activités proposées	13	46	54	7
Exemples canadiens	13	69	31	10
Description des applications des sciences	13	46	54	7
Adaptation à l'élève peu doué	13	62	38	9
Adaptation à l'élève brillant	12	17	83	2
Renvois à d'autres textes pertinents	13	23	77	3
Impression générale donnée	13	38	62	

Titre : *Modern Chemistry*
Auteur(s) : Metcalfe et coll.
Éditeur : Holt, Rinehart & Winston
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 21
Distribution géographique des répondants : Î.P.-É. (8), N.-É. (4), N.-B. (1), Sask. (7), Alb. (1)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	16	19	81	1
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	16	31	69	3
Facilité de lecture par mes élèves	16	44	56	4
Illustrations, photographies, etc.	16	50	50	5
Activités proposées	16	56	44	6
Exemples canadiens	16	87	13	9
Description des applications des sciences	16	62	38	7
Adaptation à l'élève peu doué	16	87	13	9
Adaptation à l'élève brillant	16	19	81	1
Renvois à d'autres textes pertinents	16	62	38	7
Impression générale donnée	16	31	69	

Titre : *Fundamentals of Physics*
Auteur(s) : R.W. Heath et coll.
Éditeur : D.C. Heath
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 53
Distribution géographique des répondants : N.-É. (3), Qué. (1), Ont. (17), Sask. (13), C.-B. (19)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	45	7	93	4
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	45	4	96	3
Facilité de lecture par mes élèves	45	2	98	1
Illustrations, photographies, etc.	45	2	98	1
Activités proposées	45	18	82	5
Exemples canadiens	42	26	74	6
Description des applications des sciences	43	28	72	7
Adaptation à l'élève peu doué	43	40	60	9
Adaptation à l'élève brillant	44	29	71	8
Renvois à d'autres textes pertinents	42	74	26	10
Impression générale donnée	45	7	93	

Titre : *Matter and Energy*
Auteur(s) : J.H. MacLachlan et coll.
Éditeur : Clarke, Irwin
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 26
Distribution géographique des répondants : Ont. (26)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	15	7	93	1
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	15	13	87	2
Facilité de lecture par mes élèves	15	20	80	4
Illustrations, photographies, etc.	15	40	60	5
Activités proposées	15	73	27	9
Exemples canadiens	15	47	53	6
Description des applications des sciences	15	60	40	7
Adaptation à l'élève peu doué	15	87	13	10
Adaptation à l'élève brillant	15	13	87	2
Renvois à d'autres textes pertinents	15	67	33	8
Impression générale donnée	15	33	67	

Titre : *Physics* (PSSC)
Auteur(s) : U. Haber-Schaim et coll.
Éditeur : D.C. Heath
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 48
Distribution géographique des répondants : N.-É. (1), Qué. (6), Ont. (18), Man. (10), Sask. (6), C.-B. (6)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	41	10	90	2
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	41	20	80	3
Facilité de lecture par mes élèves	41	59	41	7
Illustrations, photographies, etc.	41	20	80	3
Activités proposées	41	41	59	6
Exemples canadiens	41	98	2	10
Description des applications des sciences	41	73	27	8
Adaptation à l'élève peu doué	41	93	7	9
Adaptation à l'élève brillant	41	5	95	1
Renvois à d'autres textes pertinents	41	32	68	5
Impression générale donnée	41	22	78	

Titre : *Physics, A Human Endeavour*
Auteur(s) : D. Paul et coll.
Éditeur : Holt, Rinehart, Winston
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 36
Distribution géographique des répondants : T.-N. (15), N.-É. (4), N.-B. (8), Ont. (1), Alb. (8)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	33	18	82	1
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	33	30	70	3
Facilité de lecture par mes élèves	33	18	82	1
Illustrations, photographies, etc.	33	33	67	4
Activités proposées	33	33	67	4
Exemples canadiens	33	48	52	8
Description des applications des sciences	33	42	58	6
Adaptation à l'élève peu doué	33	67	33	10
Adaptation à l'élève brillant	33	42	58	6
Renvois à d'autres textes pertinents	33	61	39	9
Impression générale donnée	33	33	67	

Titre : *Physique PSSC*
Auteur(s) : U. Haber-Schaim et coll., traduction et adaptation par P. Tougas
Éditeur : Centre éducatif et culturel
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 8
Distribution géographique des répondants : Qué. (6), Ont. (1), Man. (1)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	6	33	67	4
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	6	17	83	3
Facilité de lecture par mes élèves	6	67	33	7
Illustrations, photographies, etc.	6	0	100	1
Activités proposées	6	50	50	5
Exemples canadiens	6	83	17	9
Description des applications des sciences	6	67	33	7
Adaptation à l'élève peu doué	6	100	0	10
Adaptation à l'élève brillant	6	0	100	1
Renvois à d'autres textes pertinents	6	50	50	5
Impression générale donnée	6	17	83	

Titre : *Project Physics*
Auteur(s) : J. Rutherford et coll.
Éditeur : Holt, Rinehart and Winston
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 8
Distribution géographique des répondants : Alb. (6), T.N.-O. (2)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	6	17	83	1
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	6	50	50	6
Facilité de lecture par mes élèves	6	17	83	1
Illustrations, photographies, etc.	6	17	83	1
Activités proposées	6	33	67	5
Exemples canadiens	6	67	33	8
Description des applications des sciences	6	50	50	6
Adaptation à l'élève peu doué	6	83	17	10
Adaptation à l'élève brillant	6	17	83	1
Renvois à d'autres textes pertinents	6	67	33	8
Impression générale donnée	6	33	67	

Annexe D – Grilles d'analyse des manuels de sciences

Une version légèrement remaniée du document à la disposition des analystes apparaît ici. Ce document était accompagné d'une feuille-réponse destinée à recueillir l'information de façon standardisée.

1. Les intentions exprimées des manuels de sciences
2. Le contexte canadien dans les manuels de sciences
3. L'interaction science-technologie-société
4. Nature de la science et histoire des sciences et des techniques
5. Carrières
6. Habiletés scientifiques au laboratoire

Grille d'analyse n° 1

Les intentions exprimées des manuels de sciences

Le but de cette partie de l'analyse des manuels est de recenser et de classifier les intentions exprimées dans les manuels. Habituellement, on retrouve ces intentions dans la préface, mais il faut souvent chercher ailleurs. C'est pourquoi il vous faudra examiner aussi le premier chapitre du manuel, qui contient parfois des réponses à la question : « Pourquoi étudier les sciences? », la liste des objectifs d'apprentissage (si elle existe), la table des matières et plus généralement, toute partie de l'ouvrage susceptible de renfermer un message explicite des auteurs quant aux objectifs de l'enseignement des sciences que le manuel aide à atteindre. Vous devrez examiner aussi le livre du maître.

Remarquons tout de suite que l'absence d'un objectif explicite en particulier ne garantit pas que l'auteur ne fournisse pas dans son ouvrage des occasions de l'atteindre. Nous ne nous intéressons ici qu'aux types de messages que les auteurs estiment suffisamment importants pour les livrer explicitement.

Une fois que vous aurez recensé ces intentions exprimées, il vous faudra les classer dans les huit catégories suivantes :

1. contenu scientifique;
2. démarche scientifique et habiletés reliées;
3. implications sociales de l'activité scientifique et technique;
4. nature de la science;
5. croissance personnelle;
6. attitudes reliées à la science;
7. sciences appliquées et technologie;
8. orientation professionnelle.

Voici maintenant quelques critères, accompagnés d'exemples qui vous permettront d'entreprendre ce classement.

1. Contenu scientifique : réunir ici les objectifs directement reliés à l'apprentissage des faits, lois et théories qui composent ce qu'on appelle communément le « contenu scientifique ». Par exemple :

« Tu vas identifier des sites ou des endroits très différents par le climat, le sol[1]. »

« Dans ce livre, nous tenterons d'étudier la matière dont est formé l'univers entier[2]. »

« À partir du matériel de laboratoire fourni, calculez la constante de Planck grâce à la pente de la courbe $E_{\text{él émis}} = f(v)$. Vous devez remettre un rapport contenant les éléments indiqués dans l'évaluation. »[3]

Remarquons à cette occasion que la façon d'exprimer une intention varie avec les auteurs. Les intentions peuvent s'adresser au manuel, à l'enseignant ou à l'élève et ne sont pas toujours rédigées de façon à identifier un comportement observable. Elles sont parfois rédigées simplement comme affirmations.

2. *Démarche scientifique et habiletés reliées* : réunir ici les objectifs portant sur le processus intellectuel privilégié par les auteurs comme mode de connaissance scientifique. Ceci inclut : la méthode scientifique, l'investigation, les aptitudes telles que la créativité, l'émission d'hypothèses, la vérification expérimentale, etc. Par exemple :

« L'étudiant procède donc toujours selon l'ordre des différentes étapes de la méthode expérimentale[4]. »

« Il (le manuel) vous apprendra plutôt à découvrir les choses par vous-même, à penser avec un esprit critique et à observer et noter des données avec précision, comme le font les scientifiques[5]. »

3. *Implications sociales de l'activité scientifique et technique* : réunir ici les objectifs qui font explicitement mention de l'impact social de l'activité scientifique et technique. Par impact social, il faut entendre les modifications apportées à l'individu et à la communauté sur le plan de la santé, du travail, des communications, du mode de vie, de l'économie, de la politique et de l'environnement en général. Par exemple :

« À la fin de cette leçon, les élèves devraient pouvoir : (1) énoncer certains moyens spécifiques qu'utilisent les hommes de sciences et autres experts pour tenter de résoudre les problèmes causés par l'augmentation très rapide de la population mondiale [...][6]. »

« Nous souhaitons provoquer l'éveil de l'esprit à la signification et aux possibilités des activités scientifiques pour que chaque citoyen de l'avenir puisse évaluer avec calme et sagesse l'impact grandissant des progrès technologiques sur son environnement social[7]. »

« C'est pourquoi nous nous sommes efforcés de donner des exemples [...] mettant en évidence des implications sociales, bonnes ou mauvaises, du développement des sciences[8]. »

4. *Nature de la science* : recueillir ici les objectifs des auteurs à propos de : a) la nature de la science, et b) l'histoire des sciences et des techniques. Par exemple :

« On doit définir la nature de la science en posant des actes scienti-

fiques. Il faut étudier la nature de la chimie en analysant les problèmes qui intéressent les chimistes. »[9]

« Aider les étudiants à considérer la physique comme une activité humaine complexe et merveilleuse, ce qu'elle est en réalité : c'est-à-dire présenter les points de vue historique et culturel du sujet et montrer que les idées en physique ont une tradition et suivent une évolution continuelle sur les chemins de l'adaptation et du changement[10]. »

5. *Croissance personnelle* : réunir ici les intentions qui sont reliées au développement général (cognitif, psychomoteur et affectif) de l'élève. Il est souvent difficile de les identifier et celles-ci ne sont pas toujours présentes. Par exemple :

« Nous visons à développer chez les élèves un scepticisme sain qui tienne compte des opinions des autres et leur fasse garder confiance dans leurs opinions propres[11]. »

6. *Attitudes envers la science* : réunir ici les intentions des auteurs reliées aux attitudes que les élèves devraient acquérir vis-à-vis de la science : enthousiasme, respect, prudence, curiosité, intérêt, etc. Par exemple :

« Que vous poursuiviez ou non l'étude de la physique, l'histoire de la nature telle qu'elle vous aura été racontée par les physiciens vous sera d'un grand secours; elle vous aidera à comprendre le monde passionnant et changeant dans lequel nous vivons. Car derrière les gros titres de journaux, derrière les petites inventions qui créent les nouveaux emplois, derrière les problèmes jusqu'alors inconnus auxquels chaque citoyen doit faire face, on retrouve la physique. C'est en étudiant cette science, dont l'importance est grandissante et qui revêt une signification de premier plan dans l'histoire de l'humanité, que vous aurez l'occasion de satisfaire votre curiosité. »[12]

7. *Sciences appliquées et technologie* : réunir ici les intentions exprimées par les auteurs concernant la connaissance de la technologie, des techniques et de l'application des sciences. Si ces intentions incluent des considérations sociales, les inscrire dans la catégorie n° 3. Par exemple :

« L'élève devrait être capable de décrire quelques techniques industrielles employées pour purifier les métaux[13]. »

8. *Orientation professionnelle* : réunir ici les intentions exprimées par les auteurs concernant les carrières dans l'univers scientifique et technique.

Grille d'analyse n° 2

Le contexte canadien dans les manuels de sciences

Le but de cette partie de l'analyse est de mesurer le degré de présence d'un contexte canadien dans les manuels de sciences. Le premier problème que nous devons résoudre consiste à définir ce que nous entendons par « contexte canadien ». Comme nous le mentionnons dans la raison d'être de l'analyse, le *contenu scientifique* d'un manuel représente l'ensemble des

faits scientifiques, lois et théories. Le contexte est défini comme l'ensemble de toutes les informations qui ne font pas partie de ce contenu. Le *contexte canadien* sera donc la partie du contexte général qui fera référence au Canada dans chacune des dimensions suivantes : physique, historique et socio-culturelle.

Parler de contexte canadien soulève la question de la nationalité du contexte pour l'enseignement des sciences. Nous n'entrerons pas ici dans le débat sur l'universalité et l'unité de la science, pas plus que nous ne discuterons de la quantité acceptable de contexte canadien. Ce sont des questions qui ont déjà fait l'objet de débats et qui continueront de provoquer des discussions. Notre but, ici, est d'apporter des données pour alimenter ces débats et discussions. Pour les fins de cette analyse, notre définition d'un contexte canadien dans les manuels de sciences sera celle-ci : *l'ensemble des messages contenus dans le manuel qui sont reliés sans équivoque à la réalité canadienne sous tous ses angles, dans ce qu'elle a d'original.*

Une recherche préliminaire nous a montré que le contexte canadien, quand il existe, peut prendre les formes les plus variées et n'est pas entièrement repérable par la table des matières ou l'index d'un manuel. Comme sa distribution est généralement très inégale, il s'avère impossible d'en rendre compte de façon rigoureuse par l'examen d'un échantillon aléatoire de chapitres ou de pages. L'analyste devra donc examiner chaque page en détail.

La grille d'analyse se compose d'une série de questions dont les réponses nous permettront :

- de déterminer le degré de présence d'un contexte canadien, et
- de dénombrer les situations où le contexte canadien est remplacé par un contexte étranger sans que cela soit absolument nécessaire.

Le degré de présence du contexte canadien sera déterminé dans les trois dimensions du contexte : physique, historique et socio-culturelle.

1. *Dimension physique* : cette dimension est composée de l'ensemble des messages qui incluent une référence au milieu géographique canadien. Il peut s'agir d'illustrations (photographies, dessins ou graphiques) ou de phrases telles que celle-ci :

> « En Colombie-Britannique, le nord magnétique est-il à l'est ou à l'ouest du nord vrai? Au Québec, de quel côté du nord vrai se trouve le nord magnétique? »[1]

2. *Dimension historique* : il faudra réunir ici tous les messages concernant l'histoire de l'activité scientifique et technique au Canada. En voici un exemple :

> « Sir Sandford Fleming, un brillant ingénieur, a proposé en 1879 la création de fuseaux horaires[2]. »

3. *Dimension socio-culturelle* : l'analyste réunira ici les messages sur l'impact de l'activité scientifique et technique sur les aspects économique, politique, social et culturel de la vie canadienne. En voici un exemple :

> « Beaucoup d'efforts ont été faits du côté de la pollution par le SO_2.

À Montréal, par exemple, il y eut des réglementations très sévères interdisant de dépasser un certain pourcentage de soufre dans les huiles à chauffage, ce qui a considérablement amélioré la situation. »[3]

Le contexte étranger

En 1973, une Commission royale d'enquête de l'Ontario sur l'édition au Canada concluait ceci :

> « Nous ne recommanderions évidemment pas l'incorporation artificielle d'un contenu canadien si celle-ci devait se faire mal à propos. Ce que nous demandons, c'est de présenter une matière dans une perspective canadienne lorsque la perspective alternative en est une étrangère. »[4]

Dans quelle mesure les manuels de sciences continuent-ils à privilégier une perspective étrangère dans les écoles canadiennes? Pour répondre à cette question, il faudra réunir les éléments du contexte qui présentent un point de vue non canadien, quand un point de vue canadien aurait été plus approprié. En voici un exemple :

> « Et si nous attendons, qu'allons-nous faire à propos de la pénurie d'énergie dans le nord-est des États-Unis, qui menace de devenir un problème pour la nation entière[5]? »

Grille d'analyse n° 3

L'interaction science-technologie-société (STS) dans les manuels de sciences

La majorité des ministères et départements de l'Éducation au Canada considèrent que l'un des buts de l'enseignement des sciences consiste à sensibiliser les élèves aux implications sociales de l'activité scientifique et technique. Les deux exemples suivants illustrent ce qui précède.

Buts de l'enseignement des sciences de la nature (Québec, niveau élémentaire) :

> « Permettre à l'enfant de s'épanouir comme personne autonome et créatrice appelée à vivre dans une société scientifique et technologique[1]. »

Objectifs du programme de sciences au secondaire en Alberta (1978) :

> 1. « Encourager une appréciation du rôle qu'ont joué les sciences dans le développement des sociétés humaines par l'examen :
> 1.1 ...
> 1.2 de l'interaction de la science et de la technologie;
> 1.3 des effets de la science sur la santé, sur la croissance et la distribution de la population, sur le développement des ressources, sur les communications et sur le transport; etc.[2] »

Cette tendance à attribuer à l'enseignement des sciences une perspective sociale n'est pas spécifique au Canada. Glen Aikenhead remarque que « la nécessité d'un programme d'enseignement des sciences et des techniques tenant compte de leurs interactions avec la société [...] a été mise en relief au Canada, en Australie, en Grande-Bretagne et aux États-Unis, et sur le plan international par l'UNESCO[3]. »

Cette partie de l'analyse des manuels vise à vérifier si les manuels de sciences en usage au Canada contiennent des informations ou des stratégies pédagogiques destinées à présenter l'activité scientifique et technique dans une perspective sociale.

Identification de l'interaction STS dans un manuel

Une étude préliminaire nous a permis de distinguer deux façons d'intégrer les impacts sociaux de la science et de la technologie dans les manuels de sciences :

- structurer le contenu à partir de ces impacts et utiliser ceux-ci comme premier prétexte à l'enseignement des sciences; et
- mentionner les conséquences sociales de l'activité scientifique et technique de façon occasionnelle, par exemple, en examinant les questions soulevées par l'utilisation de l'énergie nucléaire lors de l'étude des réactions nucléaires en chimie ou en physique.

Certains auteurs n'intègrent aucune considération sociale dans le contenu de leur manuel, et ceci pour un grand nombre de raisons. Quel que soit le mode d'intégration du contexte social choisi par les auteurs, nous définirons l'interaction STS dans un manuel comme suit : *l'ensemble des messages contenant de l'information sur l'impact social de l'activité scientifique et technique, et l'ensemble des stratégies pédagogiques (questions, expériences, projets, etc.) destinées à sensibiliser l'élève à cet impact.*

En nous inspirant des travaux de Glen Aikenhead[4], John Ziman[5], Graham Orpwood et Douglas Roberts[6], nous classerons ces messages selon quatre catégories qui nous paraissent constituer l'essentiel de l'interaction STS pour les niveaux primaire et secondaire :

1. Messages invitant l'élève à utiliser ses connaissances scientifiques et techniques pour des applications utiles à lui-même ou à sa communauté;
2. Messages informant des conséquences heureuses ou néfastes de l'activité scientifique et technique sur le bien-être de la société, aux plans national et international;
3. Messages portant sur les façons dont une société utilise les connaissances scientifiques et techniques pour résoudre des problèmes nationaux ou internationaux; et
4. Messages portant sur les aspects moral et juridique de l'activité scientifique et technique.

Voici quelques exemples de messages recueillis dans un échantillon de manuels et classés selon les quatres catégories.

Catégorie 1 :

> « La planification urbaine et communautaire représente une des activités de conservation. Invitez un des membres d'une commission de planification gouvernementale dans votre classe pour qu'il vous explique comment la planification communautaire favorise la conservation des ressources humaines. »[7]

Catégorie 2 :

« Mais les inventions de l'homme impliquent des besoins accrus en : minerais pour les métaux, produits chimiques pour les plastiques, combustibles pour l'énergie, pierres pour la construction des routes et des édifices, eau pour se laver, se rafraîchir et se débarasser de ses déchets. Toutes ces ressources viennent de l'écosystème. En les prenant, l'homme bouleverse souvent son environnement. »[8]

Catégorie 3 :

« L'homme fait face au problème de la surpopulation. Les hommes de science essaient de trouver de nouveaux moyens pour résoudre le problème de la surpopulation. Ils cherchent et trouvent des façons de : produire plus de nourriture, contrôler les organismes nuisibles et les maladies, développer de nouvelles régions agricoles et de construire des maisons pour un plus grand nombre d'individus. »[9]

Catégorie 4 :

« Des études récentes en génétique traitent de l'ADN recombinant, d'ingénierie génétique et de conseillers en génétique. D'importantes décisions morales doivent être prises en même temps que les travaux s'effectuent dans ces champs de recherche. »[10]

Enfin, sont ajoutés les critères de sélection qui suivent :

- les messages doivent présenter un caractère d'actualité. Tout compte rendu sur l'interaction STS dans le passé sera inclus dans l'analyse de l'histoire des sciences dans les manuels de sciences; et
- les simples descriptions d'application de sciences telles que : « Un ou plus des atomes d'hydrogène de l'éthylène peut être substitué à des groupes comme -F, -Cl, $-CH_3$ ou $-COOH_3$. Les polymères synthétiques portant des noms de commerce comme Teflon, Saran, Lucite et Plexiglas en sont des produits résultants »[11], ne seront pas retenues comme message sur l'interaction STS; l'impact social y est, à toutes fins pratiques, inexistant.

L'analyste devra identifier les messages relatifs à l'interaction STS, les classer selon leur catégorie et, à l'aide du comptage de lignes, mesurer le pourcentage d'espace qu'ils occupent à l'intérieur du chapitre dont ils sont extraits. Pour chaque catégorie, l'analyste devra rechercher les renseignements suivants.

1ère catégorie :

- le nombre de messages invitant à l'action;
- le type d'activité demandée à l'élève (action personnelle ou collective et dans quel milieu : maison, école, ou communauté); et
- la nature de cette activité (action directe, information ou réflexion).

Indiquer le nombre d'activités dans la grille suivante :

Catégorie 1 : Grille			
	Action directe	Cueillette d'information	Réflexion
École			
Maison			
Communauté			
Nombre de messages invitant à l'action personnelle			
Nombre de messages invitant à l'action collective			

Chaque analyste devra sélectionner un ou deux messages estimés représentatifs et les transcrire.

2e catégorie :

- le type d'activité scientifique et technique qui a des conséquences sur la société;
- le caractère heureux ou néfaste de ces conséquences (selon les auteurs);
- la présence d'une discussion sur le caractère heureux ou néfaste de ces conséquences; et
- la localisation de ces conséquences (point de vue national ou international).

Transcrire ces renseignements dans la grille suivante :

Catégorie 2 : Grille				
Type de conséquence	conséquence considérée comme heureuse/ néfaste	discussion présente oui/non	localisation nationale/ internationale	% dans le chapitre (estimation)
1.				
2.				
3.				
4.				
etc.				

3e catégorie :

- nature des problèmes auxquels la science et la technologie peuvent apporter une solution;
- degré de certitude, selon l'auteur, avec lequel cette solution peut être trouvée; et
- contexte des problèmes (national ou international).

Transcrire ces renseignements dans la grille suivante :

Catégorie 3 : grille			
Nature des problèmes et description de la solution	degré de certitude certitude absolue doute	contexte national international	% dans le chapitre (estimation)
1.			
2.			
3.			
4			
etc.			

4e catégorie :

- nombre de problèmes où des considérations morales sont évoquées;
- nature de ces problèmes et contexte;
- nombre de problèmes où des considérations juridiques sont évoquées (réglementation, etc.); et
- nature de ces problèmes et contexte.

Transcrire ces renseignements dans la grille suivante :

Catégorie 4 : grille			
Problème	nature morale/juridique	contexte national/ international	% dans le chapitre
1.			
2.			
3.			
4.			
etc.			

Grille d'analyse n° 4

Nature de la science et histoire des sciences et des techniques

La façon dont les auteurs de manuels présentent la nature de la science et l'histoire de l'activité scientifique et technique, ainsi que la place que ceux-ci attribuent à l'histoire des sciences varient considérablement. Les raisons pour lesquelles les auteurs de manuels introduisent une certaine profondeur historique dans leurs ouvrages sont aussi très diverses. Quoi qu'il en soit, les messages relatifs à l'histoire des sciences et à la nature de l'activité scientifique, lorsqu'ils sont présents, font l'objet de critiques :

> « 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 responsabilités 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. »[1]

« Il existe des différences appréciables entre l'histoire des sciences et le contenu historique fréquemment introduit dans les manuels. Les conséquences d'un contenu historique dénaturé sont particulièrement importantes pour la majorités des élèves : ceux et celles qui ne deviendront pas des scientifiques. »[2]

Thomas Russell, l'auteur de ce dernier extrait, affirmait que « nous avons un besoin important de recherches destinées à déterminer *quelles dispositions prennent les professeurs et les auteurs de manuels* pour que l'élève se construise des représentations de la science et des scientifiques[3]. » Cette partie de l'analyse répond en partie à cette recommandation. Son but, en effet, sera d'examiner le type de dispositions que prennent les auteurs pour informer l'élève à propos de l'histoire des sciences, des scientifiques et de la nature de leurs activités.

En particulier, l'analyse devra répondre aux deux questions suivantes :

- Dans quelle mesure l'histoire des sciences est-elle présentée dans le manuel, et sous quelle forme?
- Quelle conception de la nature de la science les auteurs proposent-ils?

1. Histoire des sciences

Objectifs : transcrire, si elle existe, l'intention des auteurs à propos de l'introduction d'une dimension historique dans leur manuel (voir grille n° 1).

Scientifiques : à l'aide de l'index, transcrire les noms de tous les scientifiques mentionnés et noter les pages du manuel où les auteurs en parlent; puis, répondre aux questions qui suivent.

- Quel est le nombre total de scientifiques cités?
- Sur ce nombre, combien ne sont présents que pour qualifier une loi, ou une théorie? Par exemple : « On peut donc écrire que $p_1V_1 = p_2V_2$. On appelle cette relation la loi de *Boyle*. »
- Sur le nombre total, combien de travaux de scientifiques sont décrits d'une façon congruente avec une conception traditionnelle de la démarche scientifique (observations, hypothèse, expérience, etc.)?
- Sur le nombre de scientifiques déterminé ci-dessus, combien sont associés à un contexte historique et social?
- Sur le nombre total de scientifiques, combien sont associés à une équipe de recherche ou à un réseau d'information entre leurs collègues et eux-mêmes?
- Classer les scientifiques par nationalité et calculer leur pourcentage de présence par pays.
- Quel pourcentage de scientifiques sont des femmes?

Études de cas : une étude de cas en histoire des sciences, selon Klopfer et Watson,

« ... comprend l'étude critique du développement d'un concept scien-

tifique 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 fait et d'explications de meilleure qualité, ainsi que le climat intellectuel et social dans lequel ils travaillaient. »[4]

L'analyste devra répondre aux questions suivantes :

- Le manuel comporte-t-il des études de cas en histoire des sciences qui regroupent toutes les caractéristiques relevées par Klopfer et Watson. Voir si elles comprennent une étude *critique* du développement d'un concept scientifique majeur qui fait mention des scientifiques qui y ont participé et des rapports qui existaient entre eux, de l'information dont ils disposaient, de la manière dont ils ont recherché des faits et des explications plus satisfaisants et le contexte intellectuel et social dans lequel ils ont travaillé?
- Si oui, combien?
- Et sur quels sujets? Sélectionnez de une à trois études de cas qui, selon vous, correspondent à des critères élevés de qualité et dont l'ampleur est acceptable.
- La présentation de l'histoire des sciences par le biais des « grands scientifiques » ou des « études de cas » constitue la stratégie la plus utilisée par les auteurs de manuel. Le manuel examiné présente-t-il une autre stratégie qui semble originale? Quelle en est la signification perçue? Illustrez.
- Le manuel reproduit-il des illustrations ou des publications originales associées à l'histoire des sciences? Si oui, combien et sous quelle forme?

2. *Nature de la science*

- Transcrire la définition de la science (ou d'une discipline particulière : physique, biologie, etc.) donnée par les auteurs.
- Transcrire la description de la méthode scientifique (ou démarche scientifique, pensée scientifique, investigation, etc.) donnée par les auteurs.
- 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... ».
- Estimer le nombre de ces messages (en moyenne) dans le manuel en vous basant sur un échantillon de pages.

Grille d'analyse n° 5

Carrières

Dans quelles mesure les manuels rendent-ils compte des carrières des domaines scientifique et technique et invitent-ils les élèves à se diriger vers ces domaines? Cette partie de l'analyse apportera des réponses à ces deux questions. Rappelons ici le caractère descriptif de l'analyse. La question de savoir s'il est pertinent d'inviter des élèves du niveau pré-universitaire

à considérer des carrières scientifiques, tout autant que celle de savoir si les manuels de sciences sont les outils les plus appropriés pour ce genre d'invitation seront discutées ultérieurement.

L'analyste devra répondre aux questions suivantes :

- Le manuel présente-t-il un contenu relatif aux carrières scientifiques et techniques?
- Si oui, établir la liste des carrières que le manuel décrit.
- Pour chaque carrière, répondre aux questions suivantes : Quel niveau de formation cette carrière requiert-elle?
  Pré-universitaire, 1er cycle, 2e cycle ou 3e cycle?
  Présente-t-elle un caractère multidisciplinaire?
  Les auteurs nomment-ils des employeurs potentiels?
  Les auteurs indiquent-ils les qualités nécessaires pour ce type de carrière?
  Si la carrière en question est illustrée par la photographie d'une ou plusieurs personnes, combien y a-t-il d'hommes? de femmes?
  L'élève est-il invité explicitement à entreprendre cette carrière?

Grille d'analyse n° 6

Habiletés scientifiques au laboratoire

En principe, les séances de laboratoire fournissent à l'élève l'occasion de développer des habiletés scientifiques particulières en lui permettant d'agir directement sur la matière. Le manuel de laboratoire, ou les parties du manuel principal relatives au laboratoire, contient les instructions que les élèves doivent observer pour mener à bien les expériences. Ces instructions se traduisent par des tâches spécifiques, qui seront examinées dans le cadre de cette analyse en utilisant un instrument mis au point par Marlene Fuhrman, Vincent Lunetta, Shimshon Novick et Pinchas Tamir, le *Laboratory Structure and Task Analysis Inventory*. Étant donné que ce document d'analyse et les instructions qui l'accompagnent a déjà été publiés, nous nous contenterons de reproduire ci-dessous les principales catégories qui y sont décrites.

Le but de cette partie de l'analyse est de recenser les types d'activités demandés par les auteurs de manuels aux élèves lors de leurs excursions au laboratoire et d'identifier les types d'habiletés qui découlent de ces activités. Dans une étape ultérieure, nous comparerons les attentes des ministères en ce qui concerne les habiletés scientifiques devant être acquises au laboratoire et ce que proposent les auteurs de manuels pour y arriver.

Structure et analyse des travaux de laboratoire

Catégories structurelles

A. Structure
  a.1 Expérience dirigée (en grande partie)
  a.2 Expérience non dirigée (en grande partie), libre

a.3 Approche inductive
a.4 Approche déductive

B. Relation avec le texte
b.1 Précède le texte
b.2 Suit le texte
b.3 S'effectue avec le texte

C. Mode coopératif
c.1 Les étudiants exécutent la même tâche et mettent en commun les résultats de leurs travaux
c.2 Les étudiants exécutent une tâche différente et mettent en commun les résultats de leurs travaux
c.3 Discussion consécutive à l'expérience faite en laboratoire

D. Simulations en laboratoire
d.1 L'étudiant fait une expérience « sur papier » – données fournies par les auteurs
d.2 L'étudiant simule ou reconstitue des phénomènes
d.3 L'étudiant fait une expérience en recueillant les données d'une source extérieure
d.4 L'étudiant fait une expérience simulée en se servant d'un programme informatique

1.0 Organisation et conception
1.1 Formule une question ou définit un problème à résoudre
1.2 Prédit les résultats de l'expérience
1.3 Formule une hypothèse qui sera vérifiée au cours de l'expérience
1.4 Conçoit l'observation ou le procédé de mesure
1.5 Conçoit l'expérience

2.0 Exécution
2.1a Observe qualitativement
2.1b Observe quantitativement ou mesure
2.2 Utilise des appareils; exploite une technique
2.3 Compile les résultats, décrit l'observation
2.4 Effectue des calculs numériques
2.5 Interprète, explique ou prend une décision au sujet d'une technique expérimentale
2.6 Travaille à partir de sa propre conception

3.0 Analyse et interprétation
3.1a Transpose les résultats selon une formule conventionnelle (autre que des graphiques)
3.1b Met les données en graphique
3.2a Établit des relations qualitatives
3.2b Établit des relations quantitatives
3.3 Détermine l'exactitude des données expérimentales (calcul d'erreurs)

3.4 Définit les variables, les limites et(ou) les hypothèses qui sous-tendent l'expérience ou en discute
3.5 Formule ou propose une généralisation ou un modèle
3.6 Explique une relation
3.7 Formule de nouvelles questions ou définit un problème en se basant sur les résultats de cette expérience

4.0 Application
4.1 Formule des hypothèses à partir des résultats de la recherche
4.2 Formule une hypothèse en se basant sur les résultats de l'expérience
4.3 Applique la technique expérimentale dans le cas d'un nouveau problème ou d'une nouvelle variable

Publications du Conseil des sciences du Canada

Rapports du Conseil

N° 1 **Un programme spatial pour le Canada**, juillet 1967 (SS22-1967/1F, 0,75 $) 37 p.
N° 2 **La proposition d'un générateur de flux neutroniques intenses – Première évaluation et recommandations**, décembre 1967 (SS22-1967/2F, 0,25 $) 13 p.
N° 3 **Un programme majeur de recherches sur les ressources en eau du Canada**, septembre 1968 (SS22-1968/3F, 0,75 $) 43 p.
N° 4 **Vers une politique nationale des sciences au Canada**, octobre 1968 (SS22-1968/4F, 1,00 $) 60 p.
N° 5 **Le soutien de la recherche universitaire par le gouvernement fédéral**, septembre 1969 (SS22-1969/5F,0,75 $) 31 p.
N° 6 **Une politique pour la diffusion de l'information scientifique et technique**, septembre 1969 (SS22-1969F/6F, 0,75 $) 41 p.
N° 7 **Les sciences de la Terre au service du pays – Recommandations**, avril 1970 (SS22-1970/7F, 0,75 $) 37 p.
N° 8 **Les arbres. . . et surtout la forêt**, 1970 (SS22-1970/8F, 0,75 $) 22 p.
N° 9 **Le Canada . . . leur pays**, 1970 (SS22-1970/9F, 0,75 $) 43 p.
N° 10 **Le Canada, la science et la mer**, 1970 (SS22-1970/10F, 0,75 $) 39 p.
N° 11 **Le transport par ADAC : Un programme majeur pour le Canada**, décembre 1970 (SS22-1971/11F, 0,75 $) 35 p.
N° 12 **Les deux épis, ou l'avenir de l'agriculture**, mars 1971, (SS22-1971/12F, 1,25 $) 65 p.
N° 13 **Un réseau transcanadien de téléinformatique; 1ère phase d'un programme majeur en informatique**, août 1971 (SS22-1970/13F, 0,75 $) 41 p.
N° 14 **Les villes de l'avenir – Les sciences et les techniques au service de l'aménagement urbain**, septembre 1971 (SS22-1971/14F, 1,75 $) 75 p.
N° 15 **L'innovation en difficulté : Le dilemme de l'industrie manufacturière au Canada**, octobre 1971 (SS22-1971/15F, 0,75 $) 49 p.
N° 16 **« . . . mais tous étaient frappés » – Analyse de certaines inquiétudes pour l'environnement et dangers de pollution de la nature canadienne**, juin 1972 (SS22-1972/16F, 1,00 $) 53 p.
N° 17 **In vivo – Quelques lignes directrices pour la biologie fondamentale au Canada**, août 1972 (SS22-1972/17F, 1,00 $) 77 p.
N° 18 **Objectifs d'une politique canadienne de la recherche fondamentale**, septembre 1972 (SS22-1972/18F, 1,00 $) 81 p.
N° 19 **Problèmes d'une politique des richesses naturelles au Canada**, janvier 1973 (SS22-1973/19F, 1,25 $) 65 p.
N° 20 **Le Canada, les sciences et la politique internationale**, avril 1973 (SS22-1973/20F, 1,25 $) 70 p.
N° 21 **Stratégies pour le développement de l'industrie canadienne de l'informatique**, septembre 1973 (SS22-1973/21F, 1,50 $) 84 p.
N° 22 **Les services de santé et la science**, octobre 1974 (SS22-1974/22F, 2,00 $) 144 p.
N° 23 **Les options énergétiques du Canada**, mars 1975 (SS22-1975/23F, Canada : 4,95 $; autres pays : 5,95 $) 151 p.
N° 24 **La diffusion des progrès techniques des laboratoires de l'État dans le secteur secondaire**, décembre 1975 (SS22-1975/24F, Canada : 1,00 $; autres pays : 1,20 $) 67 p.
N° 25 **Démographie, technologie et richesses naturelles**, juillet 1976 (SS22-1976/25F, Canada : 3,00 $; autres pays : 3,60 $) 93 p.
N° 26 **Perspective boréale – Une stratégie et une politique scientifique pour l'essor du Nord canadien**, août 1977 (SS22-1977/26F, Canada : 2,50 $; autres pays : 3,00 $) 99 p.
N° 27 **Le Canada, société de conservation – Les aléas des ressources et la nécessité de technologies inédites**, septembre 1977 (SS22-1977/27F, Canada : 4,00 $; autres pays : 4,80 $) 116 p.
N° 28 **L'ambiance et ses contaminants – Une politique de lutte contre les agents toxiques à retardement de l'ambiance professionnelle et de l'environnement**, octobre 1977 (SS22-1977/28F, Canada : 2,00 $; autres pays : 2,40 $) 76 p.
N° 29 **Le maillon consolidé – Une politique canadienne de la technologie**, février 1979 (SS22-1979/29F, Canada : 2,25 $; autres pays : 2,70 $) 74 p.

N° 30 **Les voies de l'autosuffisance énergétique - Les démonstrations nécessaires sur le plan national**, juin 1979 (SS22-1979/30F, Canada : 4,50 $; autres pays : 5,40 $) 211 p.

N° 31 **La recherche universitaire en péril - Le problème de la décroissance des effectifs d'étudiants**, décembre 1979 (SS22-1979/31F, Canada : 2,95 $; autres pays : 3,55 $) 69 p.

N° 32 **Collaboration à l'autodéveloppement - L'apport scientifique et technologique du Canada à l'approvisionnement alimentaire du Tiers Monde**, mars 1981 (SS22-1981/32F, Canada : 3,95 $; autres pays : 4,75 $) 120 p.

N° 33 **Préparons la société informatisée - Demain, il sera trop tard**, mars 1982 (SS22-1982/33F, Canada : 4,50 $; autres pays : 5,40 $) 87 p.

N° 34 **Les transports et notre avenir énergétique - Voyages interurbains au Canada**, septembre 1982 (SS22-1982/34F, Canada : 4,95 $; autres pays : 5,95 $) 128 p.

N° 35 **Le pouvoir de réglementation et son contrôle - Sciences, valeurs humaines et décisions**, octobre 1982 (SS222-1982/35F, Canada : 4,95 $; autres pays : 5,95 $) 110 p.

N° 36 **À l'école des sciences : La jeunesse canadienne face à son avenir**, avril 1984 (SS22-1984/36F, Canada : $5,25, autres pays : $6,30).

Exposés du Conseil

Le support de la recherche au Canada - Un investissement qui s'impose, mai 1978
La forêt canadienne en danger, mars 1983

Exposés des comités du Conseil

Pour une société de conservation : Une déclaration, par le Comité de la Société de conservation, 1976, 24 p.

Un potentiel de recherche du Canada en péril, par le groupe d'étude de la recherche au Canada, 1976, tête-bêche, 7 p.

Les perspectives incertaines de l'industrie canadienne de fabrication - 1971-1977, par le Comité de la politique industrielle, 1977, 57 p.

La télématique : information de la société canadienne, par un Comité spécial, 1978, 46 p.

A Scenario for the Implementation of Interactive Computer-Communications Systems in the Home, par le Comité de la télématique, 1979, 40 p.

Les multinationales et la stratégie industrielle - Le rôle des droits exclusifs de diffusion mondiale d'un produit, par le Groupe d'étude de la politique industrielle, 1980, 79 p.

L'industrie dans une conjoncture difficile - Une déclaration, par le Comité de la politique industrielle, 1981, 107 p.

Les femmes et l'enseignement des sciences au Canada - Une déclaration, par le Comité de l'enseignement des sciences, 1982, tête-bêche, 6 p.

Rapports sur des questions soumises par le Ministre d'État

Recherche et développement au Canada - Rapport du Comité consultatif spécial pour la R & D auprès du Ministre d'État aux Sciences et à la Technologie, 1979, 35 p.

La sensibilisation du public canadien aux sciences et à la technologie - Rapport à l'intention du Ministre d'État chargé des Sciences et de la Technologie, 1981, 60 p.

Études de documentation

N° 1 **Upper Atmosphere and Space Programs in Canada**, by J.H. Chapman, P.A. Forsyth, P.A. Lapp, G.N. Patterson, February 1967 (SS21/1, 2,50 $) 258 p.

N° 2 **Physics in Canada : Survey and Outlook**, by a Study Group of the Canadian Association of Physicists headed by D.C. Rose, May 1967 (SS21-1/2, 2.50 $) 385 p.

N° 3 **La psychologie au Canada**, par M.H. Appley et Jean Rickwood, septembre 1967 (SS21-1/3F, 2,50 $) 145 p.

N° 4 **La proposition d'un générateur de flux neutroniques intenses – Évaluation scientifique et économique**, par un Comité du Conseil des sciences du Canada, décembre 1967 (SS21-1/4F, 2,00 $) 203 p.

N° 5 **La recherche dans le domaine de l'eau au Canada**, par J.P. Bruce et D.E.L. Maasland, juillet 1968 (SS21-1/5F, 2,50 $) 190 p.

N° 6 **Études de base relatives à la politique scientifique : Projections des effectifs et des dépenses en R & D**, par R.W. Jackson, D.W. Henderson et B. Leung, 1969 (SS21-1/6F, 1,25 $) 94 p.

N° 7 **Le gouvernement fédéral et l'aide à la recherche dans les universités canadiennes**, par John B. Macdonald, L.P. Dugal, J.S. Dupré, J.B. Marshall, J.G. Parr, E. Sirluck et E. Vogt, 1969 (SS21-1/7F, 3,75 $) 397 p.

N° 8 **L'information scientifique et technique au Canada, Première partie**, par J.P.I. Tyas, 1969 (SS21-1/8F, 1,50 $) 74 p.
IIe partie, Premier chapitre : Les ministères et organismes publics (SS21-1/8-2-1F, 1,75 $) 188 p.
IIe partie, Chapitre 2 : L'industrie (SS21-1/8-2-2F, 1,75 $) 84 p.
IIe partie, Chapitre 3 : Les universités (SS21-1/8-2-3F, 1,75 $) 129 p.
IIe partie, Chapitre 4 : Organismes internationaux et étrangers (SS21-1/8-2-4F, 1,00 $) 67 p.
IIe partie, Chapitre 5 : Les techniques et les sources (SS21-1/8-2-5F, 1,25 $) 113 p.
IIe partie, Chapitre 6 : Les bibliothèques (SS21-1/8-2-6F, 1,00 $) 57 p.
IIe partie, Chapitre 7 : Questions économiques (SS21-1/8-2-7F, 1,00 $) 67 p.

N° 9 **La chimie et le génie chimique au Canada : Étude sur la recherche et le développement technique**, par un groupe d'étude de l'Institut de Chimie du Canada, 1969 (SS21-1/9F, 2,50 $) 106 p.

N° 10 **Les sciences agricoles au Canada**, par B.N. Smallman, D.A. Chant, D.M. Connor, J.C. Gilson, A.E. Hannah, D.N. Huntley, E. Mercier, M. Shaw, 1970 (SS21-1/10F, 2,00 $) 157 p.

N° 11 **L'Invention dans le contexte actuel**, par Andrew H. Wilson, 1970 (SS21-1/11F, 1,50 $) 82 p.

N° 12 **L'aéronautique débouche sur l'avenir**, par J.J. Green, 1970 (SS21-1/12F, 2,50 $) 156 p.

N° 13 **Les sciences de la Terre au service du pays**, par Roger A. Blais, Charles H. Smith, J.E. Blanchard, J.T. Cawley, D.R. Derry, Y.O. Fortier, G.G.L. Henderson, J.R. Mackay, J.S. Scott, H.O. Seigel, R.B. Toombs et H.D.B. Wilson, 1971 (SS21-1/13F, 4,50 $) 392 p.

N° 14 **La recherche forestière au Canada**, par J. Harry G. Smith et Gilles Lessard, mai 1971 (SS21-1/14F, 3,50 $) 234 p.

N° 15 **La recherche piscicole et faunique**, par D.H. Pimlott, C.J. Kerswill et J.R. Bider, juin 1971 (SS21-1/15F, 3,50 $) 205 p.

N° 16 **Le Canada se tourne vers l'océan : Étude sur les sciences et la technologie de la mer**, par R.W. Stewart et L.M. Dickie, septembre 1971 (SS21-1/16F, 2,50 $) 189 p.

N° 17 **Étude sur les travaux canadiens de R & D en matière de transport**, par C.B. Lewis, mai 1971 (SS21-1/17F, 0,75 $) 31 p.

N° 18 **Du formol au Fortran : La biologie au Canada**, par P.A. Larkin et W.J.D. Stephen, août 1971 (SS21-1/18F, 2,50 $) 87 p.

N° 19 **Les conseils de recherches dans les provinces, au service du Canada**, par Andrew H. Wilson, juin 1971 (SS21-1/19F, 1,50 $) 117 p.

N° 20 **Perspectives d'emploi pour les scientifiques et les ingénieurs au Canada**, par Frank Kelly, mars 1971 (SS21-1/20F, 1,00 $) 65 p.

N° 21 **La recherche fondamentale**, par P. Kruus, décembre 1971 (SS21-1/21F, 1,50 $) 73 p.

N° 22 **Sociétés multinationales, investissement direct de l'étranger, et politique des sciences du Canada**, par Arthur J. Cordell, décembre 1971 (SS21-1/22F, 1,50 $) 95 p.

N° 23 **L'innovation et la structure de l'industrie canadienne**, par Pierre L. Bourgault, mai 1973 (SS21-1/23F, 4,00 $) 135 p.

N° 24 **Aspects locaux, régionaux et mondiaux des problèmes de qualité de l'air**, par R.E. Munn, janvier 1973 (SS21-1/24F, 0,75 $) 39 p.

N° 25 **Les associations nationales d'ingénieurs, de scientifiques et de technologues du Canada**, par le Comité de direction de SCITEC et le Professeur Allen S. West, juin 1973 (SS21-1/25F, 2,50 $) 135 p.

N° 26 **Les pouvoirs publics et l'innovation industrielle**, par Andrew H. Wilson, décembre 1973 (SS21-1/26F, 2,50 $) 288 p.

N° 27 **Études sur certains aspects de la politique des richesses naturelles**, par W.D. Bennett, A.D. Chambers, A.R. Thompson, H.R. Eddy et A.J. Cordell, septembre 1973 (SS21-1/27F, 2,50 $) 126 p.

N° 28 **Formation et emploi des scientifiques : Caractéristiques des carrières de certains diplômés canadiens et étrangers**, par A.D. Boyd et A.C. Gross, février 1974 (SS21-1/28F, 2,25 $) 146 p.

N° 29 **Considérations sur les soins de santé au Canada**, par H. Rocke Robertson, décembre 1973 (SS21-1/29F, 2,75 $) 180 p.

N° 30 **Un mécanisme de prospective technologique : Le cas de la recherche du pétrole sous-marin sur le littoral atlantique**, par M. Gibbons et R. Voyer, mars 1974 (SS21-1/30F, 2,00 $) 116 p.

N° 31 **Savoir, Pouvoir et Politique générale**, par Peter Aucoin et Richard French, novembre 1974 (SS21-1/31F, 2,00 $) 93 p.

N° 32 **La diffusion des nouvelles techniques dans le secteur de la construction**, par A.D. Boyd et A.H. Wilson, janvier 1975 (SS21-1/32F, 3,50 $) 169 p.

N° 33 **L'économie d'énergie**, par F.H. Knelman, juillet 1975 (SS21-1/33F, Canada : 1,75 $; autres pays : 2,10 $) 95 p.

N° 34 **Développement économique du Nord canadien et mécanismes de prospective technologique : Étude de la mise en valeur des hydrocarbures dans le delta du Mackenzie et la mer de Beaufort, et dans l'Archipel arctique**, par Robert F. Keith, David W. Fischer, Colin E. De'Ath, Edward J. Farkas, George R. Francis et Sally C. Lerner, mai 1976 (SS21-1/34F, Canada : 3,75 $; autres pays : 4,50 $) 240 p.

N° 35 **Rôle et fonctions des laboratoires de l'État en matière de diffusion des nouvelles techniques vers le secteur secondaire**, par Arthur J. Cordell et James Gilmour, mars 1980 (SS21-1/35F, Canada : 6,50 $; autres pays : 7,80 $) 418 p.

N° 36 **Économie politique de l'essor du Nord**, par K.J. Rea, novembre 1976 (SS21-1/36F, Canada : 4,00 $; autres pays : 4,80 $) 270 p.

N° 37 **Les sciences mathématiques au Canada**, par Klaus P. Beltzner, A. John Coleman et Gordon D. Edwards, mars 1977 (SS21-1/37F, Canada : 6,50 $; autres pays : 7,80 $) 282 p.

N° 38 **Politique scientifique et objectifs de la société**, par R.W. Jackson, août 1977 (SS21-1/38F, Canada : 4,00 $; autres pays : 4,80 $) 140 p.

N° 39 **La législation canadienne et la réduction de l'exposition aux contaminants**, par Robert T. Franson, Alastair R. Lucas, Lorne Giroux et Patrick Kenniff, août 1978 (SS21-1/39F, Canada : 4,00 $; autres pays : 4,80 $) 152 p.

N° 40 **Réglementation de la salubrité de l'environnement et de l'ambiance professionnelle au Royaume-Uni, aux États-Unis et en Suède**, par Roger Williams, mars 1980 (SS21-1/40F, Canada : 5,00 $; autres pays : 6,00 $) 247 p.

N° 41 **Le mécanisme réglementaire et la répartition des compétences en matière de réglementation des agents toxiques au Canada**, par G. Bruce Doern, mars 1980 (SS21-1/41F, Canada : 5,50 $; autres pays : 6,00 $) 262 p.

N° 42 **La mise en valeur du gisement minier de la baie Strathcona : Une étude de cas en matière de décision**, par Robert B. Gibson, décembre 1980 (SS21-1/42F, Canada : 8,00 $; autres pays : 9,60 $) 378 p.

N° 43 **Le maillon le plus faible : L'aspect technologique du sous-développement industriel du Canada**, par John N.H. Britton et James M. Gilmour, avec l'aide de Mark G. Murphy, mars 1980 (SS21-1/43F, Canada : 5,00 $; autres pays: 6,00 $) 251 p.

N° 44 **La participation du gouvernement canadien à l'activité scientifique et technique internationale**, par Jocelyn Maynard Ghent, février 1981 (SS21-1/44F, Canada : 4,50 $; autres pays : 5,40 $) 155 p.

N° 45 **Coopération et développement international – Les universités canadiennes et l'alimentation mondiale**, par William E. Tossell, janvier 1981 (SS21-1/45F, Canada : 6,00 $; autres pays : 7,20 $) 163 p.

N° 46 **Le rôle accessoire de la controverse scientifique et technique dans l'élaboration des politiques de l'Administration fédérale**, par G. Bruce Doern, septembre 1981 (SS21-1/46F, Canada : 4,95 $; autres pays : 5,95 $) 125 p.

N° 47 **Les enquêtes publiques au Canada**, par Liora Salter et Debra Slaco, avec l'aide de Karin Konstantynowicz, juillet 1982 (SS21-1/47F, Canada : 7,95 $; autres pays : 9,55 $) 261 p.

N° 48 **Les entreprises émergentes : pour jouer gagnant**, par Guy P.F. Steed, décembre 1982 (SS21-1/48F, Canada : 6,95 $; autres pays : 8,35 $) 200 p.

N° 49 **Les pouvoirs publics et la microélectronique - L'expérience de cinq pays européens**, Dirk de Vos, mars 1983 (SS21-1/49F, Canada : 4,50 $; autres pays : 5,40 $) 125 p.

N° 50 **Le défi de la coopération - La politique industrielle dans la Fédération canadienne**, Michael Jenkin, août 1983 (SS21-1/50F, Canada : 8,95 $; autres pays : 10,75 $) 239 p.

N° 51 **Partenaires pour la stratégie industrielle - Le rôle particulier des Organismes provinciaux de recherches**, par Donald J. Le Roy et Paul Dufour, octobre 1983 (SS21-1/51F, Canada : 5,50 $; autres pays : 6,60 $) 155 p.

Publications hors série

1976

Energy Scenarios for the Future, par Hedlin, Menzies & Associates, 423 p.
Science and the North : An Essay on Aspirations, par Peter Larkin, 8 p.

Dialogue sur le nucléaire - Compte rendu d'une table ronde sur les questions soulevées par l'énergie nucléaire au Canada, 76 p.

1977

Vue d'ensemble de la contamination par le mercure au Canada, par Clarence T. Charlebois, 23 p.
Vue d'ensemble des dangers de la contamination par le chlorure de vinyle au Canada, par J. Basuk, 24 p.
Materials Recycling : History, Status, Potential, par F.T. Gerson Limited, 98 p.

Les effectifs de la recherche universitaire - Tendances et orientations
Compte rendu, 19 p.
Exposés à débattre, 215 p.
Documentation, 338 p.
Living with Climatic Change : A Proceedings, 90 p.
Proceedings of the Seminar on Natural Gas from the Arctic by Marine Mode : A Preliminary Assessment, 254 p.
Seminar on a National Transportation System for Optimum Service : A Proceedings, 73 p.

1978

Le Centre des Ressources du Nord - Première étape vers la création de l'Université boréale, par le Comité de l'essor du Nord, 15 p.
Vue d'ensemble de la contamination par l'amiante au Canada, par Clarence T. Charlebois, 24 p.
Vue d'ensemble de la contamination par les oxydes d'azote au Canada, par J. Basuk, 23 p.
Federal Funding of Science in Canada : Apparent and Effective Levels, par J. Miedzinski et K.P. Beltzner, 78 p.

Appropriate Scale for Canadian Industry : A Proceedings, 211 p.
Proceedings of the Public Forum on Policies and Poisons, tenu à Toronto, 15 novembre 1977, 40 p.
Science Policies in Smaller Industrialized Northern Countries : A Proceedings, 93 p.

1979

Un contexte canadien pour l'enseignement des sciences, par James E. Page, 55 p.
Vue d'ensemble de la contamination par les rayonnements ionisants au Canada, par J. Basuk, 197 p.

Canadian Food and Agriculture : Sustainability and Self-Reliance : A Discussion Paper, par le Committee on Canada's Scientific and Technological Contribution to World Food Supply, 52 p.

À partir de la base - Contribution des ONG canadiens à l'alimentation et à l'aménagement rural dans le Tiers Monde, 163 p.
Opportunities in Canadian Transportation
Conference Proceedings, 162 p.
Auto Sub-Conference Proceedings, 136 p.
Bus/Rail Sub-Conference Proceedings, 122 p.
Air Sub-Conference Proceedings, 131 p.
The Politics of an Industrial Strategy : A Proceedings, 115 p.

1980

Food for the Poor : The Role of CIDA in Agricultural, Fisheries and Rural Development, par Suteera Thomson, 194 p.
L'Enseignement des sciences dans une perspective sociale, par Glen S. Aikenhead, 86 p.

Entropy and the Economic Process : A Proceedings, 107 p.
Opportunities in Canadian Transportation Conference Proceedings; 5, 270 p.
Compte rendu du Séminaire sur la recherche universitaire en péril, 91 p.
Social Issues in Human Genetics - Genetic Screening and Counselling : A Proceedings, 110 p.
The Impact of the Microelectronics Revolution on Work and Working : A Proceedings, 73 p.

1981

L'enseignement des sciences vu par un ingénieur, par Donald A. George, 36 p.
The Limits of Consultation : A debate among Ottawa, the Provinces, and the Private Sector on an Industrial Strategy, par D. Brown, J. Eastman, avec I. Robinson, 195 p.

Biotechnology in Canada - Promises and Concerns : A Proceedings, 62 p.
L'articulation du complexe de la recherche
1er volume : Abrégés des communications, 130 p.
2e volume : Texte intégral des communications, 324 p.
The Adoption of Foreign Technology by Canadian Industry : A Proceedings, 152 p.
L'influence de la mutation microélectronique sur la branche canadienne de l'électronique, 105 p.
L'avenir de l'enseignement assisté par ordinateur, 51 p.

1982

Qu'est-ce que la pensée scientifique? par Hugh Munby, 42 p.
La Macroscole - ou l'enseignement systémique des sciences, par M. Risi, 65 p.

Les sciences au Québec : Quelle éducation? - Compte rendu, 134 p.
Qui fait tourner la roue? - Compte rendu, 149 p.

1983

Les parlementaires et la science, Exposé à débattre, par Karen Fish, 50 p.
La culture scientifique - Vers l'équilibre dans le choix d'objectifs pour l'enseignement des sciences à l'école, Exposé à débattre, par Douglas A. Roberts, 43 p.
Un regard neuf sur la société de conservation, par Ted Schrecker, 52 p.
La réglementation des recherches sur la recombinaison génétique - Le dossier de trois pays, par Howard Eddy, 101 p.

L'Atelier sur l'intelligence artificielle, par F. David Peat, 79 p.