

La formation à l'enseignement des sciences et des technologies au secondaire

Dans le contexte
des réformes par compétences

COLLECTION ÉDUCATION-RECHERCHE

Sous la direction de
ABDELKRIM HASNI
YVES LENOIR
JOËL LEBEAUME



Presses
de l'Université
du Québec



**La formation à l'enseignement
des sciences et des technologies
au secondaire**

PRESSES DE L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC
Le Delta I, 2875, boulevard Laurier, bureau 450
Québec (Québec) G1V 2M2
Téléphone: (418) 657-4399 • Télécopieur: (418) 657-2096
Courriel: puq@puq.quebec.ca • Internet : www.puq.ca

Diffusion/Distribution :

CANADA et autres pays

DISTRIBUTION DE LIVRES UNIVERS S.E.N.C.
845, rue Marie-Victorin, Saint-Nicolas (Québec) G7A 3S8
Téléphone : (418) 831-7474 / 1-800-859-7474 • Télécopieur : (418) 831-4021

FRANCE

AFPU-DIFFUSION
SODIS

BELGIQUE

PATRIMOINE SPRL
168, rue du Noyer
1030 Bruxelles
Belgique

SUISSE

SERVIDIS SA
5, rue des Chaudronniers,
CH-1211 Genève 3
Suisse



La *Loi sur le droit d'auteur* interdit la reproduction des œuvres sans autorisation des titulaires de droits. Or, la photocopie non autorisée – le « photocopillage » – s'est généralisée, provoquant une baisse des ventes de livres et compromettant la rédaction et la production de nouveaux ouvrages par des professionnels. L'objet du logo apparaissant ci-contre est d'alerter le lecteur sur la menace que représente pour l'avenir de l'écrit le développement massif du « photocopillage ».

Collection **ÉDUCATION-RECHERCHE**

**La formation à l'enseignement
des sciences et des technologies
au secondaire**
**Dans le contexte
des réformes par compétences**

Sous la direction de
ABDELKRIM HASNI
YVES LENOIR
JOËL LEBEAUME

2006



Presses de l'Université du Québec
Le Delta I, 2875, boul. Laurier, bur. 450
Québec (Québec) Canada G1V 2M2

Vedette principale au titre :

La formation à l'enseignement des sciences et des technologies au secondaire :
dans le contexte des réformes par compétences

(Collection Éducation-recherche ; 22)
Comprend des réf. bibliogr.

ISBN 2-7605-1433-1

1. Professeurs de sciences – Formation – Québec (Province). 2. Professeurs (Enseignement
secondaire) – Formation – Québec (Province). 3. Éducation basée sur la compétence –
Québec (Province). 4. Sciences - Étude et enseignement (Secondaire) – Québec (Province).
5. Technologie – Étude et enseignement (Secondaire) - Québec (Province). I. Hasni, Abdelkrim,
1963- . II. Lenoir, Yves, 1942- . III. Lebeaume, Joël. IV. Collection.

Q183.4.C32Q8 2006

507.1'2714

C2006-940354-6

Nous reconnaissons l'aide financière du gouvernement du Canada
par l'entremise du Programme d'aide au développement
de l'industrie de l'édition (PADIÉ)
pour nos activités d'édition.

La publication de cet ouvrage a été rendue possible avec l'aide financière
de la Société de développement des entreprises culturelles (SODEC).

Mise en pages : INFO 1000 MOTS INC.

Couverture : RICHARD HODGSON

1 2 3 4 5 6 7 8 9 PUQ 2006 9 8 7 6 5 4 3 2 1

Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés

© 2006 Presses de l'Université du Québec

Dépôt légal – 2^e trimestre 2006

Bibliothèque et Archives nationales du Québec / Bibliothèque et Archives Canada

Imprimé au Canada



Les développements récents de la recherche en éducation ont permis de susciter diverses réflexions pédagogiques et didactiques et de proposer plusieurs approches novatrices reconnues. Les nouveaux courants de recherche donnent lieu à un dynamisme et à une créativité dans le monde de l'éducation qui font en sorte que les préoccupations ne sont pas seulement orientées vers la recherche appliquée et fondamentale, mais aussi vers l'élaboration de moyens d'intervention pour le milieu scolaire.

Les Presses de l'Université du Québec, dans leur désir de tenir compte de ces intérêts diversifiés autant du milieu universitaire que du milieu scolaire, proposent deux nouvelles collections qui visent à rejoindre autant les personnes qui s'intéressent à la recherche (ÉDUCATION-RECHERCHE) que celles qui développent des moyens d'intervention (ÉDUCATION-INTERVENTION).

Ces collections sont dirigées par madame Louise Lafortune, professeure au Département des sciences de l'éducation de l'Université du Québec à Trois-Rivières, qui, forte d'une grande expérience de publication et très active au sein des groupes de recherche et dans les milieux scolaires, leur apporte dynamisme et rigueur scientifique.

ÉDUCATION-RECHERCHE et ÉDUCATION-INTERVENTION s'adressent aux personnes désireuses de mieux connaître les innovations en éducation qui leur permettront de faire des choix éclairés associés à la recherche et à la pédagogie.



Centre de recherche sur l'enseignement
et l'apprentissage des sciences
Université de Sherbrooke

Cet ouvrage a été publié grâce au soutien financier de la Faculté d'éducation de l'Université de Sherbrooke et du Centre de recherche sur l'enseignement et l'apprentissage des sciences (CREAS-Sherbrooke). Il s'inscrit dans les travaux menés actuellement au CREAS-

Sherbrooke sur l'enseignement et l'apprentissage des sciences, technologies et mathématiques. Certains des chapitres qui le composent découlent d'un colloque organisé au 20^e Congrès de l'Association internationale de pédagogie universitaire organisé à l'Université de Sherbrooke. D'autres proviennent d'auteurs que nous avons sollicité en fonction de leur expertise dans les domaines qui composent les deux sections de l'ouvrage.

TABLE DES MATIÈRES

<i>Introduction</i> L'enseignement des sciences et des technologies : enjeux et regards sur la formation à la profession enseignante	1
<i>Abdelkrim Hasni, Yves Lenoir et Joël Lebeaume</i>	
Bibliographie.	8
Partie 1	
Enjeux et finalités de l'enseignement des sciences et des technologies dans le cadre des réformes par compétences.	9
<i>Chapitre 1</i> Différentes visions de la culture scientifique et technologique : défis et contraintes pour les enseignants.	11
<i>Sylvie Barma et Louise Guilbert</i>	
1. Vers une nouvelle culture scientifique et technologique	14
1.1. Diverses visions de l'enseignement des sciences et des technologies	15
1.2. Vision technocratique	20
1.3. Vision humaniste	22
1.4. Vision utilitariste	23
1.5. Vision démocratique	24
2. Vers de nouvelles situations d'apprentissage	26
2.1. La mise en relation des disciplines traditionnelles dans le programme « Science et technologie ».	27
2.2. Curriculum intégrateur et interdisciplinarité	28
2.3. Les situations d'apprentissage favorisant une approche intégrative	29

3.	Le processus de mise en œuvre du programme « Science et technologie »	31
3.1.	Insatisfaction	33
3.2.	Intelligibilité	34
3.3.	Plausibilité	34
3.4.	Fécondité	35
3.5.	Acceptation émotive	35
	Conclusion	36
	Bibliographie	37
Chapitre 2	La part de l'école dans le développement d'une culture scientifique et technique	41
	<i>Lise Santerre</i>	
1.	Les grandes lignes du Bilan de la culture scientifique	43
2.	Le rapport de conjoncture du Conseil de la science et de la technologie	45
3.	L'école, un acteur central	46
4.	La réforme du curriculum	47
4.1.	Quelle place pour les sciences et la technologie ?	49
4.2.	Les contenus d'enseignement en sciences et technologie	50
5.	La formation des enseignants	51
6.	Les liens entre l'école et les intervenants du milieu de la culture scientifique	52
7.	Un apport à la formation des enseignants	55
	Conclusion	56
	Bibliographie	56
Chapitre 3	Pour une approche plus critique du travail pratique en science à l'école	59
	<i>Derek Hodson</i>	
1.	Explorer les fondements du travail pratique	62
2.	Le travail pratique est-il efficace ?	64
3.	Réinterpréter et réorienter la recherche	65

4. À propos de la mise en œuvre du travail pratique	68
5. Points de vue des élèves	72
6. Les conséquences de cette recherche sur le plan de l'éducation scientifique	74
6.1. La motivation	75
6.2. L'acquisition des habiletés	76
6.3. Apprendre la science	78
6.4. Apprendre à propos de la science	81
6.5. Faire de la science	82
Conclusion	86
Notes	88
Bibliographie	89

**Chapitre 4 Les sciences et la technologie au collège :
la question récurrente de leur unification
ou de leur différenciation**

97

Joël Lebeaume

1. Des activités et des enseignements scolaires	99
1.1. Objets scientifiques et objets techniques	100
1.2. Des enseignements cohérents	101
1.3. Des confusions de références	104
1.4. Des choix pour les enseignements expérimentaux	104
1.5. Des évolutions dans les contenus de technologie	105
2. L'éducation technologique en France	106
2.1. La technologie de l'analyse-synthèse technique	107
2.2. Technologie-physique	107
2.3. Un enseignement unifié en question	108
2.4. Des confusions entretenues	109
3. Des sciences et des techniques dans l'enseignement général	110
3.1. Une nécessaire clarification	110
3.2. Des tentatives antérieures	111
3.3. Trois coexistences potentielles	112
Conclusion	114
Bibliographie	115

Partie 2

**Regards sur la formation à l'enseignement
des sciences et des technologies** 119

Chapitre 5 **Statut des disciplines scientifiques
dans le cadre de la formation
par compétences à l'enseignement
des sciences au secondaire** 121

Abdelkrim Hasni

1. Professionnalité et statut des savoirs disciplinaires
dans la nouvelle réforme au Québec 123
 - 1.1. Du côté de la formation à l'enseignement:
les savoirs pour enseigner 125
 - 1.2. Du côté de l'enseignement:
les savoirs à enseigner 126
2. Quel rapport entre les disciplines d'enseignement
et les disciplines scientifiques de référence? 130
 - 2.1. Les disciplines scolaires en tant que
prolongement des disciplines scientifiques
de référence 130
 - 2.2. Les savoirs scolaires en tant que
transposition des savoirs savants 132
 - 2.3. Les pratiques sociales de références:
pluralité des références pour
les disciplines scolaires 134
 - 2.4. Le regard de sociologues de l'éducation 135
 - 2.5. L'apport d'historiens de l'éducation 136
 - 2.6. En conclusion 137
3. Le décloisonnement disciplinaire:
l'interdisciplinarité scolaire 138
 - 3.1. L'interdisciplinarité scolaire et ses finalités 138
 - 3.2. Une diversité des modèles didactiques
de l'interdisciplinarité 141
 - 3.3. Dimension organisationnelle
de l'interdisciplinarité 143
4. Conclusion: les nouveaux défis pour l'enseignement
et pour la formation à l'enseignement 145
- Bibliographie 151

Chapitre 6	Une approche par la pratique des réformes en enseignement et en apprentissage des sciences.	157
	<i>Wolff-Michael Roth</i>	
1.	Savoir et apprentissage: un historique de problèmes épistémologiques	160
2.	La phénoménologie et le savoir	162
3.	Les théories dialectiques	166
4.	Apprendre dans et par la participation	169
5.	Apprendre à enseigner en coenseignant	170
6.	L'apprentissage des sciences dans et pour la communauté	174
6.1.	Le contexte du village	175
6.2.	Apprendre les sciences en produisant du savoir environnemental pour la communauté	179
6.3.	De nouvelles formes de participation.	183
7.	Apprendre par et à travers la participation à une praxis collective	185
8.	Épilogue: Vers une approche par la pratique de l'éducation scientifique.	187
	Bibliographie.	189
Chapitre 7	Étudier la pratique enseignante dans sa complexité: une exigence pour la recherche et la formation à l'enseignement	193
	<i>Yves Lenoir et Sabine Vanhulle</i>	
1.	Problématique	196
1.1.	Un bref aperçu du contexte	196
1.2.	La place de la pratique dans un processus de professionnalisation.	199
2.	Quelques constats pour faire réfléchir	204
2.1.	Une pratique enseignante méconnue, mais aussi difficilement accessible	206
2.2.	Une pratique enseignante peu théorisée... à théoriser	209

2.3. Une pratique enseignante ancrée dans la tradition.	223
2.4. Une pratique enseignante complexe et mutiréférenciée	226
Conclusion.	231
Bibliographie.	232
Conclusion De la nécessité de finalités explicites pour assurer des pratiques adéquates	247
<i>Yves Lenoir, Joël Lebeaume et Abdelkrim Hasni</i>	
La question des finalités	250
La question des pratiques.	253
Bibliographie.	257
Notices biographiques	261

INTRODUCTION

L'enseignement des sciences et des technologies*

Enjeux et regards sur la formation à la profession enseignante

Abdelkrim Hasni

*Université de Sherbrooke
a.hasni@usherbrooke.ca*

Yves Lenoir

*Université de Sherbrooke
y.lenoir@videotron.ca*

Joël Lebeaume

*UMR STEF, École normale supérieure de Cachan, INRP
lebeaume@stef.ens-cachan.fr*

* Nous remercions Geneviève Guindon et Pauline Provencher pour leur aide précieuse.

La réforme de l'enseignement primaire et secondaire en cours au Québec a conduit à une restructuration importante du curriculum. Ainsi, au secondaire, l'enseignement des sciences a été repensé aussi bien dans ses contenus et son organisation que dans les fondements sous-jacents à ses démarches d'enseignement et d'apprentissage. En effet, si dans les programmes antérieurs (programmes par objectifs), les sciences de la nature étaient organisées en champs disciplinaires distincts (biologie générale, biologie humaine, chimie, écologie, physique) et décrits en termes d'objectifs comportementaux, le nouveau programme de « science et technologie » est un programme intégré et il est décrit en termes de compétences (disciplinaires et transversales) et de contenu de formation (Ministère de l'Éducation du Québec, MEQ, 2004). De plus, par l'introduction de savoirs pratiques – ceux de technologie, notamment – et par l'articulation des compétences disciplinaires et des « contenus de formation » avec les compétences transversales et les « domaines généraux de formation », cette matière scolaire véhicule de nouveaux enjeux socioéducatifs et « vise, comme au primaire, à développer chez les élèves une culture scientifique et technologique de base accessible à tous » (MEQ, 2004, p. 268). Par ailleurs, les fondements sous-jacents aux démarches d'enseignement et d'apprentissage de la matière « science et technologie » sont aussi appelés à changer. Alors que les programmes par objectifs comportementaux étaient fondés sur une approche néobéhaviorale s'inspirant de tous les travaux de Bloom, le nouveau curriculum se réclame d'une approche constructiviste et incite à un renouvellement des pratiques enseignantes.

Parallèlement au renouvellement des programmes de sciences au secondaire, les orientations de la formation à l'enseignement connaissent, de leur côté, une refonte totale. Ainsi, le renouveau amorcé au début des années 1990 (MEQ, 1992) se poursuit en consolidant le caractère professionnel de la formation enseignante. Le récent document ministériel (MEQ, 2001) inscrit la formation à l'enseignement dans une double perspective : celle de la professionnalisation et celle de l'approche culturelle. En plus de définir la formation en termes de compétences professionnelles, les profils de sortie ont été revus afin de les adapter aux domaines d'apprentissage du programme de l'école québécoise (MEQ, 2001).

Pour donner suite à cette double réforme par compétences, correspondant respectivement à une nouvelle vision de la profession enseignante et de la mission de l'école, les universités sont nécessairement appelées à réviser leurs programmes de formation initiale, sinon à les adapter de façon significative. Par ailleurs, la formation continue, impliquant les universités et d'autres acteurs éducatifs, est aussi concernée puisqu'elle doit garantir une meilleure préparation des enseignantes et enseignants déjà en exercice au nouveau contexte socioéducatif. Le changement du

programme de l'école québécoise, comme le souligne le Groupe de travail sur la réforme du curriculum (MEQ, 1997), a, entre autres, de grands effets sur le personnel enseignant et sur l'organisation de l'école.

Les acteurs engagés dans la mise en œuvre du nouveau curriculum et dans la formation initiale et continue des enseignants de sciences se trouvent ainsi confrontés à des questions nouvelles. Quel(s) sens faut-il accorder à la notion de culture scientifique et technologique et quelles sont les finalités sous-jacentes à cette notion ? Quelle(s) modalité(s) d'enseignement faut-il mettre en place pour favoriser l'atteinte de telles finalités ? Quels sont les impacts du nouveau curriculum de l'école québécoise et des nouvelles orientations de professionnalisation des enseignants sur les programmes de formation et sur leur organisation ? Dans une logique de professionnalisation et de développement des compétences, quelle place faut-il accorder aux savoirs disciplinaires scientifiques et technologiques, aux savoirs des sciences de l'éducation, aux savoirs pratiques, etc. ? Quels liens faudrait-il établir entre ces différents types de savoirs ? Comment prendre en considération dans la formation à l'enseignement certaines composantes non disciplinaires du programme de l'école québécoise comme les compétences transversales et les domaines généraux de formation ? Quel sens donner à la notion d'intégration des sciences et des technologies et comment la formation universitaire, disciplinaire par tradition, pourrait-elle contribuer à cette intégration ? Y a-t-il des approches, des stratégies ou des modèles de formation susceptibles de mieux favoriser le développement des compétences requises pour l'enseignement des sciences et des technologies ?

Les auteurs des chapitres du présent ouvrage se penchent sur certaines de ces questions ; leurs textes ont été regroupés en deux parties : la première aborde des questions en lien avec les enjeux et les finalités de l'enseignement des sciences et des technologies dans le cadre des réformes par compétences et la seconde présente divers regards sur la formation à l'enseignement en lien avec le nouveau contexte éducatif.

Quatre chapitres composent la première partie de ce livre. Dans le premier chapitre, Sylvie Barma et Louise Guilbert questionnent les diverses visions possibles de la culture scientifique et technologique. En adoptant une posture épistémologique fondée sur les récentes recherches en épistémologie et en sociologie des sciences, et en s'appuyant sur une relecture des énoncés d'intention de divers curriculums, les auteures dégagent et décrivent quatre grandes visions de la culture scientifique et technologique : technocratique, humaniste, utilitariste et démocratique. En parallèle à cette distinction, elles traitent de l'intégration des sciences et technologies, de l'interdisciplinarité et du changement des pratiques

accompagnant les nouveaux curriculums. Ce dernier point est développé en faisant référence au cadre conceptuel élaboré par Posner, Strike, Hewson et Gertoz (1982) pour expliquer les conditions du changement conceptuel.

Dans le deuxième chapitre, Lise Santerre, en se basant sur les résultats d'enquêtes du Conseil de la science et de la technologie, particulièrement sur les deux derniers rapports qui traitent de la question (Conseil de la science et de la technologie, CST, 2002, 2004), considère la question de la culture scientifique et technologique sous un autre angle. Elle développe son argumentation autour de trois points essentiels. Elle présente d'abord la conception de la culture scientifique et technologique mise de l'avant par le Conseil pour ensuite souligner l'apport des différents organismes non scolaires au développement de cette culture. Elle décrit enfin le rôle central que doit y jouer l'école. Pour donner suite à cette analyse, l'auteure évoque la nécessité du rapprochement entre l'école et les autres organismes de la promotion des sciences. À cet égard, elle relève l'abondance des ressources produites par ces organismes qui pourraient constituer un apport important pour l'enseignement des sciences à l'école.

Dans le troisième chapitre, Derek Hodson s'intéresse aussi aux objectifs de l'enseignement des sciences, examinés cette fois-ci à la lumière du travail pratique (*practical work*). L'auteur y fait valoir que le travail pratique ne couvre pas une seule catégorie d'activités ni ne vise un seul type d'objectifs d'apprentissage. Le recours au travail pratique permet de poursuivre l'une ou l'autre des trois catégories d'objectifs que l'éducation scientifique poursuit : 1) *apprendre la science* (apprendre et utiliser des concepts, des lois et des théories scientifiques); 2) *apprendre à propos de la science* (comprendre comment les sciences apprises à l'école sont produites et validées et la nature des relations qu'elles entretiennent avec les contextes sociohistoriques); 3) *faire de la science* (mettre les élèves dans des conditions leur permettant de prendre en charge des investigations scientifiques et de comprendre le travail des scientifiques). L'auteur souligne également la nécessité d'une formation initiale des enseignants qui tienne sérieusement compte de la complexité du travail pratique et des défis qu'il pose tant aux enseignants qu'aux élèves. Il propose le recours à la recherche-action comme moyen de réfléchir à la formation adéquate des enseignants.

Le quatrième chapitre, rédigé par Joël Lebeaume, aborde l'un des problèmes centraux qui accompagne la nouvelle structure des programmes québécois en sciences et technologies. Comme le montre Gardner (1999), il existe diverses façons de prendre en considération la technologie en éducation, qui renvoient à différents statuts de la technologie à l'école. Il est possible d'ajouter des thèmes technologiques aux divers programmes

disciplinaires, de réaliser une étude scientifique sur des objets et des procédés techniques, d'introduire des thématiques « sciences, technologie et société » et des études des technologies au sein des programmes de sciences, etc. Parmi les choix possibles qui donnent une place réelle à la technologie, deux options dominent dans les curriculums des pays occidentaux : 1) définir les contenus des sciences et des technologies de manière séparée, l'intégration étant assurée par la mise en relation de ces disciplines lors de l'enseignement ; 2) élaborer des programmes de sciences et technologies intégrés. C'est cette seconde option qui a été retenue par le Programme de formation de l'école québécoise (MEQ, 2004). C'est cette « question récurrente de leur unification ou de leur différenciation » dont traite Joël Lebeaume, en considérant le cas de l'enseignement au collège français avec des élèves âgés de 11 à 14 ans. En préconisant une approche historique pour analyser les contenus prescrits, l'auteur montre que les sciences et les techniques sont périodiquement présentées en mettant l'accent sur leur association ou disjonction, leur intégration ou distinction et leur unification ou différenciation. Dans son analyse, l'auteur fait aussi ressortir la confusion qui existe dans les références de l'enseignement. L'éducation technologique peut être assimilée à l'approche expérimentale des objets techniques, les sciences appliquées peuvent être substituées à la technologie, les technologies de l'information et de la communication peuvent disqualifier l'approche directe des techniques, etc. Plus particulièrement, il souligne la confusion actuelle entre l'étiquette « technologie » (au singulier) de la discipline scolaire et le terme « technologies » (au pluriel) dans les multiples discours sur l'école.

Dans la deuxième partie de l'ouvrage, consacrée au problème de la formation à l'enseignement des sciences, Abdelkrim Hasni se penche sur la notion de discipline scolaire dans sa relation avec les disciplines scientifiques de référence. Il rappelle, en se basant, entre autres, sur l'analyse d'écrits en didactique ainsi qu'en sociologie et histoire de l'éducation, que la première n'entretient pas des liens directs avec les secondes. Cette manière de penser la discipline scolaire « sciences et technologies »¹ a des impacts importants sur la formation à l'enseignement. En effet, lorsque nous considérons que les disciplines scolaires se situent dans la continuité des disciplines scientifiques de référence, la question de la formation est moins complexe. Il suffirait que les futurs enseignants suivent une formation universitaire qui soit satisfaisante dans les disciplines concernées. Toutefois, si nous considérons qu'une discipline scolaire n'est jamais

1. Alors que le ministère de l'Éducation intitule ce domaine au singulier (la science et la technologie), nous préférons utiliser dans ce texte le pluriel pour le désigner (sciences et technologies) puisqu'on ne peut prétendre qu'il existe une seule (LA) science et une seule technologie.

une réduction ou une simplification des disciplines scolaires, il convient alors de questionner l'apport des disciplines scolaires à la formation des enseignants.

C'est la question des savoirs en provenance de la pratique enseignante qui est abordée dans les deux derniers chapitres sous deux angles complémentaires. Dans le sixième chapitre, Wolff-Michael Roth présente une analyse critique de l'écart qui existe, d'une part, entre les sciences apprises par les élèves à l'école et la possible utilisation de celles-ci dans la vie quotidienne, et, d'autre part, entre le savoir sur l'enseignement que les « enseignants-en-devenir » apprennent à l'université et le savoir-enseigner (la pratique). En s'appuyant sur cette analyse et sur des recherches menées dans le domaine, l'auteur propose une approche de l'enseignement des sciences à l'école fondée sur la pratique, une approche qui permet aux élèves et aux enseignants de devenir de véritables acteurs dans la société. En prenant l'exemple de l'étude environnementale au secondaire, il montre que des élèves, tout en apprenant les sciences à travers l'étude de leur milieu, produisent des savoirs utiles pour leur communauté : les résultats de leurs investigations sont diffusés dans la communauté et servent de référence dans la préservation de l'environnement local. L'auteur soutient en outre que, dans ce contexte, les « enseignants-de-sciences-en-devenir », qui travaillent de concert avec des enseignants expérimentés sur des objets socialement pertinents, non seulement apprennent à enseigner les sciences, mais aussi à participer directement à l'éducation des générations futures et à soutenir la population dans la préservation de l'environnement.

Dans le dernier chapitre, Yves Lenoir et Sabine Vanhulle s'appuient sur l'analyse du contexte actuel de la professionnalisation des enseignants et soulignent la nécessité de prendre sérieusement en considération la pratique enseignante dans les recherches et dans la formation à l'enseignement. D'une part, la professionnalisation exige des enseignants une responsabilisation à l'égard de leur pratique et des changements radicaux dans leurs actions éducatives ; d'autre part, toute formation professionnalisante doit tenir compte de la pratique enseignante existante et exige, par conséquent, des recherches dans le domaine. Les auteurs font certaines constatations qui renforcent la nécessité de développer ces recherches : une pratique méconnue, mais aussi difficilement accessible, une pratique peu théorisée ; une pratique multidimensionnelle, etc. L'analyse de ces constats amène les auteurs à conclure que les travaux menés dans le champ de la didactique des savoirs professionnels et de la didactique professionnelle, du fait de leur centration sur l'analyse du travail en situation, pourraient constituer un apport considérable pour l'étude de la pratique. Il est cependant important de noter que les auteurs ne prennent pas une position

contre les didactiques des disciplines. Ils interrogent plutôt les liens possibles qu'elles peuvent entretenir avec d'autres domaines de la formation professionnelle et de la recherche.

Dans cet ouvrage, nous ne prétendons pas apporter des réponses à l'ensemble des questions posées au départ. Nous y présentons plutôt les réponses que des auteurs proposent à certaines d'entre elles. Par conséquent, l'ouvrage ne vise pas à exposer ou à défendre une position commune et partagée par les éditeurs. C'est cette diversité possible des points de vue que nous illustrons dans la conclusion, en considérant la manière avec laquelle le concept de « pratique » apparaît dans les divers chapitres. Il revient donc aux lecteurs de porter un regard critique sur chacune des contributions réunies dans cet ouvrage.

BIBLIOGRAPHIE

- Conseil de la science et de la technologie (2002). *La culture scientifique et technologique au Québec: bilan*, Québec, Éditions Multimondes.
- Conseil de la science et de la technologie (2004). *La culture scientifique et technique au Québec: une interface entre les sciences, la technologie et la société, Rapport de conjoncture 2004*, Québec, CST.
- Gardner, P.L. (1999). « The representation of science-technology relationships in Canadian physics textbooks », *International Journal of Science Education*, 21(3), p. 329-347.
- Ministère de l'Éducation du Québec (1992). *La formation à l'enseignement secondaire général. Orientations et compétences attendues*, Québec, Gouvernement du Québec.
- Ministère de l'Éducation du Québec (1997). *Réaffirmer l'école. Prendre le virage du succès, Rapport du groupe de travail sur la réforme du curriculum*, Québec, Gouvernement du Québec.
- Ministère de l'Éducation du Québec (2001). *La formation à l'enseignement. Les orientations; les compétences professionnelles*, Québec, Gouvernement du Québec.
- Ministère de l'Éducation du Québec (2003). *Programme de formation de l'école québécoise. Enseignement secondaire 1^{er} cycle*, Québec, Gouvernement du Québec.
- Posner, G.J., K.A. Strike, P.W. Hewson et W.A. Gertz (1982). « Accommodation of scientific conception: Toward a theory of conceptual change », *Science Education*, 66, p. 211-227.

P A R T I E

1

*ENJEUX ET FINALITÉS
DE L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES
ET DES TECHNOLOGIES
DANS LE CADRE DES RÉFORMES
PAR COMPÉTENCES*

CHAPITRE

1

Différentes visions de la culture scientifique et technologique

Défis et contraintes pour les enseignants

Sylvie Barma

*Université Laval
sbarma@sympatico.ca*

Louise Guilbert

*Université Laval
louise.guilbert@fse.ulaval.ca*

RÉSUMÉ

Pourquoi faut-il se questionner sur les diverses visions possibles d'une culture scientifique et technologique au Québec? Est-ce un débat purement théorique ou éminemment pratique? Voilà les diverses tendances qui se dessinent depuis quelques années et que les auteures esquisseront tout en tenant compte des possibles impacts sociopolitiques de ces diverses prises de position. En effet, la recherche, autant en épistémologie qu'en sociologie des sciences, a fourni de nouvelles postures pour repenser les attentes de la société concernant l'enseignement des sciences et des technologies. En outre, la supériorité présumée des scientifiques sur le grand public semble contestée pour faire place à un rapport plus égalitaire permettant la reconnaissance du savoir d'expérience et de la connaissance contextuelle du simple citoyen: la prise en compte de leurs besoins et de leurs projets en lien avec les savoirs scientifiques et techniques semble de plus en plus valorisée. À partir de ces postures, une relecture des visées énoncées dans divers curriculums permet de dégager quatre principaux courants: technocratique, humaniste, utilitariste et démocratique. De façon générale, on promeut le développement d'un savoir d'action et non seulement d'un savoir scientifique épuré à la suite de sa vulgarisation. Ce changement majeur oblige les concepteurs de programme à revoir leur mandat. En effet, comment situer ces nouveaux savoirs et le développement des compétences d'action en lien avec les divers contextes, autant locaux que globaux, et ce, en intégrant des savoirs issus de plusieurs champs disciplinaires? Comment construire des curriculums véritablement intégrateurs qui tiennent compte justement des préoccupations du milieu? Comment les enseignants peuvent-ils comprendre les enjeux sous-jacents à ces changements et adapter leur pratique en conséquence? Les auteures traiteront donc de certains aspects pouvant influencer la mise en œuvre des nouveaux programmes « science et technologie » par les enseignants: l'insatisfaction, l'intelligibilité, la plausibilité, la fécondité et l'acceptation émotionnelle.

En ce début du XXI^e siècle, force est de constater que notre société se caractérise par l'émergence et la multiplicité des savoirs comme moteur des entreprises humaines, scientifiques, techniques et sociales. Dans les pays industrialisés, les sciences et les technologies imprègnent la réalité contemporaine. Il semble donc logique de penser que l'acquisition d'une culture scientifique et technologique de base constitue un volet important de la structuration de l'identité d'un individu afin qu'il puisse agir en citoyen informé, responsable et engagé dans les processus décisionnels d'une société démocratique (Fourez, 1994). Si l'acquisition d'une certaine culture scientifique et technologique est à promouvoir, il convient de se demander comment on pourrait la définir et surtout comment faire pour favoriser son acquisition.

Mathy (1997, p. 15) souligne le besoin de s'interroger à propos des principes qui sous-tendent les curriculums :

Dans l'optique d'une analyse critique de l'éducation aux sciences, il est utile de circonscrire, dans le curriculum caché en général, le curriculum véhiculé par les conceptions et pratiques spontanées, peu interrogées, qui sont spécifiques de l'enseignement des sciences [...]. Ces éléments spontanés ont trait à la nature des sciences, à leur historicité, à leur sociétalité, à leur utilité, à leurs méthodologies (comprises largement), à la formulation de leurs contenus, aux présupposés quant à leur apprentissage, aux valeurs et aux visions du monde implicites ou explicites qui accompagnent leur exposé (aspects éthiques et idéologiques), etc.

Le questionnement relatif aux finalités de l'enseignement des sciences à travers le monde nécessite un examen en profondeur et critique des valeurs sous-jacentes à la réforme de l'enseignement des sciences et des technologies au Québec. Quelles sont les valeurs de société véhiculées? Quelles sont les représentations des sciences et des technologies, autant explicites qu'implicites, qui y sont dépeintes : un produit ou un corps de connaissances, un processus ou une façon de penser ou encore une pratique sociale? Que voulons-nous développer chez les jeunes? À qui s'adressera cette formation scientifique et technologique? Quels moyens utiliserons-nous pour parvenir à nos fins et, surtout, quels seront les défis et les contraintes auxquels les enseignants auront à faire face pour mettre en œuvre cette réforme? C'est à ces questions que nous tenterons de répondre dans ce chapitre.

1. VERS UNE NOUVELLE CULTURE SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE

La conception de la nature de la culture scientifique et technologique a changé depuis le milieu du XX^e siècle¹. Au Québec, Rocher (1968, p. 111) présentait une culture scientifique reflétant plus ou moins le positivisme de l'époque: «[...] un ensemble de manières de penser, de sentir et d'agir plus ou moins formalisées qui, étant apprises et partagées par une pluralité de personnes, servent, d'une manière à la fois objective et symbolique, à constituer ces personnes en une collectivité particulière et distincte». Ces propos évoquent l'image d'une communauté de scientifiques particulière et différente du reste de la population qui s'est approprié des savoirs non accessibles au reste de la population en général.

Godin (1999) semble pour sa part abandonner cette vision d'une collectivité distincte et soutient que la culture scientifique peut devenir un moyen pour l'individu de s'approprier la science et d'établir des liens avec la société. À son avis, «trois objets – individu, société, culture – sont constitutivement reliés entre eux [et] disposer d'individus cultivés sur le plan scientifique est certainement un moyen, pour une société, de s'approprier la science, c'est-à-dire de développer une culture scientifique» (Godin, 1999, p. 84). Cette vision s'inspire d'une approche de vulgarisation des savoirs scientifiques des «experts» pour en faire bénéficier les citoyens (une vision plutôt *top-down*²).

Plus récemment, le Bilan de la culture scientifique et technique au Québec (CST, 2002) a proposé une définition de cette culture. D'après le Conseil de la science et de la technologie, elle «correspond à un ensemble de connaissances et de compétences en sciences et en technologie que les citoyens et la société font leurs et utilisent» (CST, 2002, p. 15). Le Conseil de la science et de la technologie (CST) en dégage deux aspects: un premier faisant référence à une culture de société et un second, à la culture de chaque individu. À notre avis, bien que la définition choisie dans ce bilan ajoute le volet de la relation qu'un individu entretient avec le reste de la société grâce à cette culture scientifique, elle véhicule néanmoins une vision utilitariste³. Il apparaît intéressant d'élargir cette vision et de

1. À ce sujet, consulter le chapitre 1, dans l'ouvrage de Fourez (1994).

2. Selon cette vision, il existerait un savoir scientifique possédant une valeur intrinsèquement supérieure au savoir d'expérience de monsieur et madame tout-le-monde; il faudrait donc faire acquérir à la population la façon de comprendre le monde véhiculée par les scientifiques en vulgarisant les savoirs produits par ces derniers.

3. Voir la section 1.4 sur l'utilitarisme pour une définition de ce concept.

considérer également l'aspect du développement personnel de l'individu vu aussi comme un citoyen en mesure de prendre part aux divers enjeux sociotechniques. En effet, les sciences et les technologies concernent les individus à des degrés divers selon le rôle que ceux-ci jouent dans la société marquée par les progrès des sciences et des technologies (Fourez, 1994, 2002; Godin, 1999).

1.1. DIVERSES VISIONS DE L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES ET DES TECHNOLOGIES

Plusieurs auteurs sont préoccupés par la nécessité de permettre aux élèves d'acquérir une culture scientifique (American Association for the Advancement of Science (AAAS), 1993b; Aikenhead, 1981, 1984; Beane, 1997; Fourez, 1994; Hodson, 1998; Larochelle et Désautels, 1992; Layton, Jenkins, Macgill et Davey, 1993; Mathy, 1997; Roth et Désautels, 2002). Cependant, leurs visions diffèrent considérablement, certaines mettant l'accent sur un aspect en particulier pour en négliger complètement d'autres (tableau 1).

TABLEAU 1
**Exemples de visions de l'enseignement des sciences
selon certains auteurs**

1. Layton, Jenkins, Macgill et Davey (1993)

Pour répondre au besoin du grand public de mieux comprendre la nature de la science, on doit :

- rendre plus compréhensible l'activité des scientifiques et ainsi briser son caractère relatif d'isolement;
- permettre au savoir scientifique de transcender les frontières géographiques;
- faire comprendre l'importance grandissante des problèmes environnementaux;
- rappeler que peu de décisions prises par les sociétés, les gouvernements et les industries ne comportent aucun aspect scientifique ou technologique.

Pour ces auteurs, il existe trois niveaux de compréhension du public par rapport à la science :

- le contenu (savoirs intellectuels);
- les méthodes de recherche;
- le contrôle et l'organisation des structures scientifiques.

La science ne doit pas être considérée comme un ensemble de savoirs standardisés ayant une position hiérarchique supérieure, mais plutôt comme des savoirs qui se construisent et s'inscrivent dans un contexte socioculturel.

TABLEAU 1 (*suite*)
**Exemples de visions de l'enseignement des sciences
selon certains auteurs**

2. Fourez (1994)

La vision de cet auteur est articulée autour de trois axes :

- **L'axe économique-politique**
 - raisons économiques et politiques ;
 - préparation des scientifiques et des technologues pour soutenir l'économie ;
 - lien entre l'instruction, l'augmentation des richesses et du bien-être des nations.
- **L'axe social**
 - diminution du sentiment d'impuissance du citoyen par rapport aux sciences et aux technologies ;
 - partage des pouvoirs dans la société.
- **L'axe humaniste**
 - participation des humains à la culture scientifico-technique ;
 - développement de l'autonomie ;
 - sensibilisation à l'épistémologie des sciences afin de permettre une meilleure compréhension de la façon dont les sciences sont construites ;
 - dimension esthétique ;
 - dimension corporelle ;
 - dimension de communication ;
 - dimension éthique.

3. Roth et Désautels (2002)

Ces auteurs privilégient le développement de l'expertise citoyenne. Pour le favoriser, il faut :

- accroître la démocratisation du processus de décision en sciences et technologies en vue d'augmenter la compétence du public à l'égard des technosciences ;
- enseigner les sciences dans le but d'engager éventuellement les élèves dans une action sociale ;
- accorder plus d'importance à l'approche science-technologie-société ;
- souligner la nécessité de changer les curriculums, car les références constructivistiques sont limitées au processus de la démarche d'apprentissage de l'élève sans référence à son contexte social.

4. Beane (1997)

Intégration de l'expérience

- Promotion d'un enseignement des sciences qui tient compte des représentations personnelles et sociales des apprenants en lien avec leurs croyances, leurs valeurs.

Intégration sociale

- Mise en place des classes démocratiques ;
- Organisation du curriculum autour de questions d'ordre personnel et social, et ce, avec la collaboration des élèves et des enseignants.

Intégration des savoirs

- Mobilisation des ressources en fonction d'un contexte particulier tiré de la réalité des jeunes afin de rendre le développement des connaissances plus significatif pour eux.

Intégration dans le design du curriculum

- Implication des élèves dans le choix des questions ou des thèmes à l'étude afin que les problématiques à l'étude soient plus significatives ;
 - Mobilisation des savoirs pour chercher des réponses immédiates à des problèmes réels et concrets, et non en vue d'un usage ultérieur.
-

5. AAAS (1993a)

Dans ce document, on rappelle l'importance de l'éducation aux sciences et aux technologies pour les raisons suivantes :

- libérer l'intellect (esprit) humain ;
- permettre à tous les enfants une éducation de base en science et en technologie ;
- remédier au déclin économique récent ;
- assurer le maintien de la prééminence scientifique et technologique des États-Unis* afin de maintenir une suprématie à l'échelle internationale ;
- remédier à la perte d'intérêt pour les sciences et les mauvaises performances des jeunes ainsi qu'à une démotivation de la part des enseignants.

* Le rapport fait mention des États-Unis compte tenu que c'est une association américaine qui s'est penchée sur la question.

6. Aikenhead (1981)

Pour cet auteur, il existe cinq types de connaissances à inculquer aux élèves dans les cours de sciences :

- les connaissances scientifiques ;
 - la pratique de l'investigation scientifique ;
 - les possibilités et les limites des sciences ;
 - les interactions entre sciences et société ;
 - les sentiments et attitudes à l'égard des sciences.
-

7. Hodson (1998)

Selon cet auteur, la culture scientifique remplit trois principales fonctions. Elle permet à l'élève :

- de s'approprier et de développer les concepts et théories scientifiques ;
 - d'apprendre à propos de la science : comprendre la nature et les méthodes de la science ; apprécier son histoire et les découvertes scientifiques ; être sensibilisé aux relations entre la science, la technologie, la société et l'environnement ;
 - de faire des sciences : s'engager et développer sa capacité à résoudre des problèmes en science.
-

Par exemple, Layton, Jenkins, Macgill et Davey (1993) soulignent la nécessité de développer une culture scientifique chez les élèves pour les raisons suivantes : rendre plus compréhensible l'activité des scientifiques et ainsi briser son caractère relatif d'isolement ; permettre au savoir scientifique de transcender les frontières géographiques ; faire comprendre l'importance grandissante des problèmes environnementaux ; faire comprendre que peu de décisions prises par les sociétés, les gouvernements et les industries ne comportent aucun aspect scientifique ou technologique. On reconnaît ici une vision un peu scientifique et dépassée de « la » science prise dans sa singularité, son potentiel d'universalité et sa qualité de facteur décisionnel prépondérant dans les prises de décision.

Fourez (1994) croit qu'au XXI^e siècle, l'alphabétisation scientifique et technique est la clé d'une certaine émancipation. Sa vision comprend trois axes : un axe économique-politique, un axe social et un axe humaniste (tableau 1). Le premier axe s'apparente à une vision technocratique, c'est-à-dire une vision s'inscrivant essentiellement dans une logique économique. Le deuxième axe privilégie la compréhension et le pouvoir décisionnel laissé aux citoyens ; il semble donc en accord avec les valeurs démocratiques de notre société. Le troisième axe, la vision humaniste, reconnaît que les sciences représentent un bagage culturel en soi, qui favorise le développement du potentiel intellectuel et le développement de la personne dans toutes ses facettes. Roth et Désautels (2002) se positionnent en soulignant que la science considérée seule et pour elle-même n'a pas réussi à donner une culture scientifique et technique de base à la population. Ces auteurs sont d'avis qu'il est nécessaire de valoriser davantage l'approche science-technologie-société afin de développer l'expertise citoyenne, c'est-à-dire la capacité de comprendre les enjeux socioscientifiques et leurs diverses influences politique, économique, éthique et environnementale, de prendre un recul critique et de développer des capacités d'action. Beane (1997) mise sur l'intégration des savoirs et souligne l'importance de mobiliser le savoir en action. Selon lui, il est important de rendre le savoir accessible à tous. Il considère aussi que, puisque le savoir est construit socialement, il est appelé à être reconstruit.

L'Association américaine pour l'avancement des sciences (AAAS, 1993a), bien que préoccupée elle aussi par la nécessité d'accorder plus de place à l'éducation aux sciences et aux technologies, prône des valeurs quelque peu différentes de celles des auteurs précédents. Ainsi, les raisons invoquées par les responsables du *Project 2061* sont les suivantes :

- libérer l'intellect (esprit) humain ;
- assurer à tous les enfants une éducation de base en sciences et technologies ;

- remédier au déclin économique récent des États-Unis ;
- assurer le maintien de la prééminence scientifique et technologique des États-Unis afin de maintenir une suprématie à l'échelle internationale ;
- remédier à la perte d'intérêt pour les sciences et les mauvaises performances des jeunes ainsi qu'à une démotivation de la part des enseignants.

À part la première raison, qui est plutôt d'inspiration humaniste, les quatre autres sont d'inspiration technocratique, c'est-à-dire qu'elles visent à préparer des élèves à leur rôle de travailleur, soit à en faire des individus qui, par leur travail spécialisé, participent à la croissance économique de la collectivité.

Enfin, pour Aikenhead (1981, 1984), il est important pour l'élève de comprendre et de s'approprier les théories et les lois scientifiques tout en ayant le souci de les lier à la société et à l'environnement. Une attention particulière est portée aux procédés de la science (techniques, mesures, etc.) tout en ayant le souci de faire réaliser aux élèves que ces procédés ne permettent pas d'atteindre « l'ultime vérité⁴ » (Aikenhead, 1981, p. 63). Quant à Hodson (1998), il soutient que le savoir scientifique doit être apprivoisé par l'élève. Ici, la vision semble plus centrée sur la prise en compte des besoins des élèves en tant qu'acteurs dans la société. Pour qui et pourquoi doit-on vulgariser les savoirs scientifiques : pour répondre aux besoins personnels des individus ou aux besoins collectifs d'une société ?

La société a nécessairement à faire un choix quant aux finalités poursuivies dans l'éducation scientifique et technologique des jeunes en formation. Lorsqu'on essaie de caractériser les finalités poursuivies par l'enseignement des sciences, il est crucial de se poser certaines questions : veut-on éduquer les élèves à penser comme des scientifiques et à adopter le point de vue de LA⁵ science ? Veut-on développer des capacités – même non critiques – d'application des savoirs scientifiques ? Veut-on accroître chez les élèves la capacité de résoudre les problèmes réels et complexes, qui se posent au quotidien, en tenant compte des valeurs, du contexte et des divers types de savoir en jeu ? Veut-on valoriser les savoirs d'expériences ?

4. Mais un savoir viable (ajout des auteures).

5. Pour signaler le fait que les savoirs scientifiques sont reconnus avoir un statut ontologiquement supérieur aux autres types de savoirs.

Diverses visions s'affrontent. Voit-on l'élève en tant que futur travailleur, en tant qu'utilisateur informé ou en tant que futur citoyen-décideur? Entre les finalités des sciences vues sous l'angle de l'expertise scientifique (vision technocratique) et celui de l'expertise citoyenne (vision démocratique), il existe également une vision plus humaniste (visant le développement du potentiel intellectuel) ainsi qu'une vision utilitariste (orientée vers l'utilisation de la science au quotidien) (Guilbert, 2003). Quels sont les enjeux ?

1.2. VISION TECHNOCRATIQUE

Dans une vision technocratique, l'élève est considéré comme un concepteur-développeur potentiel, c'est-à-dire comme un futur scientifique ou un futur technologue (Guilbert, 2003). Cette vision perçoit dans les savoirs scientifiques et technologiques des ressources qui sont les fondements du progrès économique et social en lien avec la mondialisation des marchés. Sous cet angle, il devient important de développer chez les individus⁶ des compétences permettant à notre économie de garder une position concurrentielle sur le marché national ou international. Ce nouveau modèle socioéconomique de production et d'utilisation des connaissances s'inscrit dans une mentalité de mondialisation. En effet, les frontières traditionnelles entre pays se fragilisent, les intervenants deviennent de plus en plus diversifiés, les réseaux d'échanges se multiplient et les divers pôles de recherche (universités, industries, gouvernements) sont de plus en plus interdépendants.

Dans la citation suivante, Cartier (2001, p. 10) illustre bien cette explosion des réseaux d'échanges dans une vision technocratique de la société du savoir :

La métamorphose de la société industrielle en une société de l'information se fera à partir d'une industrie du contenu, que les Américains appellent *consumer's electronic*. Cela exige le passage du modèle actuel de production de produits bruts et semi-transformés à partir d'une mentalité de libre entreprise, vers un nouveau modèle socio-économique de production de connaissances à partir d'une mentalité intégratrice (alliances, convergences, mondialisation, etc.).

Cette façon d'envisager l'enseignement des sciences est particulièrement perceptible dans les principes sous-jacents à la réforme de l'éducation aux sciences, aux mathématiques et aux technologies du rapport *Science*

6. Ici, le terme « individu » est pris dans un sens générique d'un sujet parmi une population, d'un numéro et non d'une personne dans sa singularité.

for all Americans: Project 2061 (AAAS, 1993a), comme nous l'avons précisé dans la section précédente. En commentant ce rapport, Mathy (1997) signale que l'expertise citoyenne est loin d'être une priorité pour les États-Uniens et que l'avantage d'avoir un citoyen bien informé réside plutôt dans le fait qu'il favorisera la responsabilisation de l'entreprise privée :

[...] le traitement des relations technologie-société implique de nombreux choix idéologiques. Par exemple, *Science for all Americans* porte davantage l'accent – idéologie oblige –, sur l'inventivité individuelle que sur les forces sociales et économiques à l'œuvre. [...] La société n'est perçue que comme une collection d'individus juxtaposés, et ce qui compte est l'effet cumulatif des décisions individuelles plutôt que la formation de groupes de citoyens politiquement organisés (Mathy, 1997, p. 68).

Cette finalité de l'enseignement des sciences est marquée essentiellement par une vision mercantile des savoirs. Le rapport du Conseil de la science et de la technologie sur la culture scientifique et technique au Québec indique qu'« on parle aujourd'hui de société du savoir au sens où les connaissances et les compétences, toutes disciplines confondues, sont la source première de l'innovation, qu'elle soit technologique ou sociale » (CST, 2002, p. 165). Dans son *Rapport annuel sur l'état et les besoins de l'éducation 2001-2002*, le Conseil supérieur de l'éducation souligne également que :

[...] de nos jours, le savoir est non seulement une ressource mais aussi un atout pour les personnes et les sociétés qui le produisent, le partagent et le mettent à profit. Le concept de « société du savoir » cherche donc à rendre compte de l'apport croissant des connaissances, du savoir-faire et des technologies à la construction du bien-vivre et de la prospérité personnelle et collective des nations. Une telle société se caractérise, en particulier, par un mode de développement dont le moteur principal est la capacité inventive et créatrice de sa population et dont l'expression s'incarne, notamment, dans les œuvres scientifiques, technologiques, économiques et sociales, culturelles et artistiques (Conseil supérieur de l'éducation, 2002, p. 36).

Le ministère de l'Éducation adhère en partie à cette vision quand il précise le contexte général du Programme de formation de l'école québécoise. Il souligne qu'il entend former les jeunes à mieux se préparer aux problématiques auxquelles ils devront faire face plus tard. Celui d'une collectivité pluraliste où chacun a sa place, celui de l'accessibilité à un marché du savoir en perpétuel changement et celui de la mondialisation (MEQ, 2002).

Avec cette nouvelle production et cette nouvelle gestion du savoir, nous pouvons penser qu'un type d'enseignement basé exclusivement sur une vision technocratique ne rejoindrait et n'intéresserait qu'une minorité d'élèves puisqu'il se concentrerait sur les élèves les plus performants et laisserait peu de place à une réflexion d'ordre plus général. Nous reconnaissons également que l'existence d'une relève scientifique et technologique est importante et sera toujours nécessaire afin de répondre aux besoins de personnel qualifié sur le marché du travail, mais nous considérons que cela ne devrait pas être le seul axe privilégié dans l'enseignement des sciences.

1.3. VISION HUMANISTE

Les tenants de la vision humaniste de l'enseignement des sciences s'intéressent plus particulièrement au développement du potentiel intellectuel d'une personne en construction ainsi qu'au développement de compétences générales. C'est un peu le pendant de l'éducation libérale, l'éducation de la personne pour la personne. On peut même avancer qu'elle rejoint une dimension esthétique de la personne, car elle s'intéresse à son bien-être personnel (Fourez, 1994; MEQ, 2004). En ce sens, pour arriver à saisir le monde de plus en plus complexe qui les entoure et pour développer leur autonomie, les individus ont besoin de comprendre l'environnement dans lequel ils évoluent. Pour y parvenir, il importe de lever les barrières traditionnelles qui existent depuis longtemps entre les sciences pures et appliquées ainsi que les sciences humaines et sociales (Fourez, 1994; MEQ, 2004). C'est à travers cette nouvelle vision de l'enseignement des sciences que la culture scientifique et technologique pourra s'inscrire dans un nouvel humanisme, comme l'affirme Arpin (dans CST, 2002, p. 9): être «[...] capable de réconcilier les sciences, les sciences humaines et la création artistique». On peut même espérer que les individus seront capables d'apprécier les découvertes scientifiques au même titre qu'une œuvre d'art (Fourez, 1994). L'accès pour tous à une culture scientifique et technologique de base devrait aider les individus à construire leur vision du monde, à partager cette vision et à la communiquer, d'une part, et, d'autre part, à développer des compétences génériques et à actualiser leur potentiel intellectuel tout comme avec d'autres disciplines (français, philosophie, mathématiques, etc.).

Le nouveau Programme de formation de l'école québécoise semble avoir le souci de promouvoir cette vision humaniste. L'un des défis de l'école québécoise consiste à «aider l'ensemble des jeunes à réussir leur vie» (MEQ, 2004, p. 4). Cette volonté est exprimée dans le programme par l'importance accordée au développement des compétences transversales,

appelées également des compétences pour la vie, qui sont perçues comme transdisciplinaires. Ces compétences visent à développer plusieurs aspects de la démarche d'apprentissage chez les élèves pour qu'elles soient réinvesties dans les diverses situations qui se présenteront à eux. Il est vraisemblable de croire qu'un enseignement teinté d'une vision humaniste amènera des changements dans les paradigmes d'enseignement.

1.4. VISION UTILITARISTE

Un autre volet de l'enseignement des sciences et technologies est celui qui concerne leur utilisation au quotidien. Cette vision utilitariste est centrée sur le développement de compétences qui sont et seront utiles à l'adulte de demain. En effet, dans leurs pratiques quotidiennes, les personnes ont besoin d'acquérir de nouvelles connaissances et de développer certains savoir-faire pour comprendre et évoluer dans un environnement de plus en plus technoscientifique et complexe. Comment utiliser judicieusement les nouvelles technologies des communications : téléphones cellulaires, courriels, cédéroms, appareils numériques ? Comment décoder les informations nutritionnelles apparaissant sur les étiquettes des produits alimentaires que nous consommons : acides gras trans, insaturés, polyinsaturés, hydrogénés ? Cette approche devrait permettre d'aiguiser le sens critique des élèves, vivant dans une société orientée vers la consommation de biens et services, et d'accroître leur capacité à juger la qualité des produits qui leur sont offerts.

Nous constatons que cette vision est également véhiculée dans le dernier *Bilan de la culture scientifique et technique au Québec*. Dans ses propositions d'orientation et pistes pour l'action, les grands objectifs suivants sont précisés pour les individus : l'acquisition par ces derniers d'une base de connaissances indispensables pour décoder et comprendre la complexité du monde d'aujourd'hui, et le développement de compétences favorisant la maîtrise des technologies, au travail comme dans la vie quotidienne (CST, 2002). Le programme de formation en « Science et technologie » semble aussi préoccupé par cette vision. Par exemple, la conception d'un objet technique ainsi que son analyse visent le développement de certaines habiletés pouvant être utiles au citoyen dans sa vie de tous les jours. Les connaissances que l'élève acquiert « ne sont toutefois pertinentes pour l'élève que dans la mesure où il peut en apprécier la nature, l'origine et la valeur, et en saisir la portée, notamment dans sa vie quotidienne » (MEQ, 2004, p. 278).

1.5. VISION DÉMOCRATIQUE

Dans la mesure où l'éducation aux sciences et aux technologies est une façon pour l'élève de construire sa vision du monde et d'orienter son pouvoir d'action, nous pensons que la façon dont il sera amené à construire ses connaissances lui permettra d'envisager diverses possibilités d'action dans le futur. Il devient intéressant de voir cette éducation comme une façon de donner à l'élève un moyen de mieux comprendre les choix qui s'offrent à lui ainsi que leurs conséquences. Si nous espérons vivre au sein d'une société plus démocratique, une augmentation de la transparence, de la confiance ainsi que de la participation du public aux grands débats et aux controverses de société est nécessaire. Cette vision de l'enseignement des sciences devrait faire prendre conscience aux citoyens qu'ils détiennent eux aussi un savoir pertinent et une capacité d'action au regard des controverses sociotechniques (Roth et Désautels, 2002). Une démocratisation de l'enseignement des sciences et des technologies devrait réduire la distance entre les citoyens et les chercheurs, ces derniers étant traditionnellement perçus comme les seuls à détenir l'expertise scientifique.

À propos de cette distance entre les citoyens et les experts, Guilbert et Roy (1999, p. 1) soulignent qu'il leur

[...] est apparu que les adultes, en général, se sentent démunis face à des sujets complexes; ils ne savent pas toujours où aller chercher l'information pertinente, ni comment l'évaluer pour prendre une position éclairée. Ils ne sont pas toujours conscients de l'influence des biais, des intérêts, des valeurs autant pour eux-mêmes que pour la crédibilité des informations. Ainsi, plusieurs compétences et attitudes critiques semblent faire défaut chez le public en général pour traiter de problèmes complexes comme [des] sujets socioscientifiques.

Avec les rapides avancées des sciences et des technologies, les citoyens sont appelés à exercer de plus en plus leur jugement critique et à participer aux débats publics. Les technosciences étant parfois génératrices de risque, il est d'autant plus important que les citoyens puissent prendre du recul afin d'être capables d'évaluer les impacts de leurs applications et de prendre des décisions éclairées. « Sans culture scientifique et technologique, les systèmes démocratiques deviennent de plus en plus vulnérables à la technocratie » (Fourez, 1994, p. 17). Comme nous l'avons déjà relevé, Layton, Jenkins, Macgill et Davey (1993) notent que peu de décisions prises par les sociétés, les industries et les gouvernements ne comportent aucun aspect scientifique ou technologique. Il apparaît donc essentiel de briser l'isolement de l'activité scientifique afin que les citoyens soient en mesure de participer à une société démocratique. Dans un autre article, Layton

(1994) voit «l'éducation aux sciences et aux technologies comme un antidote à l'impuissance des citoyens face aux changements technologiques» (Layton, 1994, p. 43; traduction libre).

Divers auteurs (Beane, 1997; Roth et Désautels, 2002; Layton, Jenkins, Macgill et Davey, 1993) soutiennent également qu'au lieu de se concentrer sur l'enseignement et l'apprentissage des savoirs disciplinaires, l'enseignement des sciences devrait viser le développement du pouvoir d'action sociale des futurs citoyens, ce qui passe pour nous par le développement d'une pensée critique en sciences (Guilbert, 1990). Si nous voulons une société démocratique basée sur la transparence et la confiance, la participation du public aux grands débats et aux controverses de société est indispensable. «*Therefore, instead of making the focus on the teaching and learning of disciplinary knowledge, the empowerment of citizens to become critical social actors is now conceived as the goal towards which we should strive*» (Roth et Désautels, 2002, p. 4).

Il importe de développer cette expertise critique et démocratique pour plusieurs raisons :

- 1) diminuer la distance entre les experts et la population ;
- 2) favoriser le développement de l'action sociale ;
- 3) encourager la participation aux controverses scientifico-techniques ;
- 4) sensibiliser la population aux concepts théoriques et aux processus de recherche sous-jacents à la production des savoirs scientifiques, mais aussi et surtout, considérer que les citoyens ont aussi une forme de savoir qui leur est propre, des attentes, des besoins, des intérêts et une compréhension des contraintes de leur contexte qui est différente de celle des scientifiques.

Il est révolu le temps où la culture scientifique, dans la lignée du *public understanding of science*, était une simple vulgarisation du «vrai» savoir scientifique. Les buts visés étaient alors principalement de faire en sorte que les enjeux socioscientifiques soient compris par les citoyens, mais du point de vue des scientifiques. Or, le savoir dit commun, autant par ses préoccupations, ses prémisses, ses enjeux que son mode de construction est complémentaire au savoir des scientifiques ; ce savoir commun ou d'expérience est pertinent au problème à résoudre puisqu'il est lié au contexte d'application.

Cette rééquilibration des savoirs entre ceux des scientifiques et ceux des simples citoyens semble pertinente, car, selon Fourez (1994, p. 24), l'alphabétisation scientifique et technique

[...] entend promouvoir une prise de conscience des sciences et des technologies comme phénomènes de société et de l'histoire. La production des savoirs scientifiques n'est pas un processus purement théorique, ni même théorico-expérimental : elle met en jeu des êtres humains concrets pris dans des institutions, dans une culture et une histoire. Ainsi, les « méthodes scientifiques » impliquent-elles la mise en place d'équipes de travail, la mobilisation de ressources humaines et économiques, un capital humain et social, ainsi qu'une gestion de tout cela – souvent au milieu de bien des conflits.

À ce sujet, Sjøberg et Kallerud (1997) se demandent si les scientifiques se préoccupent de ce que le grand public connaît des sciences et, surtout, de la façon dont les sciences répondent à leurs besoins. Les relations de pouvoir du type *top-down* (de l'expert au profane) seront rééquilibrées par le *bottom-up* (du citoyen « expert de son milieu » vers les scientifiques) dans un processus de coconstruction et de partage d'expertises différentes, mais complémentaires.

2. VERS DE NOUVELLES SITUATIONS D'APPRENTISSAGE

Parallèlement aux changements de visions concernant les finalités dans l'enseignement des sciences, divers modèles ou théories bouleversent nos conceptions de l'apprentissage ; en voici des exemples :

1. Le savoir n'est pas nécessairement individuel, mais peut être réparti (localisé) dans un groupe de personnes – *distributed knowledge*.
2. Le savoir est coconstruit (pairs et experts) à l'aide du langage (Vygostki, 1934/1997).
3. Le savoir est construit en fonction d'un projet et d'un contexte – *situated knowledge*.
4. Le savoir est construit dans un univers social, temporel et culturel donné – *communal knowledge*.

Nous pouvons voir ici un changement de paradigme comparativement aux formes d'enseignement traditionnel que nous avons pour la plupart d'entre nous connues. Il est de plus en plus reconnu que « [...] classiquement, l'enseignement considère que les connaissances peuvent être déconnectées, abstraites du contexte et des activités dans lesquels elles ont été construites ou utilisées ; ces dernières ont servi d'auxiliaire d'apprentissage, là s'arrêterait leur rôle. Les théoriciens de la cognition

située [...] considèrent au contraire que l'activité au cours de laquelle la connaissance a été développée et ses conditions font partie intégrante de ce qui a été appris» (Beckers, 2002, p. 47).

Il semble que le contexte de construction et les buts poursuivis par l'apprenant soient cruciaux autant lors du développement des divers savoirs que leur réutilisation : « Plus un événement est signifiant, plus il est construit et élaboré en profondeur, et, plus il est enraciné dans les savoirs expérientiel, métacognitif, personnel et culturel, plus il est facilement compris, appris et mémorisé » (Beane, 1997, p. 5, citant Iran-Nejad, McKeachie et Berliner, 1990 ; traduction libre).

2.1. MISE EN RELATION DES DISCIPLINES TRADITIONNELLES DANS LE PROGRAMME « SCIENCE ET TECHNOLOGIE »

Ces nouvelles exigences appellent de nouvelles façons d'aborder les curriculums et s'inscrivent dans les démarches entreprises dans le monde de l'éducation depuis les années 1960 au Québec. En effet, les approches traditionnelles de l'enseignement des sciences ne semblent plus être en mesure de préparer adéquatement les jeunes à ces nouvelles réalités, comme nous l'avons mentionné précédemment. Les problématiques de la vie quotidienne sont plus complexes qu'avant et il apparaît de moins en moins pertinent de compartimenter les savoirs et d'isoler les savoirs scientifiques de leur contexte social de production. Enseigner les sciences avec une approche disciplinaire se révèle plutôt une fin en soi et non un moyen qui peut être facilement utilisé pour résoudre des problèmes reliés à la réalité du jeune dans sa vie quotidienne (Beane, 1997). Fourez, Maingain et Dufour (2002, p. 28) abondent dans ce sens en soulignant que « seule une nouvelle organisation des curricula, mettant en réseau les savoirs et les compétences des différents champs disciplinaires, est susceptible de répondre aux exigences actuelles de nos sociétés ». Afin de retrouver le sens de la globalité et de rendre signifiant cet enseignement, il semble que la compartimentation du savoir ne soit plus la meilleure solution et que la prise en compte du contexte soit nécessaire. En effet, plusieurs modèles d'apprentissage, tels que ceux décrits plus haut, mettent en évidence que, autant en ce qui concerne sa construction que sa réutilisation dans un contexte non scolaire, les apprentissages sont mieux compris et mobilisés s'ils sont reliés à un contexte signifiant pour l'élève.

Nous pouvons nous demander comment un changement dans la façon d'enseigner les sciences pourra favoriser l'apprentissage de divers concepts tout en les reliant aux contextes dans lesquels les humains

évoluent. Ces nouveaux programmes de formation devraient faire en sorte, comme le souligne Perrenoud (2002, p. 47), que l'école prépare à la vie et que «les connaissances acquises à l'école soient utilisables dans d'autres contextes». Avec cette nouvelle façon de concevoir les processus d'apprentissage, les approches et les formules pédagogiques doivent être repensées complètement, autant dans les interactions entre les élèves, dans les modes de collecte et de traitement des informations que dans le type même d'informations ou de problèmes à l'étude. Les approches devraient être de plus en plus centrées sur les élèves ou sur des problèmes réels ou réalistes issus de la vie de tous les jours, des problèmes où il faut tenir compte des interactions entre divers aspects (politique, éthique, économique, sociologique).

2.2. CURRICULUM INTÉGRATEUR ET INTERDISCIPLINARITÉ

Avec ces nombreux aspects à traiter, une approche monodisciplinaire devient difficile à mettre en œuvre. L'intégration des diverses disciplines semble de plus en plus valorisée, mais qu'est-ce au juste qu'un curriculum intégrateur? Est-ce la même chose que l'interdisciplinarité? L'un des aspects les plus intéressants de la position de Beane (1997) est qu'il signale qu'une approche interdisciplinaire n'est pas nécessairement intégrative. «*In curriculum integration, planning begins with a central theme and proceeds outwards through identification of big ideas or concepts related to the theme and activities that might be used to explore them*» (Beane, 1997, p. 10). On explore le thème d'abord, indépendamment des limites disciplinaires. Par la suite, le thème central ou la problématique mènent à l'étude de concepts qui donnent lieu à diverses activités. Tout cela en gardant à l'esprit la problématique centrale et en essayant d'y trouver une solution ou de s'en faire une nouvelle représentation. L'essence de l'intégration réside dans la façon dont l'élève lui-même utilise les savoirs, planifie ses activités et arrive à trouver une réponse, une nouvelle conception ou une action dans son milieu. Les savoirs se trouvent recontextualisés par l'élève. À partir du moment où l'enseignant enferme l'exploration de l'élève dans un cadre disciplinaire, on ne parle plus d'intégration mais d'approches pluri-, multi- ou interdisciplinaires⁷.

7. Voici les définitions que Fourez, Englebert-Leconte et Mathy (1997, p. 87) donnent de: «pluridisciplinarité: pratique dans laquelle on invite des représentants de diverses disciplines à venir exposer la manière dont ils voient la situation étudiée en fonction de la perspective de leur discipline, mais en tenant compte d'un projet partagé [...] multidisciplinarité: pratique par laquelle, à l'occasion d'une situation précise, on développe une série de thèmes évoqués par la situation (mais sans nécessairement partager un même projet ou un même souci). Les apports de chaque discipline sont ancrés autour d'un point, mais on ne partage pas le même projet».

Avec ces dernières approches (multi- ou interdisciplinaires), le thème devient secondaire et sert plutôt de prétexte à l'acquisition et à l'évaluation de concepts disciplinaires. Les frontières entre les disciplines sont en général bien délimitées et les angles sous lesquels le problème est abordé sont propres à chaque discipline. Dans un curriculum intégrateur, la finalité de l'étude du thème (ou de la problématique) ne mène pas à un aspect disciplinaire en particulier, mais à une réponse concrète ou à une action particulière. « L'intégration curriculaire est un programme qui favorise l'intégration personnelle et sociale, autour de problèmes et d'enjeux signifiants, identifiés de façon collaborative par les éducateurs et les élèves, sans tenir compte des barrières disciplinaires » (Beane, 1997, p. X; traduction libre). Le curriculum intégrateur vise donc à centrer le regard sur la vie elle-même et non sur des informations fragmentées (tableau 2). « Dans l'intégration curriculaire, les thèmes organisateurs sont tirés de la vie et des expériences quotidiennes. Ce faisant, cela ouvre aux jeunes la possibilité d'investiguer de façon critique des enjeux réels et de poursuivre une action sociale s'ils le désirent » (Beane, 1997, p. XI; traduction libre).

Ce curriculum organisé autour de questions d'ordre personnel et social, qui mise sur la collaboration des élèves et des enseignants en vue de l'intégration du savoir, est susceptible de bouleverser la relation enseignant-élèves. En effet, cette collaboration suppose le partage des décisions et une participation des acteurs à la construction du curriculum. Une plus grande latitude devrait alors être accordée aux enseignants (Beane, 1997; Jenkins, 2002; Jonnaert et Vander Borght, 1999). Ces derniers seront amenés à se préoccuper d'une façon particulière des intérêts des élèves et à accepter d'apprendre en même temps qu'eux (Beane, 1997; Fourez, Maingain et Dufour, 2002)⁸.

2.3. SITUATIONS D'APPRENTISSAGE FAVORISANT UNE APPROCHE INTÉGRATIVE

Comme nous l'avons déjà mentionné, les nouvelles problématiques de notre société sont complexes et, pour préparer les jeunes à cette réalité, il semblerait pertinent de les engager dans une réflexion pouvant les conduire à s'en faire une représentation. « La démarche interdisciplinaire s'inscrit dans le courant pédagogique qui pense que l'on apprend en

8. « L'impact psychologique d'une démarche menée collégalement par une équipe d'enseignants avec des élèves n'est pas négligeable. La parole de l'enseignant perd son caractère dogmatique ou monolithique. [...] Cette relative démystification du discours et du rôle professoral ouvre un espace de parole à l'élève » (Fourez, Maingain et Dufour, 2002, p. 37).

construisant une réponse à une problématique posée au départ» (Fourez, Maingain et Dufour, 2002, p. 127) tout comme l'approche par problèmes⁹. Plusieurs auteurs donnent à ces situations d'apprentissage des caractéristiques particulières ; par exemple, pour Beane (1997), elles doivent 1) rejoindre les préoccupations des jeunes, 2) être représentatives des grandes problématiques du monde dans lequel les jeunes vivent et 3) leur permettre de s'engager activement dans le processus de résolution. Ces situations doivent être à la fois le mobile de l'apprentissage et le moyen permettant l'appropriation des savoirs.

TABLEAU 2
Caractéristiques des curriculums intégrés

-
- Problèmes et enjeux organisés autour de préoccupations personnelles et sociales de la vraie vie.
 - Intégration du savoir pertinent dans le contexte des thèmes organisateurs.
 - Le savoir est développé et utilisé pour investiguer les thèmes à l'étude plutôt que pour couvrir un programme donné.
 - Accent sur des activités et des projets réels.
 - Participation des élèves dans le choix des thèmes (et non des concepts) à l'étude.
-

Source: Beane (1997, p. 9).

Le Programme de formation de l'école québécoise en « Science et technologie » (MEQ, 2004) énonce également des caractéristiques que ces situations d'apprentissage devraient posséder. Afin de solliciter la curiosité, la créativité, l'esprit critique (Guilbert, 1998) et la participation active de l'élève, ces dernières devraient être contextualisées et assez ouvertes pour permettre l'intégration des savoirs pour répondre à des problématiques d'ordre scientifique ou technologique. Afin de donner du sens à la démarche d'apprentissage, Fourez, Maingain et Dufour (2002) proposent trois dimensions à ces situations. Elles ont avantage à : prendre en compte les impératifs et les offres des programmes des diverses disciplines associées à la problématique ; ancrer la situation dans le vécu culturel et le

9. Une définition pouvant être retenue de l'approche par problèmes serait celle-ci : des acteurs qui, dans un contexte réel et complexe, effectuent en interaction et en collaboration avec leurs pairs une production de connaissances, et ce, dans un processus itératif. (Voir aussi Guilbert, Ouellet et Descôteaux, 2003.) Diverses formules pédagogiques peuvent être considérées dans ce type d'approche : apprentissage par problèmes, étude de cas, pédagogie du projet, controverses structurées, îlots de rationalité.

quotidien de l'élève ; avoir la préoccupation de la mobilisation des compétences transversales (transdisciplinarité), jugées fondamentales du cycle d'enseignement dans lequel se situe l'élève.

La prise en compte du contexte ou cette intégration situationnelle devrait faire en sorte que l'élève est à la fois impliqué dans une démarche cognitive, affective et sociale. Plus la situation sera riche, ouverte et complexe, plus elle permettra que, chez l'élève, les opérations mentales et les actions envisagées soient fécondes et puissent ainsi être réinvesties dans de nouveaux contextes. Il faut donc voir l'interdisciplinarité dans la perspective d'une construction de connaissances, d'une représentation interdisciplinaire d'une notion ou d'une problématique. Par elle, il semble possible de favoriser la mise en place de processus d'apprentissage intégrateurs et l'acquisition de connaissances grâce auxquelles les compétences acquises pourront être transférées et utilisées dans la vie de l'élève. Plus les contextes de réinvestissement seront variés, plus leur mobilisation ultérieure sera facilitée.

3. LE PROCESSUS DE MISE EN ŒUVRE¹⁰ DU PROGRAMME « SCIENCE ET TECHNOLOGIE »

Le programme de « Science et technologie¹¹ » « du premier cycle du secondaire vise, comme celui du primaire, à développer chez les élèves une culture scientifique et technologique de base accessible à tous » (MEQ, 2004, p. 268). À la lecture de la présentation de la discipline, nous constatons le souci, de la part du ministère de l'Éducation, de diminuer la distance qui a

10. Par mise en œuvre, nous entendons ici une négociation. En effet, nous croyons qu'un programme d'études ne peut s'implanter ; il fait plutôt face à une traduction par le milieu, en l'occurrence les enseignants, les élèves, les directeurs ainsi que tout autre intervenant. Cette traduction, cette appropriation dépendra selon nous de plusieurs contraintes et des représentations que s'en font les divers intervenants.

11. Programme intégré de sciences et technologies tel qu'il est proposé par le ministère de l'Éducation. Ce programme regroupe des disciplines scientifiques traditionnelles (biologie, physique, chimie, géologie, astronomie, technologie). Les guillemets font référence à la façon dont le ministère de l'Éducation nomme cette nouvelle discipline. Nous tenons ici à mentionner que nous ne partageons pas nécessairement cette dichotomisation et préférierions parler des « technosciences » au sens où il est de plus en plus difficile « de déterminer quels développements doivent être considérés comme " techniques " et lesquels seraient " scientifiques " » (Fourez, 2002, p. 171). De plus, si nous abordons les diverses disciplines scientifiques et techniques en considérant qu'elles sont toutes des « productions humaines [...] des savoirs toujours finalisés, intéressés dans le sens le plus profond (mais non seulement économique-pratique) du terme [...] » (Fourez, 1994, p. 46), il semble de plus en plus pertinent de parler de technosciences.

existé traditionnellement entre les scientifiques et la population. La vision critique et démocratique de l'élève¹² semble être prise en considération, étant donné que

[...] bon nombre de citoyens se sentent dépassés par l'émergence rapide des savoirs, par leur quantité de même que par leur complexité. Ils ne disposent pas forcément du bagage de connaissances et du recul nécessaire pour en saisir les retombées et en comprendre la portée et les limites. Il leur est par conséquent difficile d'adopter une attitude critique à l'égard des questions d'ordre éthique qu'elles soulèvent et de participer activement à certaines décisions concernant la société démocratique à laquelle ils appartiennent (MEQ, 2004, p. 267).

Nous croyons qu'un programme d'études, quel qu'il soit, peut prétendre développer d'une façon uniforme la même culture scientifique et technologique chez tous les individus. L'appropriation de cette culture constitue donc une entreprise complexe si nous voulons prendre en compte son volet multidimensionnel. C'est par le développement de trois compétences disciplinaires (s'insérant parmi d'autres compétences dites transversales¹³) que le ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport compte parvenir à développer cette culture scientifique et technologique de base. Ces trois compétences disciplinaires visent à amener l'élève à : chercher des réponses ou des solutions à des problèmes d'ordre scientifique ou technologique ; mettre à profit ses connaissances scientifiques et technologiques ; communiquer à l'aide des langages utilisés en science et technologie. Selon nous, le souci de relier l'enseignement de la « Science et technologie » aux autres éléments du Programme de formation de l'école québécoise figure parmi les préoccupations du ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport et représente un aspect fondamental de l'esprit du nouveau Programme de formation de l'école québécoise. En effet, dans les premiers chapitres du document ainsi que dans chaque programme disciplinaire, le souci d'ancrer le développement de compétences dans les domaines généraux de formation, de présenter des liens possibles à faire entre les différentes disciplines et avec les compétences transversales est bien présent. Des pistes d'interdisciplinarité sont ainsi proposées aux enseignants.

12. Au sens où nous l'avons précédemment décrite dans l'esprit d'une vision citoyenne.

13. Les compétences transversales constituent « un ensemble de repères permettant de mieux cerner des dimensions importantes de l'apprentissage qui ne doivent pas faire l'objet d'un travail en soi, en dehors de tout contenu de formation, mais être sollicitées et travaillées tant dans les domaines disciplinaires que dans les domaines généraux de formation » (MEQ, 2004, p. 3).

Le nouveau programme de « Science et technologie » comporte donc des bouleversements majeurs, autant en ce qui concerne la vision de la science, les finalités de l'enseignement des sciences et des technologies, les modèles d'apprentissage que l'intégration de diverses matières (pas du même ordre). Si l'on ajoute à ces aspects l'acquisition de compétences dites transversales en lien avec les divers domaines généraux de formation, le défi est de taille. Il est légitime de se demander quels sont les défis et contraintes¹⁴ auxquels les enseignants auront à faire face et, surtout, quels sont les processus de changement et les facteurs pouvant faciliter ou retarder ces changements.

Après avoir mené quelques recherches sur les changements conceptuels, processus complexes comportant des aspects cognitifs, affectifs, sociaux et contextuels, il nous est apparu intéressant d'utiliser ce modèle comme grille de lecture possible pour mieux comprendre les défis et contraintes qui peuvent se poser lors de l'implantation du nouveau programme de « Science et technologie ». Pour ce faire, nous utiliserons les diverses catégories correspondant aux facteurs favorisant le changement conceptuel, tels qu'ils sont décrits par Strike et Posner (1985) et Niedderer et Schecker (1992) : 1) l'insatisfaction ; 2) l'intelligibilité ; 3) la plausibilité ; 4) la fécondité ; 5) l'acceptation émotive.

3.1. INSATISFACTION

L'insatisfaction sous-entend qu'avant de vouloir changer sa conception relativement à un concept donné ou à une situation, il faut que cette conception se soit révélée inefficace pour résoudre les diverses situations ou problèmes rencontrés et, donc, qu'elle ne réponde plus à nos attentes. Cette insatisfaction « récurrente » rend le changement, et conséquemment l'énergie à y consacrer, plus acceptable. Si l'on transpose cette vision à un processus de changement, comme la mise en œuvre d'un nouveau curriculum, on peut se poser les questions suivantes : Est-ce que les enseignants sont insatisfaits du curriculum actuel¹⁵ ? Est-ce que les résultats de leurs élèves aux tests nationaux et internationaux sont insatisfaisants au point de vouloir modifier radicalement leur façon d'enseigner ? Qu'en est-il de la motivation et du taux d'abandon scolaire ? Peut-on en être satisfait ?

14. Défi : une action à faire ou une réalisation à accomplir comportant des difficultés, mais aussi des aspects sur lesquels on a un certain contrôle permettant généralement de surmonter la difficulté ; contrainte : un contexte ou des conditions externes indépendantes de notre volonté et sur lesquelles nous avons peu ou pas de prise.

15. Nous entendons ceux qui ont cours actuellement (écologie, sciences physiques, chimie, etc.).

Il serait important que les gestionnaires de ce processus de changement ainsi que les principaux intéressés – enseignants, directeur d'école – s'assoient à une même table pour mettre à plat leurs conceptions à cet égard.

3.2. INTELLIGIBILITÉ

L'intelligibilité sous-entend qu'avant de vouloir changer sa conception d'un concept donné, il faut que la nouvelle idée ou la nouvelle conception soit compréhensible ou intelligible. En d'autres mots, les enseignants doivent comprendre les tenants et aboutissants de la réforme souhaitée, c'est-à-dire les définitions des compétences transversales et disciplinaires, les domaines généraux de formation, les finalités visées, etc.? Si l'on transpose cette vision à la mise en œuvre du programme «Science et technologie», on peut se poser les questions suivantes : Est-ce que les enseignants adhèrent aux changements de vision quant à l'épistémologie du savoir scientifique? Compréhendent-ils les enjeux de l'appellation du nouveau cours qui singularise les mots «science et technologie»? Compréhendent-ils les divers aspects des finalités poursuivies par le nouveau programme? Compréhendent-ils que les changements proposés dans le choix des formules pédagogiques ne sont pas qu'une mode, mais bien en lien avec d'autres modèles d'apprentissage? On investit souvent beaucoup d'efforts pour planifier des changements dans les curriculums, mais il reste souvent peu de temps pour permettre aux enseignants de s'approprier en profondeur des arguments sous-jacents aux changements proposés.

3.3. PLAUSIBILITÉ

La plausibilité sous-entend qu'avant de vouloir changer sa conception, il faut que la nouvelle façon de voir soit acceptable intellectuellement, c'est-à-dire que les nouvelles idées ou propositions soient compatibles avec nos croyances et notre vision du monde. Dit autrement, est-ce que les changements souhaités risquent d'être menés à terme, parce qu'ils sont compatibles avec les autres valeurs d'un système donné? Dans le contexte de la mise en œuvre du programme «Science et technologie», plusieurs enseignants peuvent se questionner quant à la faisabilité au regard de : la gestion du temps en lien avec le nombre de concepts prescrits, la disponibilité des locaux multifonctionnels, les ressources informationnelles, techniques et humaines (technicien), les possibilités réelles de collaboration intra- et interécoles, la cohérence de l'évaluation des apprentissages en lien avec les finalités visées, etc. Ce facteur semble crucial, car si les enseignants ne sont pas convaincus que les changements peuvent se réaliser dans un milieu donné, ils seront peu intéressés à s'y investir et à remettre en question leurs visions antérieures de l'enseignement des sciences et des technologies.

3.4. FÉCONDITÉ

La fécondité signifie qu'avant de vouloir changer sa conception, il faut croire qu'une nouvelle vision apportera des réponses et des solutions plus viables que les anciennes. Est-ce que les retombées semblent prometteuses eu égard aux énergies à investir? Dans le cadre du changement de curriculum, et principalement de l'approche pédagogique, les enseignants seraient en droit de se poser les questions suivantes: Est-ce que le temps consacré permettra de développer adéquatement l'ensemble des différents concepts prescrits et les diverses compétences tant disciplinaires que transversales? Est-ce que les élèves seront plus motivés? Concernant ce dernier point, si l'on se fie à l'adage suivant lequel on s'adapte dans le but de dépenser le minimum d'énergie pour un maximum de rendement, il serait fort étonnant que les enseignants s'impliquent dans la réforme s'ils ne sont pas persuadés qu'à long terme les résultats obtenus surpasseront les efforts investis. C'est une question d'équilibre compte tenu de leur lourde tâche.

3.5. ACCEPTATION ÉMOTIVE

L'acceptation émotive concerne les facteurs émotifs, souvent non conscients, présents lors du changement conceptuel. Dans le contexte d'un changement majeur comme l'implantation d'une réforme en milieu de travail, la personne doit accepter qu'elle se soit trompée ou encore que sa façon de faire ou de penser habituelle n'est plus ou n'était pas adéquate. Cela prend une bonne dose d'humilité et la capacité à juger les idées et non les personnes comme telles. En d'autres mots, dans le cadre de la réforme souhaitée, les enseignants devront:

- 1) mettre un peu de côté leur autorité intellectuelle absolue qui était souvent vue comme leur apanage;
- 2) abandonner certaines habitudes (matériel pédagogique, formules pédagogiques, gestion de classe);
- 3) accepter une certaine perte du sentiment d'expertise pédagogique;
- 4) assumer un certain doute sur la validité de ce qu'ils ont fait durant leurs années d'enseignement; et finalement,
- 5) vivre avec un sentiment de perte quant à leur compétence dans une discipline donnée. Pour certains, comme ce n'est pas un facteur entièrement rationnel, on ne devrait pas s'en préoccuper. Nous croyons au contraire que si les enseignants pensent qu'ils

doivent mettre de côté plusieurs années d'expérience d'enseignement, ils vivront ce changement comme un échec et non comme une nouvelle expérience.

CONCLUSION

Depuis quelques années, nous assistons à un recadrage dans les priorités éducatives autant, ici, au Québec qu'à travers le monde. Des curriculums centrés sur le développement de connaissances, on est passé peu à peu au développement de savoir-faire. Mais, maintenant, il semble de plus en plus évident que ce savoir-faire doit sortir de l'école, et ce, pour permettre une réelle action sociopolitique. Ce changement majeur dans les finalités prioritaires de l'enseignement des sciences, visant une démocratisation du savoir scientifique, ne s'observe pas seulement au Québec, mais aussi dans plusieurs pays. Parallèlement, de nouveaux paradigmes traitant de l'apprentissage ont mis en évidence l'importance du contexte autant en ce qui concerne la motivation des élèves que l'apprentissage ou la mobilisation ultérieure de leurs savoirs et de leurs savoir-faire. Ces modifications importantes nécessitent des situations d'apprentissage innovatrices et une remise en question des rôles accordés autant à l'école, à l'enseignant qu'aux élèves. L'apprentissage découpé artificiellement en disciplines scolaires doit être revu, compte tenu des problématiques complexes à l'étude; une intégration des matières semble plus prometteuse pour développer des compétences d'action. Tous ces facteurs ont permis de donner un nouveau sens au concept de culture scientifique et technologique; il impliquerait

- 1) des savoirs scientifiques réappropriés de façon « critique » selon les buts poursuivis;
- 2) un enseignement des sciences plus égalitaire et émancipateur;
- 3) des élèves ayant développé un jugement critique à l'égard des divers enjeux, car plus informés et plus engagés;
- 4) une émancipation des citoyens par rapport aux experts scientifiques.

Tous ces facteurs contribuent à justifier, du moins pour les gestionnaires, des changements majeurs dans les curriculums et donc dans les tâches éventuelles des enseignants. Nous avons tenté d'esquisser brièvement les aspects à prendre en considération, autant les défis que les contraintes, qui attendent les enseignants, s'ils veulent réussir ce changement crucial dans leur paradigme d'enseignement. L'intégration curriculaire est un des moyens mis à leur disposition; comme c'est loin d'être

une recette miracle à suivre aveuglément, ils devront mobiliser diverses ressources pour arriver à bon port. Si l'on s'attarde à essayer de bien comprendre l'essentiel du nouveau programme, c'est qu'il faut changer ses finalités et non seulement les moyens mis en œuvre : cela ne veut pas dire faire la même chose de façon différente, mais plutôt faire quelque chose de différent, ce qui est loin d'être facile à réaliser. Quels seront les outils dont les enseignants disposeront ? Quelle sera l'aide apportée ?

BIBLIOGRAPHIE

- Aikenhead, G.S. (1981). *L'enseignement des sciences dans une perspective sociale*, Ottawa, Conseil des sciences du Canada.
- Aikenhead, G.S. (1984). *Scientific Decision Making. Unit 1 : Science, a Way of Knowing*, Saskatoon, University of Saskatoon, Department of Curriculum Studies.
- American Association for the Advancement of Science (1993a). *Designs for Science Literacy, Project 2061*, New York, Oxford University Press.
- American Association for the Advancement of Science (1993b). *Science for All Americans, Project 2061*, New York, Oxford University Press.
- Beane, J.A. (1997). *Curriculum Integration : Designing the Core of Democratic Education*, New York, Teacher's College Press.
- Beckers, J. (2002). *Développer et évaluer des compétences à l'école : vers plus d'efficacité et d'équité*, Bruxelles, Éditions Labor.
- Cartier, M. (2001). « Les inforoutes et l'éducation, mythes et réalités », dans M. Kaszap, D. Jeffrey et G. Lemire (dir.), *Exploration d'Internet, recherches en éducation et rôles des professionnels de l'enseignement*, Québec, Presses de l'Université Laval, p. 9-59.
- Conseil de la science et de la technologie (2002). *La culture scientifique et technique au Québec : bilan*, Québec, Gouvernement du Québec.
- Conseil supérieur de l'éducation du Québec, (2002c). *Rapport annuel sur l'état et les besoins de l'éducation 2001-2002. La gouverne de l'éducation : priorités pour les prochaines années*, Québec, Gouvernement du Québec.
- Fourez, G. (dir.) (1994). *Alphabétisation scientifique et technique : essai sur les finalités de l'enseignement des sciences*, Bruxelles, De Boeck Université.
- Fourez, G. (2002). *La construction des sciences*, 2^e version revue et augmentée, Bruxelles, De Boeck Université.
- Fourez, G., V. Englebert-Leconte et P. Mathy (1997). *Nos savoirs sur nos savoirs. Un lexique d'épistémologie pour l'enseignement*, Bruxelles/Paris, De Boeck Université.
- Fourez, G., A. Maingain et B. Dufour (2002). *Approches didactiques de l'interdisciplinarité*, Bruxelles, De Boeck Université.

- Godin, B. (1999). *Les usages sociaux de la culture scientifique*, Québec, Presses de l'Université Laval.
- Guilbert, L. (1990). «La pensée critique en science: présentation d'un modèle iconique en vue d'une définition opérationnelle», *Journal of Educational Thought*, 24(3), p. 195-218.
- Guilbert, L. (1998). «Étude de cas et réflexivité: vers le développement d'un savoir stratégique», dans L. Lafortune, P. Mongeau et R. Pallascio (dir.), *Métacognition et compétences réflexives*, Montréal, Éditions Logiques, p. 371-388.
- Guilbert, L. (2003). «L'alphabétisation technoscientifique dans le cadre de la Réforme des programmes de sciences et de technologie: défis et contraintes», XX^e Congrès de l'Association internationale de pédagogie universitaire (AIPU), Sherbrooke, 28 mai.
- Guilbert, L. et L. Roy (1999). *Prise de décision sur des thèmes scientifico-techniques. Guide d'accompagnement de la vidéo 2*, Québec, Université Laval.
- Guilbert, L., L. Ouellet et S. Descôteaux (2003). «L'apprentissage par problèmes: une approche différenciée d'inspiration féministe», dans L. Lafortune et C. Solar (dir.), *Femmes, maths, sciences et technos*, Québec, Presses de l'Université du Québec, p. 184-204.
- Hodson, D. (1998). *Teaching and Learning Science. Towards a Personalized Approach*, Philadelphia, Open University Press.
- Jenkins, E.W. (2002). «Linking school science education with action», dans W.-M. Roth et J. Désautels (dir.), *Science Education as/for Sociopolitical Action*, New York, Peter Lang Publishing, p. 17-34.
- Jonnaert, Ph. et C. Vander Borght (dir.) (1999). *Créer des conditions d'apprentissage: un cadre de référence socioconstructiviste pour une formation didactique des enseignants*, Bruxelles, De Boeck Université.
- Larochelle, M. et J. Désautels (1992). *Autour de l'idée de science. Itinéraires cognitifs d'étudiants et d'étudiantes*, Québec, Presses de l'Université Laval.
- Layton, D. (1994). «STS in the school curriculum: A movement overtaken by history?», dans J. Solomon et G. Aikenhead (dir.), *STS Education International Perspectives on Reform*, New York, Teachers College Press, p. 32-46.
- Layton, D., E. Jenkins, S. Macgill et A. Davey (1993). *Inarticulate Science? Perspectives on the Public Understanding of Science and Some Implications for Science Education*, Nafferton, Studies in Education Limited.
- Mathy, P. (1997). *Donner du sens aux cours de sciences. Des outils pour la formation éthique et épistémologique des enseignants*, Paris, Bruxelles, De Boeck Université.
- Ministère de l'Éducation du Québec (2004). *Programme de formation de l'école québécoise. Enseignement secondaire premier cycle*, Québec, Gouvernement du Québec.

- Niedderer, H. et H. Schecker (1991). «Towards an explicit description of cognitive systems for research in physics learning», dans R. Duit, F. Goldberg et H. Niedderer (dir.), *Research in Physics Learning: Theoretical Issues and Empirical Studies / Proceedings of an International Workshop Held at the University of Bremen*, 4-8 mars 1991, Kiel, Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel.
- Perrenoud, Ph. (2002). «D'une métaphore à l'autre: transférer ou mobiliser ses connaissances?», dans J. Dolz et E. Ollagnier (dir.), *L'énigme de la compétence en éducation*, Bruxelles, De Boeck Université, p. 45-60.
- Rocher, G. (1968). *Introduction à la sociologie générale: l'action sociale*, Paris, HMH.
- Roth, W.-M. et J. Désautels (2002). «Science education as/for sociopolitical action: Charting the landscape», dans W.-M. Roth et J. Désautels (dir.), *Science Education as/for Sociopolitical Action*, New York, Peter Lang Publishing, p. 1-16.
- Strike, K.A. et G.J. Posner (1985). «A conceptual change view of learning and understanding», dans L.H.T. West et A.L. Pines (dir.), *Cognitive Structure and Conceptual Change*, New York, Academic Press, p. 211-231.
- Sjøberg, S. et E. Kallerud (1997). *Science, Technology, and Citizenship: The Public Understanding of Science and Technology in Science Education and Research Policy*, Oslo, NIFU, Norsk institutt for studier av forskning og utdanning.
- Vygotski, L.S. (1934/1997). *Pensée et langage*, Paris, La Dispute.

CHAPITRE

2

La part de l'école dans le développement d'une culture scientifique et technique

Lise Santerre

*Conseil de la science et de la technologie du Québec
lise.santerre@mdeie.gouv.qc.ca*

RÉSUMÉ

L'auteure rappelle les grandes lignes des travaux que le Conseil de la science et de la technologie (CST, 2004, 2003, 2002a, 2002b, 1998, 1994) a mené ces dernières années sur la culture scientifique et technique, en insistant sur la part que prend l'institution scolaire dans le développement de cette culture. Autrefois imperméables l'un à l'autre, l'enseignement des sciences et de la technologie et le monde de la culture scientifique et technique – plus proche parent des milieux culturels et de ceux de l'éducation populaire – viennent aujourd'hui à la rencontre l'un de l'autre.

La réforme du curriculum au primaire et au secondaire offre une occasion unique de transformer les approches et les pratiques. Dans ce contexte, les réalisations produites dans le domaine de la culture scientifique et technique depuis vingt ans pourraient apporter une contribution originale aux changements prescrits en matière d'enseignement scientifique et technologique.

À la fin des années 1980, la problématique de la culture scientifique et technique excluait la question de l'enseignement des sciences et de la technologie. Le Conseil de la science et de la technologie (CST) définissait alors la culture scientifique et technique comme l'ensemble des activités d'animation et de vulgarisation liées au mode de diffusion informel, qui étaient donc organisées en dehors du cadre de l'enseignement formel (Gagnon et Morin, 1986).

À mesure que la réflexion s'est développée sur la culture scientifique et technique, le rôle de l'école a été progressivement pris en compte, au point de devenir central à l'heure actuelle. De son côté, l'institution scolaire a eu tendance à élargir le spectre de l'enseignement des sciences et de la technologie, autrefois plus strictement centré sur les concepts et les équations, pour le rendre plus ouvert aux liens entre les sciences, la technologie et la société.

L'école et le monde de la culture scientifique et technique finissent donc aujourd'hui par se rejoindre et ce chapitre porte sur cette rencontre.

1. LES GRANDES LIGNES DU BILAN DE LA CULTURE SCIENTIFIQUE

Le CST (2002a) a publié un rapport intitulé *La culture scientifique et technique au Québec: Bilan*. Un second rapport, intitulé *Enquête sur la culture scientifique et technique des Québécoises et des Québécois* (CST, 2002b) et lancé au même moment, présente les résultats d'un sondage mené auprès de 1 600 personnes âgées de 15 ans et plus. Cette enquête avait pour objectif de mieux connaître les attitudes, les connaissances et les comportements de la population à l'égard des sciences et de la technologie.

Ce bilan (CST, 2002a) s'appuie sur une définition très large de la culture scientifique et technique qui permet de prendre en considération ses dimensions individuelle et sociale. Ainsi, la culture scientifique et technique est présentée comme la capacité d'appropriation individuelle et collective d'un ensemble de connaissances et de compétences en sciences et technologie. Elle correspond également à l'exercice du jugement critique par rapport à la réalité des sciences et de la technologie, à leurs méthodes, à leurs incidences et aux enjeux qu'elles soulèvent.

Ce rapport (CST, 2002a) retrace tout d'abord le chemin parcouru par la société québécoise au cours des vingt dernières années. Il montre que le dynamisme des différents milieux, l'originalité et la diversité du matériel

produit et des approches mises en œuvre, l'ouverture aux influences externes et la somme des énergies investies ont permis de hisser le Québec au rang des sociétés de référence.

On constate cependant que les enjeux fondamentaux qui se dessinent à court terme exigent des efforts supplémentaires en matière de développement et de partage des savoirs, et en particulier des savoirs à caractère scientifique et technologique. L'appropriation collective des sciences et de la technologie est un facteur qui détermine le positionnement d'une nation sur la scène mondiale, sa richesse collective et le niveau de bien-être de sa population.

L'appropriation individuelle, pour sa part, est aujourd'hui une condition de participation pleine et entière de chaque citoyen à la société, sur les plans économique et social. Les connaissances et les compétences en sciences et technologie sont plus que jamais des clés d'accès aux emplois pour lesquels les exigences, en termes de qualification, tendent à augmenter. Ces connaissances et ces compétences deviennent une composante essentielle de la culture de l'honnête homme et de l'honnête femme du XXI^e siècle qui veulent comprendre l'univers qui les entoure dans toute sa complexité et développer une capacité d'autonomie dans la conduite de leur vie, que ce soit en matière de consommation, d'éducation, de santé, etc. Elles sont également essentielles aux citoyens appelés à prendre une part de plus en plus active aux débats sur les choix de société en sciences et technologie.

Après avoir mesuré le degré d'appropriation individuelle et collective des sciences et de la technologie au Québec, le Bilan (CST, 2002a) brosse un portrait de l'offre des produits et des services, et présente quelques données sur les pratiques en culture scientifique et technique. Il passe en revue les divers secteurs d'intervention que sont le loisir scientifique, la muséologie, l'animation, les médias, le tourisme, etc. Ce portrait de situation accorde une place de premier ordre à l'école, un acteur central du développement de la culture scientifique et technique.

En conclusion de ce bilan (CST, 2002a), le Conseil retient cinq orientations générales pour hausser le niveau de culture scientifique et technique. Ces orientations sont les suivantes :

- Poursuivre et renforcer le soutien nécessaire au développement de la culture scientifique et technique suivant les objectifs visés (sensibilisation de la population, promotion des carrières, participation élargie aux débats de société, etc.);

- Démocratiser la culture scientifique et technique: élévation du niveau de culture scientifique dans la population et tentatives pour rejoindre certains groupes cibles;
- Accroître l'engagement concerté des partenaires de différents secteurs, dont ceux de l'éducation et les intervenants régionaux;
- Accroître et améliorer le dialogue entre les scientifiques et la population;
- Approfondir les connaissances sur la culture scientifique et technique.

À la suite de la publication de son bilan (CST, 2002a), le Conseil de la science et de la technologie (2002b) a mené une consultation auprès de divers milieux concernés par la culture scientifique et technique: le milieu de l'éducation, les milieux gouvernementaux, les milieux scientifiques, le milieu associatif et celui de la médiation en sciences et technologie. En tout, environ 200 personnes ont eu l'occasion de se prononcer. La démarche de consultation avait pour objectif de valider la justesse de l'état de la situation et des besoins reconnus par le CST (2002b) en matière de culture scientifique et technique. Elle visait également à susciter des commentaires sur les orientations et sur les pistes d'action proposées.

Deux grands thèmes ont particulièrement retenu l'attention des participants lors des rencontres: les liens entre les scientifiques et la population, et la place des sciences et de la technologie dans l'enseignement. Concernant ce second point, les propos recueillis ont porté sur les contenus enseignés, les effets des changements attendus sur les pratiques d'enseignement et sur la formation des enseignants, de même que sur les liens entre l'école et les intervenants en culture scientifique et technique.

Le Conseil (CST, 2003) a publié une synthèse de cette consultation qui fait état des principales réactions, des opinions exprimées, des suggestions et des lacunes relevées.

2. LE RAPPORT DE CONJONCTURE DU CONSEIL DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNOLOGIE

Sur la base de ces précédents travaux, le CST (2004) a publié son rapport de conjoncture *La culture scientifique et technique. Une interface entre les sciences, la technologie et la société*. À la différence du Bilan (CST, 2002a), ce rapport formule des recommandations à divers interlocuteurs afin de rehausser

le niveau de culture scientifique et technique dans la population. L'une de ces recommandations s'adresse au ministre de l'Éducation pour lui demander de:

- Renforcer l'acquisition des connaissances et des compétences en sciences et technologie tout au long de la formation des jeunes, du préscolaire au collégial, sans égard à leurs choix professionnels futurs;
- Renforcer l'apport des sciences et de la technologie dans le nouveau programme de la formation générale de base des adultes actuellement en préparation, de manière que les clientèles, en particulier les jeunes adultes, puissent acquérir les connaissances et les compétences nécessaires aux différents rôles qu'ils sont appelés à jouer dans la société: ceux de parent, de travailleur, de citoyen, etc.

Dans les sections suivantes, nous reprenons essentiellement le contenu du Bilan (CST, 2002a) et du Rapport de conjoncture (CST, 2004) sur le rôle de l'école en culture scientifique et technique, les commentaires exprimés sur ce thème par les participants à la consultation ainsi que les constats sur lesquels cette recommandation prend appui.

3. L'ÉCOLE, UN ACTEUR CENTRAL

L'école est reconnue aujourd'hui comme le premier lieu de démocratisation de la culture scientifique. Le Bilan (CST, 2002a) met en évidence cette prépondérance de l'institution scolaire et les participants à la consultation ont été unanimes à ce propos. L'école prépare les futurs scientifiques et technologues, mais elle a d'abord pour mission d'offrir une formation générale à l'ensemble des citoyens, appelés à vivre dans une société où les sciences et la technologie prennent de plus en plus de place.

Depuis plusieurs années, de nombreuses critiques ont été adressées à l'enseignement des sciences et de la technologie (Association francophone pour le savoir, 2000; Commission des programmes d'études, 1998; Conseil de la science et de la technologie, 1994; Garnier, Vincent, Marinacci, Grandtner, Gigling, Lambert, Foisy, Gingras, Sévigny et Séguin, 2000; Godin, 1994). Ces critiques ne sont pas nécessairement propres au Québec (CORDIS Nouvelles RDT/Communautés européennes, 2002; Ourisson, 2002; Porchet, 2002; Robert, 2002). Elles mettent notamment en cause les manières d'enseigner, la rareté des ressources financières disponibles, les lacunes dans la préparation des enseignants, l'inadéquation du matériel pédagogique et le manque de soutien de la part des parents.

L'école entretiendrait une image positiviste des sciences au lieu de les présenter comme une démarche imaginative, réflexive et interrogative. Les enseignants privilégieraient la précision et la production de la « bonne réponse » au détriment du processus d'investigation et d'une vision critique des sciences. Le curriculum accorderait peu ou pas de place aux dimensions philosophique, historique, sociale et morale des sciences. Les manuels feraient surtout appel à la mémoire, tandis que les laboratoires et les micro-ordinateurs seraient sous-utilisés ou utilisés de manière inadéquate.

Enfin, on dénonce le peu de place qui a été réservée, dans les faits, à ces enseignements au primaire, les sciences y étant considérées comme une discipline secondaire (Hasni, 2002; Lenoir, Larose, Grenon et Hasni, 2000). Parmi les critiques formulées au cours des rencontres de consultation, certaines se sont révélées très sévères, ajoutant que l'enseignement, tel qu'il est dispensé au secondaire, décourage les jeunes et tue dans l'œuf tout intérêt pour les sciences.

Pourtant, comme il apparaît dans le Bilan (CST, 2002a), lorsqu'on examine les résultats des jeunes Québécois en sciences et technologie, aussi bien leur classement aux tests canadiens et internationaux que leurs taux de réussite aux épreuves uniques du ministère de l'Éducation, on constate que l'école réussit à former des élèves performants. De plus, selon le sondage mené par le CST (2002b, p. 179-180), les jeunes de 15 à 19 ans qui utilisent plusieurs médias pour s'informer sur les questions de sciences et de technologie sont les plus nombreux à dire que c'est l'école qui a éveillé leur intérêt pour les sciences (83,0%), bien avant les médias (62,8%) et la famille (46,3%).

Une ombre apparaît au tableau, cependant: même s'ils réussissent bien à l'école, les jeunes sont plus nombreux au Québec qu'ailleurs au Canada et dans le monde à déclarer ne pas aimer étudier ces disciplines et ne pas vouloir travailler dans ces domaines plus tard. Toujours selon l'enquête sur la culture scientifique et technique, 29,7% des répondants âgés de 15 à 19 ans affirment ne pas être intéressés par les sciences et la technologie. C'est la part la plus élevée de toutes les tranches d'âge de moins de 55 ans (CST, 2002b, p. 138). Bref, il semble bien que performance scolaire et intérêt n'aillent pas nécessairement de pair.

4. LA RÉFORME DU CURRICULUM

La réforme du curriculum en cours au primaire et au secondaire vise à corriger certaines des faiblesses relevées. Bien qu'elle suscite des inquiétudes, en particulier en ce qui a trait à la diminution du temps consacré à

l'apprentissage des sciences et de la technologie (CST, 1998), cette réforme comporte d'intéressantes possibilités de renforcer l'enseignement de ces matières dont il faut savoir tirer parti (CST, 2004).

Pour les personnes rencontrées lors de la consultation, la réforme offre une occasion unique de revoir les contenus, d'améliorer les pratiques d'enseignement et d'ajuster la formation des maîtres en conséquence. On insiste pour dire qu'il est essentiel d'apporter un appui à cette réforme en soutenant les initiatives à la base, en assurant un suivi de sa mise en œuvre et en procédant à une évaluation de ses retombées. Aussi, dans son Rapport de conjoncture, le Conseil (CST, 2004, p. 67) a-t-il recommandé au ministre de l'Éducation de « donner aux commissions scolaires et aux écoles les ressources suffisantes pour soutenir les initiatives innovantes en sciences et technologie qui s'organisent sur le terrain ».

Entre autres choses, la réforme met l'accent sur l'interdisciplinarité. Si cette intégration des matières devient effective, elle pourrait compenser la réduction du temps d'enseignement, du moins au primaire, et permettre aux élèves de mieux comprendre les liens entre les disciplines. La réforme préconise l'approche par projets, fondée sur une démarche d'investigation plutôt que sur la mémorisation, une approche susceptible d'intéresser et de motiver les élèves. Les enfants sont appelés à se familiariser progressivement avec les langages et les méthodes propres aux sciences et à la technologie tout en découvrant les liens que celles-ci entretiennent avec l'univers social et culturel, ce qui devrait rendre les apprentissages plus signifiants.

Au secondaire, l'objectif général du domaine de la mathématique, des sciences et de la technologie est de permettre à l'élève de se représenter et de comprendre le monde dans lequel il vit en ayant recours aux outils qui sont propres à ces disciplines. Il s'agit de développer l'intérêt des élèves pour les sciences et la technologie, et de les amener à acquérir une culture scientifique et technologique de base qui soit pertinente, peu importe leur cheminement scolaire.

Plusieurs participants à la consultation menée par le Conseil (CST, 2002b) sont d'accord pour affirmer que le rôle de l'école est d'abord d'intéresser les jeunes aux sciences et à la technologie. Il importe, à leur avis, de transmettre à tous les élèves du secondaire un bagage minimal de connaissances qui leur permettront de jouer correctement leur rôle de citoyen, plutôt que de mettre l'accent sur la préparation des plus performants d'entre eux à une carrière en sciences et technologie.

C'est la perspective que le Conseil (CST, 2004) a adoptée dans son Rapport de conjoncture, une perspective qui a des incidences à la fois sur la place des sciences et de la technologie dans les programmes, sur les contenus d'enseignement, les manières d'enseigner et la formation des enseignants.

4.1. QUELLE PLACE POUR LES SCIENCES ET LA TECHNOLOGIE ?

Le fait de concevoir les sciences et la technologie comme des composantes de la culture générale a d'abord une incidence sur la place qu'occupent ces disciplines dans les programmes d'études. Parmi les intervenants consultés, certains souhaiteraient que les heures d'enseignement consacrées à ces matières soient plus nombreuses et d'autres voudraient qu'elles deviennent des disciplines obligatoires, à partir du primaire jusqu'à la fin du collégial.

Outre la recommandation au ministre de l'Éducation, du Loisir et du Sport concernant le renforcement de l'enseignement des sciences et de la technologie tout au long de la formation des jeunes, le CST (2004) insiste dans son Rapport de conjoncture pour que ces disciplines occupent au mieux l'espace disponible à l'école afin que la réforme puisse donner sa pleine mesure et qu'elle prépare efficacement les jeunes. C'est pourquoi il propose que les sciences et la technologie soient prises en compte non seulement au moyen de l'intégration des matières, mais qu'elles aient également la place qui leur revient dans les activités parascolaires, les sorties éducatives, les projets école, la lecture, les services de garde, à la bibliothèque, etc.

Plusieurs des personnes consultées approuvent l'offre d'un certain éventail de cours optionnels au deuxième cycle du secondaire, mais à la condition que cette mesure ne compromette pas le cheminement scolaire des étudiants au cégep et à l'université. Par ailleurs, on enregistre chez ces personnes un certain désaccord avec le maintien d'un très haut niveau d'exigences comme mode de sélection des élèves admis aux programmes collégiaux de sciences.

Dans l'ensemble, il émerge de cette consultation une nette préférence pour une formation générale en sciences et technologie accessible à tous, plutôt qu'une formation plus spécifique pour un nombre restreint d'élèves. Les interlocuteurs du Conseil conviennent que la stimulation de l'intérêt pour ces matières dès le plus jeune âge aura nécessairement une influence sur la propension de jeunes plus nombreux à choisir plus tard une carrière scientifique ou technologique, ces deux dimensions étant liées.

En effet, si l'on met l'accent sur l'enseignement des sciences et de la technologie dès les premières années, et tout au long du parcours scolaire, c'est un message clair de valorisation de ces disciplines qu'on adresse aux jeunes, à leurs parents et à la population en général. Comme la scolarité tend à s'allonger pour répondre aux exigences plus grandes du marché du travail, en matière de connaissances et de compétences, et dans la mesure où les sciences et la technologie prennent de plus en plus de place dans nos vies, le Conseil est d'avis qu'il serait logique d'aller vers l'intégration de cours obligatoires en sciences et technologie, tout au long du cheminement scolaire des jeunes, au préscolaire, au primaire, au secondaire et au collégial.

4.2. LES CONTENUS D'ENSEIGNEMENT EN SCIENCES ET TECHNOLOGIE

La volonté d'amener tous les élèves à acquérir «[...] une culture scientifique et technologique de base qui favorise leur intégration à la société» et «[...] qui soit accessible à tous» (MEQ, 2004, p. 268) pose également la question des contenus d'enseignement.

Selon les personnes consultées, l'enseignement ne doit pas se limiter aux contenus disciplinaires, même s'ils sont intégrés. Cet enseignement devrait aussi traiter des perspectives sociale, historique et éthique, tout en cherchant à faire des liens avec l'environnement immédiat et la vie quotidienne des jeunes. À cet égard, elles ont souligné l'importance d'inscrire la culture scientifique et technique dans le mouvement de conscientisation face au développement durable et à la consommation responsable, ce qui offre des ancrages fort intéressants pour traiter de sciences et de technologie.

Des propositions ont été faites pour que l'enseignement des sciences et de la technologie cherche à décroiser les différentes disciplines, mais sans négliger pour autant ce qui les distingue. Cette approche devrait permettre, par la même occasion, de bien établir les différences entre les méthodes propres aux sciences et les démarches qui caractérisent les pseudo-sciences qui sont si séduisantes aux yeux des jeunes. Pour amener ceux-ci à faire la part des choses, les enseignants doivent les aider à discriminer les croyances des connaissances produites selon des méthodes objectives et à juger de la justesse des sources d'information.

5. LA FORMATION DES ENSEIGNANTS

Pour mener à bien la réforme de l'éducation au primaire et au secondaire, il importe de transformer les manières de faire en adoptant des approches pédagogiques innovatrices, fondées sur la découverte et l'expérimentation. Ces changements auront inévitablement des répercussions sur la formation initiale et continue des enseignants. Les programmes doivent être revus de manière qu'ils soient préparés à adopter de nouvelles stratégies pédagogiques et qu'ils possèdent une excellente maîtrise des contenus. Les participants à la consultation sur la culture scientifique ont été nombreux à constater que la formation des enseignants en sciences est nettement insuffisante à l'heure actuelle. Aussi le Conseil (CST, 2004) recommande-t-il, dans son Rapport de conjoncture, que le ministre de l'Éducation, du Loisir et du Sport veille :

- à ce qu'ils reçoivent une formation disciplinaire nettement plus étoffée;
- à ce que leur formation insiste davantage sur les approches pédagogiques appropriées à ces disciplines, des approches plus stimulantes et plus efficaces.

Pour plusieurs participants à la consultation du Conseil, la formation est une condition extrêmement importante, voire la principale condition du succès de la réforme. À leur avis, les enseignants du préscolaire et du primaire n'ont pas, effectivement, une préparation adéquate en sciences. Leur culture scientifique et technique personnelle est déficiente et, comme beaucoup, ils ne démontrent pas un très grand intérêt pour ces questions. Certaines suggestions ont été formulées à l'occasion de cette consultation à l'effet, par exemple, d'ajouter des heures supplémentaires de sciences et de technologie à leur formation initiale ou de faire des cours de sciences au collégial une condition préalable à leur admission en formation des maîtres.

Du côté des enseignants du secondaire, on relève la nécessité d'une formation disciplinaire plus consistante, mais aussi d'une meilleure formation « pratique ». À ce propos, les participants ont suggéré d'accorder une attention particulière aux savoirs d'expérience qu'il importe de mieux documenter afin de pouvoir les diffuser auprès des étudiants et des autres enseignants.

Puisque la réforme suppose davantage de travail en équipe, on pense également que les enseignants, au primaire comme au secondaire, devraient recevoir une meilleure formation en gestion de projets adaptée à un enseignement par cycle, interdisciplinaire, faisant appel à

des intervenants extérieurs et ayant recours plus systématiquement aux technologies de l'information et de la communication. Il n'est pas évident, en effet, que la préparation des enseignants développe chez eux l'ensemble des compétences nécessaires pour accomplir le travail de symbiose que suppose la conduite de projets : entre la gestion de classe, la maîtrise des outils et des méthodes de travail, la planification et la coordination des tâches.

Outre une solide formation, les enseignants ont besoin de matériel et d'outils pédagogiques appropriés pour développer et mettre en œuvre des pratiques pédagogiques qui soient plus ouvertes et plus contextualisées. En sciences et technologie, plus encore que dans d'autres disciplines, la rapidité des développements est fulgurante, si bien qu'il leur faut rester au courant des avancées dans ces domaines. Par conséquent, ils ont aussi des compétences à acquérir en matière de démarche de recherche et de traitement de l'information. Si la formation des maîtres prévoit la prise en charge des outils informatiques, il n'est pas certain qu'elle insiste suffisamment sur la mise à jour de leurs connaissances dans les disciplines scientifiques et technologiques.

6. LES LIENS ENTRE L'ÉCOLE ET LES INTERVENANTS DU MILIEU DE LA CULTURE SCIENTIFIQUE

La réforme conférant davantage d'autonomie à l'école, celle-ci est appelée à s'ouvrir davantage sur la communauté. Cette ouverture ne va pas toujours de soi et impose, là encore, une révision des modèles de fonctionnement des établissements et des manières de travailler des enseignants. Le développement de la culture scientifique est le résultat du travail de nombreux intervenants. À l'école, on peut compter non seulement sur les enseignants, mais aussi sur tout un ensemble d'acteurs et de ressources, dont les conseillers en orientation, le personnel technique responsable des laboratoires et des manipulations, les bibliothèques scolaires, les services de garde, les commissions scolaires et les conseils d'établissement.

La culture scientifique est également l'affaire des intervenants à l'extérieur de l'école : les milieux scientifiques, les responsables des équipements à caractère scientifique, les représentants de différents paliers de gouvernement et les établissements d'enseignement supérieur et centres de recherche. Certains d'entre eux ont d'ailleurs conçu des outils permettant de bien faire comprendre la nature réelle du travail scientifique, notamment dans le cadre des activités d'orientation scolaire et professionnelle

(stages en laboratoire) offertes aux jeunes du secondaire. En outre, il faut compter sur la collaboration de plusieurs groupes associatifs qui ont mis au point des programmes d'éducation populaire (Équiterre, Vivre en ville, etc.) et sur celle des organismes de culture scientifique et technique. Ces organismes, entre 150 et 200, répartis dans toutes les régions du Québec, se sont donné pour mission de sensibiliser la population aux sciences et à la technologie, et d'en favoriser l'appropriation par le grand public.

Étant donné l'ouverture préconisée par la réforme, le rapport de conjoncture du Conseil de la science et de la technologie (2004) recommande au ministre de l'Éducation de :

- Soutenir la collaboration entre les acteurs du réseau de l'éducation et les partenaires du milieu afin que les sciences et la technologie occupent au mieux l'espace disponible dans l'ensemble des activités de l'école, en s'assurant que le personnel dispose pour cela du temps et des moyens nécessaires tels que 1) la médiation documentaire ; 2) les lieux d'expérimentation ; 3) les réalisations en culture scientifique et technique, etc.

Au cours des rencontres de consultation sur la culture scientifique et technique, les participants ont exprimé le souhait que les réalisations produites par le milieu de la culture scientifique et technique soient plus exploitées à l'école. À leur sens, nous sommes mûrs pour laisser entrer ce matériel dans les classes. Les produits et les services de culture scientifique et technique ne sont pas « normés » ; ils n'arborent pas le label officiel du ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport, mais ils ont été réalisés par des acteurs compétents, la plupart du temps suivant des règles définies par les programmes publics de soutien qui ont permis de financer leur développement.

Ces produits sont souvent régionaux et donc susceptibles de refléter les particularités locales. Ils touchent différentes disciplines et sont diversifiés dans leurs approches et les modes d'apprentissage qu'ils commandent : l'intuition, l'affectivité, l'émotion, l'approche analytique, la démarche inductive, l'expérimentation, etc. Ils correspondent à tout l'éventail des capacités cognitives des individus et maximisent ainsi la possibilité de rejoindre des clientèles très hétérogènes, y compris celles qui se montrent plus réfractaires aux modes traditionnels d'apprentissage.

Les actions en culture scientifique empruntent des canaux de diffusion et recourent à des soutiens de toutes sortes. Les productions peuvent être soit traditionnelles, soit franchement innovatrices : expositions, sites Internet, bulletins d'information, émissions de télévision, mallettes pédagogiques, capsules radiophoniques, stages d'initiation à la technologie, concours en art et en sciences, sentiers de vulgarisation, débats publics,

jeux de société, muséobus, modules illustrant des concepts scientifiques, planétariums gonflables, pièces de théâtre, cartes postales, etc. Très souvent, le matériel est conçu ou adapté en fonction des objectifs des programmes scolaires. C'est le cas, par exemple, des programmes éducatifs des institutions muséales.

Certaines ressources en culture scientifique et technique sont largement diffusées. Qu'on pense ici aux clubs de sciences, aux expo-sciences ou au magazine *Les Débrouillards*. Dans d'autres cas, leur apport possible demeure peu connu et parfois peu reconnu : difficulté d'accès à l'école, contraintes administratives, problèmes de validation des contenus ou d'ajustement aux attentes des enseignants qui ne participent pas nécessairement à leur production peuvent expliquer que les produits et services de culture scientifique soient encore sous-utilisés dans les écoles. À l'évidence, on observe avant tout un problème de diffusion et de mise en valeur auprès des enseignants.

Pour pallier ce manque, la Société pour la promotion de la science et de la technologie (SPST), en collaboration avec le ministère du Développement économique, de l'Innovation et de l'Exportation, et le Conseil régional de l'Île de Montréal, met à la disposition des enseignants, des bibliothécaires et des parents, une banque de données gratuite : Kaléidoscope¹. Ce répertoire, disponible sur Internet, comporte des références à près de 600 outils et services qui aideront ces intervenants à réaliser des activités originales en sciences et technologie avec les jeunes, partout au Québec.

Les produits et services des médiateurs en sciences et technologie offrent une voie de rapprochement entre le monde des sciences, telles qu'elles se pratiquent à l'heure actuelle, et le monde de l'éducation. Ce matériel constitue une source d'enrichissement des contenus et des contextes d'apprentissage. Il permet effectivement de concrétiser les approches, de diversifier les modes d'appréhension de la réalité, de décloisonner les disciplines, de rester en lien avec les développements scientifiques et technologiques contemporains extrêmement rapides, etc. En outre, il va dans le sens de la place grandissante qu'occupent, dans la vie des jeunes, les modes d'apprentissage informels que sont la télévision, Internet, les visites de musées et les activités de loisir.

Le Rapport de conjoncture (CST, 2004) indique que les produits et services de culture scientifique et technique sont un apport complémentaire important à l'enseignement formel. Au-delà de cette complémentarité,

1. <<http://www.spst.org/kaleidoscope>>.

le Conseil pense que ce matériel pourrait aussi avoir pour effet de modifier considérablement les manières d'enseigner dans le cadre des changements qui s'amorcent à l'école.

7. UN APPORT À LA FORMATION DES ENSEIGNANTS

En matière de formation initiale et continue, les réalisations en culture scientifique et technique peuvent offrir un soutien intéressant, sur un mode différent de celui de la formation traditionnelle, à laquelle il faut s'efforcer aujourd'hui de trouver des solutions de remplacement.

Plusieurs intervenants consultés ont fait des propositions en ce sens. On pense, notamment, que la réalisation de stages en laboratoire pour les étudiants en formation des maîtres au secondaire, comme les stages en classe, serait bénéfique. De même, pour diminuer les craintes que les futurs enseignants du primaire manifestent face aux sciences et les inviter à exploiter les ressources extérieures à l'école en culture scientifique et technique, il est suggéré de les faire participer, au cours de leur formation, à des activités hors classe comme la cueillette de champignons, l'observation des oiseaux ou la visite d'équipements scientifiques.

Il a également été proposé d'inciter les étudiants en formation des maîtres à organiser des activités parascolaires et extrascolaires de culture scientifique et technique à l'intention des élèves, de manière à les initier très tôt au travail de vulgarisation. Avec la réduction du nombre d'heures d'enseignement consacrées aux sciences et à la technologie, il se pourrait que ces activités connaissent une popularité croissante auprès des élèves et de leurs parents.

On s'aperçoit qu'à l'usage le recours aux ressources extérieures à l'école et la participation aux activités de vulgarisation permettent aux enseignants d'en apprendre autant que les élèves et de développer des intérêts nouveaux pour certaines thématiques. Habités qu'ils sont des partenariats et des alliances avec les intervenants d'horizons variés, les organismes qui œuvrent en médiation scientifique et technologique pourraient également être de bons conseillers en matière de gestion de projets.

CONCLUSION

Dans la mesure où les écoles et les enseignants font preuve d'une ouverture suffisante, les organismes de culture scientifique et technique pourraient jouer le rôle d'interface entre les enseignants et l'univers de la recherche, de l'enseignement supérieur et de l'entreprise privée à caractère scientifique et technologique. Dans le cadre de la refonte du curriculum, plusieurs voient l'importante contribution possible de ces intervenants qui, riches de l'expérience acquise depuis vingt ans hors des cadres scolaires, pourraient participer au renouvellement des approches et des pratiques d'enseignement. Toutefois, certains demeurent sceptiques à propos de la capacité d'ouverture de l'institution scolaire aux organismes du milieu de la culture scientifique et technique. Avec l'introduction des conseils d'établissement en 1998, les écoles jouissent désormais d'une plus grande marge de manœuvre. Comme on le sait, les sciences et la technologie sont considérées par plusieurs parents et enseignants comme des matières secondaires au primaire. En conséquence, on peut se demander si le pouvoir supplémentaire des conseils d'établissement n'aura pas pour effet de renforcer cette tendance. Si on place aujourd'hui l'école au cœur de la réflexion sur la culture scientifique et technique, on ne peut pas pour autant négliger la culture scientifique et technique des adultes, celle des citoyens qui participent aux groupes de la société civile, celle des décideurs, des parents et des enseignants eux-mêmes, une culture qui s'acquiert en grande partie en dehors de l'institution scolaire.

BIBLIOGRAPHIE

- Association francophone pour le savoir (2000). *Formation des enseignants en mathématiques et en sciences au primaire et au secondaire*, Avis, Montréal, <www.acfas.ca/maitres/index.html>. Consulté le 15 avril 2006.
- Commission des programmes d'études (1998). *L'enseignement des sciences et de la technologie dans le cadre de la réforme du curriculum du primaire et du secondaire*, Avis à la ministre de l'Éducation, Québec, Gouvernement du Québec.
- Conseil de la science et de la technologie (1994). *Miser sur le savoir. La culture scientifique et technologique*, Rapport de conjoncture 1994, Québec, Gouvernement du Québec.
- Conseil de la science et de la technologie (1998). *La science et la technologie à l'école*, Mémoire sur la science et la technologie dans la réforme du curriculum de l'enseignement primaire et secondaire, Québec, Gouvernement du Québec.

- Conseil de la science et de la technologie (2002a). *La culture scientifique et technique au Québec: Bilan*, Québec, Gouvernement du Québec, <<http://www.cst.gouv.qc.ca/html/publications.html>>. Consulté le 15 avril 2006.
- Conseil de la science et de la technologie (2002b). *Enquête sur la culture scientifique et technique des Québécoises et des Québécois*, Québec, Gouvernement du Québec, <<http://www.cst.gouv.qc.ca/html/publications.html>>. Consulté le 15 avril 2006.
- Conseil de la science et de la technologie (2003). *La culture scientifique et technique au Québec. Synthèse des consultations*, Québec, Gouvernement du Québec, <<http://www.cst.gouv.qc.ca/html/publications.html>>. Consulté le 15 avril 2006.
- Conseil de la science et de la technologie (2004). *La culture scientifique et technique. Une interface entre les sciences, la technologie et la société, Rapport de conjoncture*, Québec, Gouvernement du Québec, <<http://www.cst.gouv.qc.ca/html/publications.html>>. Consulté le 15 avril 2006.
- CORDIS Nouvelles RDT/communautés européennes (2002). *Selon un rapport, les cours de sciences du Royaume-Uni sont ennuyeux, manquent de crédits et disposent d'installations médiocres*, <<http://cordis.europa.eu/fr/>>. Consulté le 15 avril 2006.
- Gagnon, J.-M. et L. Morin (1986). *La diffusion de la culture scientifique et technique au Québec*, Conseil de la science et de la technologie, Québec, Gouvernement du Québec.
- Garnier, C., S. Vincent, L. Marinacci, A.-M. Grandtner, M. Gigling, I. Lambert, M. Foisy, Y. Gingras, J. Sévigny et S. Séguin (2000). *Systèmes de représentations sociales d'élèves du secondaire, de leurs parents et de leurs enseignants en science et technologie*, Rapport synthèse de recherche, Montréal, Centre interdisciplinaire de recherche sur l'apprentissage et le développement en éducation (CIRADE).
- Godin, B. (1994). *Le rôle de l'école dans la culture scientifique et technologique. Éléments de réflexion pour alimenter un débat épistémologique et social*, Rapport présenté au Conseil de la science et de la technologie, Québec, Gouvernement du Québec.
- Godin, B. (1999). *Les usages sociaux de la culture scientifique*, Québec, Presses de l'Université Laval.
- Hasni, A. (2002). «La culture scientifique et technologique à l'école: de quelle culture s'agit-il et quelles conditions mettre en place pour la développer?», Communication au colloque «Enseignement, culture et formation des maîtres», LXX^e Congrès de l'ACFAS, Québec, mai.
- Lenoir, Y., F. Larose, V. Grenon et A. Hasni (2000). «La stratification des matières scolaires chez les enseignants du primaire au Québec: évolution ou stabilité des représentations depuis 1981», *Revue des sciences de l'éducation*, XXVI(3), p. 483-514.

Ministère de l'Éducation du Québec (2004). *Programme de formation de l'école québécoise. Enseignement secondaire, premier cycle. Domaine de la mathématique, de la science et de la technologie*, Québec, Gouvernement du Québec, <www.meq.gouv.qc.ca>.

Ourisson, G. (2002). *Désaffection des étudiants pour les études scientifiques*, Rapport présenté au ministre de l'Éducation nationale, France, <<http://www.education.gouv.fr/rapport/ourisson/default.htm>>. Consulté le 15 avril 2006.

Porchet, M. (2002). *Les jeunes et les études scientifiques*, Rapport présenté au ministre de l'Éducation nationale, France, <www.education.gouv.fr/rapport/porchet.pdf>. Consulté le 15 avril 2006.

Robert, G. (2002). *Set for Success. The Supply of People with Science, Technology, Engineering and Mathematics Skills*, Royaume-Uni, <<http://www.hm-treasury.gov.uk/media/643/FB/ACF11FD.pdf>>. Consulté le 15 avril 2006.

Autre site Web

<<http://www.spst.org/kaleidoscope>>. Consulté le 15 avril 2006.

CHAPITRE

3

Pour une approche
plus critique du travail pratique
en science à l'école

Derek Hodson

*Ontario Institute for Studies in Education,
University of Toronto
dhodson@oise.utoronto.ca*

RÉSUMÉ

La plupart des éducateurs en sciences insistent fortement sur la nécessité pour les élèves de réaliser des travaux pratiques pour atteindre plusieurs objectifs sous-jacents à l'enseignement des sciences. Pourtant, les résultats des recherches montrent que les travaux pratiques ne favorisent que rarement la motivation et l'acquisition des apprentissages, des habiletés et des attitudes attendues. L'auteur considère que les résultats des recherches sont parfois déroutants et trompeurs, parce que les enseignants en sciences et les chercheurs ne font pas de distinction entre apprendre la science (l'acquisition des concepts scientifiques), apprendre à propos de la science (la compréhension de la nature de la science et des caractéristiques importantes de la communauté scientifique) et faire de la science (la pratique de l'investigation scientifique). L'auteur présente une discussion détaillée des pratiques, en fonction de cette distinction.

D'entrée de jeu, afin que l'on me comprenne bien, je veux préciser deux choses. En premier lieu, les termes utilisés dans ce chapitre et, en deuxième lieu, le contexte dans lequel s'inscrit mon argumentation. Comme bon nombre d'autres chercheurs qui s'appuient sur des fondements théoriques d'origine britannique, j'utilise l'expression « travail pratique » (*practical work*) pour désigner toute classe, tout laboratoire ou domaine d'activités qui requièrent l'utilisation d'appareils scientifiques, de produits chimiques, de spécimens biologiques ou de modèles scientifiques, que ce soit par les élèves ou par les enseignants. Les simulations informatiques et le travail en laboratoire assisté par ordinateur sont inclus dans cette définition. Bien que ces activités favorisent l'apprentissage, j'exclus de ma définition celles qui se résument à recourir à la fonction « couper et coller », au traitement de texte, à l'art dramatique et à la danse. Ma préoccupation de présenter cette définition est motivée par le besoin d'éviter la confusion qui est si souvent créée dans les écrits en sciences par l'utilisation des expressions travail en laboratoire (*laboratory work*), travail pratique et expérimentations de manière équivalente. Il est crucial de les distinguer puisque le travail pratique n'est pas toujours accompli en laboratoire et que tout travail en laboratoire n'est pas nécessairement expérimental.

S'agissant du contexte, je dois avouer que j'ai été formé dans une tradition où le travail pratique occupe une place importante et on peut difficilement concevoir que des enseignants planifient leurs cours sans introduire au moins une séquence de travail pratique. Dans d'autres pays, des enseignants luttent encore pour faire accepter le travail pratique comme un moyen valable d'enseigner et de faire apprendre la science. Il importe de souligner, sans toutefois s'en étonner outre mesure, que certains pays qui privilégient depuis longtemps le travail pratique – par exemple, le Royaume-Uni, la Norvège, la Suède, l'Australie et la Nouvelle-Zélande – génèrent des critiques sévères en ce qui concerne les fondements et la mise en application de ce genre d'activité. Cependant, il faut savoir que ces critiques ne visent pas toujours le travail pratique en soi, mais plutôt le genre de travail pratique choisi et son mode de réalisation. Considérées sous cet angle, les critiques peuvent être fort utiles à ceux qui tentent d'implanter le travail pratique comme moyen pour favoriser l'apprentissage; sans compter qu'elles peuvent aider à éviter certains pièges.

1. EXPLORER LES FONDEMENTS DU TRAVAIL PRATIQUE

Pour découvrir les raisons qui expliquent le recours au travail pratique par les enseignants, il suffit de les interroger : c'est là une stratégie qui permet d'obtenir un éventail de réponses. Comme on pouvait s'y attendre, bon nombre d'enseignants invoquent des arguments d'ordre cognitif (*cognitive arguments*), en mettant l'accent sur la compréhension conceptuelle ou procédurale. La compréhension conceptuelle est parfois exprimée dans ces termes : « ce qu'on voit et ce qu'on fait pour soi-même, on le comprend ; le travail pratique fournit un renforcement concret des idées abstraites ». Le deuxième argument cognitif, appelé la compréhension procédurale, renvoie à la compréhension de la nature de l'investigation scientifique, que les enseignants nomment communément méthodes scientifiques, et à l'apprentissage relatif à la planification et à la conduite des expérimentations. De plus, certains enseignants soutiennent que le travail pratique fournit aux élèves de l'expérience dans la résolution de problèmes et leur offre l'occasion d'exercer leur créativité. Nombreux sont les enseignants qui utilisent des arguments d'ordre affectif (*affective arguments*) pour justifier le recours au travail pratique. Ils affirment que les élèves l'apprécient parce que ce genre de travail les motive et éveille leur intérêt pour les sciences. On soutient en outre que le travail pratique favorise certaines attitudes et habitudes cognitives valables en soi et essentielles à la bonne pratique de la science, comme la minutie, l'ouverture d'esprit, la persévérance et la rigueur intellectuelle. Un autre argument invoqué est relié aux habiletés ; on soutient ainsi que le travail pratique développe à la fois les habiletés en laboratoire – utilisation appropriée et sécuritaire de l'équipement – et des habiletés liées à la procédure telles que l'observation, la mesure, la classification, la formulation d'hypothèses, etc. De plus, puisque le travail pratique s'accomplit ordinairement en petits groupes, il favorise le développement des habiletés sociales et interpersonnelles des élèves. Il y a enfin un ensemble d'arguments qui se rapportent à la gestion de classe (*class management arguments*), normalement exprimés en termes d'apport d'une variété de stimuli d'apprentissage ; c'est ce que les enseignants en Amérique du Nord appellent le comportement au travail (*on-task behaviour*). La recherche classique sur le rationnel du travail pratique revient à Kerr (1963) : dans son étude, basée sur un questionnaire, il a demandé aux enseignants de classer 10 objectifs que permettrait d'atteindre le travail pratique en science au secondaire. Le classement général obtenu figure entre parenthèses ci-dessous :

- Encourager l'observation attentive et la prise de notes méticuleuse (1) ;

- Promouvoir la pensée scientifique (4);
- Développer des habiletés dans la manipulation (5);
- Fournir une formation dans la résolution de problèmes (8);
- Préparer les élèves aux examens pratiques (9);
- Aider à la compréhension de la théorie (2);
- Vérifier les faits et les principes déjà enseignés (6);
- Déterminer les faits qui mènent aux principes de base (3);
- Éveiller et soutenir l'intérêt (10);
- Faire l'expérience de phénomènes biologiques, chimiques et physiques (7).

On relève un accord global dans le classement des enseignants, même s'il est moins grand lorsqu'il s'agit de la forme 6 (*sixth form*), comparativement aux années antérieures. Précisons que la forme 6 fait référence aux deux dernières années du secondaire en Angleterre et dans le Pays de Galles, à la 11^e et 12^e année de la partie anglophone en Amérique du Nord ainsi qu'à la 5^e année du secondaire et à la 1^{re} année de cégep au Québec. On remarque également que le rationnel semble se modifier selon les niveaux scolaires. Ainsi, les objectifs liés au développement de l'intérêt à l'égard de la science sont plus importants dans les 1^{re} et 2^e années du secondaire (de 11 à 13 ans); les objectifs visant la méthode scientifique sont plus importants pour les 3^e, 4^e et 5^e années du secondaire (de 13 à 16 ans). Enfin, les objectifs qui concernent le développement des habiletés d'observation et l'utilisation du travail pratique comme soutien à l'apprentissage sont plus mis de l'avant au niveau de la 6^e réforme (*sixth form*) (de 16 à 18 ans).

Au cours des quarante années qui ont suivi l'étude de Kerr (1963), les justifications des enseignants relativement à l'utilisation du travail pratique sont demeurées les mêmes en gros, sauf pour leurs rangs relatifs, qui se sont modifiés suivant le gain ou la perte de popularité de certaines théories éducationnelles. C'est ce que l'on constate dans les travaux de nombreux auteurs (Beatty et Woolnough, 1982; Gayford, 1988; Hegarty-Hazel, 1990; Hirvonen et Viiri, 2002; Kreitler et Kreitler, 1974; Lavonen, Jauhiainen, Koponen et Kuki-Suonio, 2004; Lazarowitz et Tamir, 1994; Swain, Monk et Johnson, 1999; Tamir, 1991; Thompson, 1975; Trumper, 2003; Wellington, 1998; Woolnough et Allsop, 1985). Récemment, j'ai soumis un questionnaire à des enseignants de l'Ontario sur la priorité des justifications (arguments) qu'ils soutiennent, liées au recours au travail pratique. Au total, 234 enseignants ont rempli le questionnaire ($n = 85$ pour les 6^e, 7^e et 8^e années; $n = 82$ pour les 9^e et 10^e; $n = 67$ pour les 11^e et 12^e). Voici les cinq principales raisons évoquées par les enseignants de la 9^e à la 12^e année:

1. Soutenir l'acquisition et le développement de concepts ;
2. Motiver les élèves par la stimulation de leur intérêt et par le jeu ;
3. Faire acquérir les habiletés en laboratoire ;
4. Donner un aperçu de la méthode scientifique et familiariser les élèves avec son application ;
5. Développer certaines « attitudes scientifiques », telles que la curiosité, l'ouverture d'esprit, l'objectivité et la capacité de faire abstraction de ses jugements préconçus.

Comme dans les résultats obtenus des études antérieures, on observe des différences significatives entre les enseignants du secondaire et ceux du primaire. Ces derniers sont plus enclins à favoriser des arguments liés à la motivation et à la compréhension de ce qu'est la science, par les élèves – en ordre de classement décroissant, nous retrouvons les justifications 2, 4, 5, 1 et 3 –, tandis que les premiers souscrivent aux arguments centrés sur l'acquisition et le développement des concepts.

2. LE TRAVAIL PRATIQUE EST-IL EFFICACE ?

Les raisons invoquées par les enseignants pour justifier le recours au travail pratique étant maintenant établies, nous pouvons porter notre attention sur son efficacité dans l'atteinte des objectifs en nous interrogeant sur certains aspects.

- Est-ce que le travail pratique contribue à l'acquisition et au développement de la compréhension des concepts scientifiques chez les élèves ?
- Est-ce que le travail pratique motive les élèves ?
- Est-ce que le travail pratique favorise l'acquisition des habiletés chez les élèves en laboratoire ?
- Est-ce que le travail en laboratoire permet l'acquisition d'une perspective solide et authentique relativement à la science et à l'activité scientifique chez les élèves ?
- Est-ce que le travail pratique permet de cultiver des attitudes dites « scientifiques » ?

Certains écrits portant sur le travail pratique révèlent que les résultats des recherches ne sont pas très encourageants (Hart, Mulhall, Berry, Loughran et Gunstone, 2000; Hodson, 1990, 1993a, 1996; Hofstein et Lunetta, 1982, 2004; Klopfer, 1990; Lazarowitz et Tamir, 1994; Leach et Paulsen, 1999; Millar, 1989; Tobin, 1990; Tobin, Tippens et Gallard 1995).

En effet, le travail pratique ne susciterait pas toujours la motivation, l'amélioration de l'apprentissage et le développement des habiletés et des attitudes que nous recherchons. Au mieux, *des* enseignants l'utilisent avec succès chez *certain*s élèves, pour atteindre *quelques-uns* de ces objectifs.

Les enseignants, les formateurs d'enseignants ainsi que les concepteurs des programmes d'études sont évidemment très déçus de ces résultats de recherche puisqu'ils vont à l'encontre de leurs intuitions. Plusieurs formateurs en science ont l'impression que le travail pratique devrait favoriser la réussite, devrait être plaisant et devrait aboutir à la compréhension conceptuelle. Il devrait aider les élèves à développer des habiletés en laboratoire et leur donner une bonne idée de ce qu'est l'investigation scientifique. Malheureusement, la recherche semble plutôt indiquer que le niveau de motivation baisse lorsque le travail pratique prend plus de place et que les élèves n'acquièrent pas nécessairement les habiletés en laboratoire qui sont visées. De plus, les élèves ne semblent pas acquérir le savoir scientifique plus facilement avec des activités pratiques qu'avec d'autres méthodes; dans certains cas, ils sont plus confus après qu'avant le travail pratique, en ce qui a trait à l'investigation scientifique. Par ailleurs, on ne peut prétendre que la préoccupation des élèves à vouloir trouver la bonne réponse et à terminer leurs tâches pratiques dans le plus court délai possible soit compatible avec l'acquisition des attitudes scientifiques souhaitées. Arons (1993, p. 278) résume ainsi la situation dans le domaine de l'enseignement de la physique:

L'utilité et l'efficacité de l'introduction au laboratoire ont constitué la pomme de discorde dans l'enseignement de la physique aussi loin que l'on peut retourner vérifier dans la littérature. L'enseignement en laboratoire est coûteux et, puisque son efficacité est difficile à démontrer de façon satisfaisante, certains administrateurs l'ont perçu comme un luxe que nous ne pouvons pas nous offrir. En revanche, la plupart des physiciens sont profondément convaincus que l'expérience en laboratoire est essentielle à l'apprentissage et à la compréhension de la physique, et réclament que cette méthode soit conservée malgré les doutes fréquemment exprimés à son égard et la forte opposition qu'elle soulève.

3. RÉINTERPRÉTER ET RÉORIENTER LA RECHERCHE

Devant ce conflit entre la théorie et la preuve, les scientifiques se doivent de respecter la preuve et de rejeter la théorie, du moins c'est ce que nous enseignons aux élèves à l'école et à l'université dans les cours de science. Dans la pratique, comme je l'ai montré ailleurs (Hodson, 1998a, b), les « vrais »

scientifiques n'agissent pas ainsi. Ils cherchent plutôt à réinterpréter la preuve, à trouver des preuves nouvelles ou alternatives ou, encore, à modifier l'objectif de l'investigation, peut-être même à modifier leurs questions de départ. En effet, ils se demandent : « Pourquoi la preuve ne tient-elle pas ? Pourquoi ne soutient-elle pas ce que nous croyons si fermement être une bonne théorie ? »

Plusieurs raisons peuvent expliquer le fait que la preuve scientifique, dans le cadre du travail pratique en science à l'école, ne parvient pas à soutenir nos convictions selon lesquelles le travail pratique constitue une méthode solide pour apprendre les sciences :

- Raison 1 : Le terme « travail pratique » est trop large ;
- Raison 2 : Le travail pratique est souvent mal planifié, c'est-à-dire que ses objectifs sont mal définis et que l'on ne tient pas compte des résultats récents de recherches relatives à l'apprentissage ;
- Raison 3 : Les enseignants ne font pas toujours ce qu'ils disent faire ou ce qu'ils prévoient faire : il y a une incohérence entre le discours et la pratique ;
- Raison 4 : Les élèves ne font pas toujours ce que l'enseignant planifie ou ce qu'il souhaite les amener à faire ;
- Raison 5 : Il arrive fréquemment que le travail pratique ne « fonctionne pas », c'est-à-dire qu'il donne des résultats inattendus, incohérents ou peu concluants et parfois même n'aboutit à aucun résultat ;
- Raison 6 : Les méthodes d'évaluation sur lesquelles reposent les conclusions, concernant le rendement, ne concordent pas toujours avec les objectifs de l'activité pratique.

À mon avis (raison 1), une grande part d'incertitude, d'ambiguïté et de confusion soulevées par les résultats de recherche sur le travail pratique provient d'un manque de rigueur dans la recherche où l'expression « travail pratique » est utilisée, désignant une seule catégorie d'activité, comme si tous les travaux pratiques se ressemblaient. Alors que la plupart des chercheurs distinguent le travail pratique pris en charge par les élèves de la démonstration faite par l'enseignant, ils ne font pas toujours la différence entre les exercices pratiques et les investigations holistiques. En outre, ils ne font pas la distinction entre les activités dont l'objectif est clairement défini et celles qui ne constituent qu'une simple occasion pour les élèves de faire l'expérience d'un phénomène, d'observer un événement ou de « voir ce qui se passe ». Nous devons à tout le moins faire la distinction entre les activités dont le but est déterminé et celles dont le but est indéterminé, et entre les activités sous la responsabilité des élèves et celles dirigées par les enseignants.

La deuxième raison souligne la nécessité d'établir clairement l'objectif d'une leçon donnée et de choisir une activité cohérente avec celui-ci. Quand je vais dans des classes, il m'est parfois difficile de cerner l'intention spécifique qui sous-tend une leçon. Ainsi, certains enseignants recourent systématiquement à des fiches d'exercices pour les travaux pratiques où la même méthode est toujours utilisée pour une variété d'objectifs, ce qui habituellement ne donne pas de bons résultats, comme le montre la recherche. Après avoir réalisé ma propre recherche, basée sur des entrevues avec des enseignants en sciences de l'Ontario (les détails sont présentés plus loin), il semble évident qu'ils ne comprennent pas tous l'intérêt d'une expérience d'apprentissage. Celle-ci doit mener à l'acquisition ou au développement de certains concepts par l'élève et devrait souvent prendre une forme différente des activités qui l'aident à comprendre un aspect d'un devis expérimental, à générer de l'intérêt et de l'enthousiasme, ou à illustrer un point saillant dans l'histoire et le développement d'une idée scientifique. Je continue de croire que nous devons examiner de plus près les différents styles de travail pratique au regard des objectifs qu'ils poursuivent :

- *apprendre la science* (acquisition et développement de savoir conceptuel et théorique);
- *apprendre à propos de la science* (développement d'une compréhension sur la nature de la science et ses méthodes, en plus d'une prise de conscience des interactions entre la science, la technologie, la société et l'environnement);
- *faire de la science* (s'engager dans l'investigation scientifique et la résolution de problèmes et développer une expertise dans l'investigation scientifique et la résolution de problèmes)¹.

Même s'ils sont interreliés, ces objectifs diffèrent et exigent donc de recourir à des approches diverses. Cette confusion concernant les objectifs et la planification du travail pratique est au cœur de la sixième raison. Trop souvent, l'évaluation ne parvient pas à toucher les aspects clés d'une activité pratique, et plusieurs mettent plutôt l'accent sur les éléments qui sont en grande partie accessoires par rapport aux objectifs principaux de l'apprentissage. Il est fréquent de constater que les notes sont attribuées

1. CREST est le sigle de Créativité en sciences et en technologie. Il est géré par l'Association britannique pour l'avancement des sciences [British Association for the Advancement of Science – BA]. Les élèves effectuent des investigations scientifiques selon leur propre protocole et leur propre rythme, de préférence avec l'aide d'un mentor, idéalement un scientifique ou un ingénieur, pour l'obtention de prix en fonction de trois niveaux de réussite : Bronze (élèves de 11 à 14), Argent (de 14 à 16) et Or (16 +). D'autres informations sont disponibles sur le site Web du BA : <<http://www.the-ba.net/the-ba/ResourcesforLearning/BACRESTAwards>>.

seulement pour les bonnes réponses, avec peu ou pas d'appréciation pour l'ouverture d'esprit. Comme le propos de ce chapitre n'est pas d'explorer ce qui constitue une bonne évaluation, je me contenterai d'indiquer que l'évaluation devrait se centrer sur ce que nous considérons comme déterminant et devrait permettre un retour rapide, pertinent et significatif autant pour les élèves que pour les enseignants (Yung, 2001).

On relève également, en lien avec la deuxième raison, que les enseignants, dans leur planification des travaux pratiques, ne tiennent pas compte de ce que nous avons appris sur l'apprentissage, particulièrement les résultats des recherches sur les conceptions alternatives, ou de ce que nous savons sur la motivation des élèves. Je reviendrai sur ces points plus loin dans ce chapitre.

4. À PROPOS DE LA MISE EN ŒUVRE DU TRAVAIL PRATIQUE

La plupart des formateurs d'enseignants réalisent très tôt dans leur carrière qu'il existe des disparités entre ce que les enseignants disent faire et ce qu'ils font en réalité. Il y a aussi beaucoup de différences entre ce que les enseignants pensent faire (ou ont fait) et ce qu'un chercheur ou un observateur les voit faire. Pour accentuer la difficulté, les élèves ont souvent un point de vue considérablement différent de leurs enseignants à propos de ce qui se déroule ou de ce qui s'est déroulé dans la classe. Autrement dit, les événements en classe peuvent être interprétés de multiples façons, selon les connaissances, les croyances et les valeurs sur lesquelles se fondent les acteurs et les observateurs pour rationaliser leurs expériences et leurs observations. Par conséquent, il n'est pas étonnant que les résultats de recherche puissent être à la fois ambigus et confus. De plus, les élèves n'accomplissent pas toujours ce que les enseignants leur demandent de faire. Ils peuvent lire incorrectement les instructions ou ne pas les comprendre, ne pas distinguer entre ce qui est important et ce qui ne l'est pas, ne pas posséder les habiletés nécessaires pour rassembler des données fiables, s'ennuyer et ne pas être en mesure de terminer leur travail ou perdre accidentellement toutes leurs données. Ces difficultés s'ajoutent à un équipement de laboratoire désuet et à des contraintes reliées au temps consacré à son utilisation. Enfin, les élèves diffèrent beaucoup entre eux sur le plan des connaissances préalables, de la compréhension de la nature de la science et de la preuve scientifique, des attitudes, du degré de motivation et des habiletés en laboratoire, ce qui complique davantage les résultats de recherche.

Cette série de problèmes, cités préalablement comme étant les troisième et quatrième raisons qui font que les résultats de recherche sur l'efficacité du travail pratique portent souvent à confusion et sont souvent nébuleux, m'a amené à réorienter ma propre recherche sur le travail pratique et à considérer plus d'observations en classe et de discussions approfondies avec les enseignants et les élèves pendant et après le travail pratique. Ce travail considère non seulement le genre de travail pratique retenu par les enseignants dans des circonstances particulières et la manière avec laquelle (comment) ils le pilotent, mais aussi les justifications de leurs actions pendant et après la leçon, surtout lorsque la planification de départ subit une modification. Quelles connaissances possèdent les enseignants et comment les mettent-ils à profit lors de circonstances modifiant certaines leçons? Comment choisissent-ils les ressources de savoirs qui sont disponibles? Pourquoi font-ils ceci plutôt que cela? Dans quelle mesure leurs expériences antérieures et leurs connaissances des élèves influencent-elles ces décisions? Je m'intéresse particulièrement au contraste entre les enseignants d'expérience et les novices et entre les enseignants du primaire et ceux du secondaire. Je vise aussi connaître la manière dont les novices sont initiés aux pratiques scolaires en enseignement des sciences et savoir de qui ils apprennent les nombreuses ficelles du métier. Entre 1999 et 2005, nous avons observé 58 enseignants de la région du Grand Toronto (entre trois et cinq cours par enseignant) et nous avons effectué des entrevues avec eux (6^e, 7^e et 8^e = 19 enseignants; 9^e et 10^e = 21 enseignants; 11^e et 12^e = 18 enseignants). Nous avons rejoint 25 enseignants des écoles secondaires du Hong-Kong SAR qui ont aussi participé à l'étude.

Cette recherche semble confirmer ce que nous savions déjà, ou ce que nous devrions déjà savoir, c'est-à-dire que les enseignants possèdent des forces et des faiblesses qui sont étroitement liées à la façon dont ils préparent les activités pratiques, interagissent avec les élèves tout au long d'une leçon, composent avec les moments critiques d'une leçon et décident de la nature du compte rendu à exiger des élèves. Ces différences dépendent en outre de l'importance accordée aux divers objectifs suivants: «apprendre la science», «apprendre à propos de la science» et «faire de la science». Des divergences s'observent aussi dans la manière dont les enseignants composent avec les exigences parfois compétitives

- d'une bonne gestion de classe (et ce que certains enseignants nomment «la discipline de classe»);
- de la mise en œuvre d'un plan de cours trop chargé; et
- de la satisfaction des exigences d'évaluations externes.

Parmi les contraintes additionnelles qui limitent la liberté des enseignants dans la prise de décisions reliées au travail pratique, il faut mentionner le trop grand nombre d'élèves dans les classes – jusqu'à 40 élèves dans certaines classes observées à Hong-Kong –, l'absence de technicien de laboratoire (une situation habituelle en Ontario), des installations et de l'équipement vétuste et de mauvaise qualité. Il importe également de signaler le manque de confiance, le sentiment de vulnérabilité et le stress (*feeling under pressure*), une expérience vécue par de nombreux enseignants du primaire qui ne possèdent pas une formation suffisante en science. Notons que même les enseignants ayant une vision claire et cohérente de la science et qui expriment leur intention de promouvoir une approche axée sur l'objectif de faire de la science (*doing science orientation*) ne préparent pas toujours des activités en laboratoire qui correspondent à ces déclarations et se centrent plutôt sur des préoccupations immédiates de gestion de classe et sur l'acquisition et le développement de concepts (Hodson, 1993b). Par ailleurs, plusieurs enseignants adoptent une approche inductive avec les plus jeunes et les élèves en difficulté et une position poppérienne avec les élèves plus âgés et plus doués, sous prétexte que l'induction est plus facile à comprendre.

Les priorités, parmi les objectifs « apprendre la science », « apprendre à propos de la science » et « faire de la science », sont plus perceptibles dans deux aspects de la leçon. Le premier aspect consiste à déterminer qui est responsable des décisions à prendre au regard de plusieurs éléments : l'objectif de l'investigation, les méthodes de collecte de données (quel équipement utiliser), le style de présentation des données (tableau, graphique, diagramme à secteurs, etc.), l'interprétation des données, la formulation des conclusions (choix des perspectives théoriques fondamentales) et la nature du compte rendu, personnel ou formel, etc. Le deuxième aspect concerne la façon dont les enseignants composent avec les événements critiques d'une leçon, par exemple, lorsque des questions sont particulièrement difficiles ou nécessitent un approfondissement émergent de manière inattendue ou, encore, lorsque les activités pratiques ne se déroulent pas comme prévu (ce qui correspond à la cinquième raison évoquée pour expliquer le fait que les résultats de recherche sur l'efficacité du travail pratique portent souvent à confusion). La manière dont les enseignants gèrent une telle situation peut être très révélatrice. En effet, l'habileté à « agir sur le moment » et à gérer efficacement une crise possible constitue un élément crucial de l'expérience des enseignants en science. Il s'agit, d'ailleurs, d'un élément du travail pratique que j'aborde dans mes recherches à l'aide de questionnaires, d'observation et de discussions/entrevues.

Ainsi, j'ai soumis des questionnaires à des enseignants de cinq pays ($n = 234$ en Ontario (Canada); $n = 25$ à Hong-Kong SAR; $n = 115$ au Royaume-Uni; $n = 45$ en Nouvelle-Zélande; et $n = 39$ en Australie), pour vérifier ce qu'ils font (ou disent qu'ils vont faire) quand le travail pratique ne se déroule pas comme prévu, c'est-à-dire lorsqu'il produit des données inattendues, qui portent à confusion ou qui sont peu concluantes ou lorsqu'il n'y a pas de données du tout, et les mesures qu'ils prennent pour éviter que de telles situations se reproduisent. Nous centrons alors notre recherche sur les connaissances, l'expérience et les stratégies pédagogiques privilégiées par les enseignants pour expliquer les résultats obtenus par les élèves qui diffèrent de ceux qu'ils auraient dû obtenir – ce que Nott et Smith (1995) appellent « se sortir du trouble en discutant » (*talking your way out of the problem*). Il est aussi important de déterminer la nature de l'expertise et le savoir conceptuel, procédural et pratique sur lesquels les enseignants s'appuient pour obtenir de meilleurs résultats, plus fiables et valides la prochaine fois. L'importance accordée par les enseignants à l'obtention de bons résultats dépend du rôle qu'ils attribuent à une activité donnée, c'est-à-dire s'il s'agit d'une occasion pour « apprendre la science » ou pour « faire de la science ». Des exemples de changements possibles incluent la simplification des procédures pour réduire le nombre de variables, le choix de conditions idéalisées et l'utilisation de tests plus sensibles. Je préfère qualifier cette simplification de procédure de modification légère (*tweaking*), plutôt que de manipulation (*rigging*) comme Nott et Smith (1995), car ce dernier terme comporte une connotation péjorative. Selon moi, il est possible de considérer la modification légère comme une prérogative des enseignants d'expérience qui, conséquemment, devrait être perçue comme un aspect clé de la formation initiale et continue à l'enseignement. Un autre type de procédure qui permet de produire les bonnes données, et que Nott et Smith (1995) appellent prestidigitation (*conjuring*), implique des tours de passe-passe ou la manipulation de matériel et d'équipement. Il s'agit, par exemple, de mettre un peu d'acide chlorhydrique dilué dans les cuves à gaz dans lesquelles des métalloïdes seront brûlés avec de l'oxygène ou de retirer les plantules des plateaux de culture récemment placés dans des conditions supposément non favorables à la germination. Comme Nott et Wellington (1996), je m'intéresse à la fréquence d'utilisation de ce type de procédure par les enseignants et aux circonstances dans lesquelles cette prestidigitation survient. S'ils y ont recours, qui les a initiés à cette pratique? Est-ce d'autres enseignants ou des techniciens de laboratoire? Faisait-elle partie de leur programme de formation initiale? Mais aussi, pourquoi certains ne l'utilisent pas: est-ce parce qu'ils n'y pensent pas ou parce qu'ils la considèrent contraire à l'éthique?

À cet égard, j'ai observé des différences interculturelles intéressantes. Plusieurs enseignants du Royaume-Uni, de la Nouvelle-Zélande et de l'Australie recourent systématiquement à la prestidigitation, ne voyant là aucune différence avec l'utilisation de simulations par ordinateur pour obtenir de bons résultats qui mènent ensuite aux interprétations et aux conclusions théoriques requises par le programme. Ces enseignants soutiennent que l'usage de la prestidigitation est justifié, car elle permet de contourner les difficultés reliées à l'explication des mauvais résultats – et cela est d'autant plus utile avec des élèves moins doués qui risquent de ne pas comprendre l'explication donnée – et de diriger l'attention sur les connaissances qui seront évaluées. Parfois, la prestidigitation est justifiée par le fait qu'elle élimine les situations décourageantes et frustrantes lors desquelles les élèves ne comprennent pas – des situations qui peuvent rapidement conduire à une perte d'estime de soi. Elle favorise également une progression plus rapide, permettant ainsi aux enseignants de passer à travers un plan de cours très chargé. Tout comme les futurs enseignants dans les études de Nott et Wellington (1997, 1999), mes sujets du Royaume-Uni, de la Nouvelle-Zélande et de l'Australie perçoivent la prestidigitation comme un mal nécessaire et un compromis pragmatique entre dire la vérité et confondre ou décourager les élèves. Autrement dit, c'est pour le bien des élèves. *A contrario*, plusieurs enseignants de l'Ontario, avec lesquels j'ai travaillé, perçoivent la prestidigitation comme un problème moral ou éthique et s'opposent fortement à son utilisation. Ces mêmes enseignants, par contre, ne croient pas que l'utilisation des simulations par ordinateur puisse soulever des enjeux éthiques. La plupart des enseignants de la cohorte de Hong-Kong SAR (18 sur 25) s'opposaient initialement à la prestidigitation, mais quelques-uns ont changé d'avis lorsqu'il s'est agi d'explorer ses possibilités dans le contexte spécifique d'apprentissage de la science, par exemple, l'acquisition de savoirs conceptuels particuliers. Il n'est guère étonnant que la prestidigitation soit une pratique bien plus répandue chez les enseignants du secondaire que chez ceux du primaire. De plus, les enseignants pour qui la prestidigitation serait le plus utile, en raison de leur inaptitude à « s'en sortir en discutant » d'une manière scientifiquement convaincante, sont habituellement les moins en mesure de l'utiliser puisqu'ils ne connaissent pas suffisamment la science ou ne possèdent pas l'expérience pratique nécessaire.

5. POINTS DE VUE DES ÉLÈVES

L'opinion des élèves canadiens (N = 83) avec lesquels j'ai discuté du rôle du travail pratique semble à peu près identique entre ceux qui le perçoivent comme « faire de la science » et ceux qui le voient comme « apprendre la

science». Malheureusement, j'ai aussi rencontré de nombreux élèves qui n'ont donné aucun avis sur l'objectif de l'activité ou sur la manière dont celui-ci a influencé la sélection des procédures à suivre. Pour ceux-ci, l'objectif premier était de terminer les tâches aussi rapidement que possible, obtenir de bons résultats et compléter le compte rendu. Berry, Mulhall, Gunstone et Loughran (1999, 2001) et Wilkenson et Ward (1997) confirment que les élèves d'écoles australiennes ont une motivation similaire et qu'ils ignoreraient même la divergence des résultats pour terminer plus rapidement le travail pratique en laboratoire. Puisqu'ils réfléchissent si peu à ce qu'ils font, et à la raison pour laquelle ils le font, les élèves éprouvent généralement de la difficulté à reconnaître les limites des procédures et le mauvais fonctionnement des appareils. Au cours d'un exercice en classe de 10^e année en Ontario, j'ai remis à un groupe d'élèves un thermomètre défectueux, comportant un bris dans la ligne de mercure. Les élèves ont tout de même réussi à obtenir les bonnes données. Quand je leur ai montré le thermomètre après l'exercice, les élèves ont immédiatement reconnu le problème. À plusieurs autres occasions, on a remis à des groupes d'élèves beaucoup plus de pièces d'équipement que nécessaire pour exécuter une tâche. Après quelques brèves discussions, plusieurs d'entre eux ont soit commencé à incorporer de l'équipement dans leur montage, soit ajouté des procédures additionnelles afin de l'utiliser. Parfois, quand ils se rendaient compte de ce qui se passait, certains membres des autres groupes s'insurgeaient : « Nous voulons ce qu'ils ont ! » et « Pourquoi ont-ils des choses en plus ? » Ces observations autorisent à croire que bien des élèves ont été socialisés de manière à percevoir les activités de laboratoire simplement comme un moyen pour obtenir la bonne réponse. Ils ne critiquent pas ; ils ne pensent pas, comme le slogan commercial de Nike le commande : « *Just do it!* » (« Faites-le, n'y pensez pas »). Ils n'apprennent pas la science, à propos de la science ou à faire de la science ; ils apprennent davantage à être de bons élèves et à jouer le jeu de faire du laboratoire. J'ai aussi noté qu'un trop grand nombre d'élèves renoncent à l'activité, demandent les données manquantes à leurs pairs ou interrogent l'enseignant lorsqu'ils font face à des difficultés. Ils mettent rarement en œuvre, par eux-mêmes, la procédure entière en la modifiant à la lumière de ce qu'ils savent et de ce qu'ils viennent d'observer. Par ailleurs, il y a quelques données encourageantes qui montrent que les élèves sont en mesure de développer à la fois la confiance en eux et l'aptitude à résoudre les problèmes par eux-mêmes, lorsqu'on leur donne l'occasion d'élaborer et de poursuivre leurs propres investigations dans un environnement qui fournit le soutien nécessaire. Ainsi, les élèves de Hong-Kong, qui sont fréquemment soumis à des méthodes systématiques d'enseignement et d'apprentissage, semblent plus compétents dans la résolution de problèmes par eux-mêmes que ne le sont les élèves ontariens. Il faut toutefois signaler que je n'avais affaire qu'avec des élèves provenant d'écoles très sélectives à Hong-Kong.

Il est cependant plutôt rassurant de savoir que les élèves des classes ontariennes avec lesquels j'ai effectué ma recherche, du moins de la 11^e et de la 12^e année, sont parfaitement capables de composer, sans pour autant perdre confiance, avec un travail pratique qui n'aboutit pas; plusieurs d'entre eux soutiennent qu'une telle chose «peut arriver à n'importe qui». Lorsqu'on leur demande s'ils ont une opinion négative de leur enseignant quand une démonstration ou une expérience ne se déroule pas comme prévu, les réponses diffèrent. Certains manifestent de la compréhension pour les difficultés éprouvées par les enseignants :

Les enseignants sont des humains comme nous tous, alors on s'attend à ce que des erreurs surviennent de temps en temps.

Ce sont des choses qui arrivent.

On s'y attend.

La science n'est pas aussi simple qu'elle en a l'air.

D'autres élèves, qui pardonnent moins facilement, blâment ouvertement le manque de compétence de l'enseignant :

Je ne pense pas que l'enseignant fait son travail. Je crois qu'il devrait d'abord essayer (l'expérience) à la maison. C'est mon avis.

S'il manque son coup... soit qu'il est un mauvais enseignant, soit que l'équipement qu'il utilise est mauvais.

Les réponses des élèves semblent varier selon leurs visions de l'objectif du travail pratique. Il y a ceux qui le perçoivent comme une occasion de faire de la science; ils s'attendent probablement à ce que certaines choses ne se déroulent pas comme prévu, du moins à l'occasion. Il y a ceux qui partagent la perspective de l'élève de 11^e année qui m'a dit que *les laboratoires à l'école permettent de recréer la science pour favoriser une meilleure compréhension*; ils risquent de se montrer à la fois moins compréhensifs et moins indulgents que les autres élèves.

6. LES CONSÉQUENCES DE CETTE RECHERCHE SUR LE PLAN DE L'ÉDUCATION SCIENTIFIQUE

Qu'est-ce que notre recherche permet d'affirmer au regard d'une utilisation efficace du travail pratique qui rejoindrait les cinq objectifs d'apprentissage mentionnés par des enseignants en science de l'Ontario ?

6.1. LA MOTIVATION

Sur le plan de la motivation, ce qui intéresse les élèves c'est d'avoir l'occasion de travailler avec des méthodes d'apprentissage actives, d'interagir plus ouvertement avec l'enseignant et les autres élèves et de gérer soi-même son rythme de travail, plutôt que d'accomplir des investigations en atelier pour elles-mêmes. Des discussions avec les élèves révèlent qu'ils apprécient le travail pratique lorsqu'ils peuvent réaliser leurs propres expériences et lorsqu'ils comprennent ce qu'ils font ; par contre, ils ne l'apprécient guère lorsque l'expérience ne réussit pas ou quand le temps pour la compléter est démesuré (Hodson, 1990). De toute évidence, le problème réside dans le genre de travail pratique qui est proposé. Alors que nous permettons souvent aux jeunes enfants de réaliser des investigations personnelles peu structurées, nous exigeons des plus âgés qu'ils fassent des exercices pratiques en suivant des cheminements précis (Pizzini, Shepardson et Abell, 1991), et cela, à un moment de leur vie où ils tentent de construire leur individualité. Il est peu étonnant que leur intérêt et leur enthousiasme diminuent. La recherche montre que les élèves de tout âge valorisent :

- le défi cognitif, pourvu que la tâche ne soit pas trop difficile, qu'elle puisse être à la fois comprise et accomplie (assez) facilement ;
- l'accomplissement d'une « vraie expérience » (avec un objectif clair et qu'elle réussisse, c'est-à-dire qu'elle donne des résultats positifs) ;
- la possession de connaissances suffisantes pour interpréter les données ;
- un certain contrôle et une indépendance ;
- le fait qu'on ne leur donne pas la réponse d'avance (l'élément de surprise tient lieu de motivation). Par-dessus tout, ils apprécient qu'on leur laisse la responsabilité de l'activité. Trop souvent, le travail pratique implique un problème, une approche et une conclusion que propose l'enseignant. Ce travail devrait être « personnalisé », c'est-à-dire centré sur les besoins, les intérêts, les connaissances, les expériences et les aspirations des élèves (Hodson, 1998c).

Pour que le travail pratique parvienne à stimuler la motivation attendue de l'élève, nous devons :

- nous assurer que les élèves savent ce qu'ils font ;
- faire en sorte que le travail pratique soit intéressant et stimulant (comportant certains résultats positifs) ;

- donner aux élèves une certaine mesure de contrôle;
- nous assurer que l'expérience se déroule comme prévu;
- fournir plusieurs activités courtes plutôt qu'une seule qui est longue, bien qu'en 11^e et 12^e année, les élèves apprécient qu'on leur propose un exercice substantiel.

Ces exigences exercent une pression sur les enseignants ; il faut souligner l'impact positif sur les attitudes et la confiance que développent des élèves, suscités par une réorientation de leur travail vers des investigations moins dirigées (*more open-ended*) ; cette confiance s'effrite rapidement si, en raison d'un manque de connaissances scientifiques appropriées ou d'une compréhension limitée de la nature de l'investigation scientifique, les enseignants ne peuvent aider les élèves qui se heurtent à des difficultés.

6.2. L'ACQUISITION DES HABILITÉS

L'un des facteurs importants de la démotivation des élèves réside dans le manque d'habiletés pratiques nécessaires à la réussite d'une activité : c'est le cas lorsqu'ils sont incapables de préparer et d'utiliser l'équipement correctement et d'obtenir des données fiables. Trop souvent, les enseignants créent une situation absurde dans laquelle l'activité exige un degré d'habileté plus élevé que celui que possède l'élève, et qui ne s'acquiert pas aussi rapidement qu'on le voudrait. J'ai déjà soutenu que la justification du travail pratique par le développement des habiletés chez l'élève équivaut à « mettre la charrue devant les bœufs » (Hodson, 1992, 1993c). Ce n'est pas le travail pratique qui va développer des habiletés spécifiques en laboratoire ; il faut plutôt certaines habiletés qui sont nécessaires à l'engagement adéquat des élèves dans un travail pratique. Deux conclusions peuvent être tirées de ce constat : nous devrions d'abord enseigner seulement les habiletés qui sont nécessaires à la poursuite des autres apprentissages et, ensuite, nous assurer que ces habiletés se développent à un degré satisfaisant de compétences. Selon moi, quand le succès d'une expérience repose sur une habileté qui ne sera plus utilisée par la suite, ou qui exige un degré de compétences qui ne peut être atteint rapidement, des procédures alternatives devraient être envisagées, telles que la préparation de l'équipement avant le début des cours, le recours à la démonstration par l'enseignant, la simulation par ordinateur ou l'utilisation d'un enregistrement audiovisuel. Ces propos ne s'opposent pas à l'enseignement des habiletés en laboratoire ; au contraire, ils constituent plutôt des arguments en faveur de l'adoption d'une approche plus critique à l'égard des habiletés à enseigner. Ils mettent en outre l'accent sur l'importance de montrer aux élèves, d'une part, que certaines habiletés en laboratoire sont nécessaires pour participer

à d'autres activités d'apprentissage intéressantes et, d'autre part, que l'absence de certaines habiletés ne constitue pas une barrière additionnelle à l'apprentissage.

Les élèves sont souvent placés dans des situations où ils doivent comprendre la nature des problèmes et les procédés expérimentaux pour lesquels ils n'ont pas été consultés. On leur demande d'élaborer des perspectives théoriques pertinentes, avec le minimum d'aide de la part de l'enseignant, de lire, de comprendre et de suivre les directives expérimentales. De plus, ils utilisent l'équipement, rassemblent les données, reconnaissent la différence entre les résultats obtenus et ceux qui auraient dû être obtenus, interprètent ces résultats, rédigent un compte rendu de l'expérience, souvent dans un langage étrangement obscur et impersonnel et, tout au long de cette démarche, ils doivent entretenir de bonnes relations avec leurs pairs. Bref, le travail pratique tel qu'il est présenté est souvent le lieu d'un trop grand nombre d'obstacles à l'apprentissage et d'interférences (*noise*). Les apprenants souffrent parfois d'une surcharge d'informations (*information overload*) et sont incapables de percevoir clairement le signal de l'apprentissage (*learning signal*) (Trumper, 2003).

Dans plusieurs cas, les expériences peuvent être facilitées par le retrait de certaines étapes moins importantes et par l'utilisation d'appareils et de techniques plus simples. Le montage préalable des appareils facilite également la tâche. Plusieurs élèves éprouvent des difficultés à préparer l'équipement complexe et estiment qu'ils en «ont fait assez» avant même d'avoir entamé la partie conceptuellement importante de l'activité. Une autre approche qui peut se révéler facilitante consiste à évaluer le besoin en matériel et à le distribuer avant l'arrivée des élèves. Johnstone et Wham (1982) réclament le ré-étalonnage des appareils afin de réduire la quantité d'informations à traiter ou le nombre de mesures à prendre. Cette idée de réduction d'interférences s'étend à l'usage des calculatrices et des ordinateurs préprogrammés pour convertir les données brutes en résultats finaux, réduisant ainsi l'interférence mathématique. L'utilisation d'ordinateurs pour la collecte, le traitement et la présentation des données, la surveillance et le contrôle des expériences est plus efficace et permet de mener des expériences plus longues et plus complexes (Lavonen, Aksela, Juuti et Meisalo, 2003; Mokros et Tinker, 1987; Thornton, 1987; Thornton et Sokoloff, 1990; Sabelli, 1995; Scanlon, 2002; Russell, Lucas et McRobbie, 2004). L'ordinateur jouerait le rôle d'un technicien et permettrait aux élèves de se concentrer sur les éléments les plus importants du devis expérimental et sur l'interprétation des résultats.

6.3. APPRENDRE LA SCIENCE

Pour atteindre l'objectif d'« apprendre la science », qui consiste à acquérir et à développer un savoir conceptuel, nous devons nous attarder sur ce que la recherche récente révèle sur l'acquisition et le développement des concepts et prendre conscience du fait que l'apprentissage est un processus actif dans lequel les apprenants construisent et reconstruisent leur propre compréhension à la lumière de leurs expériences (Driver, Asoko, Leach, Mortimer et Scott, 1994). Selon Inhelder et Piaget (1958), c'est le développement conceptuel qui permet de reconnaître les contradictions et les incongruités entre les idées. Les enseignants attirent souvent l'attention des élèves sur le concret, par une omniprésence du travail en laboratoire, leur offrant peu d'occasions de réfléchir sur les problèmes conceptuels sous-jacents. En effet, on pourrait dire que le caractère concret des expériences en laboratoire contribue grandement à accroître l'interférence liée au travail pratique traditionnel, à distraire l'apprenant des problèmes conceptuels importants et à entraver l'acquisition et le développement de concepts au lieu de les favoriser. Bien que les élèves en laboratoire passent une grande partie de leur temps à manipuler du matériel concret (magnésium et sulfure, aimants et limailles de fer, gerbilles et géraniums), ils doivent discuter et interpréter leurs données et expliquer leurs résultats à l'aide d'éléments plus abstraits (électrons, liaisons chimiques, champs magnétiques, photosynthèse, etc.). Dans la plupart des programmes contemporains, le contact avec ces abstractions constitue l'objectif central de l'apprentissage. Bien que le travail de laboratoire soit très long pour ce qui est du temps que nécessite sa réalisation, il s'accomplit souvent aux dépens du temps consacré à la dimension conceptuelle de l'apprentissage. De plus, dans plusieurs cas, les concepts abstraits visés sont difficiles à extrapoler à partir des faits observables. Même si les élèves perçoivent le laboratoire comme un endroit où ils sont actifs, c'est-à-dire où ils « font quelque chose », plusieurs ne perçoivent pas de lien entre ce qu'ils font et ce qu'ils apprennent, ne font pas le lien entre la manipulation de l'équipement et les structures conceptuelles sur lesquelles reposent les phénomènes observés.

Cette incapacité d'engager les élèves dans la réflexion qui précède l'investigation expérimentale et de stimuler la discussion durant le processus scientifique rend une bonne partie du travail de laboratoire pédagogiquement inutile. Un élève qui ne possède pas la compréhension théorique adéquate ne saura pas où regarder ni comment regarder pour faire des observations pertinentes à la tâche qu'il réalise ; il ne saura pas non plus comment interpréter ce qu'il voit. En conséquence, une partie de l'activité demeurera improductive et les enseignants seront alors tentés de donner les réponses. Dans la pratique, la situation peut se révéler beaucoup plus complexe et

causer considérablement plus de dommage, non pas à cause des élèves qui ne possèdent pas le cadre théorique nécessaire et approprié, mais parce qu'ils souscrivent souvent à un cadre différent. Ils risquent alors de chercher aux mauvais endroits, de manière inadéquate, et de fournir les mauvaises interprétations, peut-être même de nier toute observation qui entre en conflit avec leurs idées préexistantes (Gunstone, 1991). C'est pourquoi ils risquent de passer à travers la leçon sans comprendre l'objet, la procédure et les résultats de l'expérience, et renforcer les conceptions erronées qu'ils possédaient déjà avant de réaliser la tâche. Dès que les propres cadres de compréhension des élèves les conduisent sur une autre piste, les enseignants leur disent qu'ils ont obtenu un mauvais résultat ou qu'ils ont réalisé l'expérience incorrectement. Cet état de fait les incite à se préoccuper de ce qui *devrait* arriver plutôt que de ce qu'ils perçoivent : cela va directement à l'encontre de l'intention de transmettre des attitudes d'ouverture d'esprit et de rigueur intellectuelle (Wellington, 1981). Les possibilités que de graves malentendus naissent entre les élèves et les enseignants sont multiples. Ceux-ci perçoivent l'activité pratique comme un tout cohérent, alors que les élèves risquent de vivre des séries d'étapes isolées. Ils ne sont peut-être pas au courant de l'objectif réel de l'activité et, de ce fait, ne sont pas en mesure d'apprécier la relation qui existe entre la planification et l'objectif. Il leur manque peut-être la compréhension conceptuelle que l'enseignant attend d'eux. Ils sont alors incertains à propos de ce qu'ils doivent faire et des habiletés à utiliser, de ce qu'ils doivent chercher et des façons de le reconnaître, en plus de ne pas savoir tout à fait ce qui est significatif. Les enseignants, pour leur part, considèrent tous ces éléments comme allant de soi. Bref, pendant que les enseignants croient que les élèves vont développer leur sens critique à l'égard de l'activité réalisée, les élèves ne cherchent qu'à la terminer le plus vite possible (Leach, 1999 ; Ryder et Leach, 2000 ; Wickman, 2004).

À mon avis, certaines conditions sont essentielles pour que le travail pratique permette d'atteindre l'objectif d'« apprendre la science ». De toute évidence, les élèves ont besoin d'avoir acquis des connaissances conceptuelles et procédurales pertinentes pour que l'activité ait du sens et qu'ils puissent interpréter les données recueillies. Il importe également qu'ils aient certaines habiletés en laboratoire pour colliger des données solides. Il est en outre essentiel que la procédure réussisse, c'est-à-dire qu'elle permette de produire des données fiables. Les élèves ont besoin de comprendre la relation qui existe entre les données et la théorie, et entre le devis expérimental et la théorie. Ils doivent comprendre ce que certaines données signifient et ce qu'elles montrent, et déterminer si elles constituent une preuve suffisamment convaincante pour soutenir une affirmation. L'enseignant doit exercer un contrôle strict de la démarche pour en satisfaire toutes les exigences et elles ne le seront que si les élèves peuvent « faire ce qu'ils veulent ».

C'est ici que les modifications légères de la prestidigitation, ainsi que celles qui sont possibles lors d'activités d'apprentissage assistées par ordinateur entrent en ligne de compte et deviennent pertinentes. Les simulations par ordinateur, contrairement aux expériences réelles, permettent aux enseignants de créer sur mesure des expériences qui répondent aux objectifs d'enseignement-apprentissage, au lieu d'adapter ces objectifs aux complexités de la réalité. Il est possible d'augmenter ou de diminuer le degré de complexité, d'inclure ou d'exclure certains aspects, d'adopter des conditions idéales et, de manière générale, de créer une situation expérimentale qui permettra aux apprenants de se concentrer sur les concepts importants, sans être distraits par divers événements plus ou moins fâcheux, indissociables de l'expérimentation réelle. En éliminant ces interférences et en offrant une rétroaction immédiate sur la justesse des suppositions et des prédictions, les simulations par ordinateur et autres activités d'apprentissage multimédias permettent aux apprenants de disposer de plus de temps pour brasser les idées, ce qui est susceptible de favoriser le développement de leur compréhension (Ardac et Akaygun, 2004; Calverley, Finchman et Bacon, 1998; Watkins, Augousti et Calverley, 1997; Wellington, 1999). Les activités assistées par ordinateur permettent aux élèves d'explorer leur compréhension théorique et de mener des investigations qu'ils considèrent pertinentes à une compréhension rapide, fiable et sûre. Ces activités sont souvent considérées supérieures au travail de laboratoire conventionnel au plan du développement des concepts (Eylon, Ronen et Ganiel, 1996; Hakkarainen, 2003, 2004; Huppert, Lomask et Lazarowitz 2002; Korfiatis, Papatheodorou, Stamou et Paraskevopoulous 1999; Lunetta et Hofstein, 1991; Ronen et Eliahu, 1999, 2000; Zacharias, 2003).

Cependant, si l'éducation scientifique vise à aider les élèves à donner un sens au monde physique qui les entoure, à comprendre et à utiliser les connaissances conceptuelles et procédurales que les scientifiques ont développées – justement pour les assister dans cette tâche –, une part importante du programme consiste à se familiariser avec ce monde. Dans ce cas, le travail d'atelier est essentiel; il peut même être le seul moyen de faire directement l'expérience des phénomènes et des événements traités en science. La seule lecture d'un texte qui traite de la flamme blanche et éclatante du magnésium qui brûle ou de la réfraction de la lumière lorsqu'elle traverse un prisme n'est pas suffisante: les élèves ont besoin de faire eux-mêmes l'expérience des choses et de manipuler des objets et des organismes pour se construire une banque d'expériences personnelles. Voilà ce que Woolnough et Allsop (1985) cherchent à faire comprendre quand ils parlent de l'importance de se familiariser avec les phénomènes (*getting a feel for phenomena*) et ce que White (1991) décrit comme étant une accumulation de «savoirs épisodiques» ou de «souvenirs d'événements».

6.4. APPRENDRE À PROPOS DE LA SCIENCE

Pour s'assurer que les élèves réussissent à « apprendre à propos de la science », c'est-à-dire qu'ils acquièrent des opinions solides et authentiques sur la science et la pratique scientifique, on doit rendre explicites les multiples messages curriculaires, actuellement implicites, sur la science. Manifestement, le travail pratique qui vise l'apprentissage de la science devrait suivre un modèle philosophiquement valide de la science. Celui-ci ne renvoie ni à « l'inductivisme », ni à l'idée selon laquelle la science résulte d'un ensemble algorithmique de processus discrets, ni à la perspective strictement poppérienne. Il faut plutôt retenir un modèle scientifique qui reconnaît à tout le moins la faillibilité et la dépendance théoriques de l'observation et de l'expérience. Il faut un modèle qui tient compte des modes de négociation des connaissances à l'intérieur de la communauté scientifique et qui reconnaît le fait que la science est influencée par des préoccupations socioéconomiques, culturelles, politiques, morales et éthiques. Enfin, il faut retenir la distinction entre les théories réalistes (dont le but est d'expliquer) et les modèles instrumentaux (qui visent à prédire et à établir une mesure de contrôle) (Hodson, 1988, 1998a).

Évidemment, c'est l'occasion offerte aux élèves de concevoir et d'effectuer leurs propres investigations qui contribuent grandement à leur compréhension de la nature de la science. Toutefois, ce n'est pas le seul moyen d'« apprendre à propos de la science ». Des activités pratiques contrôlées par l'enseignant fournissent aussi de très bonnes occasions pour démontrer que l'observation est dépendante de la théorie (Hodson, 1986) et pour explorer les caractéristiques d'un bon protocole qui concerne aussi bien les études expérimentales que corrélationnelles – particulièrement la notion de test de validité (*fair test*) (Gott et Duggan, 1995, 1996). Cependant, se familiariser avec la pratique scientifique exige davantage que la prise de conscience de la nature de l'observation et de l'expérimentation. C'est un objectif qui inclut la compréhension des moyens privilégiés pour présenter et évaluer les résultats de la recherche scientifique. Atteindre ce degré de compréhension exige de mener une série d'expériences d'apprentissage actives autres que celles que nous avons déjà mentionnées, comme le recours à des études portant sur des cas historiques, les simulations et les reconstructions dramatiques, les jeux de rôles et les débats ainsi que les activités assistées par ordinateur.

Les simulations par ordinateur représentent un très bon moyen pour engager les élèves dans des aspects plus créatifs de la science qui leur permettront de comprendre la nature de la pratique scientifique. Dans la plupart des cours basés sur le travail en laboratoire, les élèves n'ont l'occasion ni de soumettre des hypothèses ni de concevoir un protocole expérimental. Les enseignants sont réticents à allouer le temps nécessaire à ces

activités, à trouver les moyens pour couvrir les coûts qui leur sont associés ou à prendre le risque que les élèves adoptent des stratégies expérimentales inappropriées, inefficaces ou potentiellement dangereuses. En conséquence, les enseignants ont tendance à planifier toutes les expériences, habituellement d'avance; les élèves ne font, par la suite, que suivre leurs instructions. L'usage d'une simulation par ordinateur permet aux élèves d'aller de l'avant même à l'aide de planifications médiocres; tout problème reconnu par la suite par les élèves peut être adapté ou éliminé rapidement et de façon sécuritaire. Ainsi, les élèves apprennent de leurs erreurs et sont incités à investiguer de manière plus approfondie et plus réfléchie. Ils apprennent que la planification des expériences n'est pas une affaire spécialisée, difficile et réservée aux experts en sarraus blancs dans des laboratoires modernes. Il arrive trop souvent que l'expérimentation en classe soit présentée comme la seule façon de procéder; par contraste, les simulations par ordinateur permettent à chaque groupe d'élèves de suggérer des procédures différentes, dont certaines réussiront, d'autres moins ou pas du tout. Voilà ce qui ressemble à la vraie science. Il y a au moins trois objectifs d'apprentissage ancrés dans de telles expériences. Premièrement, puisque les élèves ont plus de temps et d'occasions pour manipuler les phénomènes et les concepts utilisés pour les expliquer, ils apprennent davantage à leur propos. Deuxièmement, les élèves acquièrent certaines des habiletés de réflexion et de planification stratégiques qui caractérisent un scientifique créatif. Troisièmement, ils apprennent que la science concerne toute personne qui réfléchit, devine et tente des essais qui réussissent parfois ou qui échouent. C'est par de telles expériences qu'il est possible de démystifier la science et de la rendre accessible à tous.

6.5. FAIRE DE LA SCIENCE

«Faire de la science» met l'accent sur l'utilisation des méthodes et des procédures scientifiques pour investiguer les phénomènes, résoudre des problèmes et poursuivre des intérêts. À l'occasion, il est avantageux de percevoir la science comme étant composée des quatre principaux éléments suivants :

1. Une phase d'élaboration et de planification, pendant laquelle des questions sont posées, des hypothèses sont formulées, des procédures expérimentales sont conçues et des techniques sont sélectionnées;
2. Une phase de performance, pendant laquelle les multiples opérations sont effectuées et les données sont rassemblées;
3. Une phase de réflexion, pendant laquelle les résultats expérimentaux sont considérés et interprétés en relation avec les différentes perspectives théoriques;

4. Une phase de rédaction de rapport et de diffusion des données, pendant laquelle la procédure et ses fondements, les multiples résultats ainsi que les interprétations et les conclusions sont rédigés pour en faire un usage personnel ou pour être communiqués aux autres.

Aussi utile que cette analyse puisse paraître pour « apprendre la science », elle risque d'induire en erreur quand il s'agit de la considérer sous l'angle de « faire de la science ». Malgré cette décomposition en phases d'activité, celles-ci ne sont pas exclusives. En réalité, faire de la science est une activité désordonnée et imprévisible qui requiert de chaque scientifique l'élaboration d'un plan d'action personnalisé. Dans ce sens, il n'y a aucune méthode. Devant une situation particulière, le scientifique choisit la méthode qu'il considère appropriée à la tâche en sélectionnant une série de processus et de procédures à partir d'un éventail déjà disponible et approuvé par la communauté des praticiens. Lorsque la communauté en question doit approuver une recherche scientifique, un des principaux critères d'évaluation concerne les méthodes utilisées. Ont-elles été bien choisies ? Ont-elles été appliquées de façon satisfaisante ? De plus, les scientifiques affinent leur approche d'un problème, ils en développent une compréhension plus grande et élaborent des façons plus appropriées et plus productives de procéder, et ce, tout en même temps. Dès qu'une idée est développée, elle est assujettie à une évaluation par observation, expérience, comparaison avec d'autres théories, etc. Parfois, cette évaluation conduit à de nouvelles idées, à des expériences plus poussées et différentes ou même à la révision de l'idée initiale et à la reformulation du problème. Ainsi, presque chaque action entreprise par le scientifique, pendant une investigation, modifie la situation de façon telle que les décisions et actions ultérieures prises sont mises en œuvre dans un contexte modifié. En d'autres mots, la science est une activité holistique et fluide, et non pas un ensemble de règles qui exigent des comportements particuliers à des étapes particulières (Hodson, 1992, 1993c, 1998b).

En outre, faire de la science est une activité réflexive, qui implique ce que Cheung et Taylor (1991) appellent une double spirale de savoir (*a double spiral of knowing*). Les connaissances et l'expertise du moment guident et déterminent la manière dont l'investigation sera effectuée et, simultanément, l'engagement dans cette investigation, de même que la réflexion sur celle-ci, peaufine le savoir et accroît l'expertise procédurale. Donc, la façon la plus efficace d'apprendre à faire de la science est en faisant de la science, à côté d'un praticien qui possède les habiletés et l'expérience nécessaires pour offrir un soutien, des critiques et des conseils sur-le-champ et en temps réel. Si les scientifiques augmentent leurs compétences professionnelles par la pratique, il est logique de supposer que les

élèves apprendront à faire de la science (et apprendront à mieux la faire) en faisant de la science. Il s'agit au début d'investigations simples, probablement sélectionnées à partir d'une liste fiable d'investigations élaborées et développées par l'enseignant et qui ont réussi par le passé, mais il faut que ce soit des investigations complètes. Éventuellement, les élèves pourront procéder de manière indépendante, en choisissant leurs propres sujets et en les abordant à leur façon. Ils feront ainsi entièrement l'expérience du processus, à partir de la reconnaissance du problème initial jusqu'à l'évaluation finale, y compris les moments d'« émotions fortes liées à la réussite et l'angoisse qui émerge lors d'une planification inadéquate ou de prise de mauvaises décisions » (Brusic, 1992, p. 47).

Guillon et Sere (2002) décrivent une étude dans laquelle des élèves de première année en physique travaillent en groupes de deux et doivent élaborer une expérience pour résoudre un problème tiré d'une liste fournie par l'enseignant. Dans cette étude, les auteurs notent que les élèves éprouvaient souvent des difficultés à saisir l'existence d'un éventail de stratégies d'investigation pour les scientifiques, préférant intuitivement croire à l'existence d'une seule méthode scientifique. Il est encourageant par ailleurs de constater qu'une courte formation sur la nature de l'investigation scientifique, centrée sur l'expérimentation d'une investigation ouverte, accompagnée d'un encadrement solide par l'enseignant, a entraîné une amélioration significative de la compréhension initiale. Dans une étude similaire, Lewis (2002) a mis l'accent sur la difficulté que pose la transition du travail pratique traditionnel, qui prévaut dans les cours de science au premier cycle (universitaire), aux projets ouverts, parfois prescrits comme éléments d'évaluation à la dernière année du programme. Des études antérieures ont montré que, dans ce contexte, les étudiants n'étaient souvent pas préparés à l'incertitude, à la souplesse de la démarche et à l'aspect imprévisible de la recherche. L'utilisation des mini-projets a alors été retenue comme pratique pédagogique pour faciliter cette transition. Malgré un certain succès chez les étudiants sur le plan d'une compréhension améliorée de la recherche scientifique, les mini-projets en ont laissé plusieurs anxieux, insatisfaits et inconscients de l'apprentissage qui s'en suivait. Des problèmes ont émergé en lien avec les conflits entre les objectifs envisagés par l'enseignant et le désir des élèves de terminer le travail le plus rapidement et le plus efficacement possible. Lisette, van Rens et Dekkers (2001), en collaboration avec des enseignants qui travaillent avec des élèves de 16 à 18 ans dans des écoles des Pays-Bas, montrent que le fait de mettre l'accent sur une planification soigneusement préparée a très peu d'impact sur la qualité du protocole élaboré par les élèves, mais que le fait d'exiger une justification rétrospective de la planification a amélioré considérablement la qualité de leur protocole expérimental.

Encourager les élèves à faire de la science a des répercussions importantes sur le plan des procédures d'évaluation. Il ne suffit plus d'utiliser des approches analytiques basées sur les habiletés telles que celles adoptées dans certains procédés comme le TAPS (Bryce et Robertson, 1985). Il vaudrait mieux adopter une approche beaucoup plus holistique qui prend en compte les contextes scientifiques et sociaux de l'investigation (Hodson, 1992, 1993c; Polman, 1999; Zembal-Saul, Mumford, Crawford, Friedrichsen et Land, 2002). Comme le montre Woolnough (1999, 2001), le genre de connaissances, d'habiletés et d'attitudes évaluées par ces approches (par exemple, la procédure CREST) renvoie précisément aux attributs reconnus comme étant les plus recherchés par ceux qui embauchent les scientifiques et les techniciens. Presque toute activité comprenant la collecte et le traitement des données peut être comprise comme une occasion d'acquérir des habiletés spécifiques en laboratoire, comme une manière de se concentrer sur la nature et la signification conceptuelle des données ou un moyen d'aborder la nature des problèmes en science. La façon dont les élèves envisagent cette activité dépend de la manière dont elle est planifiée, des directives fournies et, surtout, des procédures et des objets de l'évaluation sur lesquels elle débouchera.

Faire de la science induit trois genres d'apprentissage :

- une compréhension conceptuelle accrue de ce qui est étudié ou investigué;
- un savoir procédural accru sur les relations entre l'observation, l'expérience et la théorie;
- une expertise accrue en investigation.

Ainsi, « faire de la science » inclut « apprendre à propos de la science » et « apprendre la science ». Cependant, à cause de sa nature idiosyncrasique, et de la nature hautement spécialisée de ses problématiques conceptuelles, l'investigation scientifique est insuffisante en soi pour assurer le développement conceptuel recherché par un programme de science. Il est impossible d'apprendre suffisamment de science en se limitant à des activités qui renvoient à « faire de la science ». Cela prendrait trop de temps et le succès serait incertain. De toute façon, ce ne sont pas tous les sujets du programme qui se prêtent bien à une approche centrée sur l'objectif de « faire de la science ». Par ailleurs, il n'est pas non plus possible d'apprendre suffisamment « à propos de la science » en limitant les activités à « faire de la science ». Les élèves doivent prendre conscience que la pratique scientifique est une activité complexe, construite socialement et déterminée par l'histoire, et ce n'est peut-être pas en effectuant des investigations personnelles sur des sujets qui les intéressent qu'ils y parviendront. De la même façon, limiter un programme à « apprendre la science » et à « apprendre à propos de la science »

ne pourrait préparer les élèves à « faire de la science » par eux-mêmes. Bien qu'ils soient nécessaires, le savoir conceptuel et la connaissance des procédures que les scientifiques peuvent adopter – et ont adopté par le passé dans des circonstances particulières, – sont insuffisants en soi pour permettre à l'élève de participer à l'investigation scientifique et d'en tirer des bénéfices. Cette habileté se développe seulement par l'expérience. En d'autres mots, c'est en faisant de la science qu'il est possible d'apprendre à faire de la science et à faire l'expérience de la science comme un mode d'investigation. Bref, les trois aspects sont nécessaires et l'expérience réussie de chacun contribue à comprendre l'autre; par contre, aucun ne suffit à lui seul.

CONCLUSION

Dans ce chapitre, j'ai soulevé les nombreuses difficultés reliées au travail pratique et à son utilisation de manière peu réfléchie par les concepteurs de programmes et les enseignants. Pour construire un programme de science qui est à la fois philosophiquement plus valide (qui reflète une image fidèle de la pratique scientifique actuelle) et pédagogiquement plus efficace (qui donne l'assurance que tous les élèves apprennent avec succès), il est nécessaire de faire le lien entre les leçons, tout en tenant compte des distinctions cruciales entre « apprendre la science », « apprendre à propos de la science » et « faire de la science ». Le travail de laboratoire est plus profitable lorsque les enseignants définissent clairement l'objectif, élaborent des activités en fonction de celui-ci et communiquent cette information aux élèves. Évidemment, l'efficacité du travail de laboratoire – et du travail sur le terrain – peut être considérablement accrue si l'on crée plus d'occasions pour permettre aux élèves de discuter entre eux et avec l'enseignant à propos de l'objectif de l'activité, des caractéristiques du protocole et de la signification théorique des résultats obtenus.

La recherche montre que les enseignants passent une grande partie du temps alloué aux travaux de laboratoire à effectuer des tâches de gestion, au lieu de solliciter et de développer des idées ou d'enseigner de manière à poser des défis aux élèves, les encourageant ainsi à prendre en considération et à tester des hypothèses et des explications alternatives (Hofstein et Lunetta, 2004). De plus, Marx, Freeman, Krajcik et Blumenfeld (1998) rapportent que les enseignants en science ont souvent de la difficulté à aider les élèves à poser des questions plus approfondies, à planifier des investigations et à tirer des conclusions à partir des données obtenues. Il y a donc ici un urgent besoin de susciter des occasions, pour favoriser le développement professionnel, qui visent un déroulement plus précis et plus efficace du travail pratique. Les nouveaux enseignants rapportent

fréquemment que la formation initiale à l'enseignement, en ce qui a trait au travail pratique, n'est ni approfondie ni particulièrement utile. D'ailleurs, comme l'a noté Tamir (1989), les responsables considèrent souvent que les activités de laboratoire servent à familiariser les futurs enseignants avec le savoir et les habiletés nécessaires à l'organisation et à la gestion du travail pratique en science à l'école, ce qui n'est pas tout à fait le cas. Une bonne élaboration d'activités de laboratoire est une entreprise complexe et difficile : enseigner adéquatement en laboratoire requiert une expertise, un savoir et de grandes habiletés qui vont au-delà de cette formation. Ainsi, il y a un besoin urgent de viser un développement professionnel qui soit centré sur le travail pratique. En général, le programme de science à l'école ainsi que le travail pratique qui l'accompagne sont déterminés par une autorité centrale et influencés par les besoins d'un tiers en éducation. Le programme est rarement élaboré par ceux qui possèdent l'expertise de l'enseignement et de l'apprentissage à l'école secondaire et primaire, ou par ceux qui connaissent les résultats de la recherche. Nous avons besoin de nouvelles orientations. Selon moi, la recherche-action est le moyen le plus efficace et la façon la plus enrichissante d'introduire un changement significatif en classe. C'est l'approche que je préconise dans ma façon d'aborder divers aspects de l'éducation scientifique, incluant les problèmes liés au genre, le choix d'une perspective «STSE» (science, technologie, société, environnement), l'éducation multiculturelle et antiraciste, le dépassement de l'anxiété reliée aux sciences chez les enseignants du primaire, l'introduction des stratégies métacognitives, etc. (Hodson, Bencze, Nyhof-Young, Pedretti et Elshof, 2002). Il n'est pas étonnant que j'aie utilisé cette approche en contexte de développement d'un travail pratique plus efficace.

Le principe qui sous-tend la recherche-action est relativement simple : des groupes d'enseignants soumettent certains aspects de leur pratique à un examen critique, développent une perspective et une approche alternative, mettent celle-ci à l'essai, l'évaluent en pratique, soumettent leur « nouvelle pratique » à un autre examen sévère, et recommencent le processus une autre fois. En d'autres mots, ils s'engagent dans des cycles successifs de réflexion critique, de planification, d'intervention et, à nouveau, de réflexion. C'est cette interaction entre la réflexion critique et la pratique qui permet aux enseignants d'acquérir une profondeur et une expertise, et d'aborder le programme en recourant à des façons de faire qui sont perçues (collectivement) comme plus désirables et plus efficaces. Dans une recherche collaborative avec Bencze (Bencze et Hodson, 1999 ; Hodson et Bencze, 1998), nous avons étudié comment un groupe d'enseignants abordait la question de la science authentique dans le contexte de l'éducation scientifique à l'école secondaire, c'est-à-dire comment ils s'y

prenaient pour mettre l'accent sur «faire de la science». Les enseignants ont commencé à étudier certaines idées à travers l'histoire, la philosophie et la sociologie de la science. Ensuite, ils ont présenté une nouvelle approche qu'ils croyaient fertile pour aborder ces idées – tout en tenant compte des contraintes de la classe –, l'ont essayée et ont évalué son efficacité. À la lumière de cette rétroaction évaluative, le groupe d'enseignants fut en mesure d'affronter un nombre de contraintes reliées au changement curriculaire en science. Celui-ci incluait les exigences imposées par le caractère obligatoire du programme, le temps (ou manque de temps), les installations et le coût (plusieurs activités non dirigées que le groupe désirait implanter prenaient trop de temps et étaient trop coûteuses en matériel et en équipement). À cela s'ajoutait la résistance des autres enseignants (un changement qui entre en conflit avec la pratique commune soulève beaucoup d'opposition, même par ceux qui ne sont pas directement concernés). Enfin, il fallait également considérer le régime d'évaluation (la question «comment allons-nous évaluer ceci?» était généralisée chez les enseignants, particulièrement chez les responsables des départements des sciences). En d'autres mots, l'approche recherche-action était fermement ancrée dans la réalité quotidienne de la classe et avait ainsi de meilleures chances d'être couronnée de succès, notamment – et ce n'est pas rien – par sa capacité de susciter un sentiment de contrôle et d'autonomie. Nous avons rapidement constaté que les enseignants incorporant l'investigation dans leur propre enseignement semblaient mieux en mesure d'aider les élèves dans un apprentissage fondé sur l'investigation.

NOTES

- La dimension «apprendre la science» inclut l'habileté à utiliser des concepts, des principes et des théories scientifiques de façon appropriée, en utilisant le langage, les symboles et les équations développées par la communauté scientifique.
- La dimension «apprendre à propos de la science» permet à l'élève:
 - de savoir comment la science apprise à l'école a été créée et validée;
 - de comprendre que la science constitue le produit d'une époque et d'un lieu géographique, reflétant ainsi les valeurs et les priorités de la société qui la soutient;
 - d'être conscient de l'impact de la science et de la technologie sur la population, et sur leur manière de penser et d'agir;

- de saisir l'impact de la science et de la technologie sur l'environnement; de reconnaître que les développements scientifiques et technologiques ont parfois des retombées aussi bien négatives que positives, et que cela a un impact différent sur les riches et sur les pauvres, sur ceux qui possèdent le pouvoir et sur ceux qui en sont démunis.
- La dimension « faire de la science » place les élèves dans des conditions qui favorisent le développement du sens de la responsabilité. Elle les amène à reconnaître un objet d'investigation, à planifier cette investigation, à choisir les méthodes de collecte de données, à collecter et à interpréter les données, à formuler des conclusions et à les justifier avec des arguments théoriques, à rédiger et à diffuser un rapport exhaustif sur l'investigation et les résultats.

De toute évidence, une éducation de qualité en science comprend bien d'autres éléments et prend en compte l'affect et les dimensions sociales de l'apprentissage. Les trois types d'objectifs traités dans ce chapitre ne couvrent pas tous les objectifs de l'éducation scientifique et ne constituent pas non plus une tentative de définition de l'alphabétisation scientifique. Cette catégorisation a plutôt servi à structurer mes arguments sur la valeur éducative et l'efficacité du travail pratique.

BIBLIOGRAPHIE

- Ardac, D. et S. Akaygun (2004). « Effectiveness of multimedia-based instruction that emphasizes molecular representations on students' understanding of chemical change », *Journal of Research in Science Teaching*, 41(4), p. 317-337.
- Arons, A. (1993). « Guiding insight and inquiry in the introductory physics laboratory », *The Physics Teacher*, 31, p. 278-282.
- Beatty, J.W. et B.E. Woolnough (1982). « Practical work in 11-13 science », *British Educational Research Journal*, 8, p. 23-30.
- Bencze, L. et D. Hodson (1999). « Changing practice by changing practice: Toward more authentic science and science curriculum development », *Journal of Research in Science Teaching*, 36, p. 521-539.
- Berry, A., R. Gunstone, J. Loughran et P. Mulhall (2001). « Using laboratory work for purposeful learning about the practice of science », dans H. Behrendt, H. Dahncke, R. Duijt, W. Graber, M. Komorek, A. Kross et P. Reiska (dir.), *Research in Science Education: Past, Present and Future*, Dordrecht, Kluwer, p. 313-318.
- Berry, A., P. Mulhall, R. Gunstone et J. Loughran (1999). « Helping students learn from lab work », *Australian Science Teachers Journal*, 45(1), p. 27-31.

- Brusic, S.A. (1992). «Achieving STS goals through experiential learning», *Theory into Practice*, 31, p. 44-51.
- Bryce, T.G.K. et I.J. Robertson (1985). «What can they do? A review of practical assessment in school science», *Studies in Science Education*, 12, p. 1-24.
- Calverley, G., D. Finchman et D. Bacon (1998). «Modernisation of a traditional physics course», *Computers and Education*, 31, p. 151-169.
- Cheung, K.C. et R. Taylor (1991). «Towards a humanistic constructivist model of science learning: Changing perspectives and research implications», *Journal of Curriculum Studies*, 23, p. 21-40.
- Driver, R., H. Asoko, J. Leach, E. Mortimer et P. Scott (1994). «Constructing scientific knowledge in the classroom», *Educational Researcher*, 23, p. 5-12.
- Eylon, B., M. Ronen et U. Ganiel (1996). «Computer simulations as tools for teaching and learning: Using a simulation environment in optics», *Journal of Science Education and Technology*, 5, p. 93-110.
- Gayford, C. (1988). «Aims, purposes and emphasis in practical biology at advanced level: A study of teachers' attitudes», *School Science Review*, 69, p. 799-802.
- Gott, R. et S. Duggan (1995). *Investigative Work in the Science Curriculum*, Buckingham, Open University Press.
- Gott, R. et S. Duggan (1996). «Practical work: Its role in the understanding of evidence in science», *International Journal of Science Education*, 18, p. 791-806.
- Guillon, A. et M. Sere (2002). «The role of epistemological information in open-ended investigative labwork», dans D. Psillos et H. Niedderer (dir.), *Teaching and Learning in the Science Laboratory*, Dordrecht, Kluwer, p. 121-138.
- Gunstone, R.F. (1991). «Reconstructing theory from practical experience», dans B.E. Woolnough (dir.), *Practical Science*, Milton Keynes, Open University Press.
- Hakkarainen, K. (2003). «Progressive inquiry in a computer-supported biology class», *Journal of Research in Science Teaching*, 40(10), p. 1072-1088.
- Hakkarainen, K. (2004). «Pursuit of explanation within a computer-supported classroom», *International Journal of Science Education*, 26(8), p. 979-996.
- Hart, C., P. Mulhall, A. Berry, J. Loughran et R. Gunstone (2000). «What is the purpose of this experiment? Or can students learn something from doing experiments?», *Journal of Research in Science Teaching*, 37(7), p. 655-675.
- Hegarty-Hazel, E. (1990). «The student laboratory and the science curriculum: An overview», dans E. Hegarty-Hazel (dir.), *The Student Laboratory and the Science Curriculum*, 26, Londres, Routledge, p. 3-26.
- Hirvonen, P.E. et J. Viiri (2002). «Physics student teachers' ideas about the objectives of practical work», *Science et Education*, 11(3), p. 305-316.
- Hodson, D. (1986). «Rethinking the role and status of observation in science education», *Journal of Curriculum Studies*, 18, p. 381-396.

- Hodson, D. (1988). «Experiments in science and science teaching», *Educational Philosophy and Theory*, 20, p. 53-66.
- Hodson, D. (1990). «A critical look at practical work in school science», *School Science Review*, 70, p. 33-40.
- Hodson, D. (1992). «Assessment of practical work: Some considerations in philosophy of science», *Science and Education*, 1, p. 115-144.
- Hodson, D. (1993a). «Re-thinking old ways: Towards a more critical approach to practical work in school science», *Studies in Science Education*, 22, p. 85-142.
- Hodson, D. (1993b). «Philosophic stance of secondary school science teachers, curriculum experiences and children's understanding of science», *Interchange*, 24, p. 41-52.
- Hodson, D. (1993c). «Against skills-based testing in science», *Curriculum Studies*, 1, p. 127-148.
- Hodson, D. (1996). «Laboratory work as scientific method: Three decades of confusion and distortion», *Journal of Curriculum Studies*, 28, p. 1315-1345.
- Hodson, D. (1998a). «Science fiction: The continuing misrepresentation of science in the school curriculum», *Curriculum Studies*, 6, p. 191-216.
- Hodson, D. (1998b). «Is this really what scientists do? Seeking a more authentic science in and beyond the laboratory», dans J. Wellington (dir.), *Practical Work in School Science: Which Way Now?*, Londres, Routledge, p. 93-108.
- Hodson, D. (1998c). *Teaching and Learning Science: Towards a Personalized Approach*, Buckingham, Open University Press.
- Hodson, D. et L. Bencze (1998). «Becoming critical about practical work: Changing views and changing practice through action research», *International Journal of Science Education*, 20, p. 683-694.
- Hodson, D., L. Bencze, J. Nyhof-Young, E. Pedretti et L. Elshof (2002). *Changing Science Education through Action Research: Some Experiences from the Field*, Toronto, Imperial Oil Centre for Studies in Science, Mathematics and Technology Education, OISE/UT et University of Toronto Press.
- Hofstein, A. et V. Lunetta (1982). «The role of the laboratory in science teaching: Neglected aspects of research», *Review of Educational Research*, 52(2), p. 201-217.
- Hofstein, A. et V. Lunetta (2004). «The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century», *Science Education*, 88(1), p. 28-54.
- Huppert, J., S.M. Lomask et R. Lazarowitz (2002). «Computer simulations in the high school: Students' cognitive stages, science process skills and academic achievement in microbiology», *International Journal of Science Education*, 24(8), p. 803-821.
- Inhelder, B. et J. Piaget (1958). *The Growth of Logical Thinking*, Londres, Routledge et Kegan Paul.

- Johnstone, A.H. et A.J.B. Wham (1982). «The demands of practical work», *Education in Chemistry*, 19, p. 71-73.
- Kerr, J.F. (1963). *Practical Work in School Science*, Leicester, Leicester University Press.
- Klopfers, L.E. (1990). «Learning scientific enquiry in the student laboratory», dans E. Hegarty-Hazel (dir.), *The Student Laboratory and the Science Curriculum*, Londres, Routledge.
- Korfiatis, K., E. Papatheodorou, G.P. Stamou et S. Paraskevopoulous (1999). «An investigation of the effectiveness of computer simulation programs as tutorial tools for teaching population ecology at university», *International Journal of Science Education*, 21(12), p. 1269-1280.
- Kreitler, H. et S. Kreitler (1974). «The role of the experiment in science education», *Instructional Science*, 3, p. 75-88.
- Lavonen, J., M. Aksela, K. Juuti et V. Meisalo (2003). «Designing a user-friendly microcomputer-based laboratory package through the factor analysis of teacher evaluations», *International Journal of Science Education*, 25(12), p. 1471-1487.
- Lavonen, J., J. Jauhiainen, I.T. Koponen et K. Kuki-Suonio (2004). «Effect of a long-term in-service training program on teachers' beliefs about the role of experiments in physics education», *International Journal of Science Education*, 26(3), p. 309-328.
- Lazarowitz, R. et P. Tamir (1994). «Research on using laboratory instruction in science», dans D.L. Gabel (dir.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*, New York, Macmillan, p. 94-128.
- Leach, J. (1999). «Students' understanding of the coordination of theory and evidence in science», *International Journal of Science Education*, 21(8), p. 789-806.
- Leach, J. et A. Paulsen (dir.) (1999). *Practical Work in Science Education*, Fredericksberg, Roskilde University Press.
- Lewis, J. (2002). «The effectiveness of mini-projects as a preparation for open-ended investigations», dans D. Psillos et H. Niedderer (dir.), *Teaching and Learning in the Science Laboratory*, Dordrecht, Kluwer, p. 139-150.
- Lisette, M., M. van Rens et P.J.J.M. Dekkers (2001). «Learning about investigations: The teacher's role», dans H. Behrendt, H. Dahncke, R. Duijt, W. Graber, M. Komorek, A. Kross et P. Reiska (dir.), *Research in Science Education: Past, Present and Future*, Dordrecht, Kluwer, p. 325-330.
- Lunetta, V. et A. Hofstein (1991). «Simulation and laboratory practical activity», dans B.E. Woolnough (dir.), *Practical Science*, Milton Keynes, Open University Press, p. 125-137.
- Marx, R.W., J.G. Freeman, J.S. Krajcik et P.C. Blumenfeld (1998). «Professional development of science teachers», dans B.J. Fraser et K.G. Tobin (dir.), *International Handbook of Science Education*, Dordrecht, Kluwer, p. 667-680.

- Millar, R. (1989). «What is scientific method and can it be taught?» dans J.J. Wellington (dir.), *Skills and Processes in Science Education*, Londres, Routledge.
- Mokros, J. et R. Tinker (1987). «The impact of microcomputer-based science labs on children's ability to interpret graphs», *Journal of Research in Science Teaching*, 24, p. 369-383.
- Newton, L.R. (2000). «Data-logging in practical science: Research and reality», *International Journal of Science Education*, 22(12), p. 1247-1260.
- Nott, M. et R. Smith (1995). «“Talking your way out of it”, “rigging”, and “conjuring” : What science teachers do when practicals go wrong», *International Journal of Science Education*, 17, p. 399-410.
- Nott, M. et J. Wellington (1996). «When the black box springs open: Practical work in school science and the nature of science», *International Journal of Science Education*, 18, p. 807-818.
- Nott, M. et J. Wellington (1997). «Producing the evidence: Science teachers' initiations into practical work», *Research in Science Education*, 27(3), p. 395-409.
- Nott, M. et J. Wellington (1999). «When does normative scientific behaviour start?» dans M. Bandiera, S. Caravita, E. Torracca et M. Vicentini (dir.), *Research in Science in Europe*, Dordrecht, Kluwer, p. 299-304.
- Pizzini, E.L., D.P. Shepardson et S.K. Abell (1991). «The inquiry level of junior high activities: Implications to science teaching», *Journal of Research in Science Teaching*, 28, p. 111-121.
- Polman, J.L. (1999). *Designing Project-Based Science: Connecting Learners through Guided Inquiry*, New York, Teachers College Press.
- Ronen, M. et M. Eliahu (1999). «Simulation as a home learning environment: Students' views», *Journal of Computer Assisted Learning*, 15, p. 258-268.
- Ronen, M. et M. Eliahu (2000). «Simulation: A bridge between theory and reality», *Journal of Computer Assisted Learning*, 16, p. 14-26.
- Russell, D.W., K.B. Lucas et C.J. McRobbie (2004). «Role of the microcomputer-based laboratory display in supporting the construction of new understandings in thermal physics», *Journal of Research in Science Teaching*, 41(2), p. 165-185.
- Ryder, J. et J. Leach (2000). «Interpreting experimental data: The views of upper secondary school and university science students», *International Journal of Science Education*, 22(10), p. 1069-1084.
- Sabelli, N. (1995). «For our children's sake, take full advantage of technology», *Computers in Physics*, 9(1), p. 7.
- Scanlon, E. (2002). «Contemporary approaches to learning science: Technologically-mediated practical work», *Studies in Science Education*, 38, p. 73-114.

- Swain, J., M. Monk et S. Johnson (1999). «A comparative study of attitudes to the aims of practical work in science education in Egypt, Korea and the UK», *International Journal of Science Education*, 21(12), p. 1311-1323.
- Tamir, P. (1989). «Training teachers to teach effectively in the laboratory», *Science Education*, 73(1), p. 59-69.
- Tamir, P. (1991). «Practical work in school science: An analysis of current practice», dans B.E. Woolnough (dir.), *Practical Science: The Role and Reality of Practical Work in School Science*, Buckingham, Open University Press, p. 13-20.
- Thompson, J.J. (1975). *Practical Work in Sixth Form Science*, Oxford, Oxford University, Department of Educational Studies.
- Tobin, K. (1990). «Research on science laboratory activities: In pursuit of better questions and answers to improve learning», *School Science and Mathematics*, 90, p. 403-418.
- Tobin, K., D.J. Tippens et A.J. Gallard (1995). «Research on instructional strategies for teaching science», dans D.E. Gabel (dir.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*, New York, Macmillan, p. 45-93.
- Thornton, R. (1987). «Tools for scientific thinking: Microcomputer-based laboratories for physics teaching», *Physics Education*, 22, p. 230-238.
- Thornton, R. et D. Sokoloff (1990). «Learning motion concepts using real-time microcomputer-based laboratory tools», *American Journal of Physics*, 58, p. 858-864.
- Trumper, R. (2003). «The physics laboratory: A historical overview and future perspectives», *Science and Education*, 12, p. 654-670.
- Watkins, J., A. Augousti et G. Calverley (1997). «Evaluation of a physics multimedia resource», *Computers and Education*, 28, p. 165-171.
- Wellington, J.J. (1981). «What's supposed to happen, Sir?», *School Science Review*, 63, p. 167-173.
- Wellington, J. (dir.) (1998). *Practical Work in School Science: Which Way Now?*, Londres, Routledge.
- Wellington, J. (1999). «Integrating multimedia into science teaching: Barriers and benefits», *School Science Review*, 81(295), p. 49-54.
- White, R.T. (1991). «Episodes and the purpose and conduct of practical work», dans B.E. Woolnough (dir.), *Practical Science*, Milton Keynes, Open University Press.
- Wickman, P.-O. (2004). «The practical epistemologies of the classroom: A study of laboratory work», *Science Education*, 88(3), p. 325-344.
- Wilkenson, J.W. et M. Ward (1997). «The purpose and perceived effectiveness of laboratory work in secondary schools», *Australian Science Teachers Journal*, 43, p. 43-55.

- Woolnough, B.E. (1999). «School science – real science? Personal knowledge, authentic science and student research projects», dans M. Bandiera, S. Caravita, E. Torracca et M. Vicentini (dir.), *Research in Science in Europe*, Dordrecht, Kluwer, p. 245-251.
- Woolnough, B.E. (2001). «Of “knowing science” and of “doing science”: A reaffirmation of the tacit and the affective in science and science education», *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 1(3), p. 255-270.
- Woolnough, B. et T. Allsop (1985). *Practical Work in Science*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Yung, B.H.W. (2001). «Three views of fairness in a school-based assessment scheme of practical work in biology», *International Journal of Science Education*, 23, p. 985-1005.
- Zacharias, Z. (2003). «Beliefs, attitudes, and intentions of science teachers regarding the educational use of computer simulations and inquiry-based experiments in physics», *Journal of Research in Science Teaching*, 40(8), p. 792-823.
- Zemal-Saul, C., D. Mumford, B. Crawford, P. Friedrichsen et S. Land (2002). «Scaffolding pre-service science teachers' evidence-based arguments during an investigation of natural selection», *Research in Science Education*, 32(4), p. 437-463.

Site Internet

<<http://www.the-ba.net/the-ba/ResourcesforLearning/BACRESTAwards>>.

CHAPITRE

4

Les sciences et la technologie au collège*

La question récurrente
de leur unification
ou de leur différenciation

Joël Lebeaume

*UMR-STEF, ENS de Cachan-INRP
lebeaume@stef.ens-cachan.fr*

* En France, le collège correspond au premier cycle du secondaire (élèves âgés de 11 à 14 ans).

RÉSUMÉ

C'est à partir d'une approche historique de contenus prescrits que l'auteur précise les tensions régulières et les confusions permanentes qui assimilent l'éducation technologique à l'approche expérimentale des objets techniques ou qui substituent sciences appliquées à technologie, voire technologies de l'information et de la communication à approche directe des techniques. En caractérisant les tâches, les visées et les références spécifiques de cette initiation scolaire, il traite ensuite des trois coexistences potentielles en tant qu'enseignement intégré ou en tant que deux disciplines disjointes ou coordonnées.

En France, les sciences et les techniques dans l'enseignement général de l'école et du collège sont périodiquement présentées par leur association ou disjonction, leur intégration ou distinction, leur unification ou différenciation. Les relations entre ces enseignements sont instables en raison de plusieurs déséquilibres ; elles sont liées aux différences de statuts à la fois scientifique, scolaire et social entre ces disciplines majeures et mineures (Léon, 1980). Mais cette instabilité est aussi inhérente aux confusions sur leurs fondements.

Dans ce chapitre, nous proposons d'éclairer ces relations à partir d'une approche historique des contenus dans l'enseignement français. Ce contexte particulier est marqué par les particularités que sont notamment la centralisation avec des programmes nationaux, la conception des plans d'études centrée sur les matières ou les disciplines scolaires, l'existence d'inspections générales et la distinction initiale de trois ordres d'enseignement dont l'unification récente n'a pas effacé la hiérarchie.

Dans la première partie, l'analyse critique d'activités scolaires permet de préciser leurs caractéristiques et celles des objets étudiés ou réalisés. Elle permet ensuite, d'une part, de discuter la cohérence des enseignements dans lesquels ces activités s'inscrivent et, d'autre part, de reconnaître les hésitations d'autrefois des enseignements scientifiques et pratiques parfois qualifiés d'expérimentaux. Cette perspective historique éclaire la genèse de l'éducation technologique en France, précisée dans la deuxième partie. Elle présente les tensions fortes entre sciences physiques et technologie jusqu'à la différenciation de ces deux disciplines scolaires au collège. Enfin, dans la troisième partie, nous examinons les conditions et les implications de l'existence de ces enseignements scientifiques et technologiques disjoints, unifiés ou coordonnés.

1. DES ACTIVITÉS ET DES ENSEIGNEMENTS SCOLAIRES

Pour préciser et saisir les relations des sciences et des techniques dans l'enseignement, l'analyse ne peut s'effectuer à partir d'une projection de ce que devraient être l'enseignement des sciences et l'enseignement des techniques à l'école. Il est préférable de partir d'activités scolaires, puis d'interroger leur signification épistémologique.

1.1. OBJETS SCIENTIFIQUES ET OBJETS TECHNIQUES

Parmi les pratiques d'enseignement usuelles pour les élèves de 10 à 13 ans, les activités du domaine de l'électricité sont généralement planifiées d'abord, à partir de situations de découverte avec des piles, des lampes et différents matériaux isolants ou conducteurs. Grâce à ces premières expériences, il s'agit d'élaborer une première notion du circuit électrique défini comme une chaîne ininterrompue de conducteurs. Puis, la réalisation d'un jeu électrique est proposée. Elle permet l'investissement de ces connaissances, c'est-à-dire la réalisation de circuits électriques fermés et ouverts.

Ainsi, ce jeu scolaire n'est-il qu'un moyen pour l'enseignement dont la visée demeure la mise en évidence des conditions du fonctionnement de cet objet électrique. Au cours de l'enseignement, les élèves ne sont pas directement sollicités sur les aspects fonctionnels de ce jeu. Les conditions d'usage, la matérialisation des fonctions ou l'optimisation des solutions techniques ne sont qu'accessoirement mentionnées, car la succession des activités scolaires est centrée sur les notions élémentaires d'électricité et l'imprégnation expérimentale.

Ces expériences et ces constructions électriques diffèrent de certaines activités scolaires, apparemment voisines. Ainsi, la conception d'un testeur d'humidité pour plantes procède-t-elle d'abord par la définition d'un cahier des charges précisant clairement la finalité de cet objet et les différentes contraintes d'usage et de réalisation. L'analyse fonctionnelle permet ensuite de mettre en évidence les trois fonctions techniques majeures (capter l'information, la traiter, la restituer). Pour les réaliser, des essais et des mesures sont parfois nécessaires, par exemple, pour choisir le matériau de la sonde susceptible de se dégrader au contact de la Terre, tout en considérant les contraintes de coût, d'encombrement et d'usinabilité.

Les deux activités scolaires précédentes associent ainsi des études et des réalisations, des constructions et des expériences, des explorations instrumentées et des actions pratiques, des investigations scientifiques et des projets techniques. Ces deux activités, qui pourraient se confondre au vu de leurs résultats qui sont les objets produits, ne sont pas identiques. Elles se distinguent fondamentalement par le processus mis en œuvre au cours de l'enseignement. Aux déroulements pédagogiques différents se superposent deux points de vue contrastés : l'un orienté vers la production de faits et l'autre vers la production de l'utile ; l'un guidé par la recherche d'intelligibilité et l'autre par la recherche d'efficacité ; l'un centré sur la mise en évidence d'une loi ou d'un principe général et l'autre sur la mise en évidence des conditions d'existence d'une solution particulière.

Ces objets sont alors fondamentalement distincts ; l'un est un modèle concret tandis que l'autre est une fonction matérialisée. Par sa nature et le point de vue qui l'engendre, l'un est un objet scientifique, car analytique, et l'autre est un objet technique, car intégratif, selon la distinction initiale de Simondon (1969).

1.2. DES ENSEIGNEMENTS COHÉRENTS

Les activités scolaires sont ainsi susceptibles de se distinguer par la nature et le point de vue des tâches proposées aux élèves. Pour Leplat et Hoc (1983), une tâche est définie « comme un but donné dans des conditions déterminées ». Cette définition du registre de la psychologie du travail n'est pas suffisante pour l'examen des actions d'enseignement-apprentissage, car elle n'explicite pas la dimension épistémologique de la tâche. Develay (1992) insiste en ce sens sur la nature de la tâche associée à la matrice disciplinaire qui affecte son but et ses conditions. Ainsi, les activités précédentes, avec des composants électriques ou électroniques, sont-elles différentes selon la scientificité ou la technicité qui les fondent. Malgré leur complémentarité féconde, les sciences et techniques ne peuvent occulter leur identité propre, ni masquer leurs projets spécifiques. De nombreux auteurs (Agazzi, 1996 ; Breton, Rieu et Tinland, 1990 ; Combarous, 1985 ; Gille, 1978 ; Perrin, 1991 ; Sigaut, 1991) rappellent leurs fonctions spécifiques de connaître et de faire.

Afin de clarifier les enseignements scolaires de ce point de vue épistémologique, Lebeaume (2000) propose un schéma d'analyse critique de leur cohérence, interrogeant les tâches, leurs visées éducatives et leurs références.

Avec cette perspective, les exemples précédents peuvent être schématisés (figures 1 et 2). La cohérence fondatrice de l'un est alors lisible entre la visée d'initiation scientifique, les tâches d'investigation et le domaine des connaissances de l'électrocinétique. La cohérence fondatrice de l'autre est également lisible entre la visée de découverte des processus techniques, les tâches de conception et les pratiques d'étude et de réalisation, industrielles et tertiaires.

Ces cohérences des points de vue disciplinaires peuvent être précisées (figures 3 et 4). Dans la première activité, l'objet réalisé existe comme élément de contextualisation de l'apprentissage ; il donne la signification à l'enseignement, car il représente le monde matériel dans lequel sont investies ces connaissances. Dans la seconde activité, l'objet réalisé est central pour l'apprentissage. Toutefois, le projet n'est pas une improvisation hasardeuse et tâtonnante ; les savoirs sont alors des ressources pour la réalisation.

FIGURE 1
Cohérence de l'activité de découverte

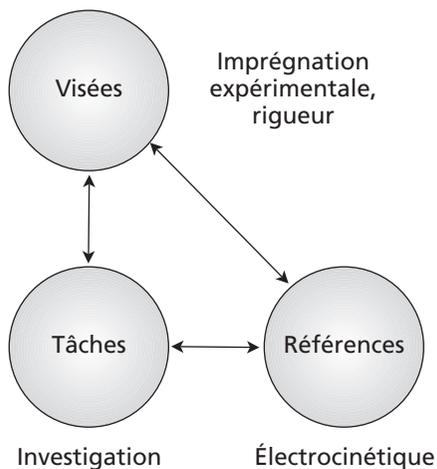


FIGURE 2
Cohérence de l'activité de conception

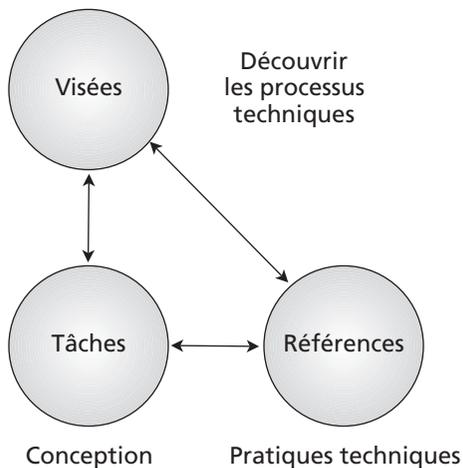


FIGURE 3
Enseignement contextualisé

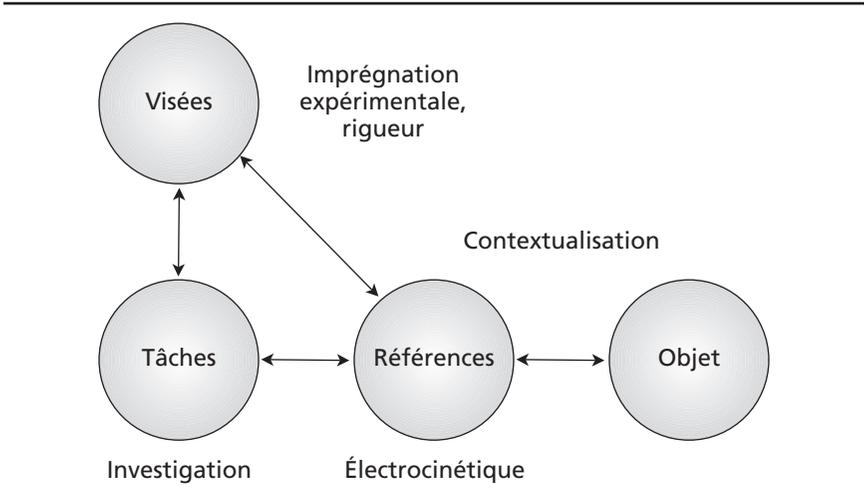
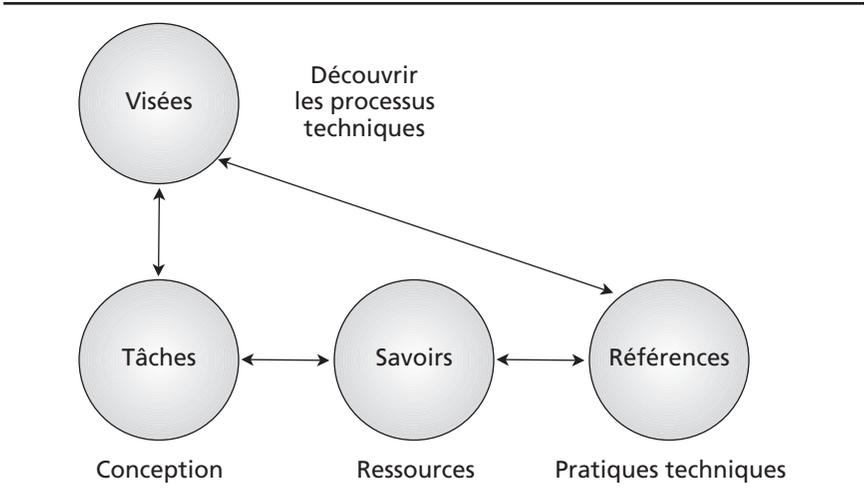


FIGURE 4
Enseignement par projets



Ces cohérences fondatrices donnent à l'objet réalisé une fonction différente. Il est ainsi, à la fois, objet scientifique et exemplaire d'un ensemble d'applications d'un principe scientifique. En revanche, il est objet technique et produit particulier adapté à un contexte.

Selon l'organisation pédagogique, ces enseignements cohérents peuvent s'emboîter, s'associer, s'articuler... dans des planifications qui font alterner investigation et réalisation. Pourtant, cette coexistence est parfois ignorée, comme dans l'opération « la main à la pâte » qui privilégie la seule ambition scientifique (Le François, 2000).

1.3. DES CONFUSIONS DE RÉFÉRENCES

La confusion liée à l'assimilation des activités scolaires d'initiation technique ou pratique à l'enseignement des applications des sciences n'est pas récente. L'examen de l'enseignement agricole et de l'administration domestique pour l'école primaire dans le dernier quart du XIX^e siècle (Lebeaume, 1994) révèle cette tension sur le pôle des références. Dans les termes de l'époque, « l'intelligence des choses agricoles » ou celle des « choses ménagères » s'opposent alors à « l'intelligence de l'agriculture » ou à celle de « l'administration domestique ». À titre d'exemple, la leçon sur l'eau est différente dans les manuels de sciences appliquées aux activités domestiques (Pavette, 1892) et dans les manuels d'enseignement ménager (Lalanne et Bidault, 1901). Tandis que les premiers enseignent la composition, les états et la distillation de l'eau pour la rendre potable, les seconds présentent d'une façon quasi systématique le lavage du plancher, des boiseries et des vitres, le blanchissage du linge, le repassage et l'empesage, les détachages de toutes sortes, le lavage de la vaisselle et le nettoyage des lieux d'aisance, tout en explicitant les phénomènes physiques et chimiques. Avec la même visée éducative de formation d'une maîtresse de maison et de diffusion de la « science du ménage », ces enseignements se distinguent par leurs références à des savoirs ou à des pratiques.

À la même époque, le travail manuel oscille également entre les références d'une approche scientifique et pratique (Lebeaume, 1996a). Si les premières propositions de 1887 envisageaient des travaux du bois et du métal à l'image des réalisations artisanales, le travail manuel devient très vite, en 1892, un enseignement de géométrie appliquée (pliage de papier, construction de solides, etc.).

1.4. DES CHOIX POUR LES ENSEIGNEMENTS EXPÉRIMENTAUX

Trois raisons majeures peuvent expliciter ces confusions de l'époque. La première est liée à l'esprit du temps d'une fin de siècle marquée par l'idéologie positiviste et scientiste et l'hymne du progrès qu'elle porte. La deuxième est plus conjoncturelle, car elle est liée à la stabilisation de la forme scolaire (Vincent, 1998). En effet, le travail manuel change de

références lorsque l'école primaire supérieure est concurrencée par la création des écoles pratiques du commerce et de l'industrie (EPCI), créées en 1892, formant des apprentis « prêts à l'emploi ». La volonté de soustraire les enfants du « pratique » justifie alors l'orientation scientifique du travail manuel, d'abord formulée en géométrie appliquée puis en sciences physiques appliquées. La troisième raison est la confusion associée au caractère déclaré « expérimental » des enseignements. Or, l'usage de cet adjectif recouvre deux acceptions indifférenciées, l'une épistémologique, l'autre pédagogique. Ainsi se confondent les enseignements des sciences expérimentales dont les contenus sont des faits éprouvés par des expériences et les procédés pédagogiques qui privilégient la découverte par les élèves des vérités qu'on veut leur enseigner. En ce début du XX^e siècle, Compayré (1911) s'interroge en effet sur les possibilités de transposition de la méthode expérimentale à la pédagogie pour l'enseignement des vérités qu'elle a servi à découvrir. L'article « expériences-expérimental » qu'il signe dans le dictionnaire Buisson souhaite démontrer que cette méthode inventive, heuristique, analytique... expérimentale, est depuis longtemps un fait accompli dans la pédagogie pratique. La géométrie expérimentale (Jully, 1907) ou le travail manuel et expérimental (Leblanc, 1888) acquièrent ainsi leur légitimité d'enseignements concrets qui s'affichent en tant qu'enseignements scientifiques.

Au milieu du XX^e siècle, ce procédé d'enseignement valorisant l'expérience est également présent dans la mécanique expérimentale (Basquin, 1947). L'enjeu est d'approcher les lois d'une façon concrète, perceptive et intuitive et surtout de s'opposer à un enseignement livresque. L'empreinte de cette orientation expérimentale de l'enseignement scientifique est très forte. Les préfaces des manuels de sciences rappellent cette orientation soutenue par Langenin (1904, dans Escal, 1948) de formation de l'esprit à la rigueur et l'honnêteté. Les programmes de physique des cours complémentaires prescrivent notamment la « notion expérimentale de centre de gravité ». Il s'agit d'apprendre à déterminer ce point de concentration du poids total du corps en suspendant successivement celui-ci par deux points et en cherchant le point de rencontre des verticales de suspension (Escal, 1948).

1.5. DES ÉVOLUTIONS DANS LES CONTENUS DE TECHNOLOGIE

Parallèlement à cette cristallisation des enseignements expérimentaux, les notions industrielles enseignées au milieu du XIX^e siècle s'organisent pour l'enseignement technique. Jusqu'au début des années 1960, l'étiquette « technologie » recouvre alors des contenus et des enseignements différents selon les qualifications envisagées (Deforge, 1993 ; Lebeaume, 2003).

Dans les programmes de la fin du XIX^e siècle, « technologie » désigne l'étude raisonnée des procédés employés dans les arts et les industries. Dans les manuels sont ainsi présentés les procédés et les principes rationnels et scientifiques que chaque industrie met en application. Mais ces présentations monographiques des pratiques industrielles sont contestées, notamment par Le Châtelier (1925/2001, p. 238) qui prône des enseignements scientifiques appliqués à l'industrie (chimie industrielle, par exemple) utiles pour la formation des ingénieurs.

La technologie dans l'enseignement technique s'organise progressivement jusqu'à la définition du baccalauréat de technicien en 1946. À cette date, elle se décline en trois composantes : la technologie générale s'enseigne en classe et décrit les matériaux et les procédés ; la technologie professionnelle s'enseigne à l'atelier et porte sur l'étude des outils, de l'usinage et des instruments de mesure, de contrôle et de vérification ; la technologie de construction ou technologie des machines s'intéresse à la conception des mécanismes traduits en dessins industriels. Cette technologie de construction se rationalise au tout début des années 1960, grâce à l'analyse fonctionnelle : « la description doit s'effacer devant l'analyse fonctionnelle qui conduit à découvrir les démarches intellectuelles du créateur et ouvre les horizons nouveaux dans le domaine de l'invention » (Campa, 1960, p. 4).

Ainsi, la technique se rationalise-t-elle à l'époque de la modernité. Les relations entre technique et science deviennent alors plus ténues comme le montrent les prouesses de l'époque dont la réussite du vol de *Sputnik* qui reste le signe de cette révolution. C'est dans ce contexte que l'éducation technologique pour l'enseignement général est imaginée.

2. L'ÉDUCATION TECHNOLOGIQUE EN FRANCE

Comme dans de nombreux pays, le début des années 1960 est marqué par la modernité, par la prolongation de la scolarité et par la constitution d'une école moyenne. Les aménagements structurels s'accompagnent d'une refonte des contenus scolaires et des plans d'études. En France, l'unification du système éducatif et la massification de l'école justifient l'existence d'enseignements modernes, dont l'éducation technologique. Mais la constitution d'un enseignement ne s'effectue pas *ex nihilo*. La technologie pour le collège s'inspire alors de la technologie générale et fonctionnelle et des enseignements expérimentaux et pratiques. Prise en charge par des professeurs de l'enseignement technique, des professeurs de sciences puis des professeurs de travaux manuels éducatifs, sa cohérence oscille entre

des tâches d'investigation scientifique ou technologique ou des réalisations pratiques, se référant aux savoirs scientifiques ou aux pratiques domestiques, artisanales ou industrielles (Lebeaume, 1996b).

2.1. LA TECHNOLOGIE DE L'ANALYSE-SYNTHESE TECHNIQUE

Les premiers essais de cet enseignement pour les collégiens, considéré comme l'équivalent du latin des classes modernes, sont délibérément définis par opposition à une discipline d'atelier. Les discours officiels (Ministère de l'Éducation nationale de la France, 1962) sont marqués par une forte revendication du caractère expérimental de cet enseignement nouveau : « ce n'est qu'en se définissant comme une discipline de réflexion expérimentale, à partir des objets concrets fabriqués par l'homme, que la technologie atteindra sa pleine valeur culturelle dans la formation générale de l'élève » (Capelle, 1962, p. 7).

Pour « cet enseignement de raisonnement », l'analyse-synthèse technique est alors une méthodologie générale qui permet aux élèves de saisir « l'intelligence des ensembles » grâce à une réflexion expérimentale dans les démarches de constatation et de conception (Canonge, 1964). L'enseignement est centré sur l'étude expérimentale de mécanismes tels que targettes à pêne plat, pieds à coulisse, perforatrices de bureau, butées de porte, boîtes à ouvrage ou à outils, meules à main, perceuses à main, coupe-tubes... La redécouverte de la pensée technique, à laquelle contribuent les exercices, implique des activités d'exploration, d'essai et d'expérimentation. Ainsi, l'étude et la recherche de solutions d'objets techniques permettant de perforer les feuilles de classeur conduisent-elles les élèves à expérimenter des solutions de perforation à l'aide d'un clou, d'un tube, d'une pointe de ciseaux... ou bien à rechercher l'architecture générale de l'objet en construisant un modèle expérimental à l'aide d'un matériel composé de cales percées d'alésages de diamètres légèrement supérieurs, de ressorts de longueurs différentes...

2.2. TECHNOLOGIE-PHYSIQUE

La technologie devient obligatoire à la rentrée 1970-1971. La totalité du programme de 4^e et le tiers de celui des classes de 3^e sont consacrés à l'étude d'objets mécaniques afin de faire acquérir une méthode d'analyse permettant la mise en évidence des fonctions et de leur organisation logique. L'architecture de ce programme est fondée sur l'étude de quatre objets génériques : les objets utilisant des mouvements de translation

(la targette), les objets construits avec une exigence de précision (le calibre à coulisse), les objets comportant des éléments dont la déformation mesurable est systématiquement recherchée pour faciliter la prise de conscience du concept de force (la butée de porte), un instrument de mesure (la balance). En 3^e, les études portent sur un objet utilisant la rotation, les objets assurant la transmission et la transformation du mouvement de rotation que complètent le dessin industriel et la cotation fonctionnelle et, enfin, la mesure des angles. Comme dans la version précédente, les objets retenus n'intègrent que les fonctions élémentaires qu'il s'agit de faire redécouvrir expérimentalement. Mais le souci d'insister particulièrement sur les mesures et les problèmes de cotation façonne la technologie. L'inspecteur général Payan (1971, p. 8) commente cette actualisation des programmes :

Les conceptions antérieures limitaient pratiquement l'étude à l'aspect cinématique que les objets techniques mettaient en évidence. On s'imposait ainsi de façon très arbitraire une mutilation en désaccord avec la réalité – un mouvement ne peut avoir d'autre cause qu'une force – et avec la nature pluridisciplinaire de la technologie. Malgré les choix que toute étude impose pour ne pas être vulgarisation ou simple satisfaction de curiosité, nous avons souhaité réintroduire dès la classe de 4^e les aspects physiques des phénomènes étudiés et nous avons explicité tout particulièrement les problèmes de mesure, les notions de force, de poids et de masse. Ces notions, inséparables des objets concrets dont elles sont une émanation, prennent ainsi dans notre programme la place importante à laquelle elles ont droit.

La technologie d'abord expérimentale dans l'acception pédagogique du terme devient alors enseignement expérimental de physique. À cette date, les professeurs de sciences physiques sont chargés de son enseignement. Les discours et les pratiques sont alors brouillés par les références scientifiques et techniques qui s'entremêlent. L'étude des objets et la cinématique expérimentale affichent d'une façon privilégiée leur visée d'un enseignement de raisonnement technologique confondu avec le raisonnement scientifique et ses références à la cinématique élémentaire. Hörner (1987) signale les dérives de ce *targettism* dont les objets d'étude sont sans aucune signification technique.

2.3. UN ENSEIGNEMENT UNIFIÉ EN QUESTION

En 1979, le nouveau plan d'études installe à la fois l'enseignement des sciences physiques et l'éducation manuelle et technique (EMT) qui actualise les travaux manuels éducatifs en 1953. En 1985, la discipline « technologie » se substitue à l'EMT et, progressivement, cette discipline scolaire se structure grâce à la constitution d'un corps professoral spécialisé ainsi

que des salles et des équipements dédiés. La technologie devient alors une discipline indépendante. Martinand (1996) considère que les tentatives d'unification de l'enseignement des sciences et de la technologie au collège ont conduit à leur distinction, irréversible.

Malgré cette histoire et les avatars de l'éducation technologique, les tentatives d'unification sont toujours présentes. Merlaud (2000, p. 199), membre du Conseil national de programmes, précise que les propositions pour un socle commun de culture scientifique et technique suggèrent d'« acquérir une démarche scientifique, notamment expérimentale et technologique ». De même, Dacunha-Castelle (2000), ancien conseiller spécial auprès du ministre, prône un enseignement unifié de sciences expérimentales et de technologie, imaginant à nouveau cette approche scientifique des objets techniques. Ces revendications de la scientificité des techniques qui dissimulent mal les contestations de la rationalité technique tendent à annihiler l'essence fondatrice du projet technique. Elles sont encore au cœur des discussions actuelles (Joutard, 2003) et du texte introductif aux nouveaux programmes très récemment publiés (Ministère de l'Éducation nationale de la France, 2005).

2.4. DES CONFUSIONS ENTRETENUES

Les disciplines scolaires ne sont pas seulement des contenus organisés pour l'enseignement; elles sont aussi des productions sociales marquées par des rapports de force. L'évolution des contenus des enseignements technologiques n'est sans doute pas étrangère à la constitution et à la reconnaissance des corps sociaux, d'abord des techniciens, puis des ingénieurs. Avec ces enjeux, l'étiquette scolaire « technologie » connaît de multiples faveurs et recouvre de nombreux sens, chacun l'appliquant à un aspect différent en fonction de ses intérêts.

Ainsi, au cours du dernier quart du XX^e siècle, l'extrême sophistication des moyens disponibles grâce à la maîtrise de l'information et l'interconnexion des réseaux tend à confondre les techniques et les sciences. Les termes technosciences, technopôles, biotechnologies, technologies de l'information et de la communication, nanotechnologies... deviennent progressivement usuels. Ils accompagnent cette nouvelle modernité postindustrielle, déjà exprimée dans le syntagme anglo-américain *high technology* abondamment investi par les messages publicitaires. Le terme « technique » tend alors à ne désigner que l'empirie et les techniques les plus rudimentaires, tâtonnantes et laborieuses. Pour Sérís (1994, p. 3), « on a recours à *technologie* parce que le terme paraît chargé d'une dignité que *technique* n'a pas ». Mais les usages de cette sorte de superlatif comportant un « faux sens emphatique et lourd » (Cellard, 1980) disqualifie la

technique. Ils la dénaturent en niant la technicité ainsi que toute pensée technique et toute rationalité technique qui président à la genèse des réponses aux besoins humains. L'indifférenciation entre le singulier et le pluriel de « technologie » augmente encore cette confusion sémantique et conceptuelle.

Or, la confusion de sens commun dans les usages de « technologie » entretient des clivages socioculturels entre les sciences et les techniques et dans les conceptions de leur relation essentiellement « applicationniste » présentant la recherche fondamentale en amont de la recherche appliquée. Pour Ramunni (1995), la constitution du Département des sciences pour l'ingénieur (SPI) au CNRS correspond à la reconnaissance d'un nouveau modèle interactionniste entre science et technique. Les SPI s'individualisent alors. Ce sont des sciences intermédiaires entre les sciences de l'analyse (dont le projet est d'accroître les connaissances) et les sciences d'action (dont le projet est d'optimiser les solutions). Toutefois, l'évolution du sigle SPI initialement développé en sciences physiques de l'ingénieur en 1975, puis en sciences pour l'ingénieur en 1991, conserve la trace des mutations profondes que cette évolution suscite. La reconnaissance de cette conception dynamique des techniques et des sciences, y compris les sciences humaines et sociales, dépend en effet des mutations sans doute plus importantes observées dans les rapports entre les communautés scientifiques et techniques.

3. DES SCIENCES ET DES TECHNIQUES DANS L'ENSEIGNEMENT GÉNÉRAL

Les curriculums sont englués dans une gangue sociale et sont fortement enracinés dans les organisations scolaires progressivement instituées. Penser leurs évolutions, leurs aménagements, voire leurs transformations, et donc examiner les interactions possibles de l'éducation scientifique et de l'éducation technologique implique de discuter les spécificités des contenus et de l'enseignement des sciences et des techniques tout en faisant référence aux essais antérieurs.

3.1. UNE NÉCESSAIRE CLARIFICATION

Dans le numéro de la revue *International Journal of Technology and Design Education* consacré aux apprentissages des élèves en éducation technologique, Middleton et Cajas (2004) soulignent les enjeux, mais aussi les difficultés de cette spécification des apprentissages, de la nature de la connaissance technique, des processus d'apprentissage et des méthodes

d'enseignement. McCormick (2004) argumente la nécessaire distinction des connaissances scientifiques à ambition universelle et des connaissances techniques associées à des tâches particularisées selon un contexte. Ce point de vue défendu également par Cartonnet (2002) s'oppose à la conception de la technologie réduite à des sciences appliquées qui occulte alors le savoir technique que Staudenmaier (1985) caractérise comme un savoir structuré en tension entre un dessein fonctionnel et les contraintes spécifiques de son contexte.

3.2. DES TENTATIVES ANTÉRIEURES

À l'époque de l'émergence de la *Technology Education* en Angleterre, Black et Harrison (1975) proposent, dans leur texte *In Place of Confusion, Technology and Science in the School Curriculum*, un modèle de conception de curriculums. Ils distinguent les activités dites de « ressources » et les activités de « tâches ». Les premières correspondent aux enseignements disciplinaires au sens traditionnel du terme et les secondes à des enseignements sous forme de projets, par exemple, d'investigation scientifique ou de réalisation technologique.

La perspective ainsi dessinée par Black et Harrison (1975) accompagne leur double souci, d'une part, de distinction des activités scolaires scientifiques et des activités scolaires technologiques et, d'autre part, du développement des capacités correspondant à une éducation scientifique et technologique. En ce sens, l'entrée par les « tâches » est fondatrice de cette conception, car celles-ci sont *a priori* indifférenciées et se nourrissent ou alimentent les autres activités d'enseignement, d'approfondissement ou d'extension des ressources.

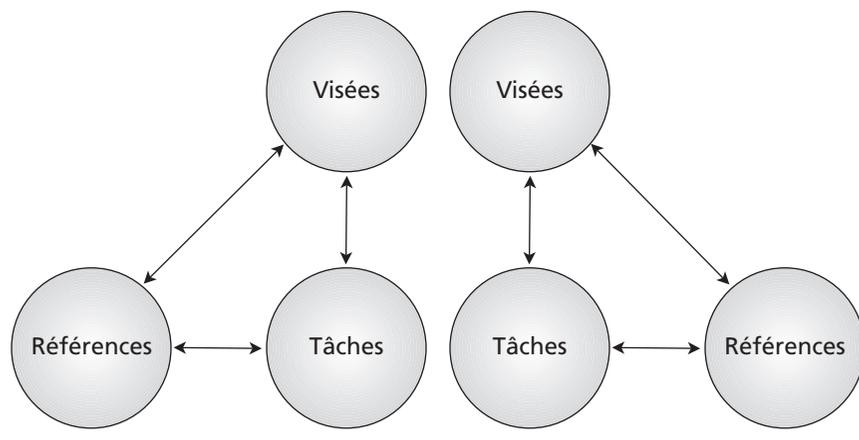
En France, l'essai de l'Initiation scientifique et technique au milieu des années 1970 est proche de cette conception (Delacote, 1977). Il s'agit, selon les termes d'orientation des travaux de la commission chargée de cette réforme des programmes, « de développer chez les enfants le sens du concret et du raisonnement par intuition et de donner aux élèves le goût de l'expérimentation, et de satisfaire leur curiosité vis-à-vis du monde scientifique et technique qui les entoure et qu'ils découvrent à cet âge » (Delacote, 1977, p. 142). L'enseignement modulaire proposé alors est conçu à partir d'activités authentiquement scientifiques et techniques. Le réglage ou la programmation d'un automatisme câblé, la construction d'objets électroniques, la production sérielle d'une pompe d'aquarium sont autant d'activités scolaires qui se réfèrent aux pratiques sociales et qui conduisent les élèves à réaliser, fabriquer, construire, contrôler, et les incitent à développer une attitude scientifique et à réaliser des expériences pour répondre aux questions qu'ils se posent.

3.3. TROIS COEXISTENCES POTENTIELLES

En France, l'histoire de l'enseignement des sciences et de l'enseignement des techniques indique la difficulté de leurs relations et révèle trois existences potentielles: des enseignements unifiés, disjoints ou coordonnés. L'examen de ces coexistences doit s'effectuer à l'échelle curriculaire, c'est-à-dire en tenant compte non seulement des contenus, mais aussi des enseignants et des équipements. Martinand (2003) distingue en ce sens les niveaux d'analyse des curriculums, de leurs missions dans l'organisation curriculaire aux choix didactiques des contenus.

La figure 5, qui représente les deux disciplines scolaires, permet cet examen des conditions de coexistence et de leurs implications.

FIGURE 5
Deux enseignements



La disjonction correspond à deux enseignements distincts, c'est-à-dire sans aucune relation. L'existence de ces deux disciplines scolaires admet des étiquettes différentes, des corps professoraux distincts, des salles et des équipements dédiés, des contenus spécifiques avec leurs visées éducatives propres. Toutefois, la coexistence de ces deux disciplines ne se justifie au collège que si leurs missions distinctes n'entraînent aucune confusion entre elles. À cet égard, la technologie avec sa cohérence fondatrice des réalisations sur projet n'a de légitimité institutionnelle que si ses missions accréditent ces choix. Actuellement, ses missions d'appui à l'orientation, d'appropriation du monde technicisé et d'apprentissage des

usages de l'ordinateur, notamment, justifient sa structure et ses contenus. La disjonction des enseignements de sciences et techniques est ainsi nécessairement associée à la disjonction de leurs missions respectives. Sans cette clarification, le maintien des sciences et de la technologie tend à leur concurrence, leur unification, voire leur superposition.

L'unification des enseignements scientifiques et technologiques ne peut bien sûr s'examiner en affectant au terme « technologie » l'acception commune ou le pluriel qui lui font perdre son sens. Hors de cette dénaturation, l'unification conduit à l'invention d'une autre discipline scolaire qui réunit les deux squelettes de la figure précédente. Il s'agit alors de penser à la fois les tâches scolaires, leurs références, leurs visées et la cohérence d'ensemble. Selon ces décisions, cette discipline nouvelle peut combiner l'invention, l'expérimentation, les travaux pratiques, les projets, la construction de maquettes, la production d'objets ou de services... Son enseignement suppose également des laboratoires indifférenciés de technologie et sciences, de sciences pratiques... Comme précédemment, son existence scolaire dépend des missions – non contradictoires – qui lui sont fixées. Mais sa mise en œuvre est fortement conditionnée par les possibilités des enseignants, leur formation et l'organisation des corps professoraux. En France, depuis plus de quarante ans, les tentatives d'unification se sont toujours heurtées, d'une part, à cette organisation sociale des disciplines scolaires et, d'autre part, aux habitus et rapports spécifiques au monde que forgent les formations universitaires initiales.

La coordination de l'enseignement des sciences et de l'enseignement de la technologie est la troisième coexistence potentielle. C'est une solution intermédiaire qui consiste à déterminer les relations entre les enseignements, c'est-à-dire entre les tâches, les visées, les références, les ressources et les contextes, sans intervenir sur les cohérences propres de ces deux disciplines scolaires. Elle relève essentiellement de choix programmatiques qui, soit rendent lisibles les concordances entre les contenus et les situations d'enseignement-apprentissage, soit désignent des moments scolaires contribuant au mixage des approches et des contenus. De telles concordances figuraient, par exemple, pour l'enseignement du travail manuel et de la géométrie (Martin, 1894) et les programmes de technologie (1996-1998) mentionnent explicitement des corrélats. Toutefois, l'expérience de la mise en œuvre de tels travaux interdisciplinaires au collège révèle la prégnance du modèle applicationniste qui tend à subordonner la technique à la science (Lebeaume et Magneron, 2004). L'enseignement de la technologie est alors réduit à des activités de réalisation, parfois récréatives, mais sans véritable enjeu d'apprentissage spécifique. Cette mise en relation n'est alors envisageable que si les principes de coordination des enseignements sont clarifiés.

CONCLUSION

L'analyse curriculaire présentée, fondée sur des outils et des concepts élaborés par la recherche, ne saurait se conclure par une orientation prescriptive sur le choix préférentiel pour l'une de ces trois solutions. La logique de l'expertise d'ordre didactique ne peut en effet se confondre avec la logique de la décision d'ordre politique. La responsabilité que le chercheur peut assumer pleinement est celle de la mise à disposition d'un cadre d'analyse permettant à la fois de faire émerger les possibles en précisant leurs conditions, leurs contraintes et leurs implications respectives, dans un contexte particulier avec son historicité. C'est ce cadre d'objectivation et de questionnement à l'échelle du curriculum qui a été explicité précédemment.

Selon les priorités dévolues à l'école moyenne (renouveler le potentiel de scientifiques ou d'ingénieurs, assurer le développement des adolescents dans leurs différentes dimensions, contribuer à la poursuite d'études spécialisées...), l'organisation des enseignements scolaires et sa flexibilité sont susceptibles d'attribuer des fonctions distinctes à l'éducation scientifique et technologique tout en les organisant d'une façon totalement différenciée, progressivement différenciée ou au contraire plus spécialisée. Mais la réussite des mises en œuvre de ces réaménagements possibles ou de ces refondations éventuelles dépend essentiellement de la cohérence des décisions de la politique éducative sur l'ensemble des points de la structure curriculaire.

Les sciences et les techniques au collège sont soumises à une perpétuelle actualisation en raison des évolutions permanentes des pratiques, des domaines de connaissances et d'actions, des qualifications, des professions, des organisations sociales... Penser ces enseignements et leurs relations éventuelles exige alors de préciser constamment les enjeux de l'éducation scientifique et technologique de tous les jeunes, dans leur scolarité obligatoire. C'est une question centrale pour le projet culturel de l'école.

BIBLIOGRAPHIE

- Agazzi, E. (1996). *Le bien, le mal et la science*, Paris, Presses universitaires de France.
- Basquin, R. (1947). *Mécanique expérimentale*, Paris, Delagrave.
- Black, P. et G. Harrison (1975). *In place of Confusion, Technology and Science in the School Curriculum*, Londres, Trent Polytechnic, Nuffield-Chelsea Curriculum and National Centre for School Technology.
- Breton, P., A.-M. Rieu et F. Tinland (1990). *La technoscience en question. Éléments pour une archéologie du XX^e siècle*, Paris, Champ Vallon.
- Campa, A. (1960). *Livre de technologie générale: préparation aux différents CAP, BEP, BP, BM*, Paris, Foucher.
- Canonge, F. (1964). *Pédagogie des enseignements techniques et formation de l'esprit*, Paris, Foucher, p. 16-31.
- Capelle, J. (1962). «L'option moderne s'enrichit», *L'Éducation nationale*, 34, p. 5-8.
- Cartonnet, Y. (2002). «Proposition d'un schéma d'organisation des formations de concepteurs à l'analyse de systèmes complexes: Pystile», *Aster*, 34, p. 157-180.
- Cellard, J. (1980). «Chronique», *Le Monde*, 23 mars, p. 21.
- Combarous, M. (1985). *Les techniques et la technicité*, Paris, Éditions sociales.
- Compayré, G. (1911). «Expériences-Expérimental», dans F. Buisson (dir.), *Nouveau dictionnaire de pédagogie et d'instruction primaire*, Paris, Hachette, p. 589-591.
- Dacunha-Castelle, D. (2000). *Peut-on encore sauver l'école?*, Paris, Flammarion.
- Deforge, Y. (1993). *De l'éducation technologique à la culture technique*, Paris, ESF.
- Delacote, G. (1977). «De l'innovation à la réforme 1971-1977», *Bulletin de l'union des physiciens*, 597, p. 140-169.
- Develay, M. (1992). *De l'enseignement à l'apprentissage*, Paris, ESF.
- Escal, E. (1948). *Physique. Classe de quatrième des cours complémentaires. Programmes du 24 juillet 1947*, Paris, Hachette.
- Gille, B. (1978). *Histoire des techniques*, Paris, Gallimard.
- Joutard, P. (2003). *L'enseignement de la technologie au collège*, <http://technologie.scola.ac-paris.fr/actu/ex_archives.php?debut=32>. Consulté le 15 avril 2006.
- Jully, A. (1907). *Éléments de géométrie expérimentale*, Paris, Belin.
- Hörner, W. (1987). *École et culture technique, Expériences européennes*, Paris, INRP.
- Lalanne, J.-B. et Madame Bidault (vers 1901). *L'éducation ménagère à l'école primaire*, Paris, Bibliothèque d'éducation.
- Langenin, P. (1904). «L'esprit de l'enseignement scientifique», Conférences au musée pédagogique, Paris, Imprimerie Nationale, p. 73-95.

- Lebeaume, J. (1994). «Le travail manuel, l'agriculture et l'administration domestique dans l'école de la République 1882-1923 : méthodes globales et méthodes syllabiques», dans A. Giordan, J.-L. Martinand et D. Raichvarg (dir.), *Actes des XV^e Journées internationales sur la communication, l'éducation et la culture scientifiques et industrielles*, Paris, Didactique innovation recherche éducation scientifique, p. 437-440.
- Lebeaume, J. (1996a). *École, technique et travail manuel*, Nice, Z'Éditions, Delagrave.
- Lebeaume, J. (1996b). «Une discipline à la recherche d'elle-même : trente ans de technologie pour le collègue», *Aster*, 23, p. 9-42.
- Lebeaume, J. (2000). *L'éducation technologique – Histoires et méthodes*, Paris, ESF.
- Lebeaume, J. (2003). «Vers la technologie et la culture technique pour tous. Quelques repères du passé pour penser les défis de demain», *Livre des résumés et contributions du colloque Culture technique : enjeu de société*, Paris, IRHESC-FSU, p. 29-38. <http://institut.fsu.fr/cult_tech/cult_tech_contributions.htm>. Consulté le 15 avril 2006.
- Lebeaume, J. et N. Magneron (2004). «Itinéraires de découverte au collège : à la recherche des principes coordinateurs», *Revue française de pédagogie*, 148, p. 101-118.
- Leblanc, R. (dir.) (1888). *L'enseignement manuel et expérimental*, Paris, Nathan.
- Le Châtelier, H. (2001). *Science et Industrie : Les débuts du taylorisme en France*, 1^{re} éd. en 1925, Paris, Éditions du Comité des travaux historiques et scientifiques.
- Le François, C. (2000). «Culture technique et dérives charpakiennes», *Spirale*, 26, p. 155-167.
- Léon, A. (1980). *Introduction à l'histoire des faits éducatifs*, Paris, Presses universitaires de France.
- Leplat, J. et J.-M. Hoc (1983). «Tâche et activité dans l'analyse des situations», *Cahiers de psychologie cognitive*, 3(1), p. 49-63.
- MacCormick, R. (2004). «Issues of learning and knowledge in technology education», *International Journal of Technology and Design Education*, 14(1), p. 21-44.
- Martin, P. (1894). *Cours normal de travail manuel*, Paris, Armand Colin.
- Martinand, J.-L. (1996). «Un moment du développement de l'enseignement scientifique et technologique : les débats de la Commission Lagarrigue sur la technologie», dans B. Belhoste, H. Gispert et N. Hulin (dir.), *Les sciences au lycée, un siècle de réformes des mathématiques et de la physique en France et à l'étranger*, Paris, Vuibert et INRP, p. 218-227.
- Martinand, J.-L. (2003). «L'éducation technologique à l'école moyenne en France : Problèmes de didactique curriculaire», *Revue canadienne de l'enseignement des sciences, des mathématiques et des technologies*, 3(1), p. 100-116.

- Merlaud, C. (2000). «Vers un pôle “ Sciences et Techniques” au collège», dans Institut de recherche FSU (dir.), *Pour une culture commune*, Paris, Hachette, p. 192-205.
- Middleton, H. et F. Cajas (2004). «Éditorial», *International Journal of Technology and Design Education*, 14(1), p. 1-3, Numéro special, *Student Learning in Technology Education*.
- Ministère de l'Éducation nationale de la France (1962). «Circulaire du 7 septembre 1962: enseignement de la technologie», *RMF*, 34, 17 septembre, p. 3061-3065.
- Ministère de l'Éducation nationale de la France (2005). «Programmes de l'enseignement de technologie en classe de sixième des collèges», *Bulletin officiel*, 3, p. 109-124.
- Pavette, O. (1892). *Notions élémentaires de sciences avec leurs applications à l'agriculture et à l'hygiène à l'usage des écoles primaires de garçons et de filles, Cours moyen et supérieur*, Paris, Belin.
- Payan, A. (1971). *L'enseignement de la technologie en France*, document multigraphié, Strasbourg, Conseil de l'Europe.
- Perrin, J. (coord.) (1991). *Construire une science des techniques*, Limonest, L'interdisciplinaire.
- Ramunni, G. (1995). *Les sciences pour l'ingénieur – Histoire du rendez-vous des Sciences et de la Société*, Paris, Centre national de recherche scientifique.
- Séris, J.-P. (1994). *La technique*, Paris, Presses universitaires de France.
- Sigaut, F. (1991). «Postface», dans J. Perrin (coord.), *Construire une science des techniques*, Limonest, L'Interdisciplinaire, p. 409-416.
- Simondon, G. (1969). *Du mode d'existence des objets techniques*, Paris, Aubier Montaigne.
- Staudenmaier, J.M. (1985). *Technology's Storytellers. Reweaving the Human Fabric*, Cambridge, Mass., MIT Press et Londres, Society for the History of Technology.
- Vincent, G. (1998). *L'école prisonnière de la forme scolaire*, Lyon, Presses universitaires de Lyon.

P A R T I E

2

*REGARDS SUR LA FORMATION
À L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES
ET DES TECHNOLOGIES*

CHAPITRE

5

**Statut des disciplines scientifiques
dans le cadre de la formation
par compétences à l'enseignement
des sciences au secondaire**

*Abdelkrim Hasni
CREAS-Sherbrooke; CRIE-CRIFPE
Université de Sherbrooke
abdelkrim.hasni@usherbrooke.ca*

RÉSUMÉ

L'auteur aborde la question du statut des disciplines scientifiques de référence dans le contexte de la double réforme par compétences que connaît actuellement le système éducatif au Québec : celle de l'enseignement primaire et secondaire et celle de la formation à l'enseignement. Le nouveau programme de sciences et technologies, en mettant l'accent sur l'intégration de contenus en provenance de plusieurs disciplines, en associant les sciences aux technologies, en soulignant la nécessité de prendre en considération les domaines généraux de formation et de privilégier des approches interdisciplinaires, entre autres, conduit à questionner la conception traditionnelle selon laquelle les disciplines scolaires se situeraient en continuité directe avec les disciplines universitaires de référence. Cette nouvelle manière d'aborder les sciences à l'école suscite de nouveaux défis pour la formation disciplinaire à l'enseignement et nécessite par conséquent la mise en place de nouveaux modèles de formation universitaire.

Dans ce chapitre, nous traitons de la question du statut des savoirs disciplinaires dans l'enseignement des sciences au secondaire et de ses conséquences pour la formation à l'enseignement dans le contexte de la réforme du système d'enseignement que connaît le Québec, mais aussi plusieurs pays occidentaux. Il s'agit d'une double réforme, celle de l'enseignement primaire et secondaire et celle de la formation à l'enseignement, qui, en mettant l'accent sur le développement des compétences, conduit à questionner profondément la place accordée traditionnellement aux savoirs disciplinaires de référence.

Dans la première partie, nous présentons le nouveau contexte éducatif québécois et les orientations des nouveaux programmes de sciences et technologies¹, en dégageant les conséquences, sur le plan du rapport aux disciplines scientifiques de référence, de la professionnalisation des enseignants et de la centration du Programme de formation de l'école québécoise sur le développement des compétences et l'acquisition d'une culture scientifique et technologique par les élèves. Dans la deuxième partie, nous analysons, à la lumière des écrits scientifiques dans le domaine, les liens possibles entre la discipline scolaire « sciences et technologies » et les disciplines scientifiques de référence. Dans la troisième partie, nous abordons la question de l'ouverture de la discipline « sciences et technologies » sur les autres disciplines scolaires, notamment par l'entremise de l'interdisciplinarité. Dans la conclusion, nous décrivons, sur la base de l'analyse effectuée, les nouveaux défis pour l'enseignement et pour la formation à l'enseignement. Ainsi que le Conseil supérieur de l'éducation (2004) le souligne, une des principales questions à considérer en lien avec la professionnalisation des enseignants est celle de la nature des compétences disciplinaires et didactiques nécessaires à l'exercice de la profession enseignante.

1. PROFESSIONNALITÉ ET STATUT DES SAVOIRS DISCIPLINAIRES DANS LA NOUVELLE RÉFORME AU QUÉBEC

Un peu partout dans le monde occidental, la professionnalisation de l'enseignement est devenue un des axes prioritaires des réformes éducatives. Ainsi, l'OCDE (2001) affirme que les attentes nouvelles et croissantes

1. Alors que le ministère de l'Éducation intitule ce domaine au singulier (la science et la technologie), nous préférons utiliser ici le pluriel pour le désigner (sciences et technologies), étant donné qu'on ne peut prétendre qu'il existe une seule (LA) science et une seule technologie.

envers l'éducation sont porteuses de fortes exigences de professionnalisme ; aux États-Unis, le Holmes Group (1986), consortium de doyens d'universités américaines, soulignait déjà que l'amélioration du rendement et de la performance des élèves passe par la poursuite de visées éducatives qui favorisent une plus grande professionnalisation des enseignants. Au Québec, même si la source de la professionnalisation des enseignants remonte aux recommandations du rapport Parent, qui se sont traduites notamment par le transfert de la formation des enseignants dans les universités à partir des années 1970, c'est à partir du début des années 1990 que la réflexion sur la professionnalisation a connu son essor. Le rapport du Conseil supérieur de l'éducation (1991) et le document ministériel (MEQ, 1992) préfiguraient les débats actuels et la production par le ministère de l'Éducation du Québec (MEQ) du référentiel des compétences (MEQ, 2001). Ce référentiel, dont la rédaction a été amorcée par un groupe de travail constitué en 1999, fixe pour les universités engagées dans la formation initiale des enseignants les orientations et les compétences attendues qui doivent guider l'élaboration de leurs programmes de formation. Le concept de professionnalisation, tel que mis de l'avant par cette réforme, renvoie à deux types de processus interreliés : *a*) le professionnisme, qui a un sens social et externe et fait référence à un statut social distinct dans la division du travail ; *b*) la professionnalité, qui renvoie à l'idée du développement et de construction de compétences nécessaires à l'exercice de la profession (MEQ, 2002).

Parallèlement à cette réforme de la formation à l'enseignement, et pour donner suite aux recommandations formulées dans l'avis du Conseil supérieur de l'éducation (1998), de nouveaux programmes d'enseignement au primaire (MEQ, 2001) et au secondaire (MEQ, 2004) ont été élaborés. Les changements que véhiculent ces nouveaux programmes, dans le domaine des sciences et technologies, ont été justifiés, entre autres, par la place grandissante que ces savoirs occupent dans la société. Ils ont également été justifiés par la nécessité d'assurer une culture scientifique et technologique à tous les citoyens, fondée notamment sur la relation entre sciences, technologies et société, et par le désintérêt des élèves pour les disciplines scientifiques (Conseil des ministres de l'Éducation du Canada, 1997 ; Rousseau, 2002). Le nouveau programme de sciences et technologies au secondaire est un programme intégré, plutôt que cloisonné en matières indépendantes. À l'instar de certains pays de l'OCDE (2004), il est rédigé en termes de compétences disciplinaires et transversales et exige l'établissement de liens avec d'autres disciplines et avec des problématiques sociales comme celles de la santé et de l'environnement.

Cette double réforme par compétences véhicule, entre autres, un nouveau rapport aux savoirs disciplinaires, qui touche aussi bien les disciplines d'enseignement, savoirs à enseigner, que les disciplines de formation, savoirs pour enseigner. Nous rappelons rapidement comment les nouvelles orientations éducatives questionnent les savoirs disciplinaires avant de décrire l'impact de ces changements sur l'enseignement et sur la formation à l'enseignement.

1.1. DU CÔTÉ DE LA FORMATION À L'ENSEIGNEMENT: LES SAVOIRS POUR ENSEIGNER

Alors que l'ancienne professionnalité se fondait presque exclusivement sur un rapport au savoir universitaire, la nouvelle s'appuie plutôt sur un rapport au savoir professionnel, souligne le ministère de l'Éducation du Québec (MEQ, 2002). Dans le chapitre intitulé « L'élaboration des programmes dans une perspective de développement de compétences professionnelles », il soutient que « la logique disciplinaire ne devrait donc plus être dominante dans le développement des programmes de formation à l'enseignement ayant une visée de professionnalisation » (p. 215). Ces affirmations parmi d'autres, qui viennent orienter le nouveau référentiel de compétences professionnelles, soulignent avec force que les disciplines doivent être considérées comme des ressources de formation et de développement des compétences et non comme une finalité en soi.

Ce nouveau rapport aux disciplines de formation concerne d'abord les savoirs disciplinaires de référence: ceux-ci « doivent être en lien avec les contenus des programmes de formation à enseigner à l'école » (MEQ, 2002, p. 25). Il concerne aussi les disciplines des sciences de l'éducation, de la pédagogie, des didactiques, etc. L'orientation retenue vise à favoriser le plus de liens possible entre ces disciplines, d'une part, et entre celles-ci et la pratique (les stages), d'autre part. La formation a intérêt à s'effectuer autour de situations favorisant le développement des compétences souhaitées et dans lesquelles les interactions entre les savoirs sont requises: « le projet de professionnalisation a pour objet de promouvoir une formation intégrée » ((MEQ, 2002, p. 25). En ce sens, « former un maître n'est pas seulement soumettre une étudiante ou un étudiant à un agrégat de cours sans liens entre eux et sans lien avec la profession à exercer. Articuler n'est pas juxtaposer et organiser la formation de telle sorte que ces différentes composantes soient vues, de façon concomitante, durant la même année, ne garantit aucunement une intégration des savoirs » (MEQ, 2002, p. 25).

Ainsi, le concept d'intégration est devenu central dans l'élaboration des programmes de formation visant le développement des compétences professionnelles, mais que faut-il entendre par intégration ? Que signifient concevoir et mettre en œuvre des activités d'intégration et de qui cela relève-t-il ? Quels sont les dispositifs à mettre en place pour favoriser l'intégration dans le contexte de développement des compétences professionnelles ? Comment les nouveaux programmes de formation prennent-ils en considération la question de l'intégration ? Nous ne faisons que soulever ces questions dans ce chapitre, qui porte prioritairement sur le statut des savoirs disciplinaires dans les programmes d'enseignement (savoirs à enseigner) ; une discussion de la question du statut des savoirs de formation (savoirs pour enseigner) a été développée ailleurs (Hasni, à paraître).

1.2. DU CÔTÉ DE L'ENSEIGNEMENT : LES SAVOIRS À ENSEIGNER

Deux changements majeurs touchent directement les savoirs à enseigner en sciences. Le premier concerne les fondements et la structure de la discipline elle-même. Alors que traditionnellement, les sciences à l'école étaient pensées de manière à permettre une initiation aux disciplines scientifiques de référence (apprendre la biologie, la physique, la chimie, etc.), avec le nouveau programme, fondé sur les compétences, l'accent est mis sur le développement d'une culture scientifique et technologique par l'ensemble des élèves. Pour assurer le développement de cette culture, on cherche à contextualiser les savoirs disciplinaires, c'est-à-dire à les aborder en lien avec la vie quotidienne. C'est en ce sens qu'ont été introduits les « domaines généraux de formation ». Ceux-ci renvoient à des problématiques auxquelles les jeunes doivent faire face dans diverses sphères importantes de leur vie et sont porteurs d'enjeux cruciaux pour les individus et les collectivités : santé et bien-être ; orientation et entrepreneuriat ; environnement et consommation ; médias ; vivre-ensemble et citoyenneté (MEQ, 2001, 2004).

Le deuxième changement majeur concerne le décloisonnement disciplinaire. L'ouverture de l'école sur la vie, dans laquelle les problèmes sont complexes et dépassent nécessairement le regard disciplinaire, exige le recours à des perspectives interdisciplinaires. C'est, entre autres, par le biais des domaines généraux de formation que le ministère justifie dans le récent curriculum la nécessité de l'interdisciplinarité :

[...] le Programme de formation présente, sous l'appellation *domaines généraux de formation*, un ensemble de grandes intentions éducatives et d'axes de développement destinés à structurer l'action collective de

tous ceux qui font l'école. Ces domaines, qui touchent aux problématiques contemporaines auxquelles les jeunes doivent faire face, sont de nature interdisciplinaire (MEQ, 2004, p. 15).

Pour le ministère de l'Éducation, la mise en place de projets interdisciplinaires représente une voie d'accès privilégiée pour aborder divers problèmes se rattachant à l'un ou l'autre de ces domaines généraux de formation :

[...] de tels projets, individuels ou collectifs, sont des occasions de mettre à profit des savoirs disciplinaires et d'en favoriser le réinvestissement dans l'analyse de problèmes qui interpellent non seulement les jeunes, mais aussi la société. Ils permettent également à l'élève de s'initier à la recherche et au traitement d'informations, à la résolution de problèmes multidimensionnels, au jugement critique, à l'argumentation et au débat, à la collaboration, etc., faisant appel ainsi à plusieurs compétences transversales (MEQ, 2004, p. 22).

D'une manière générale, pour chaque discipline, la section « Relations entre la discipline et les autres éléments du Programme de formation » présente et illustre les relations à favoriser avec les autres disciplines. Pour les sciences et technologies, trois types de liens interdisciplinaires sont visés :

1. L'intégration des disciplines scientifiques et technologiques. Désormais, au premier cycle du secondaire², ce n'est plus l'écologie (en première année) et l'environnement physique (en deuxième année) qui sont au programme, mais des contenus intégrés en provenance de cinq champs disciplinaires d'ordre scientifique (chimie, physique, biologie, astronomie, géologie) et divers champs d'applications technologiques : « [...] ce regroupement est motivé par le grand nombre de concepts communs qui relient ces champs entre eux, par la complémentarité qui en découle et par le besoin fréquent de faire appel aux contenus et aux méthodes de plusieurs de ces champs pour résoudre des problèmes ou expliquer des phénomènes naturels » (MEQ, 2004, p. 267).
2. L'intégration des sciences et technologies, d'une part, et des mathématiques, d'autre part. Pour faciliter cette intégration, ces disciplines font partie d'un même domaine d'apprentissage³ :

2. Le premier cycle comporte deux ans.

3. Le nouveau programme comprend cinq domaines d'apprentissage : les langues ; les mathématiques, les sciences et technologies ; l'univers social ; le développement personnel et social ; les arts.

[...] le regroupement des disciplines par domaines représente un pas vers le décloisonnement des matières scolaires, en ce sens qu'il permet de les situer par rapport à des domaines de référence et incite l'enseignant à concevoir sa discipline comme une partie intégrante d'une dimension importante de la formation de l'élève » (MEQ, 2004, p. 15).

Depuis fort longtemps, ces disciplines sont intrinsèquement reliées et leur évolution, de même que leur dynamique interne, portent la marque de leur synergie. Ainsi, qu'il s'agisse de la conception ou de la représentation de certains objets technologiques, de la construction de modèles mathématiques ou encore de la représentation de phénomènes scientifiques naturels, l'interdisciplinarité qui les caractérise s'avère incontournable (MEQ, 2004, p. 61).

3. L'établissement des liens entre le domaine des sciences et technologies et les autres domaines du programme tels que les langues, l'univers social, etc.: «[...] dans une perspective de formation qui se veut intégrée, il importe de ne pas dissocier les apprentissages effectués en science et technologie de ceux réalisés dans d'autres disciplines » (MEQ, 2004, p. 271). D'une manière générale, le MEQ souligne que « l'enseignement d'éléments de contenus fragmentés ne débouche pas spontanément sur leur réinvestissement dans la résolution de problèmes complexes ; il faut amener l'élève à découvrir les relations entre ces éléments pour qu'il apprenne à établir des liens » (MEQ, 2004, p. 16).

Rappelons que la question du décloisonnement disciplinaire n'est pas nouvelle au Québec. Les notions d'intégration des matières et d'interdisciplinarité sont à l'ordre du jour depuis les années 1980, à la suite de la publication par le Conseil supérieur de l'éducation (CSE, 1982) du rapport intitulé *Le sort des matières dites « secondaires » au primaire*. Dans ce rapport, le Conseil soulignait que « si les éducateurs multipliaient les actions interdisciplinaires, ce serait non seulement chaque champ du savoir qui pourrait y gagner, mais avant tout chaque élève qui arriverait à mieux comprendre les liens qui existent entre tous les apprentissages qu'il réalise » (CSE, 1982, p. 19). Le Conseil recommandait alors « que l'interdisciplinarité, ou l'intégration des matières, devienne un axe du développement pédagogique des prochaines années, autant pour le ministère de l'Éducation que pour les commissions scolaires » (p. 19). Depuis, plusieurs rapports du CSE et du ministère de l'Éducation ont rappelé l'importance de recourir à l'interdisciplinarité. Déjà, un numéro de *Vie pédagogique* (1987) rapportait des exemples de situations d'apprentissage interdisciplinaires vécues dans les classes du secondaire.

Ce qui est nouveau, c'est que pour la première fois le « Programme de formation de l'école québécoise » au secondaire fait de l'interdisciplinarité une de ses orientations prioritaires. Il en fait une des approches d'enseignement à considérer sérieusement : « concertation pédagogique, collaboration interdisciplinaire, projets partagés, activités communes sont autant de formules à exploiter pour faire en sorte que toutes les énergies tendent vers un seul objet : l'apprentissage » (MEQ, 2004, p. 14). Il en fait aussi un moyen favorisant la contextualisation des savoirs (notamment par l'entremise des domaines généraux de formation) et la différenciation pédagogique :

[...] l'exploitation du potentiel de l'interdisciplinarité est privilégiée parce qu'elle favorise des apprentissages larges et imbriqués. De plus, le fait d'aborder une situation sous différents angles augmente les chances de rejoindre chaque apprenant dans ses expériences, ses champs d'intérêt, ses valeurs, et d'accroître ainsi sa motivation. Inscrire sa pratique dans une telle perspective ouvre également plusieurs voies à la différenciation pédagogique, rendue nécessaire par l'hétérogénéité des élèves et l'objectif d'assurer la réussite de chacun (MEQ, 2004, p. 57).

Par ailleurs, alors que plusieurs travaux ont accompagné au Québec, sur le plan conceptuel, l'interdisciplinarité au primaire, et ont même inspiré les concepteurs de certains manuels scolaires, cette réflexion reste, à notre connaissance, très peu développée pour le secondaire. En outre, ici comme ailleurs, « la plupart des auteurs déplorent le flou conceptuel qui règne dans le milieu de l'éducation et soulignent que cette confusion nuit à la mise en œuvre de l'interdisciplinarité » (Fourez, Maingain et Dufour, 2002, p. 30).

En somme, nous pouvons affirmer que la récente réforme de l'éducation soulève un ensemble de questions pour l'enseignement et l'apprentissage des sciences et technologies. Un premier groupe de questions touche les liens entre la discipline scolaire « sciences et technologies » et les disciplines scientifiques de référence, et renvoie à la nécessité de clarifier la notion de discipline scolaire elle-même : quels savoirs y privilégier ? Pourquoi ? Est-il pertinent que tous les domaines scientifiques y soient représentés ? La technologie doit-elle y être présente ? Si oui, de manière indépendante, comme application aux sciences ou en interaction avec celles-ci ? Quels liens doit-on privilégier entre les disciplines scolaires et les disciplines scientifiques de référence ?... Un deuxième groupe de questions concerne les liens à établir entre les disciplines scolaires : qu'est-ce qu'on entend par liens interdisciplinaires, par interdisciplinarité et par intégration ? Comment doit-on les mettre en œuvre en classe ? Quelles sont les conditions de la réalisation de ces liens ? Quelles sont les implications de

ces nouvelles orientations sur la formation à l'enseignement? La clarification de ces questions est nécessaire pour comprendre les choix exprimés dans le nouveau Programme de formation de l'école québécoise, d'une part, et pour analyser leurs conséquences sur l'enseignement et sur la formation des enseignants, d'autre part. C'est l'objectif poursuivi dans les sections ci-après.

2. QUEL RAPPORT ENTRE LES DISCIPLINES D'ENSEIGNEMENT ET LES DISCIPLINES SCIENTIFIQUES DE RÉFÉRENCE ?

Les débats qui ont porté sur la question du rapport des disciplines scolaires aux disciplines scientifiques de référence ou qui ont abordé, d'une manière générale, la notion de discipline scolaire ne font pas consensus. Ils ont reflété des visions différentes au sujet de la fonction de l'école et des finalités de l'enseignement des sciences, entre autres. Une analyse de ces diverses conceptions permet toutefois de dégager quelques pôles (Hasni, 2001 ; Lenoir et Hasni, 2006) que nous présentons brièvement ici. Ce faisant, il nous sera possible de situer les choix retenus dans les récents programmes scolaires et, par conséquent, d'éclairer les conséquences de ces choix sur la formation à l'enseignement.

2.1. LES DISCIPLINES SCOLAIRES EN TANT QUE PROLONGEMENT DES DISCIPLINES SCIENTIFIQUES DE RÉFÉRENCE

Traditionnellement, l'enseignement des sciences est considéré comme une introduction des élèves aux disciplines scientifiques de référence. Le courant initié aux États-Unis dans les années 1960, mais qui a aussi fortement influencé l'enseignement des sciences ailleurs, comme au Québec⁴ et en Europe, est représentatif de cette façon de penser les disciplines scolaires.

4. C'est dans ce courant formaliste, centré sur l'initiation aux disciplines scientifiques de référence et mettant de côté les savoirs utiles dans le quotidien, que s'inscrit l'enseignement des sciences véhiculé par les programmes-cadres des années 1970 au Québec. Des programmes comme Physical Sciences Study Committee (PSSC) et Chem Study connus au Québec s'inscrivent dans ce courant.

Gardner (1975), dans un ouvrage consacré à Schwab, résume très bien ce courant : « [...] il y a une théorie décrite dans les écrits de Bruner, de Schwab et d'autres auteurs, qui est nommée théorie de la structure du savoir (*structure-of-knowledge*). Tous ces auteurs proposent que les matières scolaires (*school subjects*) doivent servir à une introduction juste aux disciplines dont elles portent les noms... » (Gardner, 1975, p. 1-2; traduction libre). Pour Schwab (1964), par exemple, la détermination des contenus des matières scolaires passe par une analyse des disciplines scientifiques de référence à deux niveaux :

1. Identification des disciplines scientifiques les plus représentatives :

Identifier les disciplines qui forment le savoir contemporain et qui permettent la maîtrise du monde, c'est identifier les matières scolaires devant faire l'objet d'enseignement et le matériel qui constitue à la fois leurs ressources et leurs exigences. Identifier les relations que ces disciplines entretiennent les unes avec les autres, c'est déterminer ce qui doit être mis ensemble et ce qui doit rester à part dans un but d'enseignement. La détermination de ce type de relations doit aussi avoir un grand rôle dans la détermination de nos décisions au sujet des séquences d'enseignement, puisqu'elles nous indiquent ce qui doit venir avant ou après, c'est-à-dire ce qu'il est préférable de mettre en premier, en deuxième ou en troisième lieu (Schwab, 1964, p. 11, traduction libre).

2. Détermination de la *substantive structure* (concepts et savoirs qui la composent) et de la *syntactical structure* (démarches de recherche, de validation et de communication des savoirs) de chaque discipline scientifique afin de structurer les matières scolaires sur cette base.

Pour résoudre le problème du choix des contenus que pose l'accroissement exponentiel du volume des savoirs dans les disciplines scientifiques, les auteurs prônent la valeur d'« exemplarité », la valeur « paradigmatique », des objets de savoir à sélectionner. Par ailleurs, étant donné que les scientifiques sont les seuls à maîtriser leurs disciplines, ce sont eux qui doivent déterminer les contenus d'enseignement.

Une bonne organisation des savoirs permettrait aux élèves d'y accéder sans problème⁵. C'est dans cette vision que Johsua et Dupin (1999) qualifient d'« illusion lyrique » que « les sciences et les mathématiques étaient peu à peu apparues fondées sur une architecture splendide de simplicité élégante. Cette "beauté", seule une mauvaise pédagogie empêchait les

5. Rappelons à ce sujet que Bruner (1996, p. 8) affirmait que, « aussi complexe que puisse être un domaine de connaissance (une discipline), il peut toujours être représenté de manière à être accessible au moyen de processus élaborés moins complexes. [...] On peut enseigner n'importe quel sujet à un enfant, quel que soit son âge, pourvu que l'on trouve la forme adéquate de le faire ».

jeunes générations d'en partager la puissance. Libérée du fatras ancien, la structure profonde de chaque science devait donc être présentée au plus vite aux élèves, et tout irait mieux » (Johsua et Dupin, 1999, p. 1).

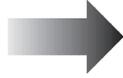
Cette manière de penser le rapport entre les disciplines scolaires et les disciplines scientifiques de référence a été fortement critiquée au cours des dernières décennies. Certains lui reprochent son « hyperintellectualisme » et son « élitisme » (Forquin, 1989). Mais il n'est pas certain, comme nous le rappellent Johsua et Dupin (1999), que l'on doive parler au passé de ce courant. Ainsi, malgré les discours généralement consensuels sur les finalités de l'enseignement des sciences, cette façon de penser demeure ancrée actuellement dans la pensée commune. Le débat rapporté dans le dossier du *Monde de l'éducation* (2000), « Nouveaux programmes : la réforme qui fait peur » sur la réforme des programmes au secondaire en France l'illustre bien ; ces programmes qui visaient, rapporte *Le Monde*, à éviter l'« encyclopédisme » et l'empilement des savoirs disciplinaires ont rencontré beaucoup de résistance de la part des disciplinaires. Ceux-ci pensent qu'avec cette réforme la littérature serait « assassinée », les mathématiques seraient « diluées », l'histoire-géographie serait « simplifiée », la philosophie serait banalisée... En tout, ils craignent que le refus de l'encyclopédisme et le recentrage sur les « savoirs fondamentaux » ne conduisent à des contenus allégés et donc à un « lycée *light* ».

2.2. LES SAVOIRS SCOLAIRES EN TANT QUE TRANSPOSITION DES SAVOIRS SAVANTS

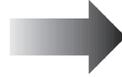
Le concept de transposition didactique (Chevallard, 1985) a été proposé pour rendre compte de l'intervalle qui sépare le « savoir savant » – le savoir provisoire qui s'élabore au fil des jours dans les lieux consacrés à la recherche et qui se matérialise sous forme d'articles dans des revues spécialisées ou de communications originales dans des colloques scientifiques – et le savoir « enseigné » – le savoir proposé aux élèves par le biais des manuels scolaires, par exemple, ou de leçons professées dans des salles de cours –. Avec ce concept, on reconnaît qu'à l'école on n'enseigne pas des disciplines scientifiques de références réduites, mais des savoirs réadaptés.

Dans la formulation initiale du concept de transposition didactique, le décalage entre disciplines scientifiques et savoirs scolaires renvoie principalement aux opérations de décontextualisation et de recontextualisation. Tardy (1993, p. 58) résume bien ces deux notions :

Savoir savant
(objet de savoir)



Savoir à enseigner
(objet à enseigner)



Savoir enseigné
(objet d'enseignement)

Le savant travaille dans un environnement doctrinal, théorique et conceptuel particulier. Il effectue ses recherches dans un espace épistémologique défini, qu'on peut appeler un contexte. Le sens de ce qu'il fait et de ce qu'il dit est contextualisé. Or, que devient cet environnement au terme de la transposition? Ou bien il est remplacé par un environnement théorique de substitution. Un autre espace épistémologique, agencé par le pédagogue, prend le relais [*sic*]. Il y a décontextualisation, puis recontextualisation. Le contexte d'arrivée est différent du contexte d'origine. On parlera alors d'une décontextualisation relative. Ou bien cet environnement originaire est mis entre parenthèses, renvoyé dans l'amnésie, totalement anéanti. Il n'est remplacé par rien. La suppression de l'espace épistémologique crée une sorte de hors contexte. On qualifiera cette modification de décontextualisation absolue.

Trois formes de décontextualisation relative sont distinguées selon que les modifications portent sur la problématique – les questions adressées à l'objet changent –, sur le contexte conceptuel proprement dit – la notion n'est pas intégrée dans les mêmes constellations conceptuelles d'accueil – ou sur le modèle épistémologique – remplacement du modèle effectif par un modèle imaginaire. Dans la décontextualisation absolue, le transposé donne les résultats sans les mécanismes de leur production, les énoncés, sans les procès corrélatifs de l'énonciation (Tardy, 1993).

Si le concept de transposition didactique caractérise les premières réflexions sur l'écart entre le savoir scientifique de référence et le savoir scolaire dans le monde francophone, aux États-Unis et dans le monde anglophone d'une manière générale, c'est la notion de *Pedagogical Knowledge* introduite par Shulman (1986) qui a marqué les réflexions sur le passage du savoir savant au savoir à enseigner. Cet auteur, en s'appuyant sur les travaux de Schwab (1964), fait une distinction entre le *content knowledge* et le *pedagogical content knowledge*. Le *content knowledge* « *refers to the amount and organization of knowledge per se in the mind of the teacher* » (Shulman,

1986, p. 9), et il renvoie aux disciplines scientifiques telles qu'elles sont connues dans le monde universitaire et apprises par les enseignants; le *pedagogical content knowledge* renvoie au savoir enseignable et résulte d'un processus comportant une sélection et une transformation de la part des enseignants. Ce concept a, depuis, fortement influencé l'enseignement et la formation à l'enseignement au point qu'il constitue actuellement l'une des principales orientations des réformes des programmes de formation aux États-Unis (Anderson et Mitchener, 1994; Gess-Newsome et Lederman, 1999; Zeidler, 2002).

2.3. LES PRATIQUES SOCIALES DE RÉFÉRENCES : PLURALITÉ DES RÉFÉRENCES POUR LES DISCIPLINES SCOLAIRES

La transposition didactique constitue un apport important pour penser le savoir scolaire et ses liens avec les disciplines scientifiques de référence. Certains auteurs, comme Martinand (1994) estiment que, dans sa formulation initiale, ce concept adopte une vision non critique à l'égard de la pertinence du savoir savant, *a priori* légitimé et légitimant: «avec l'idée de transposition du savoir savant, il n'y a pas beaucoup d'incitation à discuter des titres de légitimité des disciplines universitaires pour les décisions sur la construction des disciplines scolaires» (Martinand, 1994, p. 17).

Le concept de «pratiques sociales de référence» que propose Martinand (1986, 2001) vient davantage marquer l'écart existant entre les disciplines scientifiques de référence et les disciplines scolaires. Cet auteur propose que, en plus des pratiques de recherche, les pratiques professionnelles, les pratiques sportives, l'ingénierie, les activités productrices, les activités civiques, etc., doivent servir de source de savoirs pour les disciplines scolaires. Pour cet auteur,

[...] le choix de pratiques sociotechniques qui puissent servir de références légitimes et suggestives pour les activités d'enseignement et d'apprentissage est crucial en éducation scientifique et technologique [...] En sciences, où des savoirs savants paraissent clairement identifiables, on pourrait croire qu'il suffit de prendre en compte la seule référence au «savoir scientifique». C'est faire l'impasse sur le sens du savoir enseigné [...], sur son accessibilité (Martinand, 1994, p. 17).

[Ainsi,] poser la question de la référence, chercher à y répondre en termes de pratiques de références possibles, c'est se poser le problème de la pluralité des références possibles pour les disciplines scolaires (Martinand, 1994, p. 17).

En introduisant ce concept, l'auteur soutient que le rapport de l'école aux domaines professionnels et aux différentes activités sociales où les acquis scolaires peuvent prendre sens doit être élucidé de façon plus

radicale que ce que propose la transposition didactique. Avec cette notion, les disciplines scientifiques de référence, même si elles demeurent une source importante de savoir, perdent leur droit de parenté unique sur les disciplines scolaires.

2.4. LE REGARD DE SOCIOLOGUES DE L'ÉDUCATION

Les auteurs appartenant à ce qui a été nommé la Nouvelle sociologie de l'éducation (NSE), en considérant les finalités de l'école en lien avec la démocratisation des savoirs, questionnent de manière encore plus poussée la filiation directe entre disciplines scolaires et disciplines scientifiques de référence. Pour les fondateurs de ce courant de pensée, comme Young (1976, 1997) et Bernstein (1971, 1997), l'enseignement des sciences centré sur l'initiation aux disciplines scientifiques et marginalisant la technologie et les savoirs utiles dans le quotidien, entre autres, ne peut être ni utile ni accessible à tous les élèves qui fréquentent l'école. Cette façon de concevoir l'enseignement des sciences, au lieu de constituer un moyen de formation de tous les élèves, sert surtout d'outil pour trier ceux qui sont capables de poursuivre des études scientifiques spécialisées et contribue, par conséquent, à mettre les autres en situation d'échec, à les disqualifier et à les exclure socialement. Ainsi, les critiques formulées à l'égard de la conception traditionnelle des disciplines scolaires concernent essentiellement la centration de celles-ci sur des questions exclusivement disciplinaires, faisant de l'école le lieu de la seule acquisition du savoir scientifique, ou encore sur l'«hyperintellectualisme» que cette démarche de pensée véhicule (Forquin, 1989).

Le cloisonnement des sciences à l'école, en des objets semblables à la division en vigueur dans le système de reconnaissance et de financement des laboratoires de recherche entraîne, selon Young (1976, 1997), une séparation de la science non seulement de son utilisation sociale, mais aussi de la vie des enseignants et des élèves comme personnes (de leur biologie, de leur physique et leur chimie, de leur relation avec l'environnement...). L'enseignement des sciences, structuré suivant le modèle académique, déconnecté de la technologie et de la vie des personnes, au lieu d'aboutir à l'émancipation des apprenants, conduit au niveau de la société à la production de trois types de personnes. Le premier type est celui des «scientifiques purs», dont la relation avec la nature et avec le monde est surtout celle d'une compréhension abstraite (sciences fondamentales). Le deuxième type est celui des «scientifiques appliqués» dont la reconnaissance est fondamentalement pragmatique. Le troisième type est composé de la majorité de la population qui ne peut profiter de l'enseignement des sciences. Ce dernier type inclut, d'une part, les «manquants

de la science», les «antiscience» et «antitechnologie» qui pensent que la science constitue un moyen de domination au service des personnes qui la maîtrisent. Il inclut, d'autre part, la masse de la population qui apprend lors de sa scolarisation que la science est une activité spécialisée, une affaire de génie, à laquelle elle ne peut avoir accès et sur laquelle elle ne peut avoir de contrôle. Ces critiques ne sont pas sans évoquer certains résultats de recherches qui montrent que plusieurs élèves ne s'intéressent pas aux sciences parce qu'ils les trouvent plus difficiles que les autres matières scolaires (Osborne, 2003).

Les auteurs de la NSE insistent, entre autres, sur la prise en considération des problématiques sociales et de la vie de tous les jours (savoirs utiles dans le quotidien), sur les interrelations entre les sciences et les technologies et sur le décloisonnement disciplinaire dans la constitution des disciplines scolaires.

2.5. L'APPORT D'HISTORIENS DE L'ÉDUCATION

Alors que des sociologues des savoirs scolaires dénoncent l'emprise des disciplines scientifiques de référence sur les disciplines scolaires, certains auteurs se sont intéressés à l'histoire de ces dernières pour montrer que, «considérées notamment sous l'angle du contenu d'enseignement, (elles) ne sont le dictat [*sic*] ni de la science, ni de la société» (Sachot, 1993, p. 140) et que l'école joue un rôle important dans leur production. Il s'agit, par exemple, de Baron (1989) pour l'informatique, de Chervel (1989, 1998) pour la grammaire, de Goodson (1981, 1987) pour la géographie et de Petitat (1982) pour diverses disciplines scolaires.

À titre d'exemple, Baron (1989) souligne que l'introduction de l'informatique au secondaire n'a pas été dictée de manière descendante par la discipline universitaire correspondante. Les premiers contenus introduits dans les collèges et les lycées répondaient surtout à des besoins didactiques et pédagogiques des enseignants. Audigier (1993) rappelle que l'éducation civique n'a pas d'équivalent universitaire; Goodson (1981, 1987) démontre que la géographie au primaire en Grande-Bretagne a été créée par l'école, d'abord, avant qu'elle soit introduite comme matière dans le programme de formation des enseignants; Chervel (1989, 1998), en se basant sur une analyse historique, conclut que la grammaire est une pure création de l'école. En se basant sur cette étude, l'auteur va même jusqu'à affirmer que «les contenus de l'enseignement sont conçus comme des entités *sui generis*, propres à la classe, indépendantes dans une certaine mesure de toute

réalité culturelle extérieure à l'école, et jouissant d'une organisation, d'une économie intime et efficace qu'elles ne semblent devoir à rien d'autre qu'à elles-mêmes, c'est-à-dire à leur propre histoire» (Chervel, 1989, p. 64).

Ces analyses, malgré leurs limites, puisqu'elles portent sur des contenus particuliers et, par conséquent, ne peuvent être généralisées à l'ensemble des savoirs scolaires, montrent le rôle important que peut jouer l'école, comme institution productrice d'une culture, dans la sélection des savoirs qui méritent d'être enseignés.

2.6. EN CONCLUSION

Nous avons soutenu, ailleurs (Hasni, 2001 ; Lenoir et Hasni, 2006), que loin de constituer des pôles mutuellement exclusifs, les savoirs scientifiques (pôle disciplinaire), les activités professionnelles (incluant les pratiques sociales de référence), les influences et les attentes de la société (pôle sociologique) ainsi que le rôle de l'école (pôle institutionnel) reflètent des dimensions d'une même réalité. Ils interviennent également, à des degrés variables (selon les périodes, les finalités de formation reconnues pour l'école, le poids des différents acteurs sociaux dans la détermination de la mission formatrice de l'école, etc.), dans la caractérisation des disciplines scolaires. En ce sens, il est important de rappeler avec Fourez (1995) que la prédominance, jusqu'à récemment, de la référence scientifique dans la détermination des savoirs à enseigner n'est qu'un héritage historique et ne constitue pas forcément une exigence de formation⁶. En ce sens, les disciplines scolaires sont des construits qui «prennent appui sur le découpage des savoirs et des pratiques sociales dans la société considérée, mais n'en sont pas le reflet pur et simple» (Perrenoud, 2000, p. 4); elles constituent des «configurations épistémologiques originales», soutient Meirieu (1993).

6. Comme le rappelle l'analyse de Fourez (1995), c'est au début du XIX^e siècle que la pensée scientifique et les communautés qui lui donnaient sa physionomie se sont divisées en deux orientations: d'une part, les sciences tournées vers l'action, comme la médecine, l'ingénierie, l'architecture, etc., et, d'autre part, les sciences appelées dorénavant «pures», «fondamentales», ou «disciplinaires». Les deux courants se sont inscrits dans des institutions éducatives. Les sciences orientées vers l'action ont trouvé leur «niche écologique» dans les facultés de médecine et les écoles d'ingénieurs, appelées plus tard écoles de «sciences appliquées», tandis que les autres ont fleuri principalement dans les facultés des sciences. Si, jusqu'à récemment, ce sont celles-ci qui ont constitué le principal référent des sciences scolaires (Fourez, 1995), l'enfant quant à lui, et faut-il le rappeler, vit dans une société complexe et globale dans laquelle les deux types de sciences – mais aussi d'autres types de savoirs – sont bien présents, et de façon importante.

Seule une analyse approfondie des programmes de sciences au secondaire permettrait de les situer au regard des conceptions présentées dans cette section. Par ailleurs, une lecture rapide de ces programmes montre qu'ils se situent en rupture avec la vision traditionnelle qui postule une linéarité des liens avec les disciplines scientifiques de référence. La finalité n'est pas celle de l'introduction aux disciplines scientifiques, mais l'acquisition d'une culture scientifique et technologique par tous. Les savoirs composant cette discipline scolaire ne constituent pas le résultat d'une simplification d'une discipline scientifique de référence, mais proviennent de différents champs disciplinaires incluant les technologies. L'enseignement ne devrait plus être abordé essentiellement par le biais des objets disciplinaires, mais surtout par des problématiques de la vie qu'il faut comprendre (savoir) et gérer (action) à la lumière des disciplines scientifiques et technologiques, tout en s'appropriant la structure de celles-ci...

Cette nouvelle conception de la discipline scolaire et de sa contribution à la formation des élèves nécessite que la discipline « sciences et technologies » opère une ouverture non seulement sur la vie (pratiques professionnelles, problématiques quotidiennes, etc.) et sur d'autres références de savoirs (incluant les savoirs technologiques), mais aussi sur d'autres disciplines formant le curriculum. Par conséquent, elle oblige un recours à des approches décroisées et interdisciplinaires.

3. LE DÉCLOISONNEMENT DISCIPLINAIRE : L'INTERDISCIPLINARITÉ SCOLAIRE

Aborder la question des liens entre les disciplines scolaires composant le curriculum nécessite une clarification du concept d'interdisciplinarité auquel renvoient ces liens et de sa finalité, mais aussi du volet opératoire : les modèles didactiques qui permettent son opérationnalisation ainsi que les conditions et les contraintes (didactiques et organisationnelles) à considérer lors de sa mise en œuvre au secondaire (Hasni et Lenoir, 2001).

3.1. L'INTERDISCIPLINARITÉ SCOLAIRE ET SES FINALITÉS

L'interdisciplinarité est à l'ordre du jour dans différents domaines (la recherche, l'enseignement, la formation à l'enseignement et la pratique professionnelle); elle reflète un malaise à l'égard de la parcellisation et du cloisonnement disciplinaires des savoirs. Cependant, on ne possède pas de définition univoque à son sujet (Fourez, 1998; Klein, 1998; Lenoir, 1997):

lorsqu'on entreprend une recension critique de la documentation scientifique et pédagogique relative à la notion d'interdisciplinarité (Klein, 1998; Lenoir, Geoffroy et Hasni, 2001), on constate rapidement l'existence d'un foisonnement de significations.

Pour rendre compréhensible et opérationnel le concept d'interdisciplinarité, des auteurs (Fourez, 1998; Fourez, Maingain et Dufour, 2002; Jacobs, 1989; Klein, 1998) adoptent une distinction entre l'interdisciplinarité au sens strict et d'autres formes de collaboration entre les disciplines, telles que l'intradisciplinarité, la pluridisciplinarité et la multidisciplinarité. Ainsi, l'intradisciplinarité consiste à assurer une intégration entre les contenus d'une même discipline à travers, entre autres, des concepts intégrateurs. Ainsi, l'étude de la notion d'énergie dans le monde vivant permet de faire les liens entre les différentes fonctions biologiques animales (alimentation et utilisation des nutriments; oxydation des nutriments au niveau cellulaire et utilisation des différentes formes d'énergie; besoins en oxygène et production de déchets métaboliques; etc.) et végétales (transformation de la matière minérale en matière organique; transformation de l'énergie lumineuse en énergie chimique; utilisation de l'énergie par les plantes; etc.). La multidisciplinarité est caractérisée par la juxtaposition et la succession des contributions de diverses spécialités autour d'un thème, sans que l'on ait finalisé un projet précis. À titre d'exemple, à l'occasion d'un événement imprévu (un ouragan, un volcan, etc.) ou d'un événement socialement investi (la Journée de lutte contre le sida, la Journée sans automobile, etc.), chaque enseignant peut décider d'aborder la question du point de vue de sa discipline avec les élèves, sans consultation préalable de ses pairs. La pluridisciplinarité consiste, comme pour la multidisciplinarité, à traiter un problème en juxtaposant des apports de diverses disciplines, mais en fonction d'une finalité convenue entre les partenaires de la démarche. Par exemple, les enseignants peuvent élaborer des objectifs communs dans le cadre d'un projet école, chacun traitant par la suite du sujet à sa manière pour atteindre ces objectifs.

L'interdisciplinarité, quant à elle, « constitue une approche intégratrice en vue de l'approche de certains problèmes dans leur particularité » (Fourez, Maingain et Dufour 2002, p. 61). Plus précisément, l'interdisciplinarité scolaire consiste en

[...] la mise en relation de deux ou plusieurs disciplines scolaires [...] et qui conduit à l'établissement de liens de complémentarité ou de coopération, d'interpénétration ou d'actions réciproques entre elles sous divers aspects (finalités, objets d'études, concepts et notions, démarches d'apprentissage, habiletés techniques, etc.), en vue de favoriser l'intégration des processus d'apprentissage et des savoirs chez les élèves (Lenoir et Sauvé, 1998a, p. 12).

En ce sens, l'interdisciplinarité vise «à développer, chez les élèves, l'aptitude à se représenter une problématique en faisant appel, selon les cas, à divers points de vue, à diverses disciplines [... ce qui leur permettra de se rendre] compte que l'on ne peut aborder les problèmes complexes en se contentant des savoirs d'une seule discipline» (Fourez, Maingain, et Dufour 2002, p. 66).

Entendu ainsi, le concept d'interdisciplinarité est intimement lié à celui d'intégration et les deux concepts deviennent interdépendants et complémentaires (Beane, 1995, 1997; Lenoir et Sauvé, 1998b). L'intégration est vue ici sous trois angles (Fourez, Maingain, et Dufour 2002). Elle renvoie, d'abord, en tant qu'intégration des processus (*integrating processes*), à des démarches d'apprentissage à caractère scientifique et aux compétences disciplinaires qui interviennent en tant que processus médiateurs dans le rapport d'objectivation qui s'établit entre le sujet apprenant et les objets d'apprentissage. L'intégration renvoie, ensuite, en tant qu'intégration des savoirs (*integrated knowledge*) aux produits cognitifs résultant des apprentissages. Cette intégration suppose aussi le recours à des situations permettant aux élèves de donner sens aux savoirs acquis et favorisant leur mobilisation dans des situations complexes et d'un domaine disciplinaire à l'autre. Enfin, l'intégration renvoie, en tant qu'approche intégratrice (*integrative approach*), aux conditions (les situations didactiques, les stratégies, etc.) mises en place par l'enseignant pour favoriser l'intégration des processus d'apprentissage et des savoirs par les élèves (Lenoir et Sauvé, 1998b).

En plus des possibilités qu'elle offre pour réaliser l'intégration des savoirs disciplinaires et des processus d'apprentissage, et en lien avec celle-ci, certains auteurs soulignent l'importance de l'interdisciplinarité pour favoriser la réussite scolaire de tous les élèves. Ainsi, certains affirment que chez l'enfant, plus que chez l'adulte, lorsqu'il entre en contact avec la réalité, c'est la perception globale qui précède l'analyse systématique; l'interdisciplinarité a l'avantage de présenter les savoirs comme un « tout », *as a whole* (Legrand, 1986; Mason, 1996; Relan et Kimpston, 1991). Ces auteurs rappellent aussi que le fait de relier les disciplines scolaires à caractère plus abstrait, comme les mathématiques et les langues, avec des disciplines à caractère plus concret, comme les sciences, facilite l'apprentissage chez tous les élèves. D'autres auteurs (Legrand, 1986) considèrent que l'interdisciplinarité constitue un moyen de « différenciation pédagogique ». Pour des auteurs comme Beane (1997), Klein (1998) et Tanner (1989), l'interdisciplinarité favorise la motivation des élèves et leur engagement dans les apprentissages. D'autres auteurs, enfin, tels que Beane (1997) et Bernstein (1971, 1997), conçoivent l'interdisciplinarité comme un moyen

pédagogique de démocratiser l'école, puisqu'ils considèrent que le découpage disciplinaire des savoirs véhicule une conception « élitiste » de leur appropriation par les élèves.

3.2. UNE DIVERSITÉ DES MODÈLES DIDACTIQUES DE L'INTERDISCIPLINARITÉ

Alors que, comme nous venons de le présenter ci-dessus, plusieurs écrits traitent du concept d'interdisciplinarité et de ses finalités, d'autres proposent des outils et des modèles didactiques et pédagogiques pour la mise en œuvre de l'interdisciplinarité à l'école (Davis, 1995 ; Fourez, Maingain et Dufour 2002 ; Lenoir, 1997). Ainsi, Lenoir (1997), en se basant sur un dépouillement de la documentation scientifique et pédagogique portant sur la question, a reconnu une douzaine de modèles opérationnels de l'interdisciplinarité (le terme étant considéré dans un sens générique). À partir de ces analyses, l'auteur propose un modèle interdisciplinaire qu'il qualifie de modèle CODA (complémentaire au regard des objets et des démarches d'apprentissage). D'autres auteurs (Fourez, 1998 ; Fourez, Maingain et Dufour, 2002), en considérant une entrée dans l'interdisciplinarité par l'enseignement spécifique des sciences et des technologies, proposent un modèle centré sur la production d'« îlots de rationalité interdisciplinaires ». Meirieu (2002), quant à lui, propose un outil didactique en vue de la mise en œuvre de l'interdisciplinarité qu'il nomme « parcours interdisciplinaire ». L'analyse de ces modèles et d'autres qui rejoignent la définition que nous avons donnée de l'interdisciplinarité au sens strict permet de dégager certains attributs invariants. Entre autres, l'interdisciplinarité :

- a) ne consiste pas à nier l'importance de l'identité disciplinaire, comme le prétendent certains curriculums dits intégrés (*integrated curriculum*) ; elle nécessite la mise en relation de deux disciplines ou plus en vue d'une meilleure compréhension du problème ou de la situation considérés ;
- b) ne peut s'improviser lors de l'action pédagogique en classe ; elle nécessite, au préalable, une analyse curriculaire afin de déterminer les points de complémentarité et de convergence entre les différentes matières, puis une collaboration entre les spécialistes disciplinaires lors de la planification ainsi que lors de l'enseignement et de l'évaluation des apprentissages ;
- c) doit se baser sur des relations égalitaires entre les disciplines, et non sur la prédominance de certaines matières dites de base ;

- d) doit poursuivre l'apprentissage des contenus et des démarches ainsi que le développement des compétences visés par les programmes pour chacune des disciplines concernées ;
- e) n'est pas l'approche thématique, où le thème constitue un déclencheur et un prétexte pour poursuivre des enseignements disciplinaires cloisonnés ;
- f) ne peut être confondue de manière directe avec certaines approches voisines comme l'approche par projets ; cette dernière peut aussi bien faire appel à l'interdisciplinarité, qu'être appliquée dans une perspective essentiellement disciplinaire.

Sur le plan didactique, et en s'appuyant sur ces considérations, un certain nombre de questions s'imposent pour orienter tout scénario (planification ou enseignement) interdisciplinaire. Elles renvoient au moins aux six dimensions suivantes (Hasni, Bédard, Larose, Lebrun, Lenoir, Samson et Thomas, 2005 ; Lenoir, Hasni, Lebrun et Routhier, 2002) :

- a) L'intention de l'activité
 - Y a-t-il une intention énoncée ? Si oui, est-ce qu'elle cible des apprentissages explicites dans les disciplines retenues ?
 - L'intention énoncé-t-elle de manière claire les liens visés entre les disciplines ?
- b) Les disciplines concernées et leurs liens
 - Les disciplines concernées sont-elles pertinentes par rapport à la problématique (projet, situation de vie, sujet de débat, etc.) retenue ? En d'autres termes, l'étude de la problématique nécessite-t-elle réellement le recours aux disciplines ciblées ?
 - Chacune des disciplines occupe-t-elle la place qui lui revient dans le scénario ?
- c) Les objets d'apprentissage
 - La situation ou le scénario d'enseignement-apprentissage permet-il l'appropriation par les élèves de concepts spécifiques aux différentes disciplines ?
 - La situation ou le scénario d'enseignement-apprentissage permet-il l'acquisition ou le développement d'habiletés, de démarches ou de compétences spécifiques aux différentes disciplines ?
 - La situation ou le scénario d'enseignement-apprentissage permet-il de voir les liens entre les savoirs, les habiletés, les démarches et les compétences visés ?

- d) L'actualisation des démarches disciplinaires (démarches à caractère scientifique)
- Les démarches retenues sont-elles abordées de manière appropriée (conformément aux exigences disciplinaires) ?
 - L'implication des élèves favorise-t-elle la prise en charge par ceux-ci des démarches retenues ?
- e) Contexte pédagogique (approches)
- L'activité permet-elle l'utilisation d'approche(s) pédagogique(s) favorisant le développement des compétences (disciplinaires et transversales) préconisées par les programmes et leur intégration ?
 - L'implication des élèves favorise-t-elle la prise en charge par ceux-ci du développement de leurs compétences ?
- f) Évaluation
- Y a-t-il des démarches évaluatives prévues ?
 - Sont-elles congruentes aux apprentissages visés ?

La prise en considération de ces questions est nécessaire si l'on veut dépasser le recours à des liens improvisés en classe ou préétablis par les concepteurs des manuels dits interdisciplinaires ou transdisciplinaires. Elle permet non seulement de s'assurer que l'organisation des objets et des démarches d'apprentissage de chacune des disciplines favorise une véritable cohérence du curriculum (Beane, 1995), mais aussi d'accorder un rôle actif aux enseignants dans l'opérationnalisation des programmes d'études et aux élèves dans la réalisation des apprentissages visés.

3.3. DIMENSION ORGANISATIONNELLE DE L'INTERDISCIPLINARITÉ

Si, au primaire, c'est souvent la même enseignante ou le même enseignant qui s'occupe de la planification, de l'enseignement et de l'évaluation des activités interdisciplinaires, généralement, au secondaire, l'interdisciplinarité au sens strict nécessite la collaboration de deux spécialistes disciplinaires ou davantage⁷.

7. Cette affirmation n'exclut pas l'intérêt des liens qu'un enseignant peut faire dans sa classe avec les autres savoirs dont il n'est pas institutionnellement responsable. Ces liens sont aussi importants que ceux créés en équipes interdisciplinaires.

Ainsi, l'interdisciplinarité au secondaire comporte non seulement des interactions entre des savoirs disciplinaires différents et entre ces savoirs et la vie réelle, mais aussi entre des spécialistes qui travaillent en équipe, et entre celle-ci et l'environnement institutionnel. C'est ce type d'interdisciplinarité que met en avant le ministère de l'Éducation lorsqu'il note que « les activités d'apprentissage interdisciplinaires peuvent [...] être une occasion privilégiée de valoriser la coopération entre les enseignants » (MEQ, 2004, p. 50). Dès lors, ceux-ci sont placés devant des défis qui renvoient à une dimension organisationnelle dont il est important de clarifier les composantes et les impacts.

Une analyse de la documentation scientifique nord-américaine et européenne, traitant de la dimension organisationnelle de l'interdisciplinarité dans divers domaines (recherche, enseignement, formation, pratique professionnelle), met bien en évidence la grande influence qu'ont certains facteurs sur la réussite de l'interdisciplinarité (Hasni et Lenoir, 2001). Ces facteurs se regroupent en trois catégories. La première renvoie à la différenciation disciplinaire et elle est liée à la formation spécialisée des enseignants (socialisation disciplinaire) : les spécialistes d'une discipline ont leur propre langage, leurs propres concepts et leurs propres méthodes qui ne sont pas nécessairement compris, de la même manière, par les spécialistes des autres disciplines. Puisqu'ils s'identifient davantage à leur discipline d'appartenance, les spécialistes d'une discipline ne sont pas nécessairement prêts à accorder une place importante aux autres disciplines dans un projet interdisciplinaire. Si l'interdisciplinarité exige que chaque spécialiste « accepte de faire un effort hors de son domaine propre et de son propre langage technique, pour s'aventurer dans un domaine dont il n'est pas le propriétaire exclusif » (Fourez, Maingain et Dufour, 2002, p. 61), les enseignants ne se sentent pas toujours en sécurité pour entreprendre cette aventure, etc. La deuxième catégorie de facteurs organisationnels qui affecte le travail interdisciplinaire est liée à l'équipe interdisciplinaire et à ses caractéristiques intrinsèques. Entre autres, il y a la taille de l'équipe et son âge, la fréquence et le lieu des rencontres, la présence d'un leader et ses capacités de regrouper les membres, etc. La troisième catégorie est d'ordre institutionnel ; elle renvoie au découpage imposé par la grille horaire, à la reconnaissance par l'école du temps et de l'effort supplémentaires que nécessite le travail interdisciplinaire, à la disponibilité de certaines ressources matérielles – locaux pour les rencontres, par exemple –, au système d'évaluation véhiculé par les bulletins, au type et à l'importance de l'appui et de la formation dans le domaine, etc.

Bref, au secondaire, le recours à l'interdisciplinarité repose, d'une part, sur la compréhension que les enseignants ont du concept lui-même et des modalités de sa mise en œuvre et, d'autre part, sur les solutions que

les équipes interdisciplinaires adoptent pour faire face aux contraintes et surmonter les obstacles organisationnels. Toute analyse des pratiques interdisciplinaires et tout programme de formation qui visent à développer cette compétence chez les enseignants doivent prendre en compte, en même temps, ces deux paramètres.

4. CONCLUSION: LES NOUVEAUX DÉFIS POUR L'ENSEIGNEMENT ET POUR LA FORMATION À L'ENSEIGNEMENT

Dans son rapport sur les indicateurs de l'éducation, le ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport (MELS, 2005), estimait que sur 100 élèves inscrits à l'école primaire, 99 parviendront au secondaire et 58 poursuivront un enseignement collégial. Parmi ces étudiants, environ 28 obtiendront un baccalauréat, 8 une maîtrise et 1, un doctorat, toute discipline confondue. Sachant qu'environ 33,6% des diplômés universitaires proviennent des domaines scientifiques – sciences de la santé, sciences naturelles, mathématique et informatique, sciences du génie et informatique –, sur 100 élèves qui entrent au primaire, environ 9 obtiendront un baccalauréat dans un domaine scientifique et 2,5 une maîtrise. Une seule personne sur 300 obtiendra un doctorat dans le domaine.

On ne peut avancer que l'enseignement scientifique a pour visée la seule initiation aux disciplines scientifiques de référence et la préparation de la relève. Le développement des ressources humaines de la société ne dépend pas, en effet, de quelques spécialistes scientifiques seulement qui possèdent une formation de haut niveau et capables de suivre et de participer activement à l'avancement des sciences et des technologies. Ce développement dépend aussi d'une main-d'œuvre et de cadres capables de résoudre des problèmes par les sciences et les technologies ainsi que d'une population possédant une culture scientifique et technologique qui lui permette de contribuer à l'amélioration de la qualité de vie, individuelle et sociale. Si cette culture n'est pas développée chez tout citoyen, le risque est grand de voir les personnes socialement exclues renoncer à exercer leur citoyenneté, de façon active et éclairée, comme le rappelle la Commission des programmes d'études (1998, p. 3):

Certes, dans une société qui a atteint un degré élevé d'organisation et de complexité, on ne peut nier que le recours à une expertise scientifique et technologique de haut niveau s'impose à diverses étapes du processus d'élaboration et de mise en œuvre des choix sociaux. Par ailleurs, une société qui veut incarner un idéal démocratique doit

viser à ce que la plus grande partie des citoyennes et des citoyens qui la composent participent aux choix qui conditionnent le présent et l'avenir de cette société.

Même si les disciplines scientifiques de référence sont centrales pour assurer une formation des élèves, elles ne peuvent garder un monopole dans la détermination des contenus des disciplines scolaires. Comme nous venons de le montrer, une double ouverture est nécessaire. D'abord, une ouverture sur la vie – pratiques professionnelles, problématiques quotidiennes, etc. – et sur d'autres références de savoirs, incluant les savoirs technologiques. En ce sens, Andries et Beigbeder (1994, p. 8) rappellent que « faire des sciences et des techniques une dimension de la culture générale, c'est opérer des rapprochements entre le monde scientifique, le monde de l'entreprise, de l'usine et du chantier, d'une part, et l'école d'autre part, et ainsi diversifier les modes d'approche des sciences et des techniques ». Ensuite, il est important de maintenir une ouverture de la discipline scolaire « sciences et technologies » sur d'autres savoirs disciplinaires notamment, par le biais de l'interdisciplinarité. C'est l'orientation que le nouveau programme de sciences et technologies au secondaire, au Québec, semble clairement privilégier.

Cette nouvelle manière d'aborder les sciences à l'école pose cependant de nouveaux défis pour la formation à l'enseignement, et cela, à plusieurs égards.

Au regard de l'articulation entre la formation disciplinaire et le développement des compétences

Sur un plan général, les concepts de transposition, de pratiques sociales de référence, de domaines généraux de formation, etc., qui accompagnent le nouveau rapport à établir entre savoirs de référence et savoirs scolaires conduisent d'abord à s'attarder sérieusement à l'articulation entre la formation disciplinaire des enseignants et leurs compétences d'enseignement. Lorsque nous considérons, en effet, que les disciplines scolaires se situent dans la continuité des disciplines scientifiques de référence, la question de la formation est moins complexe. Il suffit que les futurs enseignants suivent une formation universitaire adéquate dans les disciplines concernées... Par ailleurs, lorsque l'on considère, comme on vient de le mettre en évidence dans cette analyse, qu'une discipline scolaire n'est jamais une réduction ou une simplification des matières et que les enseignants sont incités à développer des pratiques d'enseignement scolaires qui portent sur celles-ci, il convient de questionner l'apport de ces disciplines à la formation des enseignants.

D'ailleurs, c'est dans ce sens que le MEQ (2002, p. 29) souligne qu'il est « essentiel de marquer une différence entre la formation d'un chimiste, par exemple, et la formation d'une enseignante ou d'un enseignant de chimie ». Il ajoute: « [...] permettre aux futurs enseignants et enseignantes d'être en mesure d'enseigner, pour une discipline donnée, les contenus prescrits dans les programmes d'études des élèves devrait servir de visée pour déterminer l'étendue, la profondeur et la pertinence des savoirs disciplinaires dans la formation à l'enseignement » (MEQ, 2001, p. 216).

En d'autres termes, il s'agit aujourd'hui de concevoir une structure de formation en fonction des disciplines scolaires, non d'attribuer des territoires à des disciplines de référence dans la formation des maîtres. En ce sens, contrairement à la vision commune, la relation entre discipline universitaire et discipline d'enseignement pose des problèmes réels (Martinand, 1994).

Une fois qu'on a confirmé ces constatations, on n'a fait que poser le problème, sans offrir de solution. Si, dans d'autres champs (médecine, génie, etc.), des modèles de formation centrés sur le développement des compétences professionnelles ont été développés dans plusieurs universités comme l'Université de Sherbrooke (1998, 2004a), dans le domaine de la formation à l'enseignement, ces modèles restent à inventer.

Dans le cadre de la révision des programmes de formation à l'enseignement au Québec, certaines expériences fondées sur une formation intégrée autour de compétences professionnelles ont été menées. Bien que de portée limitée, elles ont le mérite d'ouvrir la voie à des programmes plus élaborés. À titre d'exemple, à l'Université de Sherbrooke (2004b), quatre activités d'intégration, à responsabilité partagée, sont prévues dans le nouveau programme de formation⁸; chacune d'entre elles se déroule sur les deux sessions de l'année scolaire. Une catégorie de ces activités, « les activités d'intégration interfacultaires », concerne particulièrement les savoirs en provenance des disciplines de référence: elle est prise en charge par un disciplinaire (en provenance de la Faculté des sciences) et un didacticien (ou un représentant de la Faculté d'éducation) et elle est organisée autour de problématiques semblables à celle que les étudiants auront à résoudre dans la pratique d'enseignement. Un recueil de données (questionnaire et entrevues) auprès d'étudiants et de formateurs, au cours de la première année de l'implantation du programme de formation, montre que ces activités constituent une voie prometteuse (Hasni, Dezutter, Guay et Manseau, 2004).

8. Nous avons participé à la rédaction et à l'implantation de ce programme de 2002 à 2004.

Ensuite, sur un plan plus spécifique, les défis de la formation à l'enseignement que pose cette nouvelle façon de voir les sciences à l'école, concernent : *a*) l'intégration des sciences et technologies et le regroupement des « sciences et technologies » et des « mathématiques » dans un même domaine ; *b*) la prise en considération de la notion de domaines généraux de formation et *c*) l'interdisciplinarité.

Au regard de l'intégration des sciences, technologies et mathématiques

Il existe bien des façons de prendre en considération la technologie en éducation (Gardner, 1999a) : ajout de thèmes technologiques aux programmes disciplinaires ; étude scientifique d'objets et de procédés techniques ; introduction de thématiques « sciences, technologie et société » ; étude des technologies au sein des programmes de sciences ; etc. Parmi les choix possibles qui donnent une place réelle à la technologie, deux options prédominent dans les curriculums des pays occidentaux. Il s'agit de définir les contenus des sciences et des technologies de manière séparée, l'intégration étant assurée par la mise en relation de ces disciplines lors de l'enseignement et d'élaborer des programmes de sciences et technologies intégrés. C'est cette deuxième option qui a été retenue par le Programme de formation de l'école québécoise (MEQ, 2004). Par ailleurs, non seulement ce programme regroupe des contenus en provenance des sciences et des contenus en provenance des technologies, mais aussi des contenus de divers champs disciplinaires comme la biologie, la physique, la chimie, l'astronomie et la géologie. Ce choix a l'avantage de promouvoir une mise en œuvre de liens entre ces différents champs par le même enseignant qui les prend en charge, évitant ainsi un ensemble de problèmes et de contraintes qui sont associés à la collaboration entre les enseignants. Il comporte cependant des risques s'il n'est pas accompagné de mesures qui assurent aux enseignants qu'ils pourront acquérir les compétences nécessaires dans ces différents champs disciplinaires et développer une meilleure compréhension du concept d'intégration et des modalités de sa mise en œuvre.

En outre, il convient de rappeler que la formation disciplinaire a traditionnellement été du ressort des facultés des sciences : les futurs enseignants sont sélectionnés suivant leurs notes en sciences et ils suivent une formation centrée sur les disciplines scientifiques. Cette formation ne peut combler le besoin d'une formation technologique, à moins de considérer le champ des technologies comme une simple application des savoirs scientifiques ou comme un soutien à l'apprentissage de ceux-ci, par l'intermédiaire des TIC (technologies de l'information et de la communication) et d'autres artefacts (les microscopes, les balances, etc.). À ce sujet, la Commission des programmes d'études (1998, p. 21) souligne que

[...] l'implantation prévue de programmes intégrés de science et technologie de la 1^{re} à la 4^e secondaire pose un défi inédit en matière de formation initiale du personnel qui aura à enseigner ces programmes. On attend de lui qu'il maîtrise les démarches, les concepts et les contenus notionnels propres à plusieurs disciplines scientifiques (notamment la biologie, la chimie et la physique) de même que ceux relatifs à la technologie et qu'il soit habitué à faire cheminer les élèves à partir d'une approche intégrée.

Notons aussi que des recherches ont mis en évidence qu'une formation purement disciplinaire, mettant de côté les savoirs technologiques, paraît un obstacle majeur, pour les enseignants, à l'application des programmes de sciences et technologies intégrés (Gardner, 1999a). Des auteurs comme Britton (1997) et Gardner (1999a), de leur côté, soulignent que, dans plusieurs manuels américains, l'intégration des technologies aux sciences est souvent présentée de manière réductrice. Dans certains cas, ces manuels considèrent que les sciences précèdent la technologie (*idealist view*), celle-ci étant vue comme une application des sciences. Il n'est pas rare alors de constater l'ajout de quelques paragraphes sur les applications technologiques à la fin de chaque thème scientifique important. Selon cette position, les concepts définis, les lois et les théories créées par les scientifiques constituent la base des productions technologiques. Dans d'autres cas, les manuels véhiculent une position selon laquelle la technologie précède la science (*materialist position*): les productions technologiques sont indispensables au développement des sciences. Très rarement, les activités proposées reflètent une réelle intégration des deux domaines.

L'inquiétude quant à ces dérives a été clairement exprimée par la Commission des programmes d'études (1998), à la suite de la parution des récents programmes de sciences et technologies:

[...] l'intégration de la technologie aux programmes des sciences soulève des enjeux particuliers. Tout d'abord, elle suppose la remise en question de la vision fort répandue selon laquelle la technologie serait réduite à une application des découvertes scientifiques. Cette conception [...] réduit l'éducation technologique à une sélection d'exemples visant à illustrer l'application des concepts scientifiques. Dans la mesure où, au secondaire, l'enseignement des cours de sciences et technologie sera largement assumé par des personnes qui n'ont jusqu'ici enseigné que les sciences, un effort particulier s'impose pour donner à la technologie la place qui lui revient (p. 19-20).

Au regard de la contextualisation des savoirs

La contextualisation des savoirs souhaitée, notamment par l'entremise des domaines généraux de formation, pose un problème semblable. À titre d'exemple, les cours de biologie à l'université visent davantage les aspects anatomiques, physiologiques et biochimiques de la nutrition que l'éducation à la nutrition qu'on invite les enseignants à aborder avec les élèves pour contextualiser les contenus disciplinaires. Alors que les programmes se limitent à la description des orientations générales concernant le rôle des domaines généraux de formation dans cette contextualisation des savoirs, celle-ci ne constitue pas la première préoccupation des disciplines scientifiques (de formation). Les enseignants sont alors laissés à eux-mêmes quant à l'établissement de tels liens. Ce décalage entre le virage que prennent les disciplines d'enseignement, en se distanciant des disciplines scientifiques de référence, et l'inertie que connaissent les disciplines de formation, en maintenant les disciplines scientifiques comme unique référence, risque de laisser la responsabilité de l'opérationnalisation des nouvelles orientations aux seules interprétations des concepteurs des manuels scolaires.

Au regard des approches interdisciplinaires

Comme nous l'avons montré précédemment, la réussite des approches interdisciplinaires repose sur des conditions d'ordre didactique et pédagogique – comprendre les finalités et les modalités de la mise en œuvre de l'interdisciplinarité –, mais aussi d'ordre organisationnel. Alors que le Programme de formation de l'école québécoise (MEQ, 2004) fait de l'interdisciplinarité l'une de ces principales orientations, l'école comme l'université – lieu de formation des enseignants – est toujours organisée en fonction de la tradition disciplinaire. Pour réussir la mise en place de telles approches, il est important de non seulement offrir une formation adéquate des enseignants, « pour » et « par » l'interdisciplinarité, mais aussi de voir à réunir les conditions organisationnelles minimales favorisant la collaboration entre les enseignants.

BIBLIOGRAPHIE

- Anderson, R.D. et C.P. Mitchener (1994). « Research on science teacher education », dans D.L. Gabel (dir.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning. A Project of the National Science Teachers Association*, New York, Macmillan Publishing, p. 3-44.
- Andries, B. et L. Beigbeder (1994). *La culture scientifique et technique pour les professeurs des écoles*, Paris, CNDP.
- Audigier, F. (1993). *Les représentations que les élèves ont de l'histoire et de la géographie. À la recherche des modèles disciplinaires, entre leur définition par l'institution et leur appropriation par les élèves*, Thèse de doctorat, Paris, Université de Paris VII.
- Baron, J.-L. (1989). *L'informatique, discipline scolaire? Le cas des lycées*, Paris, Presses universitaires de France.
- Beane, J.A. (1995). *Toward a Coherent Curriculum*, Alexandria, Association for Supervision and Curriculum Development.
- Beane, J.A. (1997). *Curriculum Integration. Designing the Core of Democratic Education*, New York, NY, Teachers College Press, Columbia University.
- Bernstein, B. (1971). « On the classification and framing of educational knowledge », dans M. Young (dir.), *Knowledge and Control. New Directions for the Sociology of Education*, Londres, Collier-Macmillan, p. 47-69.
- Bernstein, B. (1997). « À propos du curriculum », dans J.-C. Forquin (dir.), *Les sociologues de l'éducation américains et britanniques. Présentation et choix de textes*, Bruxelles, De Boeck Université, p. 165-171.
- Britton, E. (1997). « Sciences, technologie, société », *Revue internationale d'éducation*, 14, p. 61-66.
- Bruner, J. (1996). *L'éducation, entrée dans la culture. Les problèmes de l'école à la lumière de la psychologie culturelle*, traduction par Y. Bonin, Paris, Retz.
- Chervel, A. (1989). « L'histoire des disciplines scolaires. Réflexions sur un domaine de recherche », *Histoire de l'éducation*, 38, p. 59-119.
- Chervel, A. (1998). *La culture scolaire. Une approche historique*, Paris, Belin.
- Chevallard, Y. (1985). *La transposition didactique. Du savoir savant au savoir enseigné*, Grenoble, La Pensée Sauvage.
- Commission des programmes d'études (1998). *L'enseignement des sciences et de la technologie dans le cadre de la réforme du curriculum du primaire et du secondaire. Avis sur les sciences et la technologie*, <<http://www.cpe.gouv.qc.ca/sc-tech/sc-tech.htm>>.
- Conseil des ministres de l'Éducation – Canada (1997). *Cadre commun de résultats d'apprentissage en sciences de la nature: M à 12*, Toronto, Conseil des ministres de l'Éducation – Canada.
- Conseil supérieur de l'éducation (1982). *Le sort des matières dites « secondaires » au primaire*, Avis au ministre de l'Éducation, Québec, CSE.

- Conseil supérieur de l'éducation (1991). *La profession enseignante: vers un renouvellement du contrat social*, Québec, CSE.
- Conseil supérieur de l'éducation (1998). *Pour un renouvellement prometteur des programmes à l'école*, Avis à la ministre de l'Éducation, Québec, CSE.
- Conseil supérieur de l'éducation (2004). *Un nouveau souffle pour la profession enseignante*, Avis au ministre de l'Éducation, Québec, CSE.
- Davis, J.R. (1995). *Interdisciplinary Courses and Team Teaching. New Arrangements for Learning*, Phoenix, American Council of Education/Oryx Press.
- Forquin, J.-C. (1989). *École et culture. Le point de vue des sociologues britanniques*, Bruxelles, De Boeck Université.
- Fourez, G. (1995). « Le mouvement sciences, technologies et société (STS) et l'enseignement des sciences », *Perspectives*, XXV(1), p. 27-41.
- Fourez, G. (1998). « Se représenter et mettre en œuvre l'interdisciplinarité à l'école », *Revue des sciences de l'éducation*, XXIV(1), p. 31-50.
- Fourez, G., A. Maingain et B. Dufour (2002). *Approches didactiques de l'interdisciplinarité*, Bruxelles, De Boeck Université.
- Gardner, P. (1975). « Science and the structure of knowledge », dans P.L. Gardner (dir.), *Structure of Science Education*, Hawthorn, Longman Australia, p. 1-2.
- Gardner, P. (1999a). « Representations of the relationship between science and technology in the curriculum », *Studies in Science Education*, 24, p. 1-28.
- Gardner, P. (1999b). « The representation of science-technology relationships in Canadian physics textbooks », *International Journal of Science Education*, 21(3), p. 329-347.
- Gess-Newsome, J. et N.G. Lederman (dir.) (1999). *Examining Pedagogical Content Knowledge. The Construct and its Implications for Science Education*, New York, Kluwer Academic Publishers.
- Goodson, I. (1981). « Becoming an academic subject: Patterns of explanation and evolution », *British Journal of Sociology of Education*, 2(2), p. 163-180.
- Goodson, I. (1987). *School Subjects and Curriculum Change. Studies in Curriculum History*, New York, The Falmer Press.
- Hasni, A. (2001). *Les représentations sociales d'une discipline scolaire – l'activité scientifique – et de sa place au sein des autres disciplines formant le curriculum chez des instituteurs marocains*, Thèse de doctorat, Sherbrooke, Université de Sherbrooke.
- Hasni, A. (à paraître). « L'opérationnalisation du référentiel des compétences professionnelles dans le programme de formation à l'enseignement au secondaire: enjeux et défis », dans Y. Lenoir (dir.), *La question du référentiel dans la formation à l'enseignement: Quel(s) référentiel(s)? Selon quel(s) processus de conceptualisation? Pour quel(s) type(s) de curriculum?*, Sherbrooke, Éditions du CRP.

- Hasni, A. et Y. Lenoir (2001). « La place de la dimension organisationnelle dans l'interdisciplinarité: les facteurs influençant les pratiques de recherche et d'enseignement », dans Y. Lenoir, B. Rey, I. Fazenda (dir.), *Les fondements de l'interdisciplinarité dans la formation à l'enseignement*, Sherbrooke, Éditions du CRP, p. 179-204.
- Hasni, A., O. Dezutter, L. Guay et S. Manseau (2004). *Le développement d'activités d'intégration dans le cadre de la formation professionnelle des enseignants: enjeux et défis*, Communication au XXI^e Congrès de l'Association internationale de pédagogie universitaire (AIPU), Marrakech, 3-7 mai.
- Hasni, A., J. Bédard, F. Larose, J. Lebrun, Y. Lenoir, G. Samson et L. Thomas (2005). « Modalités d'opérationnalisation de l'interdisciplinarité. Troisième École d'été du CRIE », *Pourquoi, quoi et par qui intégrer?*, Sherbrooke, Université de Sherbrooke.
- Holmes Group (1986). *Tomorrow's Teacher*, A report of the Holmes Group, East Lansing, The Holmes Group.
- Jabobs, H.H. (1989). *Interdisciplinary Curriculum: Design and Implementation*, Alexandria, VA, Association for Supervision and Curriculum Development.
- Johsua, S. et J.-J. Dupin (1999). *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques*, Paris, Presses universitaires de France.
- Klein, J.T. (1998). « L'éducation primaire, secondaire et postsecondaire aux États-Unis: vers l'unification du discours sur l'interdisciplinarité », *Revue des sciences de l'éducation*, XXIV(1), p. 51-74.
- Legrand, L. (1986). *La différenciation pédagogique*, Paris, Scarabée.
- Le Monde de l'éducation* (2000). « Nouveaux programmes: la réforme qui fait peur », Dossier, avril, p. 21-43.
- Lenoir, Y. (1997). « Some interdisciplinary instructional models used in the primary grades in Quebec », *Issues in Integrative Studies. An Interdisciplinary Journal*, 15, p. 77-112.
- Lenoir, Y. et A. Hasni (2006). « Disciplines, didactique des disciplines et curriculum de formation à l'enseignement primaire: de la maîtrise à l'adéquation », dans Y. Lenoir et M.-H. Bouiller-Oudot (dir.), *Savoirs professionnels et curriculum de formation de professionnels. Une variété de situations, une variété de conceptions, une variété de propositions*, p. 125-166, Québec, Presses de l'Université Laval.
- Lenoir, Y. et L. Sauvé (1998a). « L'interdisciplinarité et la formation à l'enseignement primaire et secondaire: quelle interdisciplinarité pour quelle formation? Introduction du numéro thématique: Interdisciplinarité et formation à l'enseignement primaire et secondaire », *Revue des sciences de l'éducation*, XXIV(1), p. 3-29.
- Lenoir, Y. et L. Sauvé (1998b). « De l'interdisciplinarité scolaire à l'interdisciplinarité dans la formation à l'enseignement: un état de la question. 1. Nécessité de l'interdisciplinarité et rappel historique », *Revue française de pédagogie*, 124, p. 121-153.

- Lenoir, Y., Y. Geoffroy et A. Hasni (2001). «Entre le “trou noir” et la dispersion évanescence: quelle cohérence épistémologique pour l’interdisciplinarité? Un essai de classification des différentes conceptions de l’interdisciplinarité», dans Y. Lenoir, B. Rey et I. Fazenda (dir.), *Les fondements de l’interdisciplinarité dans la formation à l’enseignement. Points de vue de la recherche francophone européenne et nord-américaine, anglo-saxonne nord-américaine et latino-américaine*, Sherbrooke, Éditions du CRP, p. 93-119.
- Lenoir, Y., A. Hasni, J. Lebrun et S. Routhier (2002). «Les approches interdisciplinaires et l’interstructuration cognitive. Atelier à la première École d’été du CRE», *Accompagner à différentes approches d’enseignement*, 13-16 août, Sherbrooke, Université de Sherbrooke.
- Martinand, J.-L. (1986). *Connaître et transformer la matière. Des objectifs pour l’initiation aux sciences et techniques*, Berne, Peter Lang.
- Martinand, J.-L. (1994). «Didactique des sciences et formation des enseignants. Notes d’actualités», *Les sciences de l’éducation*, 1, p. 9-24.
- Martinand, J.-L. (2001). «Pratiques de référence et problématique de la référence curriculaire», dans A. Terrisse (dir.), *Didactique des disciplines. Les références au savoir*. Bruxelles, De Boeck Université, p. 18-24.
- Mason, T.C. (1996). «Integrated curricula: Potential and problems», *Journal of Teacher Education*, 47(4), p. 263-270.
- Meirieu, Ph. (1993). *L’envers du tableau. Quelle pédagogie pour quelle école?*, Paris, ESF.
- Meirieu, Ph. (2002). «La mise en place d’un parcours interdisciplinaire», dans G. Fourez, A. Maingain et B. Dufour (dir.), *Approches didactiques de l’interdisciplinarité*, Bruxelles, De Boeck Université, p. 105-121.
- Ministère de l’Éducation du Québec (1992). *La formation à l’enseignement secondaire général. Orientations et compétences attendues*, Québec, Gouvernement du Québec, Direction de la formation et des qualifications, Direction de la formation du personnel scolaire.
- Ministère de l’Éducation du Québec (2001). *Programme de formation de l’école québécoise. Éducation préscolaire et enseignement primaire*, Québec, Gouvernement du Québec.
- Ministère de l’Éducation du Québec (2002). *La formation à l’enseignement. Les orientations; les compétences professionnelles*, Québec, Gouvernement du Québec.
- Ministère de l’Éducation du Québec (2003). *Programme de formation de l’école québécoise. Enseignement secondaire, 1^{er} cycle*, Québec, Gouvernement du Québec.
- Ministère de l’Éducation, du Loisir et du Sport (MELS) (2005). *Indicateurs de l’éducation – Édition 2005*, Gouvernement du Québec, Secteur de l’information et des communications.
- Organisation de coopération et de développement économiques (2001). *L’école de demain. Quel avenir pour nos écoles?*, Paris, OCDE.

- Organisation de coopération et de développement économiques (2004). *Cadre d'évaluation de PISA 2003 : connaissances et compétences en mathématiques, lecture, science et résolution de problèmes*, Paris, Centre pour la recherche et l'innovation dans l'enseignement.
- Osborne, J. (2003). « Attitudes towards science: A review of the literature and its implications », *International Journal of Science Education*, 25(9), p. 1049-1079.
- Perrenoud, Ph. (2000). « Le rôle de la formation à l'enseignement dans la construction des disciplines scolaires », *Éducation et francophonie*, XXVIII(2), Numéro thématique portant sur la « Réforme curriculaire et statut des disciplines : quels impacts sur la formation professionnelle à l'enseignement ? ».
- Petit, A. (1982). *Production de l'école, production de la société*, Genève, Droz.
- Relan, A. et R. Kimpston (1991). « Curriculum integration: A critical analysis of practical and conceptual issues », Chicago, Communication présentée dans le cadre du Congrès annuel de l'American Educational Research Association (ERIC).
- Rousseau, C. (2002). « Les mathématiques, une discipline vivante au cœur de la science et de la technologie », *Bulletin de l'AMQ*, XIII(3), p. 23-35.
- Sachot, M. (1993). « La notion de "discipline scolaire" : éléments de constitution », dans J.-P. Clément et M. Herr (dir.), *L'identité de l'éducation physique scolaire au XX^e siècle : entre l'école et le sport*, Clermont-Ferrand, Éditions AFRAPS, p. 127-147.
- Schwab, J.J. (1964). « Structure of the disciplines: Meanings and significance », dans G.W. Ford et L. Pugno (dir.), *The Structure of Knowledge and the Curriculum*, Chicago, Rand McNally & Company, p. 6-30.
- Shulman, L.S. (1986). « Knowledge and teaching : Foundations of the new reform », *Harvard Educational Review*, 57(1), p. 1-22.
- Tanner, D. (1989). « A brief historical perspective of the struggle for an integrative curriculum », *Educational Horizons*, 68(1), p. 6-11.
- Tardy, M. (1993). « La transposition didactique », dans J. Houssaye (dir.), *La pédagogie : une encyclopédie pour aujourd'hui*, Paris, ESF, p. 51-60.
- Université de Sherbrooke (1998). *L'apprentissage par problèmes*, Université de Sherbrooke, Faculté de médecine.
- Université de Sherbrooke (2004a). *L'apprentissage par problèmes et par projets en ingénierie. Nouveaux programmes de génie électrique et de génie informatique*, Sherbrooke, Université de Sherbrooke.
- Université de Sherbrooke (2004b). *Projet de programme du baccalauréat en enseignement au secondaire. Document de présentation au Comité d'agrément des programmes de formation à l'enseignement*, Sherbrooke, Université de Sherbrooke.
- Vie pédagogique* (1987). « L'interdisciplinarité au secondaire », numéro thématique, 47.

- Young, M. (1976). «The schooling of science», dans G. Whitty et M. Young (dir.), *Explorations in the Politics of School Knowledge*, Chester, Cheshire Typesetters, p. 47-61.
- Young, M. (1997). «Les programmes scolaires considérés du point de vue de la sociologie de la connaissance», dans J.-C. Forquin, *Les sociologues de l'éducation américains et britanniques. Présentation et choix de textes*, Bruxelles, De Boeck Université, p. 173-199.
- Zeidler, D.L. (2002). «Dancing with maggots and saints: Visions for subject matter knowledge, pedagogical knowledge, and pedagogical content knowledge in science teacher education reform», *Journal of Science Teacher Education*, 13(1), p. 27-42.

Une approche par la pratique des réformes en enseignement et en apprentissage des sciences¹

Wolff-Michael Roth
Université de Victoria
mroth@uvic.ca

-
1. Plusieurs subventions du Conseil de recherche en sciences humaines du Canada ont soutenu les recherches sous-jacentes à ce chapitre. Je les remercie. Je tiens également à exprimer ma gratitude à Nadely Boyd, excellente collaboratrice avec qui j'ai travaillé, tous les élèves qui ont participé au projet et Misty MacDuffee pour son assistance continue. Sylvie Boutonné, G. Michael Bowen et Stuart Lee ont participé à la collecte et à la transcription des données pour planifier et enrichir ce cours.

RÉSUMÉ

Dans ce chapitre, des expériences au cours desquelles des élèves et des futurs enseignants font des apprentissages en s'engageant dans des activités concrètes sont décrites et conceptualisées – les élèves contribuent à construire le savoir environnemental de leur communauté, tout en apprenant la science à travers ce processus. De futurs enseignants donnent des cours de manière conjointe avec des enseignants expérimentés et, par le fait même, apprennent à enseigner la science, même dans des conditions difficiles. L'auteur se base sur un cas concret pour aborder, d'une part, l'écart qui existe entre la science que les élèves apprennent à l'école et ce qu'ils font lorsqu'ils sont confrontés, à l'extérieur de l'école, à une situation où ils doivent faire appel au savoir scientifique et, d'autre part, l'écart entre le savoir que les étudiants acquièrent pendant leur formation et le savoir exigé pour enseigner les sciences à l'école. Il se sert pour cela de son expérience en coenseignement d'un cours en sciences environnementales avec un nouvel enseignant stagiaire. En guise de conclusion, l'auteur affirme que des élèves des écoles secondaires peuvent être des ressources pour la construction du savoir dans leur communauté et les « enseignants-de-sciences-en-devenir », des ressources légitimes au sein des systèmes d'éducation.

On sait qu'il existe un écart entre la science que les élèves apprennent à l'école et ce qu'ils font lorsqu'ils sont confrontés, à l'extérieur de l'école, à une situation où ils doivent faire appel au savoir scientifique. On sait également que dès que la science ne figure plus parmi les matières obligatoires dans le curriculum, plusieurs élèves s'en désintéressent. Du côté de la formation des enseignants, un écart semblable apparaît, cette fois-ci entre le savoir que les étudiants acquièrent pendant leur formation et le savoir nécessaire pour enseigner les sciences à l'école. Les nombreuses réformes de l'enseignement des sciences et de la formation à cet enseignement ne semblent pas avoir amélioré la situation. Pourtant, nous savons déjà, du moins intuitivement, comment faire pour combler ces écarts. Ce savoir est exprimé dans l'ancien adage de langue anglaise (*Practice makes perfect*). Cet adage peut être compris dans le sens de la nécessité de répéter plusieurs fois une activité avant de la maîtriser, mais il peut aussi signifier que l'apprentissage par la pratique permet d'acquérir le savoir adéquat.

Dans ce texte, je m'intéresse à l'apprentissage par la pratique, comprise dans le second sens. Des expériences récentes, en lien avec les réformes, sont décrites et conceptualisées. Il s'agit d'expériences au cours desquelles des élèves et des futurs enseignants font des apprentissages en s'engageant dans des activités concrètes. Par la suite, les élèves contribuent au savoir environnemental de leur communauté, tout en apprenant la science à travers ce processus. De futurs enseignants donnent des cours de manière conjointe avec des enseignants expérimentés et, par le fait même, apprennent à enseigner la science même dans des conditions difficiles, comme c'est le cas dans des écoles rurales ou des milieux défavorisés, où les attentes des élèves sont souvent peu élevées quant à leur avenir. Je me base ainsi sur un cas concret pour aborder les deux écarts déjà mentionnés. Je me sers, pour y parvenir, de mon expérience de coenseignement d'un cours en sciences environnementales avec un nouvel enseignant-stagiaire. En guise de conclusion, deux propositions sont présentées et argumentées. Dans la première, je soutiens que des élèves des écoles secondaires peuvent servir de ressources pour la construction du savoir (*knowledge building*) dans leur communauté et dans la deuxième, que les « enseignants-des-ciens-en-devenir » peuvent être des ressources légitimes et jouer un rôle important non seulement dans l'éducation des générations futures, mais également dans d'autres activités pertinentes sur le plan social, comme la préservation de l'environnement.

1. SAVOIR ET APPRENTISSAGE : UN HISTORIQUE DE PROBLÈMES ÉPISTÉMOLOGIQUES

Au cours des vingt-cinq dernières années, j'ai enseigné les sciences dans des écoles secondaires, au premier et au second cycle, au Québec, à Terre-Neuve, en Ontario et en Colombie-Britannique. Malgré le discours des universitaires, des politiciens et des organismes subventionnaires qui accompagne les nombreuses réformes, j'ai personnellement constaté les problèmes profonds et fondamentaux qui persistent dans l'enseignement des sciences. À mon avis, il s'agit d'un problème d'ordre épistémologique, soutenu par le climat politique actuel d'imputabilité et de comparaisons internationales de la réussite des élèves. Certes, les cadres épistémologiques qui orientent l'enseignement des sciences et le curriculum des sciences ont évolué, et ils ont conduit notre discipline du béhaviorisme endémique des années 1960, en passant par la révolution cognitive des années 1970 et 1980 – qui mettait l'accent sur le traitement de l'information – et le constructivisme, au socioconstructivisme des années 1990 et de l'époque actuelle. Or, presque rien n'a changé dans les cours de sciences pour donner suite à près d'un demi-siècle de réformes. On peut dire que « plus ça change, plus c'est pareil ».

Ce qui est encore plus fondamental que les différences entre ces diverses approches épistémologiques dans la façon de concevoir l'éducation aux sciences, c'est leur point commun qui repose sur l'adoption d'une rupture cartésienne entre le corps et l'esprit. Cette rupture est associée, non seulement à une séparation entre le sujet (*knower*) et le savoir (*known*), mais également à une séparation entre l'individu et la collectivité qui contribue à sa réalisation et à son développement. La première rupture sépare essentiellement la conscience humaine de ses origines matérielles, tandis que la deuxième la sépare de ses origines sociales. Cette rupture est aussi présente dans les théories qui préconisent des activités pratiques (*hands-on*) comme partie intégrante de l'apprentissage des sciences, y compris les diverses formes de constructivisme (Glaserfeld, 1989; Inhelder et Piaget, 1958). Fondé sur l'idéalisme kantien, le constructivisme radical postule la création du savoir qui prend une forme abstraite, c'est-à-dire détachée de l'expérience et représentée dans une structure cognitive. Celle-ci renvoie à la notion d'opérations formelles de Piaget fonctionnant de manière indépendante du monde concret.

Peu de chose ont changé avec l'arrivée du dernier *-isme* théorique, soit le socioconstructivisme. Bien que je sois parmi les premiers éducateurs en science à avoir mis l'accent sur la « construction sociale des concepts

scientifiques » (Roth et Roychoudhury, 1992), ce n'est qu'après plusieurs années que j'ai réussi à m'extirper des deux ruptures, individu/collectivité et corps/esprit, mentionnées. La durée du processus a certes été prolongée par le fait que ces deux ruptures sont produites | reproduites continuellement à tous les niveaux de nos institutions scolaires². Mais j'ai cessé de penser l'éducation en termes de (socio)constructivisme parce que ces manières de penser n'étaient plus fructueuses dans mon enseignement et dans ma *praxis* de recherche. Par exemple, l'unité d'analyse à la base des comparaisons internationales de la réussite scolaire des élèves reste l'individu, malgré l'accent mis récemment sur la construction sociale du savoir dans la théorie et la pratique de l'éducation (Joannaert, 2002). On suppose que si le processus de construction est social, le « porteur » du savoir demeure l'individu, avec ses « théories personnelles » (Ernest, 1998), bien que cet individu soit un esprit individuel désincarné plutôt qu'une personne incarnée³. Ce savoir, même s'il est le résultat d'une construction sociale, devient la propriété des individus : une manière typique de formuler cet enjeu est d'affirmer qu'il y a appropriation « individuelle » du savoir rencontré d'abord dans une certaine « zone de développement proximal », mais qui survient dans (et par) une collaboration.

C'est par une adhésion concurrente à deux traditions philosophiques, d'apparence radicalement différente, mais qui se rejoignent dans les faits, que j'ai pu dépasser la double rupture, aussi bien dans mes secteurs d'activité théoriques que pratiques de l'éducation scientifique (Roth et Masciotra, 2004). Il s'agit, d'une part, de la phénoménologie et de la sociologie phénoménologique et, d'autre part, du matérialisme dialectique. Ces deux traditions partagent une même approche dialectique, selon laquelle la pensée et la matière sont en négation mutuelle, tout en étant mutuellement

-
2. J'utilise le signe « | » pour créer de nouveaux concepts dialectiques en unifiant et, simultanément, en séparant deux concepts mutuellement exclusifs (Roth, Hwang, Lee et Goulart, 2005). Le signe « | », appelé *Sheffer stroke*, correspond au *truth-functional connective equivalent to the operation NAND*. L'expression combinée est vraie de manière inhérente, parce qu'elle contient en même temps un terme et son opposé et, ainsi, exprime une contradiction. Par exemple, l'expression « production | reproduction de l'école » signifie que la même action contribue à reproduire l'école et en produire une nouvelle forme (peut-être sans que cela ne paraisse). La contradiction se trouve dans le fait qu'une même action reproduit quelque chose tout en le produisant d'une nouvelle manière. Un seul processus produit quelque chose d'identique et de différent à la fois.
 3. Il y a trop peu d'espace ici pour développer davantage cet argument ; il est cependant présenté ailleurs, dans Roth, Hwang, Lee et Goulart (2005). Le point important à retenir est que ceux qui adhèrent au socioconstructivisme ignorent le fait que l'expérience humaine se retrouve dans un corps, rempli d'émotions, de relations et de besoins. Ils négligent également le fait que les êtres humains se retrouvent toujours et déjà dans des mondes de sens qui précèdent leurs propres participations et constructions.

constitutives: chacune des deux présuppose l'autre, en constituant une relation dialectique pensée | matière. De plus, le matérialisme dialectique permet d'admettre que toute conscience est autant une conscience sociale qu'individuelle. Cette idée semble absente de la phénoménologie, qui ne tient pas suffisamment compte des aspects génétiques du savoir dans les premières années de la vie où la médiation sociale est considérée comme particulièrement importante. Bien que ma propre compréhension épistémologique ait évolué de manière simultanée et subséquente à mon travail en classe, j'ai choisi de parler de ces deux traditions philosophiques avant d'aborder les exemples concrets dont je veux traiter. De cette manière, les lecteurs disposeront d'une « lunette » leur permettant de voir et de comprendre mon travail pratique, tout en élucidant ces traditions.

2. LA PHÉNOMÉNOLOGIE ET LE SAVOIR

Selon les théories phénoménologiques, tout savoir se développe par des êtres humains qui vivent et ressentent les choses, et il est toujours lié à nos corps matériels: « Mon corps est la texture commune de tous les objets et il est, au moins à l'égard du monde perçu, l'instrument général de ma "compréhension". C'est lui qui donne un sens non seulement à l'objet naturel, mais encore à des objets culturels comme les mots » (Merleau-Ponty, 1945, p. 272).

Ainsi, comme l'ont confirmé des recherches récentes dans le domaine des neurosciences, nous savons qu'une balle est ronde non pas parce que nous attribuons le qualificatif « rond » à certains objets, mais bien parce que lorsque nous voyons une balle, nous savons que notre perception changerait si nous glissions nos mains sur elle ou si nous marchions autour d'elle⁴. Savoir implique donc une position ainsi que des perspectives et une intentionnalité qui lui sont associées. Savoir signifie avoir et prendre position dans un monde – lui-même associé à une valence émotionnelle (*emotional valence*) – et non pas conserver des données dans sa mémoire en attendant qu'elles soient convoquées par un processeur central ou un homoncule⁵.

4. Les résultats de certaines études publiées dans des revues scientifiques reconnues constituent un véritable soutien aux recherches philosophiques de Merleau-Ponty (O'Regan et Noë, 2001; Rizzolatti, Fadiga, Fogassi et Gallese, 1997).

5. Les discussions constructivistes sur le savoir résonnent toujours comme un écho de la théorie de l'homoncule. Certaines questions pourraient être posées fréquemment: Qui est-ce qui construit le nouveau savoir scientifique? Qui est-ce qui construit quelque chose? Avec quels matériaux sont construits les savoirs?

L'expérience corporelle d'un monde sensible vaut non seulement pour les objets, mais également pour les mots qui, sous forme d'ondes sonores ou de lettres sur une page, sont de nature matérielle autant que la balle :

Avant d'être l'indice d'un concept, il est d'abord un événement qui saisit mon corps et ses prises sur mon corps circonscrivent la zone de signification à laquelle il se rapporte. Un sujet déclare qu'à la présentation du mot « humide » (*feucht*), il éprouve, outre un sentiment d'humidité et de froid, tout un remaniement du schéma corporel, comme si l'intérieur du corps venait à la périphérie, et comme si la réalité du corps rassemblée jusque-là dans les bras et dans les jambes cherchait à se recentrer (Merleau-Ponty, 1945, p. 272).

Lorsque nous considérons l'apprentissage des titrages en sciences, les actions de tourner le robinet, de regarder l'acide couler dans la base et d'observer éventuellement sa couleur changer font toutes partie de ma compréhension des relations acide-base. Le concept de titrage acide-base est composé d'un ensemble complexe de mouvements corporels qui sont évoqués à chaque fois que j'entends l'expression « titrage acide-base ». Loin de devenir abstrait – selon la voie proposée par Piaget –, le savoir scientifique est plutôt concret et profondément intégré à notre connaissance corporelle du fonctionnement du monde – ce que j'ai pu établir en réalisant des ethnographies longitudinales de scientifiques à l'œuvre (Roth, 2004). Tout comme le terme « balle » évoque nos sens corporels liés à la vue, au toucher, aux actions de lancer et de frapper et à l'odeur de la balle (fabriquée de cuir), nos connaissances des acides et des bases, des animaux, des plantes et des forces sont liées aux expériences physiques vécues dans les contextes dans lesquels nous avons entendu ces sons que nous reconnaissons comme celui de « balle ». Entendre et comprendre des sons, c'est-à-dire des mots, implique les mêmes neurones miroir que dans les situations où nous utilisons habituellement ces sons (Kohler, Keysers, Umiltà, Fogassi, Gallese et Rizzolatti, 2002).

Dans une perspective phénoménologique, donc, notre expérience corporelle du monde matériel constitue la meilleure base de notre compréhension de ce monde : je ne suis pas un cerveau semblable à un ordinateur dans un corps, qui construit un savoir abstrait, mais un enseignant vivant qui connaît les classes et les élèves à travers les nombreuses heures passées avec de vrais élèves. Je sais comment agir en classe de la même manière que je sais jardiner ou faire du vélo (Roth, Lawless et Masciotra, 2001) ; toutes ces trois activités engagent mon corps et mon esprit comme un tout. Je deviens enseignant en étant dans une classe de sciences, en prenant position et en cheminant à travers ses imprévus matériels et sociaux.

Cette compréhension corporelle (pratique) sous-tend également notre compréhension des mots, qui ne constituent que des signes parmi d'autres signes matériels que nous percevons et traitons comme une partie de notre être dans le monde (*being in the world*). En étant dans le monde, nous nous trouvons en relation avec d'autres êtres humains qui, à un certain niveau, sont et possèdent un corps matériel semblable au nôtre. Savoir enseigner n'est pas le résultat d'une abstraction et d'une construction dans un esprit individuel. Nous apprenons à devenir des enseignants en étant dans une classe remplie d'élèves, de bureaux, de tableaux et d'autres équipements ; et nous sommes continuellement, et pour la vie, des enseignants en devenir de la même manière. Nous sommes des enseignants parce que nous savons comment nous nous sentons en tant qu'enseignants (Roth, 2002). Les autres – les élèves dans la classe et les enseignants dans la salle de personnel – sont nos contreparties essentielles, un environnement matériel changeant, que nous expérimentons de manière structurée et structurante en interagissant avec eux comme nous interagissons avec le monde matériel. Bref, nous expérimentons l'environnement social non pas comme quelque chose de différent de l'environnement matériel, mais comme un autre aspect de notre environnement, dans lequel nous nous trouvons avec nos corps matériels et que nous arrivons à connaître avec et par cette inclusion matérielle – dans le monde, de manière générale, et dans notre milieu familial, comme la classe, en particulier :

[...] ayant la propriété (biologique) d'être ouvert au monde, donc exposé au monde et, par là, susceptible d'être conditionné par le monde, façonné par les conditions matérielles et culturelles d'existence dans lesquelles [le corps] est placé dès l'origine, il est soumis à un processus de socialisation dont l'individuation est elle-même le produit, la singularité du « moi » se forgeant dans et par les rapports sociaux (Bourdieu, 1997, p. 161).

Ainsi, si j'enseigne les sciences, les élèves, la classe et moi-même constituons ensemble un monde. J'arrive à connaître ce monde de la classe de sciences, qui peut être modelé de plusieurs manières, à travers cette inclusion corporelle : utiliser des éprouvettes, se promener entre les bancs de laboratoire, ou interagir avec les élèves au moment où ils effectuent une quelconque tâche de laboratoire sont des actions qui m'engagent toutes de manière corporelle. Elles incluent les émotions fortes comme cela arrive lorsque je m'emporte dans mon enseignement et les déceptions qui accompagnent le sentiment que j'ai quand je sais que j'aurais pu faire mieux. Ce que je connais est intimement lié à ces élèves, à cette classe et à ma propre expérience de m'y trouver. Comme je le constate à travers ma propre expérience et mes recherches, même les meilleurs et les plus expérimentés des enseignants doivent reconstruire les connaissances portant sur les relations

avec les élèves et le milieu matériel lorsqu'ils se retrouvent dans un autre milieu, une autre école ou une autre classe ou encore avec d'autres élèves, une autre administration et de nouveaux collègues (Roth, Tobin, Elmesky, Carambo, McKnight et Beers, 2004). Mon apprentissage et mon savoir sont fondamentalement liés à ces expériences.

Lorsque j'enseigne avec un ou plusieurs collègues – comme je l'ai fait dans le cadre de plusieurs projets de recherche, pour un total de plus de trois ans de temps en classe –, celui-ci ou ceux-ci font partie de mon environnement et je fais partie du leur. Ce qu'ils font peut devenir une ressource pour mon enseignement : une note ou un diagramme au tableau préparé par un de nous peut servir de référence ou être inclus dans l'enseignement de l'autre (figure 1). Lorsque je vois les autres enseigner de manière inhabituelle, mais intéressante, je peux assimiler directement ces actions dans mon propre répertoire⁶. Quand ils formulent des questions de manière intéressante, ma propre manière de formuler des questions peut devenir semblable même quand et même si je ne m'en aperçois pas (Roth, 1998). Dans le cas où mon coenseignant reconnaîtrait ma nouvelle action comme peu optimale, il ou elle peut intervenir, garantissant ainsi un enseignement optimal autant pour les élèves que pour moi, en fournissant un autre exemple de pratique enseignante exemplaire (Roth et Tobin, 2002).

FIGURE 1

Avec le coenseignement, les actions et les produits d'un enseignant deviennent des ressources et des outils utiles à l'autre enseignant.



6. Les neuroscientifiques ont mis de l'avant des preuves de l'existence de neurones miroir, qui déchargent lorsque nous posons une action et lorsque nous voyons d'autres faire la même chose. Il est suggéré maintenant que ces neurones miroir constituent le mécanisme fondamental à la base de la compréhension expérientielle des autres, de leurs actions et de leurs émotions (Gallese, Keysers et Rizzolatti, 2004).

À travers ces exemples, nous constatons que pour les philosophes et les sociologues de la phénoménologie, il n'existe pas de séparation entre les contenus et les processus de savoir : « La grande avancée de la phénoménologie a été de refuser le rapport contenant/contenu qui faisait du psychisme un lieu. Ainsi, je n'accepte pas du tout la conception qui fait de l' "esprit" un contenant avec des contenus » (Ricoeur, dans Changeux et Ricoeur, 2000, p. 128). Puisque nos esprits ne sont pas des contenants et puisque notre savoir n'existe que dans nos actions, nous avons besoin de repenser la manière avec laquelle nous préparons les enseignants de sciences et la manière avec laquelle nous enseignons les sciences.

Si je devais arrêter ici mes considérations épistémologiques, peu de progrès aurait été réalisé parce que je n'aurais pas abordé l'individu en tant que centre et origine du savoir. Il y a un aspect dans mes actions qui doit toujours transcender mon être, et qui est dirigé vers le monde, une intentionnalité envers l'autre, une intentionnalité que je reconnais au retour dans les actions des autres (Hegel, 1977). Ainsi, toutes les actions sont caractérisées par un ensemble de relations qui s'emboîtent les unes dans les autres et constituent une totalité primordiale : « *The for-the-sake-of-which signifies an in-order-to, the in-order-to signifies a what-for, the what-for signifies a what-in of letting something be relevant, and the latter a what-with of relevance* » (Heidegger, 1996, p. 81). Nous apprenons ces relations et ces intentions seulement en *participant* aux interactions sociales avec les autres. En fait, l'émergence de ces relations et ma participation aux activités légitimées socialement sont de même étendue. Ces relations se retrouvent également au cœur d'une conception du savoir dont les racines historiques et le développement culturo-historique sont très différents. Il s'agit des théories dialectiques telles qu'elles sont exprimées dans les études psychologiques et épistémologiques des Vygotski, Leont'ev, Holzkamp et Il'enkov. Les travaux de ces auteurs constituent la seconde influence majeure sur ma pratique et sur ma théorie de l'enseignement des sciences.

3. LES THÉORIES DIALECTIQUES

La seconde influence majeure sur mon travail depuis le milieu des années 1990 découle de mon engagement intense dans des théories dialectiques du savoir et de la culture, telles qu'elles existent en sociologie (Sewell, 1992) et en psychologie (Leont'ev, 1978). L'origine de toutes ces théories peut être retracée dans les travaux de Marx (1976) qui, en se basant sur ses lectures de l'œuvre de Hegel tout en critiquant l'orientation idéaliste de celui-ci, a stipulé une relation dialectique entre la compréhension pratique et le savoir théorique. Par ailleurs, ce savoir théorique, au lieu de consti-

tuer la base permettant de fonder la société, est une « conséquence de la vie matérielle collective et du développement continuels de sa division du travail ».

Le savoir théorique constitue essentiellement une relation au monde que nous connaissons déjà de manière directe et pratique ; relation dans laquelle la praxis joue le rôle de médiateur (Buber, 1970). La médiation requiert des entités (signes, langage et graphiques) qui doivent être reconnues comme étant différentes de soi et de la situation. Ainsi, les animaux utilisent la communication (les cris d'alerte des oiseaux, la danse des abeilles), mais ils le font en relation avec leur situation présente et non pas pour communiquer au sujet d'autres situations. De manière similaire, les humains utilisent le langage pour faire leur travail, mais qui est de nature différente de celui utilisé pour parler de leur travail. Afin de parler de quelque chose, le langage utilisé doit être reconnu comme différent de ce qu'il traite ou de ce à quoi il se réfère.

Être capable de reconnaître des entités comme différentes de la situation et de moi-même nécessite la reconnaissance de mon corps comme un corps parmi d'autres corps, incluant ceux de mes homologues humains (Roth, 2006). De cette reconnaissance découle celle de la situation symétrique de mes homologues humains. La conscience de soi émerge donc simultanément avec la conscience des autres et du fait que je suis, par conséquent, un autre Soi pour les autres (Hegel, 1977). Ma propre subjectivité est toujours intersubjectivité. Ce n'est que par des interactions avec d'autres êtres conscients de leur existence que nous devenons conscients de nous-mêmes, mais la possibilité même d'interaction présuppose une conscience collective⁷. Les psychologues critiques (marxistes) ont réalisé et démontré empiriquement que a) cette émergence du soi-autrui dans la conscience est associée à l'émergence de la distinction sujet-objet dans la conscience individuelle et que b) cette émergence résulte de la médiation sociale (Mikhailov, 1980).

Pour sa part, Bourdieu (1997) a soutenu que la société pénètre l'individu seulement à travers une relation dialectique entre le corps et le monde social : le monde social est dans le corps ; le corps se retrouve, en retour, dans le monde social.

7. C'est d'ailleurs exactement ce point qui est apprécié de manière insuffisante dans les théories (socio)constructivistes, qui se basent sur l'individu en tant que porteur du savoir et de la conscience. Le point central dans ce chapitre est que les consciences individuelle et collective sont les conditions préalables et les résultats de la vie collective, en général, et des interactions (sociales), en particulier.

Au lieu d'être différents, soi (subjectivité) et autrui (intersubjectivité) constituent la même entité, mais exprimée de deux manières différentes. De façon similaire, sujet et objet, au lieu d'être différents, sont toujours deux aspects d'une même situation. Les deux sont reliés à la division du travail qui a constitué et a émergé avec l'anthropogenèse (Holzkamp, 1983). La division du travail signifie que les êtres humains individuels n'avaient plus à chasser pour se nourrir, dans la mesure où ils contribuaient à la société en produisant quelque chose qui permettait aux autres de répondre à leurs besoins de base. Alors que l'activité humaine soutenait la société, la survie de l'individu était possible sans qu'il eût à savoir chasser, cueillir, labourer ou autre. Avec la société parvenait le choix : je peux contribuer de telle ou telle façon. Tant que l'activité globale soutient la vie collective, et ainsi produit | reproduit le savoir global (collectif), la survie individuelle est possible. La société et le caractère ouvert du savoir sont ainsi coextensifs (Cole, 1988).

La division du travail présuppose et repose sur l'idée d'une activité globale subdivisée en activités subordonnées, toutes gouvernées par des motifs particuliers qui sous-tendent le motif global de la survie individuelle | collective. En participant à une activité pertinente socialement, je contribue à la survie de la société et donc à la mienne. En participant à une activité sociétale, comme l'enseignement, je promulgue cette intentionnalité⁸.

En participant à une activité collective, mes actions individuelles sont des réalisations concrètes d'actions possibles collectivement – dans certains cas, ces actions se font au détriment d'autrui (les activités criminelles). L'individu et la société sont donc reliés de manière dialectique. Ils sont les deux côtés d'une même médaille, aussi différents que des ondes et des particules, les formes sous lesquelles la lumière se révèle à nous. Tout comme dans le cas de la lumière, qui simultanément est et n'est pas onde et particule, la culture est et n'est pas individuelle et collective. Au sein de la société, les formes individuelles de conscience et de vie présupposent des formes collectives de conscience et de vie, mais les formes collectives présupposent l'individu, à travers qui et par qui la culture est continuellement produite | reproduite. Le grand avantage qu'ont eu les humains dans l'évolution fut le passage de l'individuel vers l'individuel | collectif comme siège de savoir ; la sélection évolutionnaire fut remplacée par le dévelop-

8. J'augmente également ma propre marge de manœuvre en devenant indépendant des conditions régnantes – une indépendance inaccessible, par exemple, à un mendiant.

pement culturo-historique. En tant que super-organisme, chaque société développe des formes culturo-historiques de vie, que les individus dans et par leur participation produisent | reproduisent continuellement.

4. APPRENDRE DANS ET PAR LA PARTICIPATION

Jusqu'ici, j'ai présenté le savoir comme reposant sur des prises de position dans le monde et sur la participation à leur production | reproduction. Le savoir n'existe pas quelque part dans notre tête comme un produit, il repose plutôt sur la participation continue à une activité pertinente socialement ; la participation est coextensive à l'apprentissage (Lave, 1993). Lorsque nous travaillons avec d'autres en coenseignant, par exemple, nous ne faisons pas que poursuivre notre objectif de travail, nous apprenons également ensemble (Roth et Tobin, 2002). Ces idées ne me sont pas venues à travers la théorie. J'ai d'abord impliqué des élèves dans des activités sur lesquelles ils exerçaient un contrôle, une action environnementale, par exemple, et j'ai ensuite conceptualisé leur apprentissage en tant que participation dans des activités et des formes de vie sociale existantes. J'ai d'abord enseigné dans une même classe avec d'autres enseignants avant de comprendre et de conceptualiser les processus d'être et de devenir enseignant sous l'angle d'une phénoménologie réflexive et dialectique (Ricoeur, 1990). Autrement dit, ma conceptualisation, le discours sur la pratique, a toujours suivi ma pratique d'enseignement.

La pratique d'enseignement que j'ai développée en enseignant avec d'autres, en faisant des recherches et en élaborant des théories exige la participation active des élèves dans un type de forme de vie (*lifeform*), c'est-à-dire une activité pertinente socialement. L'écologie est l'activité que j'ai étudiée de plus près et de façon plus approfondie. Dans ce type d'activité, les élèves décident eux-mêmes de la forme de leur contribution aux préoccupations environnementales qui existent déjà dans leur ville, municipalité ou village, ainsi que de ce dont ils ont besoin pour y arriver (outils, instruments, livres, etc.). Les élèves apprennent en participant à une activité pertinente et, ainsi, produisent | reproduisent cette forme d'activité dans leur communauté.

Du point de vue de l'enseignement et de la formation à l'enseignement, ma *praxis* s'est développée dans le coenseignement, une forme d'enseignement dans laquelle deux ou plusieurs enseignants produisent | reproduisent la responsabilité collective d'enseigner une classe de sciences. Dans mes expériences récentes d'enseignement, les deux formes d'apprentissage par la participation dans une activité collective se sont déroulées simultanément. Dans les deux sections ci-après, je décris une de ces expériences de

façon détaillée, en mettant d'abord l'accent sur l'importance d'apprendre à enseigner en enseignant *avec* une autre personne et, ensuite, sur l'intérêt de l'apprentissage des sciences par la participation et la contribution à l'étude environnementale au sein d'une communauté.

5. APPRENDRE À ENSEIGNER EN COENSEIGNANT

Apprendre à enseigner les sciences est difficile la plupart du temps. La tâche est particulièrement difficile dans un contexte urbain ou lorsqu'un nouveau curriculum se révèle fort différent de celui avec lequel des nouveaux enseignants ont déjà travaillé⁹. De manière cohérente avec le cadre théorique présenté, Roth et Tobin (2002, 2005) ont mis en place le coenseignement comme moyen de développement professionnel autant pour les nouveaux enseignants en début de carrière (enseignants débutants, enseignants stagiaires) que pour les enseignants aguerris. Le coenseignement permet de combler l'écart entre la pratique et la théorie parce qu'il met l'accent autant sur le savoir pratique et son développement dans la praxis que sur le savoir théorique, qui, dans notre travail, est engendré par la praxéologie, c'est-à-dire la parole « logos » sur la *praxis* (Roth, Lawless et Tobin, 2000).

Pendant plusieurs années, j'ai pris en charge l'enseignement de cours de sciences environnementales avec d'autres enseignants, d'abord dans la région de Victoria. Une des enseignantes avec qui j'ai donné un cours d'une durée de quatre mois est Nadely Boyd, une étudiante de l'Université de Victoria qui effectuait un stage dans une école locale du premier cycle du secondaire. Durant notre collaboration, Nadely et moi avons non seulement enseigné ensemble, mais également corédigé des études sur le thème « être et devenir enseignant de sciences ».

Apprendre en participant à l'enseignement avec un autre enseignant plus expérimenté – j'avais alors une expérience d'enseignement de quinze ans et je détenais un diplôme d'études avancées en physique et un en sciences de l'éducation – a permis à Nadely d'utiliser des manières d'enseigner qui valorisaient les élèves en tant qu'apprenants. Ce n'est ni

9. Dans notre travail basé sur la praxis sur le coenseignement, nous n'utilisons pas les expressions « enseignants étudiants » ou « futurs enseignants » parce que les deux expressions insèrent les individus dans une catégorie différente. De manière consistante avec notre épistémologie, nous considérons les individus qui travaillent pour leur certification comme étant au début d'une trajectoire continue d'être et de devenir comme un enseignant (Roth, 2002).

en assistant à des séminaires à l'université, ni en regardant un enseignant expérimenté de l'arrière de la classe, ni en analysant et en réfléchissant sur sa propre performance en s'observant sur un enregistrement vidéo qu'on apprend à enseigner ainsi, de manière aussi ouverte. Le fait de travailler à mes côtés permettait à Nadely de partager ma perspective sur la classe : elle pouvait observer du même point de vue que moi ceux qui étaient attentifs ou non et elle occupait le même espace physique et, en partie du moins, social de la classe (figure 2). Une des compétences acquises par Nadely durant cette expérience de coenseignement concerne la formulation de questions productives, qui amènent l'élève à développer des réflexions approfondies et des réponses élaborées.

FIGURE 2

Nadely et moi enseignons ensemble. Ici, j'avance ma main droite, signalant ainsi à ma partenaire qu'elle peut prendre le relais.



Au début, les questions de Nadely étaient formulées de manière que les élèves répondent par oui ou par non. Cette situation ne laissait pas suffisamment de marge de manœuvre à Nadely pour qu'elle puisse poser une autre question qui engagerait davantage les élèves. Elle me disait que je semblais toujours avoir de bonnes questions prêtes d'avance, tandis que, dans son cas, le temps qu'elle prenait pour réfléchir à de bonnes questions lui faisait rater les moments propices qui se présentaient alors en classe. Son manque d'expérience et le manque de marge de manœuvre avec lequel elle était aux prises dans ces moments-là étaient coextensifs (Roth, Masciotra et Boyd, 1999).

J'ai souvent demandé de prendre le premier rôle en classe – surtout au début de notre expérience de coenseignement –, ce qui me permettait, pendant une période complète d'enseignement, de questionner les élèves d'une meilleure manière que Nadely ne pouvait alors le faire. Je prenais en charge toute une discussion jusqu'à la fin de la séance. Ainsi, Nadely pouvait constater quelles questions poser et de quelles manières le faire afin d'amener les élèves à entamer une réflexion. Le fait d'être dans une classe, avec moi, lui a permis d'apprendre «sur le tas» quelles sont les bonnes questions à formuler et comment les poser. Les élèves et moi-même étions alors des éléments faisant partie de son environnement, façonnant son expérience et servant de médiateur à ce qu'elle apprenait ainsi qu'à la manière avec laquelle elle apprenait. Même si elle ne formulait pas les questions à ce moment-là, elle avait le temps d'objectiver la situation et d'y réfléchir pendant que celle-ci se déroulait. Nadely décrit ainsi les moments où elle pouvait prendre du recul et observer les bonnes questions devant être posées :

Te regarder formuler des questions fut d'une grande aide, parce que je ne saisais pas quand je questionne bien et quand je questionne de manière inadéquate. Le fait d'être présente, d'être un peu en recul et de pouvoir regarder et sentir le moment propice pour demander une question spécifique au moment même où tu le faisais, ce fut aidant.

Dans de tels moments, elle ne se trouvait plus dans une relation immédiate avec la situation ; en utilisant le langage et les concepts pour réfléchir, elle se trouvait plutôt dans une relation de médiation. Puisque les outils de cette médiation sont des outils sociaux, le savoir issu de la réflexion se trouve ainsi marqué par la nature sociale de ces outils. Même si Nadely réfléchissait de manière individuelle, la résultante de cette réflexion est, de manière inhérente, sociale et intelligible, en plus d'être intersubjective.

Pour mieux saisir comment les enseignants apprennent par le coenseignement, Nadely et moi avons observé et analysé des enregistrements vidéo. Dans un cas, j'avais pris les devants pour enseigner une leçon sur les modèles particuliers de la matière pour décrire et expliquer les différents états du H₂O (glace, eau et vapeur). Nadely et moi avions distribué les modèles de gaz, de liquides et de solides construits par les élèves à l'aide de guimauves, de cure-dents et de cordes, lors de la leçon précédente. J'ai alors demandé aux élèves, en groupes, de construire une explication, en fonction de leurs modèles, des processus par lesquels un état se transforme en un autre (fonte-gel ; évaporation-condensation). Nadely était à mes côtés pendant un moment lorsque j'ai commencé l'interaction avec le premier groupe :

- Enseignant: *Alors, il y a des vides entre les balles de styromousse. Qu'est-ce que ça signifie pour l'eau ?*
- Sandy: *Ça devrait être ensemble.*
- Dave: *Il y a un amas de solide. Elles sont toutes très près l'une de l'autre (il pointe la glace), ici elles sont toutes dispersées (il pointe l'eau), regarde dans mon diagramme.*
- John: *Elles sont toutes rapprochées.*
- Dave: *Dans le liquide.*
- Enseignant: *Alors, pouvez-vous me nommer quelque chose que l'eau fait, mais pas la glace ?*

Les lecteurs vont remarquer que j'ai laissé plusieurs élèves s'exprimer avant de poser une nouvelle question. Il s'agit d'un cas typique de « temps d'attente II », reconnu pour augmenter la profondeur et l'étendue de la réflexion des élèves (Tobin, 1987). À ma première question, les élèves devaient comparer le modèle de l'eau avec l'état physique de celle-ci, ce qui ouvrait une voie d'engagement profond dans l'exploration de la relation entre la théorie et le phénomène qu'elle décrit. Ma seconde question requérait une autre comparaison, celle concernant les deux états de l'eau, ce qui constituait encore un moyen d'inciter les élèves à réfléchir profondément au sujet des ressemblances et des différences entre les deux états, et à développer ainsi leur discours scientifique sur cet aspect de l'eau. La séquence illustre clairement que je posais des questions sans corriger immédiatement les réponses des élèves. En effet, trois des quatre élèves du groupe avaient répondu avant que je pose la question suivante. Et puisque les questions étaient ouvertes, il y avait plus d'une bonne réponse possible.

Cet exemple illustre comment la relation à la situation en cours était différente pour moi et pour Nadely. Au moment de poser mes questions, je ne pensais pas à ce que je devais demander ni comment le faire. Je ne connaissais même pas les questions au moment de commencer à les formuler. En tant que scientifique et enseignant expérimenté des sciences, je connais plusieurs façons valables de poser des questions. Je maîtrise le discours de la physique et de la chimie et je me sens à l'aise, peu importe les interventions des élèves. J'avais pris position dans le monde de la classe et envers ces élèves et j'avais enseigné comme un poisson nage dans l'eau ou comme je marche (je ne mets pas un pied devant l'autre de façon délibérée et consciente). J'étais totalement engagé dans des relations pertinentes que je vivais intensément : poser des questions pour les élèves, pour les aider à apprendre, pour leur développement, au sein de cette classe et avec le langage. J'ai posé, sans y penser, des « bonnes questions » et j'ai produit des questions qui ont orienté ma pratique.

La relation de Nadely aux questions était différente. Bénéficiant d'une pause de gestion de la conversation en classe, elle pouvait réfléchir, mais sans perdre le fil de l'activité en cours. Sa relation avec l'activité était médiatisée par les termes et les concepts de sa réflexion. Mais puisque toute réflexion exige un objet, un objet toujours différent du sujet en action, celui-ci était présent puisqu'elle était capable de se retirer de l'action qui se déroulait. Toutefois, nous avons eu l'occasion de réellement réfléchir-sur-l'action seulement lorsque nous étions assis ensemble pour regarder les séquences vidéo de chaque séance :

Je remarquais que tu leur demandais « Qu'est-ce que ça veut dire ? », « Peux-tu me parler de X ? », « Qu'est-ce que c'est ? », « Pourquoi est-ce ainsi ? » et « Comment sais-tu que c'est ainsi ? », au lieu de seulement « Oui, tu as raison » ou « Non, tu as tort, c'est plutôt ceci ».

La coparticipation aura fourni à Nadely, en même temps, l'occasion de m'observer en action et de se servir immédiatement de mes questions comme modèles pour ses interactions avec d'autres élèves, afin de formuler des questions sur le même contenu, alors que le contexte de la classe était le même qu'à l'instant précédent et les conditions presque les mêmes. Une fois le cours terminé, elle aura eu plusieurs occasions de formuler, l'une après l'autre, des questions aux élèves et de réfléchir sur nos actions en plus de planifier le contenu d'enseignement. Le coenseignement a permis de faire notre travail, en plus de permettre à Nadely d'améliorer grandement ses stratégies de formulation de questions.

6. L'APPRENTISSAGE DES SCIENCES DANS ET POUR LA COMMUNAUTÉ

Cette expérience de coenseignement faisait partie d'un projet d'étude sur le savoir et l'apprentissage dans des communautés hétérogènes. Après avoir compris que le contrôle de l'intention de l'activité par les élèves est central du point de vue de la motivation et de l'émotion, j'ai développé de plus en plus des environnements d'apprentissage qui permettaient aux élèves d'apprendre les sciences en concevant leurs propres projets et artefacts. Au cours de mes recherches sur le sujet, au début des années 1990, j'ai pu me rendre compte que les activités scolaires souffraient d'un problème majeur, puisqu'elles ne remplissaient aucune fonction dans le contexte plus large de la société, excepté produire | reproduire la scolarisation. Je me suis alors mis à défendre l'idée selon laquelle les enseignants devaient « désinstitutionnaliser » l'éducation scientifique de manière à permettre aux élèves d'apprendre les sciences en intervenant dans la société (Roth et McGinn, 1997).

C'est à ce moment que j'ai rencontré Nadely Boyd, une stagiaire dans une école secondaire de premier cycle près de chez moi. Je lui ai proposé d'enseigner, en mettant l'accent sur l'éducation à l'environnement, et ce, autant dans les activités quotidiennes que dans le contexte de l'enseignement des sciences à l'école. Je lui ai également proposé d'enseigner avec moi, ce qu'elle a accepté. Au début du projet, Michael Bowen, un de mes étudiants de doctorat, également diplômé en écologie, nous assistait. Un autre de mes étudiants de doctorat, Stuart Lee, biochimiste de formation, s'est joint à nous, plus tard. Il est devenu membre d'un groupe d'activistes qui tentent de modifier les politiques et les pratiques des gens afin de maintenir la santé environnementale du ruisseau Hagan, au sein de la communauté de Central Saanich, où je réside.

Nadely et moi avons conçu le contenu d'enseignement autour de l'idée que les élèves apprendraient la science en produisant un savoir pertinent socialement, qu'ils présenteraient ensuite à la communauté locale à travers des expositions, lors d'un événement portes ouvertes organisé par des environnementalistes déjà présents dans le village. En m'appuyant sur des recherches précédentes (Roth, 1995; Roth et Bowen, 1995), j'étais convaincu que les élèves apprendraient ainsi davantage que ce que prescrit le curriculum pour ce groupe d'âge. En participant à une étude environnementale ancrée dans la communauté (une activité et une pratique motivées socialement), tant les environnementalistes que les élèves apprendraient les sciences en mettant l'accent sur la santé du ruisseau et du bassin hydrographique ainsi que sur les problèmes, parfois graves, de la quantité et de la qualité de l'eau, qui menacent Central Saanich.

6.1. LE CONTEXTE DU VILLAGE

Une partie de Central Saanich se trouve dans le bassin hydrographique du ruisseau Hagan. À Central Saanich et dans le bassin hydrographique au complet, l'eau a constitué un problème depuis plusieurs années. Bien que Central Saanich soit situé sur la côte Ouest du Canada, son climat est plutôt sec (environ 850 millimètres de précipitation par année) avec des étés chauds et secs et des hivers modérément humides. De manière concomitante au climat, des développements récents sont venus exacerber le problème de l'eau. Les fermiers ont redressé les ruisseaux locaux (figure 3a), réduisant ainsi la quantité d'eau retenue dans le sol et disponible pour la filtration et l'alimentation de l'aquifère.

FIGURE 3

Ce qui était un ruisseau avant l'arrivée des premiers colons a été transformé en canal d'écoulement (a) et en fossé qui reçoit les déchets d'un secteur industriel (b).



En même temps, durant les mois secs d'été, les fermiers puisent à même le ruisseau et la nappe phréatique, augmentant encore la pression sur cette précieuse ressource. D'autres résidents du bassin ont des puits individuels qui puisent aussi dans les aquifères. Durant la période sèche de l'année, leur eau est contaminée, biologiquement et chimiquement, et ils doivent se rendre à une station d'essence située à cinq kilomètres pour trouver de l'eau potable. Cette situation, parmi d'autres, a entraîné un débat public long et acrimonieux, dans lequel la science est devenue autant un outil qu'un terrain de dispute (Roth et Barton, 2004). L'urbanisation et l'augmentation de surfaces étanches (chaussées) qui en découlent, les pertes de couverture forestière dans le bassin et le long du ruisseau (figures 3a, 3b), les pertes de marécages et de zones d'alimentation (la zone près de la figure 3a était un marécage avant l'arrivée des colons) ainsi que la dégradation des conditions naturelles du ruisseau ont aggravé le problème de l'eau.

En plus d'une diminution en matière de quantité, la qualité de l'eau a été également affectée par l'activité humaine. Les drainages pluviaux et les fossés conduisent l'eau de la pluie vers le ruisseau Hagan et ses affluents, loin des zones de développement nouvelles, entraînant avec elle les polluants de la banlieue: les produits chimiques épandus sur les pelouses et les écoulements des voitures. La communauté de Central Saanich a construit un parc industriel sur le bassin hydrographique, délimité par un quadrilatère précis (voir la partie supérieure de la figure 3b). Les drains des marchands de machineries et des laboratoires de biotechnologie se vident dans le « fossé puant » (figure 3b), qui se déverse à son tour dans le ruisseau Hagan. Afin d'augmenter sa capacité de transporter l'eau loin et rapidement, le ruisseau a été redressé et creusé à certains endroits (figure 3a). Une grande partie de la couverture végétale a aussi été enlevée, ce qui a eu pour effet d'accroître l'érosion et la pollution issue des champs agricoles environnants. Tous ces changements physiques ont entraîné une augmentation de l'érosion et de la quantité de vase durant les mois humides de l'hiver, en plus d'être responsables des bas niveaux d'eau et des températures élevées de l'eau durant les mois secs de l'été, quand le pompage légal et illégal pour l'irrigation affaiblit le ruisseau. Ces malheurs de la communauté liés à l'eau apparaissent de façon périodique et répétée dans les journaux locaux, les dépliants communautaires et les circulaires (figure 4).

À partir du Projet du bassin hydrographique Hagan Creek Kennes, un groupe d'environnementalistes a émergé, soucieux des préoccupations exprimées autour de la qualité de l'eau et il était à la recherche d'un soutien de la part de la communauté (figure 4). Les actions de ce groupe portent, entre autres, sur l'observation continue de la quantité et de la qualité de l'eau et sur la participation à la réécriture des politiques de la communauté portant sur ces questions pour le ruisseau Hagan et le bassin hydrographique. Le groupe a mis sur pied et promeut activement un programme d'intendance; il a construit des structures dans le ruisseau afin de préserver l'habitat des truites. Il a érigé des clôtures pour protéger les zones riveraines et il surveille la quantité de truites dans certaines sections du ruisseau. Une autre activité entreprise est la replantation des zones riveraines pour augmenter l'ombre et faire ainsi baisser la température de l'eau, la rendant plus hospitalière pour les poissons. Les environnementalistes s'engagent aussi dans diverses activités éducatives qui incluent l'organisation de présentations pour la communauté et le soutien aux enfants dans leurs enquêtes sur le ruisseau Hagan. De temps en temps, un article de journal rapporte les travaux de ce groupe. C'est justement avec ce type d'articles que j'ai abordé les cours de sciences au premier cycle du secondaire sur le sujet. Avec Nadely, nous nous sommes servis d'un article qui lançait un appel aux citoyens de la communauté pour qu'ils

contribuent au savoir disponible et pour qu'ils posent des actions pour comprendre et améliorer l'état du bassin hydrographique du ruisseau Hagan (figure 4, coin inférieur droit).

FIGURE 4

Les élèves sont sensibilisés à l'importance de l'eau puisque les médias locaux présentent régulièrement des articles traitant des problèmes d'eau en général et des activités du bassin hydrographique en particulier. Les élèves reconnaissent l'environnementalisme comme une forme de vie régulière et motivée socialement en raison de leur expérience quotidienne à l'extérieur de l'école.



Cette description montre que les préoccupations environnementales existaient déjà dans la communauté. Elles étaient également connues publiquement, à travers les articles de journaux de même que par la participation des environnementalistes à diverses activités, dont les assemblées de citoyens, la pose de panneaux dans le bassin marquant le ruisseau et l'habitat de poissons, les discussions publiques, etc. Cette situation établissait donc l'éducation environnementale en tant qu'activité « sociale » légitimée. Elle existait dans la communauté, étant produite | reproduite de façon continue dans et à travers toutes les actions des environnementalistes

et des autres citoyens qui posaient un geste en lien avec l'état désolant du bassin. Il s'agit d'une activité motivée, puisqu'elle contribue à la santé, à long terme, du bassin et des personnes qui habitent tout autour. En participant à une telle activité, les élèves, en plus de contribuer à leur communauté, produisent | reproduisent l'environnementalisme comme une forme légitime de l'activité sociétale. Ils modifient ainsi leurs propres formes de participation ; bref, ils apprennent.

6.2. APPRENDRE LES SCIENCES EN PRODUISANT DU SAVOIR ENVIRONNEMENTAL POUR LA COMMUNAUTÉ

Étant donné l'urgence et l'importance des problèmes liés à l'eau à Central Saanich, il n'est pas étonnant que j'aie réussi sans effort à convaincre Nadely, le directeur ainsi que quelques autres enseignants de l'école de participer à un projet dans lequel les élèves apprendraient les sciences en étudiant le bassin du ruisseau Hagan. J'avais offert aux enseignants intéressés de coenseigner un cours avec eux, ce qui exigeait la responsabilité collective de la planification, de la réalisation et de l'évaluation du contenu d'enseignement. C'est à Nadely que fut assigné, entre autres, l'enseignement des sciences à un groupe de 7^e année.

Les articles de journaux qui traitaient des problèmes de la région, en général, et de ceux du bassin du ruisseau Hagan, en particulier, ont été présentés aux élèves. Ceux-ci se sont sentis concernés par l'appel à la communauté qui avait été lancé par les environnementalistes, et intéressés en raison de leur désir d'aider qui n'a fait que croître lorsque le responsable du groupe environnementaliste s'est présenté en classe pour leur parler directement des enjeux. Les élèves se sont immédiatement portés volontaires pour nettoyer le ruisseau et pour enquêter sur les différents aspects de ce milieu. Après avoir présenté ce que les environnementalistes appellent divers outils et techniques, les élèves ont conçu et réalisé leurs propres enquêtes sur différentes sections du ruisseau Hagan. À ma suggestion, ils ont ensuite rapporté les résultats à la communauté lors de l'activité annuelle « portes ouvertes » organisée par les environnementalistes. L'idée sous-jacente à ces enseignements était de mettre les élèves dans une situation qui les incite à jouer le rôle de citoyens actifs, contribuant à la vie de la communauté.

À mes côtés, Nadely a appris non seulement à enseigner, mais également à faire de la recherche, à s'engager dans une action environnementale de même qu'à faire appel au soutien de la communauté pour enseigner cette matière. Une partie de ces apprentissages ne s'est pas effectuée à

l'aide de mon expertise, mais avec celle des environnementalistes, des techniciens de l'eau et des fermiers locaux. Par exemple, un matin, Nadely et moi avons divisé notre classe en petits groupes et nous les avons emmenés à différentes sections du ruisseau. Nadely, un environnementaliste et quatre élèves se sont retrouvés dans une branche du ruisseau Hagan, où l'environnementaliste a expliqué comment mesurer la quantité d'eau, prendre des échantillons des micro-organismes et consigner ces informations (figure 5a). Après le départ de l'environnementaliste, Nadely et moi avons supervisé nous-mêmes les élèves (figure 5b). Nadely a appris autant à propos de l'environnement que sur l'enseignement de celui-ci, en s'engageant dans la pratique de l'enseignement de l'environnement en collectivité.

FIGURE 5

Nadely (à l'avant-scène) a appris sur l'environnement et a contribué à la cause socialement motivée à côté d'environnementalistes, dont moi-même. Elle a appris à enseigner la science à travers l'environnement, en s'engageant dans et en contribuant à l'environnement avec nos élèves. a) Une environnementaliste explique comment prendre des mesures dans une branche du ruisseau Hagan. b) Nadely supervise et enseigne seule après le départ de l'environnementaliste.



Cette façon d'organiser l'enseignement des sciences peut intéresser d'autres membres de la communauté qui veulent s'investir de diverses manières. Les élèves produisent un savoir dans le contexte d'une communauté plus large que la seule «communauté de la classe», comme c'est le cas de la plupart des pratiques et des théories mises de l'avant en éducation. Les sciences à l'école et la vie de la communauté commencent ainsi à s'interpénétrer et, à l'intérieur de ce processus, à se soutenir mutuellement. Ainsi, les membres du Projet du bassin hydrographique Hagan Creek

Kennes ont non seulement aidé au démarrage de nos activités sur le terrain, mais ils sont également venus présenter des exposés en classe pour ensuite accompagner les élèves dans l'installation de pièges à poissons (figure 6a), dans la collecte des spécimens de micro-organismes (figure 6b) et dans la mesure et la consignation des paramètres physiques (figure 6c). Ils ont en outre prêté assistance aux élèves dans l'utilisation de divers instruments, comme l'analyseur d'oxygène dissous ou l'échantillonneur Serber. Ils sont aussi venus en classe pour analyser les données avec les élèves et montrer comment recueillir des micro-organismes au moyen d'une poire à jus et comment les reconnaître, à l'aide du microscope et d'un guide, comment les séparer dans les différentes cellules d'un plateau de cubes à glace et les compter (figure 7). Bref, les élèves ont appris l'environnement en s'engageant dans des pratiques avec d'autres dont on reconnaît le statut d'environnementaliste.

FIGURE 6

- a) Les élèves apprennent comment fonctionnent les pièges à poissons, où les poser et comment le faire correctement.
- b) Ils capturent des micro-organismes, qu'ils remettent dans le ruisseau après les avoir étudiés dans le laboratoire.
- c) Ils recueillent des données qui sont ensuite consignées par un biologiste, qui les ajoutera à sa base de données.



Les parents ont également collaboré à notre enseignement. Certains ont amené les enfants aux différents sites de recherche et d'autres ont aidé les élèves enquêteurs. Des membres aînés des Premières Nations ont fait des présentations; des élèves du secondaire plus âgés qui avaient déjà acquis de l'expérience en recherche ont joué le rôle d'assistants dans l'enseignement; et plusieurs de mes étudiants diplômés ont soutenu les enfants dans la conduite de la recherche et la collecte de données. Cette participation des membres de la communauté a modifié la division traditionnelle du travail, selon laquelle la scolarisation est laissée aux enseignants et aux administrateurs de l'école, excluant d'autres, qui pourraient

pourtant contribuer de manière valable et compétente à cette entreprise. Nous avons soutenu l'environnementalisme ensemble, chacun y apportant sa propre contribution. Nos contributions individuelles présupposaient l'existence de l'activité de l'environnementaliste, mais, en même temps, l'environnementalisme dans cette communauté présupposait des actions telles que les nôtres. Ainsi, notre participation a produit | reproduit l'environnementalisme dans cette communauté.

Fort de ma conviction en ce qui a trait à l'émancipation qui accompagne le contrôle des moyens de production, les élèves de ces classes ont été invités à construire le cadre de leur recherche et à choisir les *outils* (instruments, ordinateurs, caméra) pour représenter le ruisseau et son état actuel. Ce n'est guère étonnant que, dans chaque classe, les élèves aient construit des représentations différentes du ruisseau Hagan et de ses environs. Toutes les représentations étaient acceptables et contribuaient différemment à la compréhension du ruisseau et de ces problèmes. Puisque les élèves avaient la maîtrise de presque l'ensemble de l'activité, incluant les objectifs des enquêtes particulières et les moyens de production *outils*, ils étaient, de manière générale, motivés par leur travail et par la nécessité de contourner les obstacles qu'ils rencontraient lors de la réalisation de leurs objectifs au lieu d'être seulement motivés par l'enseignant. Ils ont ainsi conçu un nombre croissant d'enquêtes.

FIGURE 7

- De retour à l'école, à l'aide de divers outils**
a) les élèves classifient et comptent les différents organismes échantillonnés dans les différentes sections du ruisseau,
b) sous la surveillance, ici, d'une environmentaliste-biologiste.



6.3. DE NOUVELLES FORMES DE PARTICIPATION

Quand les élèves s'engagent dans des enquêtes qu'ils ont eux-mêmes conçues, leurs yeux brillent et leur esprit est complètement engagé, ils sont productifs et absorbés par le travail qui les intéresse. La scène ressemble à ce qu'on peut observer tous les jours dans les usines quand les travailleurs ont la chance de contribuer à la structuration de leur lieu de travail.

Certains élèves choisissent de produire des représentations scientifiques sous forme de graphiques, de diagrammes à barres, de cartes ou de tableaux. D'autres élèves préfèrent des moyens de représentations différents, choisissant, par exemple, de réaliser des typologies d'espèces d'animaux ou de plantes, de faire un montage photo accompagné de commentaires audio, de réaliser des entrevues ou d'utiliser une caméra vidéo pour faire un reportage sur les activités de recherche des autres élèves. Nadely et moi avons fourni un appui aux élèves en leur permettant de se familiariser avec l'utilisation des outils uniquement au moment où ils en avaient besoin. Nous avons constaté que cette manière de procéder est la meilleure parce qu'elle accroît la motivation chez les élèves qui mènent, de manière très compétente, des enquêtes fort intéressantes. Ainsi, lorsque les élèves d'un groupe ont décidé d'étudier la relation entre la fréquence de la présence de divers invertébrés et la vitesse du cours d'eau, nous nous sommes assurés qu'ils utilisent les chronomètres de manière appropriée. Nous avons également demandé aux élèves comment ils voulaient mesurer la vitesse du cours d'eau. Lorsqu'ils ont suggéré de mesurer le temps pris par un objet flottant pour se déplacer sur une certaine distance, nous leur avons demandé s'ils croyaient qu'il y aurait des différences entre des objets flottants faits de différents matériaux (un bout de bois, un morceau de styromousse ou une orange). Bien qu'ils aient commencé à nous répondre de manière aléatoire, ils ont appris, au cours de leurs enquêtes, qu'un morceau de styromousse peut être poussé par le vent ou qu'une orange peut rester prise dans les parties creuses du ruisseau. Ainsi, au cours de leurs enquêtes, les élèves ont appris comment mener avec succès une enquête, en dépit des problèmes inattendus et continuels qui peuvent surgir.

Durant les sessions sur le terrain, Nadely travaillait soit avec Michael Bowen, un biologiste et un enseignant de sciences expérimenté, soit avec moi. Elle était toujours accompagnée d'une personne de qui elle pouvait apprendre l'art de poser des questions enrichissantes et de devenir médiatrice dans l'acquisition des savoirs par les élèves au lieu de les diriger, entre autres. Par exemple, dans un cas, les élèves ont décidé d'utiliser une diapositive montrant une vue de profil d'un amphipode et, en utilisant les dessins d'autres organismes, nous les avons soutenus dans la classification

et le tri des invertébrés et d'en faire le décompte. Ces données ont ensuite été consignées dans des tableaux, puis ont servi à dresser des graphiques. Dans cette situation, autant Nadely que les élèves ont appris de ceux d'entre nous qui détenions un diplôme en sciences. Ainsi, j'ai aidé les élèves à interpréter les résultats, parfois en les aidant à réfléchir sur leurs données en termes de tendances et en leur demandant de dessiner des traits de tendances. Nadely pouvait me suivre quand je travaillais ainsi avec un groupe, avant de retrouver ensuite un autre groupe et poser les mêmes questions ou des questions semblables (voir la description dans la section précédente). Parfois, les élèves faisaient des interprétations qui pouvaient différer de celles que font des scientifiques adultes. L'environnementaliste Bowen et moi-même en avons alors profité pour engager les élèves dans une discussion, souvent en mettant de l'avant le concept de « valeur aberrante ». Les élèves sont parvenus à tirer des conclusions à partir de ces discussions en utilisant des relations du genre « il y a plus d'arthropodes dans les endroits où le cours d'eau est rapide » ou « il y a moins d'amphipodes quand le ruisseau va plus vite ».

À la fin du projet, les élèves ont présenté les résultats de leurs travaux lors de l'événement portes ouvertes organisé annuellement par les militants qui s'intéressent à la santé environnementale du bassin et du ruisseau Hagan. Les élèves ont présenté des affiches qui touchaient autant les enfants que les adultes (figure 8), venus assister à l'événement en raison de son attrait général – et non pas parce qu'il s'agissait de travaux d'élèves en particulier. Notre classe a présenté des descriptions et des photographies à l'aide d'un site Internet, auquel les visiteurs pouvaient accéder sur place, au moyen d'un ordinateur qu'un élève avait apporté. D'autres élèves ont préparé des affiches qui présentaient les résultats de leurs observations ou de leurs entrevues avec des membres de la communauté (figure 8).

Le cours a formellement pris fin à la suite de l'événement portes ouvertes, et les résultats des travaux des élèves ont été publiés dans le journal local et sur le site Internet des militants environnementalistes. Ainsi, grâce à l'exposition, à l'événement portes ouvertes et aux publications qui ont suivi, les résultats et les productions des élèves furent réintroduits dans la communauté par un processus de distribution et de consommation du savoir. L'événement portes ouvertes et les publications subséquentes ont ainsi constitué des points tournants dans le cours puisque les travaux des élèves ont ainsi été légitimés dès le moment où la communauté les a acceptés. Le commentaire suivant, par un des élèves, est illustratif :

J'ai travaillé fort pour aider les membres de mon groupe avec le modèle, le site Internet et la présentation par affiches. Dans ce projet, j'ai appris qu'il y avait des invertébrés dans le ruisseau ; j'ai aussi appris où est situé le ruisseau Hagan. Je ne savais pas que le ruisseau du parc communautaire était relié au

ruisseau Hagan. J'ai vu que depuis que l'article sur le ruisseau Hagan a été publié dans le Peninsula News Review, les gens ont remarqué le ruisseau (Brandon).

FIGURE 8

Nadely, les élèves et moi avons présenté le résultat de notre travail à la communauté durant un événement portes ouvertes organisé par les environmentalistes. Ici, les élèves ont agi comme médiateurs dans l'apprentissage d'autres élèves, d'adultes et d'enfants plus jeunes, contribuant ainsi à l'alphabétisation scientifique en tant que processus collectif. Les résultats sont également parus dans les journaux locaux et sur un site Internet.



Pour les élèves, le cours de sciences fut une réussite, non parce qu'ils ont eu de bonnes notes, mais parce qu'il fut utile et qu'il a contribué à la vie de la communauté. Ils ont pris conscience du ruisseau et de ses problèmes, et ils ont observé comment la communauté (leurs parents, leur famille) s'y sont intéressés en raison de leurs actions. Celles-ci ont eu encore plus d'effets sur la communauté, selon ce que les militants environmentalistes ont dit, puisque leur présence et leurs contributions à l'événement portes ouvertes ont incité une majorité de membres de la communauté (parents, famille et voisins) à participer à cet événement.

7. APPRENDRE PAR ET À TRAVERS LA PARTICIPATION À UNE PRAXIS COLLECTIVE

J'avais commencé ce travail en postulant que l'éducation aux sciences, autant sous l'angle de sa production | reproduction par les enseignants que sous celui de la production | reproduction d'élèves analphabètes scientifiquement, devait se faire au moyen d'une implication dans une

activité pratique. La participation à l'environnementalisme a constitué le contexte par lequel le projet a pu contribuer, d'une part, à l'apprentissage des sciences par des élèves de 7^e année et, d'autre part, à l'initiation de l'enseignante de sciences. Dans les deux cas, l'écart entre la théorie et la pratique a été comblé. Nadely a appris à enseigner les sciences et les études environnementales en enseignant à mes côtés et en participant au bien-être de l'environnement ; les élèves ont appris la science et les études environnementales en participant à l'environnementalisme. De manière cohérente avec le cadre présenté, on peut dire que le savoir acquis par l'enseignante et les élèves est irrémédiablement lié à la praxis. Quand des termes comme ceux de pollution, dégradation environnementale ou santé du bassin sont utilisés dans la conversation, la compréhension des élèves de ce qui est dit inclut le schème corporel développé durant leur travail dans et autour du ruisseau.

Dans les deux cas, le mode premier d'apprentissage a été conçu et réalisé en tant que participation à une activité socialement pertinente. Nadely et moi avons participé côte à côte à l'enseignement d'élèves de 7^e année. Nadely n'a pas appris à enseigner les sciences en simulant l'enseignement devant un groupe de ses pairs à l'université, mais en enseignant à des élèves. Nos élèves, en répondant de manière concrète à l'appel lancé par les environnementalistes dans les journaux locaux, ont appris les sciences en prenant part à une véritable activité dans leur municipalité. En impliquant des environnementalistes, des parents, des personnes âgées et des biologistes, Nadely a appris à connaître les préoccupations de la communauté et les sciences. Elle a aussi fait l'apprentissage, avec et par moi, à aider les élèves à utiliser les sciences pour produire du savoir sur le ruisseau Hagan et le bassin hydrographique. À la fin, notre classe a présenté les résultats de son travail dans un forum public, remettant un savoir à la communauté qui a non seulement motivé notre activité, mais qui en a également utilisé le résultat, c'est-à-dire le savoir que nous avons produit. Nous avons donc tous participé à l'environnement et ainsi contribué à produire | reproduire cette forme de vie, qui, en tant que forme collective, n'existe qu'à travers une réalisation concrète par des groupes d'individus. Cependant, en tant que forme de vie socialement motivée, l'environnement fournissait un ensemble d'actions possibles, dont quelques-unes ont pu être réalisées concrètement à travers ce que nous avons accompli. En participant à un enseignement régulier, Nadely a également produit | reproduit l'activité socialement motivée qu'est l'enseignement.

Notre apprentissage (celui des élèves, celui de Nadely et le mien) était apparent pour n'importe quel observateur à travers notre compétence croissante environnementale, acquise par notre participation à

la connaissance de l'environnement. Bref, notre participation n'a pas seulement abouti à un apprentissage visé, elle était un apprentissage en soi. Tout en apprenant, notre compréhension du bassin a changé – voir la citation de Brandon – de même que celle des possibilités et des contraintes de nos actions concernant ce bassin. Nous sommes conscients d'avoir changé, comme le monde perçu et sur lequel nous avons agi a changé. En d'autres mots, notre apprentissage était accessible en tant que participation changeante dans un monde changeant. Après le cours, ceux qui n'étaient pas déjà suffisamment soucieux du ruisseau Hagan et du bassin avaient changé de comportement et s'étaient engagés dans d'autres actions environnementales. Les élèves ont participé, par la suite, au programme des gardiens du ruisseau et étaient moins insouciantes quant au gaspillage de l'eau et à la pollution. Ils savaient aussi qu'ils avaient contribué à la communauté en général lorsqu'ils ont compris que *les gens ont remarqué le ruisseau* (Brandon).

8. ÉPILOGUE: VERS UNE APPROCHE PAR LA PRATIQUE DE L'ÉDUCATION SCIENTIFIQUE

Au début du chapitre, je mentionnais le double écart qui existe présentement, d'une part, entre le savoir sur l'enseignement et le savoir-enseigner et, d'autre part, entre le savoir sur les sciences et le savoir comment faire des sciences. En mettant l'accent sur l'enseignement et les sciences en tant que formes d'activité, chacune avec ses motivations propres, j'ai conçu un contexte qui aborde les deux écarts dans un même projet. Quand, comment et où permettons-nous aux gens de devenir compétents de cette manière? La pensée commune veut qu'on se limite à les exposer à des images représentant ce que sont les sciences des scientifiques et à un bon enseignement et qu'on leur dise quoi apprendre. Après avoir reproduit le discours sur la science et l'enseignement des sciences dans l'environnementalisme formel d'apprentissage, on leur demande d'appliquer ce qu'ils savent. Les éducateurs réfléchissent peu au fait que la participation dans les écoles et les universités produit | reproduit des pratiques appropriées pour survivre dans ces milieux. Toutefois, comme nous l'avons constaté, les activités quotidiennes à l'extérieur des institutions formelles d'apprentissage poursuivent des buts très différents, ce dont témoigne leur centration sur des préoccupations totalement différentes. Le *for-the-sake-of-wich, in-order-to, what-for, what-in* et *what-with* de l'éducation formelle sont diverses expressions désignant des activités pour lesquelles cette prétendue éducation nous prépare.

De la même manière, on peut se demander comment le *quand*, *comment* et *où* peuvent permettre aux personnes d'être compétentes en tant qu'enseignants. Encore une fois, l'approche traditionnelle vise les enseignants en formation à des descriptions de l'enseignement (le discours) et les inciter à observer l'enseignement, comme s'ils regardaient la télévision. Cette approche n'a pas réussi par le passé. Les enseignants m'ont avoué avoir appris la majeure partie de ce dont ils ont besoin pour enseigner en enseignant, et non au cours de leurs années de formation universitaire. L'approche que j'ai présentée ici est celle d'apprendre à enseigner en enseignant avec un autre enseignant; elle comble cet écart entre l'université et la vie pratique. Participer à l'enseignement alors qu'on est encore en formation produit | reproduit l'activité (les pratiques) d'enseigner à travers des expériences d'apprentissage plus positives.

Au lieu de préparer les élèves à vivre dans un monde technologique, je propose de créer des situations où ils pourront avec les enseignants participer à ce monde et apprendre la science et l'enseignement des sciences en contribuant à la vie quotidienne dans la communauté. Parmi les contextes possibles, il y a le militantisme environnemental, la mise en valeur du saumon, l'agriculture ou les cérémonies traditionnelles de cueillette chez les peuples autochtones. Une participation précoce dans des pratiques signifiantes pour la communauté assure une participation continue et une plus grande pertinence de l'éducation au regard de la vie de tous les jours de ses membres.

Se servir d'activités réelles, continues et socialement pertinentes comme moyens pour l'apprentissage des sciences et l'enseignement des sciences comporte d'énormes avantages reliés au fait que les apprenants participent déjà à une activité réelle. Ainsi, ils forment une partie de la communauté qui s'engage dans l'activité, une communauté dans laquelle, et par l'action de laquelle, l'activité est continuellement produite et reproduite. En participant à l'enseignement des sciences ou à l'environnementalisme ou à toute autre activité pertinente socialement, les élèves et les nouveaux enseignants contribuent à l'engagement militant de manière productive. Ils sont des ressources pour la société dont le potentiel n'a pas encore été complètement utilisé. Pensons aux retombées qui en découleraient si tous les étudiants qui se préparent à l'enseignement devenaient des acteurs participants de plein droit aux pratiques scolaires. Notre expérience à Philadelphie, où Kenneth Tobin a transféré l'essentiel de la formation à l'enseignement vers des écoles avec des classes qui œuvrent dans la normalité, a fait émerger l'impact énorme de cette nouvelle façon de faire avec les nouveaux enseignants qui sont perçus non plus comme un poids, mais comme des ressources (Tobin et Roth, 2006). Imaginons la situation si tous les étudiants universitaires qui se trouvent présentement dans des

salles de cours au sein de facultés d'éducation se retrouvaient plutôt dans les écoles, assistant les élèves dans leurs apprentissages et les enseignants dans leur enseignement ! Pour l'instant, toutefois, les étudiants en éducation qui passent tout leur temps ou presque dans les facultés d'éducation sans contribuer à la formation des générations futures sont considérés comme des ressources sociétales perdues ou gaspillées.

De manière semblable, dans cette expérience d'enseignement, les élèves de notre classe de 7^e année peuvent être considérés comme une ressource pour la communauté de Central Saanich : ces élèves ont contribué à une base de données environnementales ; d'autres ont trouvé des lieux clés de pollution, comme ceux causés par certaines fermes de volaille ou de bétail. Le savoir créé par la participation des élèves est maintenant utile pour la société en général ; il ne s'agit pas d'une forme de savoir (participation) visant seulement à reproduire l'école et l'injustice sociale que plusieurs élèves vivent présentement à la maison et reproduisent eux-mêmes à travers leurs propres trajectoires de participation (Willis, 1977).

Selon mon point de vue et l'expérience issue de ma pratique, seule l'inclusion des élèves dans des activités qui ont le potentiel de changer le monde pour l'améliorer est un objectif louable pour la pratique de l'éducation scientifique.

BIBLIOGRAPHIE

- Bourdieu, P. (1997). *Méditations pascaliennes*, Paris, Seuil.
- Buber, M. (1970). *I and Thou*, New York, Simon and Schuster.
- Changeux, J.P. et P. Ricœur (2000). *Ce qui nous fait penser : la nature et la règle*, Paris, Odile Jacob.
- Cole, M. (1988). « Cross-cultural research in the sociohistorical tradition », *Human Development*, 31, p. 137-157.
- Ernest, P. (1998). *Social Constructivism as a Philosophy of Mathematics*, Albany, NY, SUNY Press.
- Gallese, V., C. Keysers et G. Rizzolatti (2004). « A unifying view of the basis of social cognition », *Trends in Cognitive Sciences*, 8, p. 396-403.
- Glaserfeld, E., von (1989). « Cognition, construction of knowledge, and teaching », *Synthese*, 80, p. 121-140.
- Hegel, G.W.F. (1977). *Phenomenology of Spirit*, Oxford, Oxford University Press.
- Heidegger, M. (1996). *Being and Time*, Albany, State University of New York Press.
- Holzkamp, K. (1983). *Grundlegung der Psychologie*, Frankfurt/M, Campus.

- Inhelder, B. et J. Piaget (1958). *The Growth of Logical Thinking from Childhood to Adolescence*, New York, Basic.
- Jonnaert, Ph. (2002). *Compétences et socioconstructivisme : un cadre théorique*, Bruxelles, De Boeck Université.
- Kohler, E., C. Keysers, M.A. Umiltà, L. Fogassi, V. Gallese et G. Rizzolatti (2002). «Hearing sounds, understanding actions: Action representation in mirror neurons», *Science*, 297, p. 846-848.
- Lave, J. (1993). «The practice of learning», dans S. Chaiklin et J. Lave (dir.), *Understanding Practice: Perspectives on Activity and Context*, Cambridge, Cambridge University Press, p. 3-22.
- Leont'ev, A.N. (1978). *Activity, Consciousness and Personality*, Englewood Cliffs, NJ, Prentice Hall.
- Marx, K. (1976). *Capital*, Volume I, Londres, Penguin Books.
- Mikhailov, F. (1980). *The Riddle of Self*, Moscou, Progress.
- Merleau-Ponty, M. (1945). *Phénoménologie de la perception*, Paris, Gallimard.
- O'Regan, J.K. et A. Noë (2001). «A sensorimotor account of vision and visual consciousness», *Behavioral and Brain Sciences*, 24, p. 883-917.
- Ricoeur, P. (1990). *Soi-même comme un autre*, Paris, Seuil.
- Rizzolatti, G., L. Fadiga, L. Fogassi et V. Gallese (1997). «The space around us», *Science*, 277, p. 190-191.
- Roth, W.-M. (1995). *Authentic School Science: Knowing and Learning in Open-Inquiry Science Laboratories*, Dordrecht, The Netherlands, Kluwer Academic Publishing.
- Roth, W.-M. (1998). «Teaching and learning as everyday activity», dans K. Tobin et B. Fraser (dir.), *International Handbook of Science Education*, Dordrecht, Netherlands, Kluwer Academic Publishing, p. 169-181.
- Roth, W.-M. (2002). *Being and Becoming in the Classroom*, Westport, CT, Ablex.
- Roth, W.-M. (2004). «Emergence of graphing practices in scientific research», *Journal of Cognition and Culture*, 4, p. 595-627.
- Roth, W.-M. (2006). *Learning Science: A First-Person Perspective*, Rotterdam, Sense Publishers.
- Roth, W.-M. et A.C. Barton (2004). *Rethinking Scientific Literacy*, New York, Routledge.
- Roth, W.-M. et G.-M. Bowen (1995). «Knowing and interacting: A study of culture, practices, and resources in a grade 8 open-inquiry science classroom guided by a cognitive apprenticeship metaphor», *Cognition and Instruction*, 13, p. 73-128.

- Roth, W.-M. et D. Masciotra (2004). « Apprendre, c'est faire émerger », dans Ph. Jonnaert et D. Masciotra (dir.), *Constructivisme: choix contemporains en éducation: hommage à Ernst von Glasersfeld*, Québec, Presses de l'Université du Québec, p. 225-253.
- Roth, W.-M. et M.K. McGinn (1997). « Deinstitutionalizing school science: Implications of a strong view of situated cognition », *Research in Science Education*, 27, p. 497-513.
- Roth, W.-M. et A. Roychoudhury (1992). « The social construction of scientific concepts or the concept map as conscription device and tool for social thinking in high school science », *Science Education*, 76, p. 531-557.
- Roth, W.-M. et K. Tobin (2002). *At the Elbow of Another: Learning to Teach by Co-teaching*, New York, Peter Lang.
- Roth, W.-M. et K. Tobin (dir.) (2005). *Teaching Together, Learning Together*, New York, Peter Lang.
- Roth, W.-M., D. Lawless et D. Masciotra (2001). « Spielraum and teaching », *Curriculum Inquiry*, 31, p. 183-207.
- Roth, W.-M., D. Lawless et K. Tobin (2000). « Time to teach: Towards a praxeology of teaching », *Canadian Journal of Education*, 25, p. 1-15.
- Roth, W.-M., S. Hwang, Y.J. Lee et M. Goulart (2005). *Participation, Learning and Identity: Dialectical Perspectives*, Berlin, Lehmanns Media.
- Roth, W.-M., D. Masciotra et N. Boyd (1999). « Becoming-in-the-classroom: A case study of teacher development through coteaching », *Teaching and Teacher Education*, 17, p. 771-784.
- Roth, W.-M., K. Tobin, R. Elmesky, C. Carambo, Y. McKnight et J. Beers (2004). « Re/making identities in the praxis of urban schooling: A cultural historical perspective », *Mind, Culture, and Activity*, 11, p. 48-69.
- Sewell, W.H. (1992). « A theory of structure: Duality, agency and transformation », *American Journal of Sociology*, 98, p. 1-29.
- Tobin, K. (1987). « The role of wait time in higher cognitive level learning », *Review of Educational Research*, 57, p. 69-85.
- Tobin, K. et W.-M. Roth (2006). *Teaching to Learn: A View from the Field*, Rotterdam, Sense Publishers.
- Willis, P. (1977). *Learning to Labor: How Working Class Lads Get Working Class Jobs*, New York, Columbia University Press.

Étudier la pratique enseignante dans sa complexité

Une exigence pour la recherche et la formation à l'enseignement

Yves Lenoir

*CRIE-CRIFPE¹, Université de Sherbrooke
yves.lenoir@usherbrooke.ca*

Sabine Vanhulle

*Université de Genève
sabine.vanhulle@pse.unige.ch*

-
1. Le CRIE (Centre de recherche sur l'intervention éducative) est l'une des trois composantes du Centre de recherche interuniversitaire sur la formation et la profession enseignante (CRIFPE). Yves Lenoir est également membre du Réseau OPEN (Observatoire des pratiques enseignantes) dirigé par Marguerite Altet, Marc Bru et Claudine Blanchard-Laville.

RÉSUMÉ

Dans ce chapitre, on attire l'attention sur la nécessité pour la recherche et pour la formation à l'enseignement d'étudier la pratique enseignante dans toute sa complexité. Après avoir rappelé le contexte dans lequel s'inscrit actuellement la formation à l'enseignement, au Québec en particulier, puis la place que la pratique occupe dans le processus de professionnalisation, les auteurs font quelques constats relatifs à l'appréhension par la recherche de la place de la pratique enseignante. Cet état des lieux met en exergue un certain nombre de problèmes auxquels la recherche sur les pratiques enseignantes est confrontée. La pratique enseignante est méconnue, mais il est vrai qu'elle est difficilement accessible. Elle est peu théorisée, mais sa modélisation ainsi que la clarification conceptuelle de plusieurs de ses aspects s'avèrent toutefois indispensables. En outre, elle est ancrée dans la tradition. Pour contribuer au développement d'une théorie de la pratique enseignante qui doit se bâtir en confrontant la perspective descriptive et compréhensive du chercheur et la perspective applicationniste du formateur, il importe d'approcher l'analyse des pratiques en tenant compte de leur complexité, de leur multiréférencialité et de leur multidimensionnalité.

Dans le contexte des réformes qui modifient en profondeur le système de formation et d'enseignement québécois, ce chapitre entend soulever la problématique de la pratique, de sa place et de ses fonctions dans une formation initiale à l'enseignement tout orientée aujourd'hui vers une formation professionnalisante. La réflexion théorique qui est soumise, éclairée par différents résultats de recherche², met en avant la nécessité de penser autrement la pratique, sa place et sa fonction, dans cette formation initiale. Mais toute reconceptualisation de la pratique et toute proposition de transformation des pratiques requièrent la connaissance préalable de ce que sont effectivement ces pratiques.

À ce jour, comme Bru (2002b) le met bien en évidence, ce ne sont pas les écrits de tous genres qui manquent pour fournir aux praticiens des points d'appui, des conseils et des prescriptions au regard de ce que devraient être ou devraient devenir leurs pratiques. Il existe un discours florissant sur les plans allusif, suggestif, persuasif et prescriptif, dont il ne s'agit pas ici de questionner la légitimité puisqu'il appartient aux responsables politiques et institutionnels comme aux formateurs d'intervenir en vue d'améliorer les pratiques enseignantes, sinon d'adapter ces pratiques aux exigences sociales et curriculaires adoptées. Mais la visée axiologique, fondée sur une aspiration transformatrice, qui anime de telles orientations exige – les résultats de la recherche en ont clairement fait état – d'avoir comme point de départ les pratiques effectives des enseignants.

La prise en compte de ces pratiques effectives pourrait conduire à l'élaboration d'un référentiel professionnel émanant de cette pratique elle-même et produit avec la participation active des enseignants eux-mêmes. La production d'un tel référentiel confronté aux référentiels de formation existants (MEQ, 2001b, 2001c) aurait l'heur de créer un réel dialogue entre le discours scientifique sur la pratique, le discours socioidéologique incontournable et les principes organisateurs qui charpenteraient le référentiel professionnel et qui émaneraient des pratiques sociales de référence préalablement établies. L'enjeu central pour la recherche porte alors sur la

2. Méthodologiquement, les données sur lesquelles s'appuie ce chapitre découlent de recherches menées au CRIE depuis plus de dix ans, dont, plus particulièrement, de deux recherches CRSH réalisées sous la direction d'Yves Lenoir. La première, réalisée entre 1995 et 1998 auprès des différents acteurs intervenant dans la formation initiale à l'enseignement, portait sur leurs conceptions didactiques et pédagogiques (Larose et Lenoir, 1998; Larose, Lenoir, Grenon et Spallanzani, 2000; Lenoir et Larose, 2003; Lenoir, Larose, Grenon et Hasni, 2000). La seconde, menée entre 1998 et 2001, étudiait l'état de la recherche sur la formation à l'enseignement entre 1980 et 2000 (Vanhulle et Lenoir, 2003, 2005). Les données proviennent également de la recension critique de nombreuses publications scientifiques traitant des questions relatives à la pratique et à la formation à la pratique (Lebrun, Lenoir, Oliveira et Chalghoumi, 2005).

description et la compréhension de ces pratiques en évitant soigneusement de verser dans le travers que dénonce Houssaye (1997, p. 93): «À côté de la pédagogie, les sciences de l'éducation, la philosophie de l'éducation et les didactiques [...] produisent bel et bien un savoir bel et bon sur l'éducation. Là n'est pas le problème. Le problème commence quand elles veulent dans le même mouvement dire le vrai de l'action éducative, c'est-à-dire transformer le vrai sur l'action en vrai de l'action.» Pour le dire autrement, il importe, ainsi que le relève Bru (2002b) ou le font maints travaux sur le curriculum, de distinguer au moins entre le discours de la recherche, le discours institutionnel énonçant des implications pédagogiques qui s'appuient sur des conseils, des recommandations et des prescriptions, et la mise en œuvre de ces discours à travers la pratique effective des enseignants.

Dans le cadre de ce chapitre, nous nous attacherons à mettre en relief divers constats relatifs à l'appréhension par la recherche de la place de la pratique enseignante. Cet état des lieux, qui met en exergue un certain nombre de problèmes auxquels fait face la recherche sur les pratiques enseignantes, sera précédé d'un rappel, d'abord du contexte dans lequel s'inscrit actuellement la formation à l'enseignement, en particulier dans le contexte québécois, puis de la place que la pratique occupe dans le processus de professionnalisation.

1. PROBLÉMATIQUE

À l'intérieur de cette problématique, il est intéressant de présenter un bref aperçu du contexte dans lequel se situent les réformes en éducation à travers le monde. Il sera ainsi plus facile de déterminer la place de la pratique dans un processus de professionnalisation.

1.1. UN BREF APERÇU DU CONTEXTE

L'Occident, du Chili au Canada et de la Tunisie à la Belgique en passant par le Brésil, la Suisse romande ou la France, met en œuvre depuis une bonne décennie de profondes réformes de l'enseignement et de la formation à l'enseignement. Le Québec ne fait pas exception et s'inscrit dans ce mouvement de rénovation de ses curriculums éducatifs³. Ces réformes

3. Lessard et Tardif (1996, p. 121) notent que «le modèle réformiste québécois ne constitue qu'une variation sur un seul et même large thème commun à toutes ces sociétés». Cependant, au regard de la formation à l'enseignement, Lessard et Lévesque (1998), Lessard et Tardif (1996) et surtout Gervais (2002) montrent que

sont sous-tendues, d'une part, par une idéologie néolibérale actuellement hégémonique, un processus de globalisation des échanges économiques, politiques, technologiques et culturels, une expansion sans précédent des technologies de l'information et de la communication, des mutations majeures, à la fois politiques, qui impliquent d'autres modèles de gouvernance, par le biais de la constitution de grands ensembles structuraux (Communauté européenne, ALENA, Organisation mondiale du commerce, etc.), et sociales, animées par des flux migratoires constants, un pluralisme culturel et de nouveaux modèles de citoyenneté (Burbules et Torres, 2000; Elbaz et Helly, 2000; Green, 1997; Mercure, 2001). Bref, au tournant du XXI^e siècle, le monde tend à prendre les airs d'un village global.

D'autre part, de nouvelles attentes sociales exigent de repenser l'ensemble du système éducatif. Sur le plan des finalités, des études de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), par exemple, témoignent d'un changement de perspective quant à la demande sociale de formation. Dans plusieurs de ses publications, l'OCDE (1994, 1997) souligne que les objectifs sociaux deviennent de plus en plus une priorité de formation, tant pour les pouvoirs publics et l'entreprise que le grand public, ainsi que l'atteste une enquête menée dans 12 pays membres. Le développement des compétences sociales serait en voie de devenir aussi, plus important que celui des compétences cognitives. Ces résultats obligent les systèmes d'enseignement à s'interroger en profondeur au regard de ces nouvelles attentes sur les curriculums et leurs contenus, sur les pratiques d'enseignement et les processus de formation en usage.

Fullan (2001), qui reprend Cuban (1988), signale que les présentes réformes ne demandent pas aux enseignants de faire ce qu'ils faisaient déjà, mais en mieux (premier niveau de changement), mais de faire différemment (deuxième niveau de changement). C'est pourquoi, plus qu'un simple renouveau et que l'introduction d'ajustements, le système scolaire québécois se voit profondément transformé. Aux structures confessionnelles traditionnelles, en vigueur depuis la création de la Confédération canadienne en 1867, se substitue une organisation spatiale des commissions scolaires sur des bases linguistiques (Gouvernement du Québec, 2000). La loi 180 en particulier (MEQ, 1997c) est venue créer les conseils d'établissement qui témoignent de cette volonté d'accorder davantage de pouvoirs aux structures locales, ainsi qu'une Commission des programmes

le Québec se distingue nettement sur plusieurs plans (par exemple la durée de la formation universitaire initiale ou la durée des stages) de ce qui se passe dans les autres provinces canadiennes et aux États-Unis. Par contre, nous pensons que les fondements qui animent ces réformes sont globalement les mêmes, ce qui ne signifie pas cependant qu'ils sont interprétés et actualisés de la même façon.

d'études qui a pour mandat de donner au ministre de l'Éducation des avis sur les programmes d'études (Commission des programmes d'études, 1998). À la suite de plusieurs documents préparatoires (Conseil supérieur de l'éducation, 1989, 1990, 1991, 1993, 1994, 1995a, 1995b; MEQ, 1992a, 1993), de plusieurs commissions d'études (MEQ, 1994b, 1997a, 1999) et des États généraux sur l'éducation (MEQ, 1996a, 1996b) mis en œuvre par le gouvernement québécois, le ministère de l'Éducation a introduit une nouvelle politique éducationnelle (MEQ, 1997b) et un plan d'action (MEQ, 1997d) pour guider la mise en œuvre, actuellement en cours, d'une réforme en profondeur des curriculums de l'enseignement primaire (MEQ, 2001a) et secondaire (MEQ, 2004). Ceux-ci reposent sur des paramètres pour la plupart nouveaux : une perspective épistémologique de type constructiviste, une approche par compétences, un regroupement des contenus disciplinaires en domaines intégrateurs, des perspectives interdisciplinaires et transversales, un enseignement par cycles d'apprentissage, un ancrage dans des domaines de vie, devenus « domaines généraux de formation » dans la version officielle de 2001, un accent sur la pédagogie par projets, une ouverture vers la mise en œuvre de communautés d'apprentissage, etc.⁴

La formation à l'enseignement, quant à elle, a vécu deux réformes majeures en moins de dix ans. Celles-ci sont toutefois portées par un vecteur commun, soit celui de la professionnalisation du corps enseignant⁵. Ainsi que le relèvent Tardif, Lessard et Gauthier (1998, p. 27), « le concept clé en matière de formation des enseignants qui est alors proposé est celui de la professionnalisation », ce qui requiert « une transformation substantielle, non seulement des programmes et des contenus, mais aussi des fondements mêmes de la formation à l'enseignement » (Tardif, Lessard et Gauthier, 1998, p. 28). D'autres principes – la hausse des exigences de la formation, l'intégration des savoirs dans des compétences professionnelles

4. L'enseignement postsecondaire préuniversitaire (l'enseignement collégial) a fait lui aussi l'objet de modifications structurelles et curriculaires majeures. Nous ne traitons cependant ni de cet ordre d'enseignement, car il ne concerne pas nos propos, du moins directement, ni de l'enseignement professionnel (aux métiers), car celui-ci demanderait d'autres développements.

5. À noter que cette idée de professionnalisation se retrouve déjà dans le rapport Parent (Gouvernement du Québec, 1963-1965) et qu'elle est même avancée par le ministre de l'Éducation de l'époque, le Dr Camille Laurin (1981, p. 16-17) : « L'acte pédagogique est bel et bien un acte professionnel. Il procure, en effet, un service éducatif essentiel à la collectivité, celui de guider des personnes dans leurs apprentissages et leur développement personnel [...] De même, l'acte pédagogique exige à la fois une compétence proprement pédagogique et une compétence rattachée aux disciplines à enseigner [...] Enfin, cet acte professionnel, on le voit bien, exige de la part de celui qui le pose une formation et une information pédagogiques continues. »

de haut niveau, une amélioration de la qualité de l'intervention éducative et une capacité à faire face au changement de différents ordres – sous-tendent également ces réformes.

1.2. LA PLACE DE LA PRATIQUE DANS UN PROCESSUS DE PROFESSIONNALISATION

À cet égard, plusieurs travaux, dont ceux d'Abbott (1991), d'Altet (1994, 1998), de Bru (1994), de Perrenoud (1994) et de Tardif et Lessard (1999), soulignent la nécessité d'une professionnalisation du corps enseignant requérant une responsabilisation de leur pratique et des changements radicaux dans leurs actions éducatives. En témoignent, pour ne prendre que deux exemples, la recension depuis 1983 de plus de 30 rapports produits aux États-Unis qui traitent exclusivement de l'enseignement et de la formation à l'enseignement et les nombreuses publications du Conseil supérieur de l'éducation et du ministère de l'Éducation du Québec qui ont défendu la nécessité d'une adaptation des compétences d'enseignement aux nouvelles exigences sociales. Or, pour Gauthier, Desbiens, Malo, Martineau et Simard (1997), le défi à relever consiste à éviter deux écueils sur lesquels la pédagogie a, selon eux, toujours échoué : « d'abord, celui d'un métier qui s'exerce sur le terrain sans mettre au jour les savoirs qu'il implique, et ensuite, celui des sciences de l'éducation qui produisent des savoirs qui ne prennent pas en compte les conditions concrètes d'exercice du métier d'enseignant » (p. 13). À cet égard, relèvent les auteurs, « certaines idées reçues font obstacle au processus de professionnalisation de l'enseignement en entravant l'émergence d'un savoir du métier sur lui-même » (Gauthier, Desbiens, Malo, Martineau et Simard, 1997, p. 17). Parmi ces idées, ils pointent divers stéréotypes : la connaissance de la matière pour les uns, le talent, le bon sens, ou l'expérience pour les autres, l'intuition ou la culture pour d'autres encore, suffisent à maîtriser l'art d'enseigner. Un ensemble de facteurs, que plusieurs chercheurs ont tenté de déterminer et de classer (par exemple, Altet, 2001 ; Bru, 1994, 2002a, 2002b ; Casalfiore, 2002 ; Durand, 1996 ; van den Akker, Kuiper et Hameyer, 2003), vient donc influencer, soit négativement, soit positivement sur le degré d'adhésion des enseignants aux orientations éducatives retenues. Parmi ces facteurs, nous mentionnons les suivants : les facteurs épistémologiques en lien avec le rapport au savoir et ses modalités d'enseignement ; les facteurs idéologiques en lien avec les choix ontologiques (croyances, valeurs, options politiques et culturelles, etc.) et qui reposent sur ce que Gouldner (1971) appelle des *formulated assumptions*, explicites, et des *background assumptions*, implicites ; les facteurs sociologiques en lien avec le contexte social ; les facteurs psychosociologiques en lien avec les

représentations du curriculum, l'histoire professionnelle personnelle; les facteurs organisationnels en lien avec la gestion du temps, de l'espace, de la discipline, des interactions, etc. Ces différents facteurs agissent sur le type de pratique auquel l'enseignant recourt. C'est ce qui conduit Bru (2002b) à affirmer la nécessité d'élucider les rapports entre les savoirs produits par la recherche et les « savoirs » issus de la pratique en posant comme base à une telle confrontation « la reconnaissance d'une autonomie irréductible de la pratique » (p. 136), du fait de ses caractéristiques singulières, complexes, contextualisées⁶, multiples et interdépendantes.

C'est pourquoi, notons-le dès à présent, mais nous reviendrons plus longuement sur ce point par la suite, Raisky (1993) insiste sur la nécessité pour les curriculums de formation professionnelle de suivre la logique de l'action et de « rompre avec la partition traditionnelle des disciplines en trois blocs d'enseignement : les disciplines scientifiques et générales, les disciplines technologiques et enfin la pratique » (p. 119). Il mentionne entre autres que « les savoirs professionnels [...] ne sont ni la juxtaposition de savoirs pratiques, de savoirs techniques, de savoirs scientifiques, ni leur somme, mais des savoirs de ces trois types relus, réinterprétés par une logique de l'action dont les caractéristiques seront celles à prendre en compte : finalités, valeurs, inscription dans une temporalité » (Raisky, 1993, p. 118-119). Par ailleurs, ajoutent Gauthier, Desbiens, Malo, Martineau et Simard (1997, p. 17), « la tendance inverse existe aussi, soit celle de formaliser le métier mais en réduisant tellement sa complexité qu'il n'y correspond pas en situation réelle ».

De nombreux travaux, dont le rapport du Carnegie Task Force on Teaching as a Profession (1986), les rapports du Holmes Group (1986, 1990, 1995) et les publications de Goodlad (1990, 1993), avaient par ailleurs signalé que l'on avait peu porté l'attention à la pratique enseignante et mis en avant l'importance de son action sur les apprentissages. Tardif, Gauthier, Gérin-Lajoie, Lenoir, Lessard, Martin, Mujawamariya et Mukamurera (2000) relèvent à cet égard que, si la formation des enseignants est finalement devenue, depuis plusieurs décennies, une question centrale et un objet de débat dans tous les pays avancés d'Occident,

[...] paradoxalement, malgré l'importance de cette question, ce n'est somme toute que depuis 25 ans que les chercheurs et les autorités scolaires ont commencé sérieusement à se pencher sur la formation à l'enseignement et sur l'enseignement, ainsi que sur les moyens de les améliorer. Si on a cru durant les années 1960 que le matériel scolaire

6. Sur la question de la recherche sur la contextualisation en éducation et la question de la cognition située qui lui est étroitement associée, nous renvoyons à Marcel et Rayou (2004) et à Baeriswyl et Thévenaz (2001).

pouvait résoudre seul les problèmes d'enseignement-apprentissage (Hopkins et Lagerweij, 1996), entre les années 1950 et 1970 les autorités gouvernementales et scolaires étaient davantage préoccupées par la modernisation des systèmes d'enseignement. De leur côté, les recherches en éducation étaient surtout dominées par les théories de l'apprentissage (Tardif, Gauthier, Gérin-Lajoie, Lenoir, Lessard, Martin, Mujawamariya et Mukamurera, 2000, p. 93).

Or, « avec l'intérêt des chercheurs pour ce qui se passe en salle de classe », notent Baudouin et Friedrich (2001a, p. 13), « un nouvel objet de recherche commence à émerger. Le regard, fixé jusqu'ici sur l'élève et la manière dont le savoir est enseigné et appris, se tourne également vers l'analyse systématique de l'action effective du professeur ». Ainsi, Fullan (1999, p. 30) reconnaît que « la formation des maîtres (formation de base et formation continue) [est] le principal problème et la meilleure solution ». Ailleurs, Fullan et Stiegelbauer (1991, p. 117) notent que « le changement éducatif dépend de ce que les enseignants font et pensent – c'est aussi simple et aussi complexe que cela ». Les changements réclamés sont d'autant plus importants que les enseignantes et enseignants du primaire et du secondaire, ainsi que nous allons le rappeler plus loin, influencent par leurs pratiques les représentations que les jeunes élèves ont de l'école, du savoir, de la réussite scolaire et, par là, le développement des compétences sociales et professionnelles qui leur seront utiles en tant qu'adultes et citoyens. De nombreuses publications, autant en Europe qu'en Amérique du Nord, insistent sur la nécessité d'un recours à des pratiques enseignantes efficaces et transformées (par exemple, Anderson, 1992; Brophy, 1999; Clifford et Guthrie, 1988; Council of Learned Societies in Education, 1996; Crahay, 2000; Holmes Group, 1990, 1995; Imbert, 1985; Safty, 1993; Tardif, 1992) et sur le rôle capital des enseignants dans la réussite de l'implantation d'un nouveau curriculum (Anderson et Helms, 2001; Mendro, 1998; Powell et Anderson, 2002; Strong et Tucker, 2000), car ils constituent l'interface entre ce dernier et l'élève. Toh, Ho, Chew et Riley (2003, p. 195) ajoutent que « le meilleur curriculum peut être enseigné de manière incohérente si les enseignants ne sont pas correctement outillés et préparés ». Cela requiert en amont de profonds changements dans la formation initiale à l'enseignement.

Cette prise de conscience de l'importance des pratiques enseignantes est due principalement au fait que l'on comprend, aujourd'hui, qu'on ne peut espérer améliorer et adapter l'école à la société de demain, encore moins promouvoir la persévérance et la réussite scolaire, sans compter d'abord sur l'expertise et l'engagement professionnel des enseignants. L'action des enseignants dans le processus de formation est apparue progressivement de plus en plus importante aux yeux des responsables

des différentes réformes qui se préparaient et qui s'actualisaient parce que, ainsi que le relève le ministère de l'Éducation du Québec (MEQ, 1996b), dans toute réforme positive et vraiment sérieuse de l'école « la formation à l'enseignement est le nerf de la guerre. La qualité de l'enseignement passe d'abord par la formation d'enseignants compétents » (p. 33). Comme le souligne l'American Council on Education (1999, p. 3), les enseignants « exercent une influence forte et remarquable sur la performance académique des élèves ».

À cet égard, des travaux de recherche (Bressoux, 1994a, 1996, 2001 ; Bressoux, Bru, Altet et Leconte-Lambert, 1999 ; Bru, 1997, 2002a) font état de différences dans l'efficacité des enseignants : il existe un effet maître sur les processus d'apprentissage qui doit être considéré « comme le produit d'une interaction » (Bressoux, 2001, p. 42) entre des élèves et l'enseignant à propos d'une situation d'apprentissage, et non comme le seul résultat des caractéristiques personnelles de l'enseignant. La revue du ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport du Québec, *Vie pédagogique* (1998), a justement consacré un dossier à l'effet enseignant. Ce dossier met en évidence le lien étroit de cet effet avec la perspective d'amélioration de la qualité de l'enseignement et, par là, la nécessité de le reconnaître et de l'analyser. Ce qui est alors à l'étude, ce sont les processus médiateurs de différents types qui s'établissent en contexte entre un élève en interaction avec d'autres élèves et un savoir à partir d'une intervention médiatrice – didactique, pédagogique et organisationnelle – d'un enseignant qui met en œuvre des dispositifs de formation auxquels recourent les élèves dans le cadre d'une situation d'enseignement-apprentissage (Lenoir, 1993, 1996 ; Lenoir, Larose, Deaudelin, Kalubi et Roy, 2002). Martineau, Gauthier et Desbiens (1999), à la suite de leur analyse d'une quarantaine de synthèses de recherches anglo-saxonnes menées dans des écoles primaires et secondaires, font le constat souvent évoqué dans la documentation scientifique que la compétence en gestion de classe⁷ constitue une variable de grande importance susceptible de favoriser les apprentissages réalisés par les élèves.

7. La notion de gestion de classe est comprise par ces auteurs dans le sens englobant nord-américain, soit celui de « l'ensemble des actes réfléchis, séquentiels et simultanés qu'effectuent les enseignants pour établir et maintenir un bon climat de travail et un environnement favorable à l'apprentissage » (Nault et Fijalkow, 1999, p. 451), et non dans le sens restreint francophone européen, soit celui de la prise en considération des seules dimensions organisationnelles. Dans la perspective francophone, Altet, Bressoux, Bru et Leconte-Lambert (1994) distinguent entre l'organisation (spatiale, matérielle) d'une classe et sa gestion, de type interactionnel.

Ainsi, les transformations majeures qui marquent nos sociétés et les demandes pour d'autres pratiques enseignantes qui les accompagnent reposent sur une nouvelle vision de l'apprentissage qui s'appuie entre autres sur les postulats suivants: le développement d'une expertise se manifeste par une utilisation stratégique et flexible des connaissances; le rôle de l'enseignant est un rôle de médiation de l'apprentissage plutôt que de transmission d'informations; l'apprenant construit des réseaux cognitifs significatifs qu'il utilise en situation de résolution de problèmes; celle-ci exige de l'apprenant la transformation de ses connaissances pour parvenir à une des solutions possibles; l'erreur fait partie de l'apprentissage et l'autorégulation est plus valorisée que la régulation par une source externe; les pairs sont considérés comme des ressources pour l'apprentissage (Anderson, 1989). Cette nouvelle notion d'apprentissage oblige à appréhender les problèmes d'enseignement sous différents angles d'approche (paradigme de la complexité d'Edgar Morin) et d'un point de vue interdisciplinaire, sinon transdisciplinaire, en tout cas, d'un point de vue où les disciplines seraient plus intégrées dans des constructions de sens, au service du développement de l'intelligence critique des élèves (Lenoir, 2000, 2003; Lenoir, Larose, Grenon et Hasni, 2000).

Par conséquent, le choix de l'approche par compétences dans la formation à l'enseignement et l'appel à des perspectives épistémologiques de type constructiviste, voire socioconstructiviste, mais aussi, sans doute, l'importance des perspectives pragmatiques, la centration sur une certaine conception de l'expérience⁸, etc., ont conduit à exiger dans les orientations qui balisent la formation à l'enseignement au moins 700 heures de stage dans le milieu scolaire. Cette exigence, qui avait déjà été introduite lors de la précédente réforme du début des années 1990 (MEQ, 1992c), a été reconduite dans la présente réforme en cours au sein même du référentiel de formation (MEQ, 2001b). C'est dire l'importance accordée, sur le plan du développement des compétences professionnelles, à la pratique et au développement de l'expérience sur le terrain dans les nouveaux curriculums de formation à l'enseignement.

8. Finger (1989, p. 39) a déjà relevé les limites de «l'apprentissage expérientiel», de l'ordre de l'expérimentation (l'agir expérientiel) et axé sur l'adaptation de l'être humain aux exigences sociales, propre à la conception pragmatique et à la tradition nord-américaine, par opposition à la «formation par les expériences de la vie», où celles-ci constituent plutôt «le lien entre la personne et la culture, fondement de l'identité de la personne» (p. 39), propre à la *lebensphilosophie*, d'inspiration allemande, qui privilégie la construction par l'être humain d'un sens à attribuer à ses actions, la mise à distance critique précisément de l'agir expérientiel.

2. QUELQUES CONSTATS POUR FAIRE RÉFLÉCHIR

Au-delà des réserves mentionnées précédemment concernant les fonctions de la recherche sur les pratiques enseignantes, celle-ci poursuit différentes visées. Altet (2000), Bru (2002a) et Marcel, Olry, Rothier-Bautzer et Sonntag (2002) rappellent l'existence de trois fonctions primordiales – prescrire, former, théoriser – dans l'étude des pratiques. Premièrement, la recherche a une fonction opératoire en vue, *in fine*, d'assurer une plus grande maîtrise et une plus grande efficacité de l'intervention éducative de l'enseignant, et ce, sur le plan de la formation initiale et continue. Cette préoccupation au regard de l'évolution des pratiques devrait permettre, précise Bru (2002a), d'évaluer, de comparer et de reconnaître les modalités les plus performantes de la pratique, de guider l'action des formateurs qui interviennent auprès des enseignants pour les aider à transformer leurs pratiques, pour les aider à expliciter les données d'un problème et contribuer à sa résolution, pour favoriser la mise en œuvre de pratiques innovantes, mais aussi pour soutenir le processus de professionnalisation du métier d'enseignant. Deuxièmement, à la visée de transformation et d'évolution des pratiques s'associe « une visée de formation (centrée sur le développement de l'expertise et la construction identitaire) » (Marcel, Olry, Rothier-Bautzer et Sonntag, 2002, p. 136). C'est ainsi que le développement même du professionnel (la personne et l'acteur) est au cœur de l'approche des pratiques. Troisièmement, la recherche sur les pratiques enseignantes poursuit « la visée heuristique traditionnelle de la recherche » (Marcel, Olry, Rothier-Bautzer et Sonntag, 2002, p. 136). Elle possède une fonction théorique (Altet, 2000), celle de rendre compte (décrire), de comprendre et, éventuellement, d'expliquer l'organisation des pratiques (Bru, 2002a), bref, de produire de nouveaux savoirs relatifs aux pratiques visant la production de modèles d'intelligibilité des pratiques observées, modèles pouvant être ensuite transposés en objets de formation.

Signalons-le dès à présent, prendre en compte ces trois fonctions primordiales relatives pose divers problèmes pour l'étude des pratiques. Ainsi, la fonction opératoire/prescriptive, avec sa visée évaluative et comparative, soulève le problème de savoir quels sont les indicateurs de performance et d'efficacité des enseignants et celui de l'identification de ce qui est comparable. La fonction formative, quant à elle, avec sa visée développementale de surcroît, soulève le problème de savoir ce qui, justement, constitue cette fameuse identité professionnelle (routines, capacités d'improvisation, gestion du stress, *locus of control*, etc.). La fonction de recherche, enfin, avec sa visée de production de nouvelles connaissances, pose le problème des axes à analyser, des unités ou des systèmes d'analyse :

dans ce cadre, la proposition d'un recours à des modèles d'intervention éducative (MIE) comme modèles heuristiques, développée plus loin, semble être une bonne piste, dans la mesure où ils sont saisis comme une organisation spécifique en réseaux d'éléments représentatifs interreliés qui expriment des tendances collectives, et non comme des descripteurs de pratiques individuelles et surtout comme des expressions d'exemplarités et de référents idéaux à atteindre. Une fois ces modèles élaborés, comment, et pourquoi, les transposer en objets de formation? En d'autres termes, comment passer des modèles d'intelligibilité à des opérationnalisations pertinentes? Ou encore, la liaison entre la recherche et la formation est-elle possible en définitive? Il existe une autre source de difficulté à surmonter pour que cette liaison puisse avoir lieu: le novice en formation peut-il apprendre sur la base des modèles construits à partir des observations des enseignants chevronnés, ou doit-il lui-même éprouver des expériences qui, à leur tour, sont modélisées et analysables? Bref, à qui profite la modélisation? Comme nous allons le mentionner plus loin en reprenant Bressoux (2001) et Bru (2002b), elle profite avant tout, indubitablement, au chercheur, mais elle nous paraît indispensable pour décrire et caractériser les pratiques enseignantes et pour concevoir en conséquence des interventions de formation, pour esquisser des guides d'actions. Toutefois, il importe d'être conscient que, dans le dialogue, aussi étroit qu'il puisse être, qui s'établit entre le chercheur et le praticien formateur, la dynamique des rapports est toujours à (re)construire en dépit des modèles façonnés, fût-ce au plus près de la réalité, car il n'est pas permis de confondre l'agir singulier et les particularisations que permet la modélisation. Et ce problème subsiste même si – et peut-être davantage faute de difficultés de distanciation – on est soi-même à la fois chercheur et formateur.

Quant à Bressoux (2001), celui-ci note que le principal enjeu de l'étude des pratiques enseignantes est d'accéder à une modélisation de la pratique. En d'autres termes, il faut parvenir à élaborer « un modèle de la pratique » (Bressoux, 2001, p. 43), un modèle qui présente une structure stable, explicite et étayée empiriquement et qui s'adjoit à la théorie pour lui donner prise sur l'empirie. Ce modèle permettrait d'articuler théorie et pratique et de construire « des savoirs d'actions » nécessaires pour l'amélioration de la formation et des pratiques enseignantes (Hadji, 2002).

Toutefois, l'analyse de la pratique enseignante pose plusieurs problèmes. Nous n'en relèverons que les principaux. Rappelons d'abord que Bayer (1986) a montré que la recherche sur les pratiques enseignantes a longtemps reposé sur deux pistes traditionnelles: la piste des applications, celle qui renvoie au modèle de la pédagogie expérimentale et qui « ne définit ses domaines de recherche qu'à partir des problèmes concrets que se posent les responsables et les usagers de l'école » (Bayer, 1986, p. 484);

la piste des récupérations psychologiques par l'intrusion de la psychologie en éducation: «les situations pédagogiques ne sont investies que pour expérimenter et vérifier des théories en soi étrangères à l'enseignement» (Bayer, 1986, p. 484). Ces deux premières pistes ont bien montré leurs limites (Adey, Hewitt, Hewitt et Landau, 2004; Dunkin, 1986; Tardif, Gauthier, Gérin-Lajoie, Lenoir, Lessard, Martin, Mujawamariya et Mukamurera, 2000). C'est pourquoi Bayer (1986) proposait une troisième piste d'investigation, celle qui postule des logiques propres aux pratiques enseignantes et qui requiert «l'analyse des processus d'enseignement» (p. 485). C'est dans cette troisième voie que s'inscrit ce qui suit.

2.1. UNE PRATIQUE ENSEIGNANTE MÉCONNUE, MAIS AUSSI DIFFICILEMENT ACCESSIBLE

Le premier problème que nous soulevons concerne la méconnaissance de la pratique enseignante, méconnaissance liée à plusieurs facteurs. La mise en œuvre de dispositifs méthodologiques complexes et croisés pour permettre de l'étudier (Brophy et Good, 1986; Miles et Huberman, 1984) requiert des coûts (matériels, transports, humains...) élevés et des investissements lourds sur les plans du recueil des données et de leurs analyses. Ce type de recherche contextualisée portant sur l'étude des pratiques de terrain n'a guère été valorisé et a été perçu comme «"impur" car trop loin de la *skholè*, de l'école, de cet univers précisément étranger aux contingences, aux contraintes des situations de travail» (Rothier-Bautzer, 2004, p. 53). Cette méconnaissance est également liée, pour de multiples facteurs, à la difficulté pour le chercheur de rencontrer les enseignants et d'entrer dans leur classe. Mais, et c'est sur cet aspect que nous nous arrêterons quelque peu, elle est aussi liée à la difficulté pour le chercheur d'avoir accès à la pratique effective.

Selon des chercheurs qui étudient spécifiquement la pratique enseignante⁹, entre autres Bressoux (2001) et Bru (1991), peu de recherches empiriques ont été menées à ce propos. La plupart des recherches ont

9. Selon Baudouin et Friedrich (2001a), la prise en compte du champ de la pratique enseignante (en Europe francophone) s'observe dans trois directions: l'analyse réflexive de l'activité enseignante; les travaux des didactiques des disciplines centrées sur l'analyse des situations et l'activité enseignante; l'analyse des interactions en classe. Dans un bilan non exhaustif des recherches qui ont traité des interactions maître-élèves au sein de la classe, Bressoux et Dessus (2003) retiennent, d'une part, les travaux sur la planification et le jugement des enseignants en relation avec leurs comportements en classe, des points de vue des effets de la planification sur l'enseignement, des jugements portés par les enseignants sur la valeur scolaire de leurs élèves et de la modélisation du jugement des enseignants en interaction, et, d'autre part, les travaux sur la gestion de la classe, des points de

porté sur la pensée des enseignants, leurs représentations, leurs croyances (Altet, 2002; Bressoux et Dessus, 2003), etc., bref sur le discours relatif à leurs pratiques. Ainsi, l'emploi massif de questionnaires et d'entrevues (Bressoux, 1994b; Duru-Bellat et Leroy-Audoin, 1990) n'a permis d'obtenir au mieux qu'un discours de la pratique, celui des enseignants, et non la pratique elle-même (Bressoux, 2001). Une analyse en cours de publication présentant des résultats de recherches empiriques sur la pratique enseignante, sous la direction de Lebrun, Lenoir, Chalghoumi et Oliveira (2005), met en exergue le fait que la majorité des recherches accordent peu d'importance aux pratiques réelles pour se centrer sur le discours tenu par les enseignants au sujet de leurs pratiques.

Or, il faut se garder d'assimiler pratiques déclarées et pratiques effectives. D'une part, l'enseignant n'est pas conscient de tout ce qui se passe effectivement dans sa classe. D'autre part, l'enseignant, comme toute personne relatant un événement, cherche souvent à rendre son discours rationnel, cohérent, à donner une intentionnalité à son action (Friedrich, 2001) – aspect déterminant de l'agir humain analysé par Schutz (1987) –, alors que la pratique n'est pas nécessairement rationnelle, cohérente, vu qu'« elle n'est pas entièrement programmée et qu'elle est largement faite d'ajustement aux situations rencontrées, elles-mêmes n'étant pas prévisibles » (Bressoux, 2001, p. 42). Il ne s'agit pas pour autant de dire que la méthode qui consiste à procéder par observations directes pendant la phase interactive est exempte de critiques. Cette méthode présente, elle aussi, plusieurs limites évidentes (modifications dues à l'observateur, difficultés à réaliser des observations longues et nombreuses, etc.; Bressoux, 2001). De plus, si l'observation directe semble être la voie privilégiée pour étudier les pratiques enseignantes effectives, il faut être conscient que les pratiques observées ne correspondent pas toujours aux pratiques habituelles d'un enseignant: ce sont seulement des pratiques constatées sous les conditions d'observation (Bru, 2002a). En effet, en présence d'un observateur externe, l'enseignant modifiera consciemment ou non sa pratique; le dynamisme interne, intersubjectif, de la classe changera également.

En fait, la pratique réelle n'est jamais pleinement accessible à l'analyse: comme le signale Bru (1997, dans Bressoux, 2001), puisqu'il s'agit d'un ensemble d'activités gestuelles et de discours opératoires singuliers

vue des interactions enseignant-élèves et de la gestion du temps. Pour le Québec, Vanhulle et Lenoir (2005) dégagent de leur analyse de la documentation relative à la recherche sur la formation à l'enseignement entre 1980 et 2000 quatre grandes catégories: la pédagogie et les didactiques disciplinaires; les dimensions relationnelles et affectives de la profession enseignante et la prise en compte des réalités sociales; la formation par la pratique, sa liaison avec la formation à l'université; le développement de la pensée enseignante.

et complexes (constitués de nombreuses dimensions enchevêtrées ; Altet, 2002), en situation, ancrés dans l'immédiateté du quotidien, avant (phase préactive), pendant (phase interactive) et après l'action (phase postactive ; Altet, 2002 ; Bru et Talbot, 2001)¹⁰. L'accessibilité cognitive à la pratique est d'autant plus difficile que « seul l'acteur sait "quand son action commence et quand elle finit", c'est-à-dire, pourquoi elle aura été menée » (Schutz, 1987, p. 31). La signification de l'action varie en fonction de son auteur, du contexte dans lequel elle se déroule¹¹, des sujets de l'intervention et de l'observateur. Celui-ci n'a finalement accès qu'à des fragments manifestes de l'action, auxquels il applique sa grille de lecture, et à sa reconstitution discursive par les acteurs. D'où l'absolue nécessité de produire des modèles rationnels interprétatifs de l'action humaine en faisant appel à des méthodes spécifiques qui puissent favoriser la (co-)construction d'une « interprétation fidèle de la signification subjective qu'ont les actes observés pour les acteurs eux-mêmes » (Schutz, 1987, p. 34).

Signalons enfin avec Bourdoncle et Fichez (sous presse) que « dans tout curriculum de formation professionnelle, il est une activité, le stage, qui, par nature a résisté plus que d'autres à l'explicitation sous forme de curriculum des opérations qui y sont faites et des savoirs qui y sont transmis ». Or, nous l'avons déjà mentionné, la volonté de rapprocher la formation initiale à l'enseignement des lieux de travail effectifs est clairement énoncée et mise en œuvre par un accroissement substantiel des heures de stage. Cette volonté s'exprime plus généralement à travers une valorisation de la pratique. Ainsi que le relève Lacourse (2004) dans sa thèse de doctorat,

[...] une des compétences qui préoccupe particulièrement le Ministère à cause tout particulièrement des attentes des parents et des employeurs est celle de la maîtrise de la gestion de la classe. Il y accorde suffisamment d'importance pour s'y arrêter de façon substantielle dans deux documents d'orientation (MEQ, 1994a, 2001b) et y consacrer tout un document en 1995. Sa préoccupation est si grande que c'est la seule compétence sur laquelle il émet un avis. Il la nomme une première fois « conduite de la classe » en 1992 (Gouvernement du Québec, 1992b,

10. Il y aurait lieu, ce que nous ne pouvons faire ici, d'analyser les différentes conceptions de la pratique en fonction des « paradigmes » de recherche sur les processus d'enseignement : les approches processus-produit, des processus médiateurs, interactionnistes, de la cognition située, ergonomiques. Voir, entre autres, Baeriswyl et Thévenaz (2001), Baudouin et Friedrich (2001b), Bressoux et Dessus (2003), Crahay et Lafontaine (1986), Donnay et Bru (2002b).

11. Comme le signale Bru (2004a, p. 71), « les pratiques ne sont pas seulement "contextualisées" par le poids du contexte, elles sont aussi "contextualisantes" au sens où elles contribuent à la transformation de leur environnement et des rapports qu'elles entretiennent avec lui ».

1992c), puis « gestion de classe » en 1995 et en 2001. Il spécifie que c'est dans le stage, milieu de travail réel, que les futurs enseignants ancreront les principes qui fonderont leurs pratiques enseignantes quotidiennes (MEQ, 1994a, p. 3; Lacourse, 2004, p. 30).

Le ministère de l'Éducation (MEQ, 1994a) estime qu'une alternance entre les cours et les stages favorisera chez les futurs enseignants une objectivation de leurs pratiques et le développement d'un regard critique sur celles-ci.

2.2. UNE PRATIQUE ENSEIGNANTE PEU THÉORISÉE... À THÉORISER

Le deuxième problème sur lequel nous nous arrêtons concerne le sous-développement de la théorisation de la pratique enseignante. Ayant pris conscience qu'on ne savait pas grand-chose au sujet des pratiques effectives des enseignants et des savoirs qu'ils construisent et utilisent, il est donc urgent, comme l'écrivait Raymond (1993) et comme viennent encore récemment de le signaler Bressoux (2001) et Bru (2002a), que les chercheurs centrent leurs efforts sur la production d'outils conceptuels et de dispositifs méthodologiques qui puissent favoriser la construction de modèles descriptifs et interprétatifs, sachant, rappelons-le, que la pratique elle-même, au sens de l'activité effective réalisée par l'enseignant (Bressoux, 2001; Bru, 2002a) n'est jamais pleinement accessible à l'analyse. Baudouin et Friedrich (2001a), soulignant l'intérêt qui émerge de la recherche pour l'étude de ce qui se passe effectivement dans la classe et de l'action effective de l'enseignant, considèrent indispensable « pour mener les analyses empiriques du travail des enseignants en classe, l'élaboration d'un modèle de l'action éducative et formative » (p. 13).

Une telle perspective pose cependant le problème du passage d'analyses empiriques qui s'effectuent dans et en fonction des espaces-temps déterminés et de contextes spécifiques à des modélisations qui tendent à escamoter ces dimensions spatiotemporelles et contextuelles. Cela nous renvoie à un hiatus entre le narratif et le structural, entre la diversité et sa condensation par le biais des modèles. Et combien d'analyses empiriques de situations diversifiées sont-elles nécessaires à l'élaboration des modèles *in fine*? Enfin, ne faut-il pas déjà préciser ici que ces analyses empiriques s'inscrivent dans des réalités sociohistoriques, et que la modélisation des pratiques dans une perspective sociohistorique pose des problèmes inédits à la recherche?

Nécessité d'une modélisation de la pratique

Pour Bru (2002a, p. 71), « progresser dans les connaissances des pratiques n'est pas seulement affaire d'empirisme enthousiaste, la question est aussi de savoir quelles théories de la pratique donnent sens à la recherche ». Plusieurs auteurs soutiennent qu'il incombe à la recherche en éducation de viser la modélisation de la pratique enseignante. S'il importe de s'efforcer d'abandonner la connaissance de la pratique « plus spéculative et normative que descriptive et compréhensive » (Bru, 1997, dans Bressoux, 2001, p. 43) qui a toujours cours, faute d'une connaissance de ce qui se passe vraiment en classe, cet abandon ne signifie nullement de verser dans « l'illusion scientifique » que stigmatise Bru (2002a), mais de poursuivre dans une visée heuristique la production d'une théorie de la pratique enseignante.

C'est dans cette perspective que ce chercheur propose « de travailler à la construction de modèles de la pratique susceptibles de fournir un cadre de lecture des pratiques enseignantes » (Bru, 2002a, p. 68). Schutz (1987) insiste, lui aussi, sur la nécessité de recourir à la modélisation scientifique de l'action: « C'est seulement au niveau des structures des modèles d'interaction construits par le chercheur en sciences sociales en accord avec certaines exigences particulières requises par les méthodes de la science que le concept de rationalité revêt sa pleine signification » (p. 41). Selon Schutz (1987), trois postulats – de consistance logique, d'interprétation subjective et d'adéquation – seraient garants des exigences scientifiques sur le plan méthodologique, car ils permettraient d'assurer « la modélisation rationnelle d'actions humaines » (p. 54). Cette modélisation de la pratique ne peut se confondre, ni avec les modélisations de sens commun de l'action humaine, ni avec les modèles d'actions rationnelles qui postuleraient que la pratique enseignante est fondamentalement rationnelle. Nous allons revenir sur ce point. Le travail de modélisation « de » la pratique ne peut pas plus, ainsi que le signale Bru (1998, 2002a), tomber dans le piège de la production de modèles « pour la pratique », nécessairement à tendance applicationniste, sinon idéaliste, et à orientation prescriptive et normative. Il s'agit bien plutôt de modéliser la pratique afin de produire des modèles de la pratique, à visée descriptive, compréhensive et explicative.

Comme le souligne, par exemple, Bressoux (2001, p. 37-38) à propos de l'étude de l'effet-maître, « si des observations sont absolument nécessaires, il faudrait se garder d'y voir un accès direct à la compréhension de la pratique » ; et il ajoute: « il faut reconnaître préalablement qu'une connaissance scientifique ne peut se limiter à une description de la pratique ; il faut qu'elle parvienne à en dégager les principes organisateurs » (Bressoux, 2001, p. 43). C'est pourquoi il invoque la nécessité d'un recours à ce qu'il appelle un « cadre théorique fort », associé à des méthodes qui l'actualisent, pour orienter le recueil des données, les analyser et les interpréter.

Develay (1998), dans sa réflexion sur la démarche de preuve en éducation, relève que celle-ci se réalise « dans cette triangulation permanente des valeurs, des concepts empruntés à des disciplines d'appoint et des outils qui permettent de rendre opératoire l'action » (p. 77). L'existence d'un cadre conceptuel devient donc, de ce point de vue, cruciale pour l'étude de la pratique enseignante. Enfin, parmi bien d'autres, Astolfi, Darot, Ginsburger-Vogel et Toussaint (1997), citant Piaget, Jacob et Canguilhem, rappellent que la science est un construit social « et non une simple observation du réel, même instrumentée » (p. 82) et que, dans l'échange entre la théorie et l'expérience, c'est toujours la première qui engage le dialogue. C'est elle qui détermine la forme de la question, donc les limites de la réponse » (p. 82).

Cela, précisons-le avec force, ne signifie nullement l'affirmation d'une rupture, sur le plan épistémologique, entre les dimensions théoriques, empiriques et opératoires constitutives du discours de la méthode scientifique, telle qu'elle a été initialement formulée. Bien au contraire, ainsi que nous l'avons déjà mis en relief (Lenoir, 1993), ces dimensions (ou fonctions) sont interreliées et indissociables et elles requièrent, ce que la perspective marxienne a bien mis en évidence comme le rappelle Freitag (1973, 1986), qu'à la science ainsi définie s'ajoutent la fonction de sens, relative à la dimension sociohistorique, et la fonction de valeur, relative à l'inscription de l'activité scientifique dans le champ des valeurs, de la culture et des conceptions sociales, incluant les choix idéologiques. Bref, tout processus d'objectivation scientifique ne peut se passer du recours à l'historicité et à l'intentionnalité, et aucune de ses fonctions constitutives ne peut être ni autonomisée, ni occultée.

Cette prise de position épistémologique s'oppose ainsi, entre autres, aux tendances épistémologiques de type idéaliste qui visent à fonder la validité d'une connaissance qui s'arrache du rapport au monde, du contact avec le monde, c'est-à-dire qui s'extrait et s'abstrait de son propre procès réel de production. Il s'agit aussi d'une opposition aux options autonomistes opératoires (rationalistes, aprioristes, formalistes) et déterministes (sensualistes, inductivistes, empiristes) qui n'apparaissent plus alors comme les produits du développement même de leur rapport d'objectivation sociohistorique, mais comme les points de départ du procès cognitif (Freitag, 1986). Dit autrement, il s'agit là, d'une part, d'une opposition aux conceptions épistémologiques qui, ainsi que Bachelard ou Althusser l'ont fait, ont rejeté ce refoulement du processus sociohistorique d'objectivation scientifique, mais pour opposer directement et négativement la « problématique du sens commun » (l'expérience sensible) et la « problématique scientifique » dans la théorie de la « coupure ». Dès lors,

[...] cette orientation a eu tendance à déboucher à nouveau sur le dogmatisme dans l'interprétation de la connaissance scientifique, et la « théorie » par-delà la rupture prenait la place du « mythe fondateur » [...] Au lieu de retrouver dans l'exploration de l'inconscient scientifique la réalité refoulée de la genèse, du procès réel de la production de la science, on s'est efforcé plutôt d'aller y démasquer tous les obstacles qui pouvaient s'opposer à la fondation de la connaissance sur le « nouvel esprit scientifique » (Freitag, 1986, p. 202).

Il s'agit, d'autre part, d'une opposition aux orientations épistémologiques qui partent en général de la primauté du rapport scientifique (ou de la « méthode »), rapport fondé soit sur la fonction opératoire, soit sur la fonction empirique de la science. Ces orientations doivent alors implicitement ou explicitement cesser de considérer comme insoluble le problème du « fondement » de l'activité scientifique en réifiant la fonction théorique. Mais ce n'est pas seulement le problème métaphysique – que combattaient ces options – qui se trouve ainsi évacué, mais aussi le double problème structurel et historique du rapport entre la connaissance scientifique et les autres modalités du rapport d'objectivation.

Épistémologiquement, le problème fondamental soulevé ici est celui du rapport entre théorie et pratique dont il va être maintenant brièvement question. Épistémologiquement, ce qui est ici en jeu pour l'étude des pratiques enseignantes, ce sont :

[...] les modalités de production et de reproduction des processus cognitifs, c'est-à-dire des processus d'objectivation conceptuels, lesquels s'inscrivent dans le réel social et sont déterminés spatiotemporellement. La question réelle ne porte donc pas sur la recherche de la « vérité », mais bien sur le procès d'objectivation, sur ce rapport d'objet qui est constitutif du savoir : le « vrai » et le « faux » possèdent indubitablement ce caractère commun de ne pouvoir être les attributs que d'un rapport à l'objet. C'est ce rapport qui doit être questionné (Lenoir, 1993, p. 45-47).

Nous rejoignons alors Le Moigne (1994) quand il signale que l'épistémologie inclut trois éléments : 1) le statut de la connaissance ou la question gnoséologique (le « quoi ») qui concerne ce qu'est le savoir : absolu ou relatif ; interne ou externe à l'être humain ; préexistant ou construit ; etc. ; 2) le processus d'accession au savoir ou la question méthodologique (le « comment ») qui s'interroge sur les modalités d'appréhension du savoir : transmis (révélé, contemplé, dévoilé) ou construit (individuellement, collectivement, socialement) ; 3) la valeur de la connaissance ou la question éthique (le « pourquoi ») qui vise à apprécier la valeur et la validité du savoir.

Nécessité d'une clarification conceptuelle de la pratique en tant qu'action

Sur le plan conceptuel, il importe en conséquence de clarifier la signification attribuée à la pratique – ainsi que nous venons de la définir – en tant qu'action. L'objectif central poursuivi ici est bien celui de la description et de la compréhension par un sujet externe, le chercheur, de la pratique effectuée par un autre sujet, l'enseignant en l'occurrence.

D'abord, la notion de pratique s'oppose, en première approximation, à celle d'activité et à celle de discours, dont la rupture première s'établit sociohistoriquement au sein même de l'unité mythique (Freitag, 1973). La notion d'activité renvoie, à l'intérieur d'un système organique et à un premier degré d'objectivation, à tout agir posé par un être vivant, animal ou humain. Tout être vivant possède en tant qu'organisme biologique une autonomie réelle à l'égard de l'objet (ce qui n'est pas lui, son monde extérieur) et il entre en rapport réel avec celui-ci par la médiation du signal. L'activité est ainsi conçue en tant qu'opération sensorimotrice et se situe sur le plan comportemental. Dans ce sens, la notion d'activité est appréhendée de manière restrictive, comme le propre de tout organisme vivant.

Toutefois, il importe de dépasser cette première approximation, car l'activité humaine s'inscrit dans une perspective sociohistorique et procède à partir d'autres fondements. D'une part, comme le relève Pastré (2004) dans le cadre des travaux sur la didactique professionnelle qui sont alimentés par l'ergonomie cognitive et les didactiques des disciplines, l'activité, qui se distingue de la tâche, est à la fois indissociablement productive, en tant que transformation du réel, et constructive, c'est-à-dire apprentissage et développement, en tant que « transformation de l'homme grâce à sa propre pratique » (Pastré, 2004, p. 5). D'autre part, selon un point de vue socioconstructiviste, on peut définir l'activité humaine à partir des travaux de Léontiev (1976), Vygotski (1929-1934/1997) et Bronckart (1996) comme un ensemble d'actions et d'opérations menées par le sujet en contexte et au cœur de formations sociales, actions sensées et finalisées vers des buts, nécessairement marquées historiquement et socialement. Dans ce sens, l'activité devient pratique en ce qu'elle n'est pas seulement consciente et interindividuelle, productive et constructive, mais anticipatrice et réflexive, médiatisée sémiotiquement et instrumentalement. Dans ses recherches sur le développement réflexif des futurs enseignants, Vanhulle (sous presse) se fonde sur ces travaux, ainsi que sur ceux d'Habermas (1987), pour considérer comme centrale l'idée que l'activité singulière du sujet se constitue à partir des représentations que celui-ci se construit à propos de sa participation aux activités sociales. Dans cette perspective, toute pratique s'inscrit, premièrement, irrémédiablement dans un agir social, lequel, deuxièmement, implique des formes de

coopération entre des individus et, troisièmement, constitue de ce fait un agir communicationnel au sens d'Habermas (1987), soit, quatrièmement, un agir social médiatisé par des outils sémiotiques. Ainsi, la pratique se constitue dans et à partir de l'action singulière au cœur d'activités sociales en même temps qu'elle se constitue dans et à partir de discours, en fonction des « mondes représentés » du sujet. Et, dans la mesure où la pratique, à la fois activité et discours (plus ou moins congruents), est ancrée dans ces mondes représentés, elle relève de formes diverses de prétention à la validité (Habermas, 1987). Dans cette optique choisie par Vanhulle (sous presse), la formation à la réflexivité sur les pratiques passe par l'analyse des prétentions à la validité que reflètent les actions et les discours sur l'action des jeunes enseignants, et des tensions que ces prétentions à la validité peuvent engendrer en eux.

La pratique s'inscrit donc dans le système socioculturel proprement humain, social et historique, et ce, à un deuxième degré d'objectivation¹². Elle renvoie à la capacité de manipulation de symboles en termes d'actions, c'est-à-dire à la capacité humaine, historiquement, spatialement et socialement connotée, de produire et de manipuler des symboles indépendamment des signaux et, par là, des objets eux-mêmes, de les modifier et de les appréhender de diverses façons. Dans ce sens, la pratique est un processus d'objectivation spécifiquement humain, concret et singulier, qui opère dans le contexte social et qui est constitutif à la fois des objets que l'être humain produit (la réalité¹³) ainsi et qui le produisent en retour par l'entremise des processus médiateurs types que sont le langage et le travail (compris au sens large) et qui agissent en tant que modes de régulation sociale.

Quant à la rupture entre pratique et discours, elle a été analysée sous différents angles, entre autres par Clastres (1974), Freitag (1986) et Leroi-Gourhan (1964, 1965). Dans la mesure où la société peut se définir « comme la structure d'ensemble des rapports sociaux » (Freitag, 1986, p. 23), ceux-ci sont constitués de pratiques sociales intentionnelles récurrentes, car ce sont

12. Le troisième degré d'objectivation, qui porte sur la manipulation des symboles propres au système socioculturel, renvoie à la notion d'opération dans le cadre d'un système formel. On ne peut cependant le définir comme un système de régulation objectif dans le sens où il n'y a pas de médiation intrinsèquement liée (interne) au rapport social d'objectivation. Il s'agit seulement d'une forme de régulation propre au processus de connaissance (de la manipulation conceptuelle) scientifique de l'objet à l'étude. Il s'agit d'un langage opératoire formel qui se caractérise par ses capacités de réversibilité absolue, son indéterminisme et son arbitraire total (Freitag, 1973).

13. Nous établissons, en nous inspirant de Lacan (1966), une distinction entre réel et réalité, celle-ci se définissant comme le produit social et symbolique résultant d'un processus de production humaine.

des actions humaines qui agissent en tant que processus de régulation (des médiations) dans l'établissement de rapports d'objectivation (rapports sujets-objets), c'est-à-dire de production par des sujets d'un rapport significatif à soi, à autrui, au monde (Charlot, 1997; Freitag, 1986; Lenoir, 1993). Une telle conception de la pratique, processus d'objectivation médiatisé symboliquement, n'est pas ici entendue au sens cartésien de seule activité du sujet, parce qu'elle inclut « le mode d'être du sujet et le mode d'être de l'objet en tant qu'ils sont spécifiés par le mode de leur rapport, c'est-à-dire par la médiation » (Freitag, 1986, p. 23; Lenoir, 1993, 1996). En ce sens, cette conception s'oppose aussi à la vision épistémologique kantienne qui postule une dichotomie entre théorie et pratique, où à « la théorie correspondrait le domaine de la réalité objective, c'est-à-dire la totalité du monde phénoménal objet de l'expérience sensible » (Freitag, 1986, p. 23), alors que la pratique se référerait « à la spécificité de la subjectivité comprise comme pure liberté immédiate » (Freitag, 1986, p. 23). Cette opposition « théorie-pratique » renvoie alors bien davantage à une conception qui fait, par un processus de réification, de la théorie une entité distincte et autonome de l'agir humain, alors que celui-ci est inséparable des construits sociaux et individuels qui l'animent (voir Bronckart, 2001). Pour Latour (1996) qui rejette radicalement cette opposition, « la pratique est [...] un terme sans contraire qui désigne la totalité des activités humaines » (p. 133), la théorie n'étant que le produit d'une pratique et étant elle-même une pratique.

Ainsi appréhendée, la notion de pratique pourrait être associée à celle de *praxis* dans le sens que Gramsci a donné du terme dans la philosophie de la *praxis* (Ricci et Bramant, 1975). Pour Castoriadis (1975, p. 103), reprenant la pensée gramscienne, la pratique serait « ce faire dans lequel l'autre ou les autres sont visés comme êtres autonomes et considérés comme l'agent essentiel du développement de leur propre autonomie ». La pratique devient *praxis* lorsque sa finalité est l'émancipation humaine et qu'elle recourt à l'autonomie (cette émancipation en devenir) comme moyen d'action, sachant que l'émancipation humaine est un processus et non un produit; elle n'a donc pas de fin. C'est bien ce que le peintre Kokoschka (1986, p. 31) écrivait dans sa biographie: « Comment suis-je devenu un être humain? Car on n'est pas un homme du seul fait d'être né. Il faut le devenir à nouveau à chaque instant. »

En outre, sur le plan opérationnel, le concept d'action est porteur d'au moins deux sens différents. Nous distinguerons dès lors avec Schutz (1987) l'action en tant que processus, qu'effectuation, « au sens de la conduite humaine, en tant que prévue à l'avance par son acteur, c'est-à-dire, la conduite basée sur son propre projet préconçu » (p. 26), et le résultat de l'action, que Schutz (1987, p. 26) appelle un acte, en tant que « le résultat du

processus qui s'est déroulé, c'est-à-dire l'action accomplie»¹⁴. Le concept de pratique renvoie à ces deux significations : il s'agit d'un agir en cours d'actualisation (en train de se faire), celui du processus de production de la planification anticipatrice, de la conduite elle-même, explicite ou implicite actualisant le projet – le processus d'enseignement-apprentissage – et du processus réflexif d'analyse de cet agir ; il s'agit également de ces différents résultats des actions en tant qu'actes terminés (l'agir qui a été fait) ou non effectués, dans la mesure où, ainsi que le souligne Schutz (1987, p. 26) « l'abstention volontaire [doit être] considérée comme une action en elle-même ».

Par ailleurs, nous avons déjà indiqué que la conception de l'action retenue par l'économie se révélait inappropriée. On ne peut plus soutenir, en effet, que la pratique enseignante est une action exclusivement rationnelle et normative, ainsi que la sociologie wébérienne la définit. Pour Weber (1964a, 1964b)¹⁵, ainsi que Joas (1993, p. 265) le relève, « seule l'action rationnelle par rapport à une fin satisfait aux conditions requises pour être complètement considérée comme une action ». L'action sociale, que Weber (1964a) classifie en quatre types¹⁶, dont – pour ce qui nous concerne le plus immédiatement ici – l'activité rationnelle en finalité, qui implique le recours à la rationalité cognitive-instrumentale,

[...] is rationally oriented to a system of discrete individual ends (*zweckrational*) where the end, the means, and the secondary results are all rationally taken into account and weighed. This involves rational consideration of alternative means to the end, of the relations of the end to other prospective results

-
14. Pour Schutz (1987, p. 111), « si j'adopte cette attitude réflexive, ce n'est pas mon agir que je saisis. La seule chose que je puisse saisir est l'acte effectué (mon agir passé) ou, si l'agir continue pendant que je fais retour sur lui, les phases initiales déjà effectuées (mon agir actuel) ».
 15. Par exemple, dans *L'éthique protestante et l'esprit du capitalisme*, Weber (1964b, p. 81) écrit : « la vie peut être rationalisée conformément à des points de vue finaux [*letzt*] extrêmement divers et suivant des directions extrêmement différentes ».
 16. Les trois autres types sont, premièrement, l'action déterminée en valeur reposant sur la croyance en une valeur intrinsèque inconditionnelle (éthique, religieuse, esthétique, etc.) qui vaut pour elle-même, indépendamment du résultat ; deuxièmement, l'action affectuelle, fondée sur les émotions, les passions et les sentiments ; troisièmement, l'action traditionnelle, découlant de la coutume et appliquée de manière non réfléchie (Weber, 1964a). Selon Ladrière (1993), la rationalité pratique ne s'exerce pleinement et dans toute sa complexité que lorsque l'action est à la fois agir rationnel en finalité et agir rationnel en valeur, car le premier met en œuvre un savoir empirique et analytique et le second, un savoir moral-pratique.

*of employment of any given means, and finally of the relative importance of different possible ends. Determination of action, either in affectual or in traditional terms, is thus incompatible with this type*¹⁷ (Weber, 1964a, p. 117).

De son côté, Rothier-Bautzer (2004) dénonce le modèle rationaliste qui, ignorant les contraintes contextuelles, conçoit la pratique comme la mise en exécution dans la pratique des planifications résultant de délibérations préalables. Ce modèle mentaliste, représentationniste, computationnel relève de courants cognitivistes déjà stigmatisés par Varela (1989).

La pratique enseignante ne peut répondre aux attributs d'une telle définition pour plusieurs motifs que nous avons déjà esquissés en reprenant Bressoux (2001). Elle s'inscrit, surtout dans sa phase interactive, dans un processus intersubjectif où la créativité et l'aléatoire occupent une place importante, quelle que soit la qualité de l'anticipation créatrice qui opère lors de la phase préactive. Elle requerrait plus précisément, ainsi que Schutz (1987) l'indique, que l'enseignant connaisse et maîtrise pleinement au préalable la situation singulière dans laquelle il va intervenir et que le projet anticipateur qu'il conçoit (sa planification) soit parfaitement adapté à cette situation. Il faudrait également qu'il détienne une connaissance claire des résultats que va produire l'action qu'il projette, mais aussi qu'il maîtrise pleinement les moyens qu'il juge nécessaire pour parvenir au but fixé, ainsi que leurs modalités d'application. De plus, il faudrait qu'il soit assuré d'avoir effectué le choix le plus pertinent de ces moyens, ce qui suppose qu'il a procédé à un choix parfaitement éclairé parmi l'ensemble des moyens potentiels, et qu'il en connaisse le degré d'efficacité et les effets précis. À ces différentes conditions, il faudrait ajouter celles qui concernent les autres sujets de la pratique enseignante, soit les élèves. L'action serait rationnelle si l'interaction sociale qui s'établit était également rationnelle, ce qui requerrait pour le moins que les élèves soient sur la même longueur d'onde que l'enseignant et qu'ils aient une compréhension identique des fins énoncées, des moyens proposés et mis en œuvre, de la situation de départ retenue, des effets anticipés, etc.

17. Notre traduction : l'activité rationnelle en finalité « est rationnellement orientée vers un système de fins individuelles et discrètes quand la fin, les moyens et les résultats secondaires sont tous rationnellement pris en compte et évalués. Cela implique de prendre en considération les moyens alternatifs permettant de parvenir à telle fin, les relations qu'entretient la fin avec d'autres conséquences qu'on peut anticiper en utilisant tel ou tel autre moyen et, finalement, l'importance relative des différentes fins possibles. La détermination de l'action dans des termes, soit affectuels, soit traditionnels, est, par conséquent, incompatible avec ce type d'action rationnelle ».

Compte tenu de ces conditions, il devient clair que le recours à une action idéalement rationnelle s'avère illusoire dans le champ de l'interaction sociale que constitue la relation enseignement-apprentissage :

« Nous en arrivons donc à la conclusion que « l'action rationnelle » de niveau courant est toujours une action à l'intérieur d'un cadre indéterminé et admis sans autre. [...] Nous pouvons donc dire qu'à ce niveau les actions sont, dans le meilleur des cas, partiellement rationnelles et que la rationalité a plusieurs degrés » (Schutz, 1987, p. 40-41). Dès lors, Joas (1993), qui analyse plusieurs approches de la créativité de l'action, adopte le point de vue du pragmatisme américain pour qui « l'action humaine ne se caractérise pas par l'existence de buts bien définis, ni par l'application de normes générales mais par un travail de résolution de problèmes dans le cadre de l'adaptation de l'homme à son environnement (Joas, 1993, p. 267)¹⁸.

La définition du concept de pratique avancée par Altet (2001), qui dit s'inspirer de Bourdieu, demande en conséquence d'être nuancée pour éviter de l'inscrire dans une conception strictement rationnelle et normative: « la pratique professionnelle de l'enseignant peut être aussi définie comme une activité professionnelle située, orientée par des fins, des buts et des normes, celle d'un groupe professionnel, traduisant les savoirs, les procédés et les compétences-en-actes d'une personne en situation professionnelle » (Altet, 2001, p. 14).

Nécessité d'une clarification du concept d'action rationnelle

Si Joas (2001) montre néanmoins la nécessité de recourir au concept d'action rationnelle, celle-ci doit toutefois pouvoir échapper aux cadres catégoriels établis *a priori* et prétendument fondés sur des caractéristiques empiriquement constatées du réel qui ignorent « le caractère intentionnel de l'agir humain, la corporéité spécifique et la socialité première de la faculté humaine d'agir » (Joas, 2001, p. 29). Il en fait trois postulats implicites qui pourraient guider l'élaboration d'une théorie de la pratique enseignante¹⁹.

18. L'environnement, en tant que contexte, n'est pas un donné prédéterminé et stable; il est plutôt ce que l'être humain en conçoit, compte tenu de ses caractéristiques singulières et socialisées, dans ses rapports à autrui et au monde. À cet égard, Bru (2004a) précise que « le contexte serait ainsi une construction résultant d'un découpage particulier de l'environnement, d'un processus d'interprétation privilégiant ce qui est interprétable et pertinent pour celui qui agit, compte tenu de ses connaissances antérieures, de ses intérêts et de ses buts » (p. 72).

19. Rothier-Bautzer (2004, p. 56) ne dit pas autrement au regard des deux premiers postulats: « Trois points essentiels sont remis en question ici: l'idée que l'agent suit des plans quand il agit et que ces plans sont le point d'appui de sa capacité de contrôler son action ou de maîtriser la situation, l'idée que le contrôle de l'action et

Premièrement, tout agir n'est pas déterminé téléologiquement, d'autres types d'actions (affectuelles ou traditionnelles, pour reprendre les catégories wébériennes) peuvent être sélectionnées et d'autres facteurs peuvent influencer les fins et les moyens retenus par le sujet. Ainsi, la reconnaissance de l'autonomie du sujet agissant et responsable que suppose une formation professionnalisante met en cause le postulat de l'action rationnellement finalisée, de la soumission de la pratique à des fins rationnellement déterminées de l'extérieur et, par là, le modèle téléologique de l'intentionnalité qui a prévalu jusqu'à maintenant. Deuxièmement, le sujet humain n'exerce pas nécessairement un rapport instrumental à son corps: «Au contrôle du corps sur la scène de l'existence succèdent toujours des phases de relâchement dans les coulisses» (Joas, 2001, p. 36). Troisièmement, l'agir humain n'est pas ontologiquement, ni génétiquement individualiste; il est fondé sur la mise en œuvre d'un rapport dialectique, social, avec autrui, ce qui conduit à penser les processus de formation dans une perspective d'interaction sociale. L'importance des rapports sociaux, de l'interaction sociale en tant que dimensions essentielles de la constitution du sujet, met donc en évidence l'existence de fondements collectifs, intersubjectifs, de la professionnalisation. C'est dans ce sens que Joas (2001) réfute l'idée de l'agir humain fondée sur une intentionnalité téléologique, sur le modèle de l'autonomie, du contrôle du corps, orienté vers des buts précis et rationnellement prédéterminés.

Nous adoptons par contre cette conception de l'action rationnelle, du point de vue du chercheur, qui nous paraît plus adéquate pour étudier la pratique enseignante. Celle-ci est normalement sensée, raisonnable, mais rationnellement limitée. Comme nous l'avons déjà noté, c'est sur le plan de la recherche scientifique que le chercheur produira un ou des modèles rationnels de cette pratique. C'est d'ailleurs dans cet esprit que nous avons retenu le concept d'intervention éducative en tant que construit théorique pour analyser la pratique enseignante (Lenoir, 1991; Lenoir, Larose, Deaudelin, Kalubi et Roy, 2002; Lenoir, Roy et Lebrun, 2001; Spallanzani, Biron, Larose, Lebrun, Lenoir, Masselter et Roy, 2001). Ce concept met notamment en évidence les dimensions multiréférentielles de la pratique – dont il sera question plus loin – et divers attributs structurants: la pratique enseignante est une action imputable, finalisée, intersubjective, interactive, bienveillante, dialectique, intégrative et régulatrice des processus d'apprentissage (Lenoir, Larose, Deaudelin, Kalubi et Roy, 2002). Il permet, croyons-nous, de proposer des modèles d'intelligibilité de la pratique enseignante.

sa rationalisation requièrent le genre de réflexion, d'analyse et de délibération que présuppose la théorie du choix rationnel, l'idée enfin que le corps est un simple organe d'exécution dépourvu en lui-même de capacité de cognition.»

Nécessité d'une clarification du rapport entre pratique et intention

La pratique, en tant qu'action, n'est pas un simple comportement – nous l'avons précédemment relevé – du fait qu'elle est consciente et volontaire et qu'elle s'exprime sous la forme projective, c'est-à-dire en tant que produit d'un processus d'anticipation de l'action (Castoriadis, 1975; Freitag, 1986; Isambert, 1993), en tant qu'intention: «le sens de l'action est tout entier dans le projet, c'est-à-dire dans ce futur antérieur²⁰ qui prépare l'action, la guide, puis permet d'en évaluer la réalisation» (Isambert, 1993, p. 118). Comme le signale de Fornel (1993), le concept d'intention occupe une place centrale dans une théorie de l'action, quelles que soient les perspectives épistémologiques. Livet (1993) met en évidence la difficulté d'interpréter une intention, pourtant composante centrale de toute action. En effet, l'intention énoncée par le sujet acteur – ici l'enseignant – n'est pas nécessairement celle qu'il entend réellement poursuivre. Il peut ainsi manifester une intention afin de convaincre autrui et en masquer une autre de la sorte. Il peut donc exister une intention formelle, officielle, et une intention cachée. Et l'intention originelle peut aussi être modifiée en cours d'action. L'action observée directement peut également être incompatible avec l'intention manifestée. Et l'enseignant peut aussi ne pas être clair quant à ses intentions au regard d'une pratique²¹. Le chercheur doit donc tenir compte de plusieurs degrés dans l'analyse de l'action et dans son interprétation: premièrement, la planification et l'intention initiale de l'action, saisies avant l'action; deuxièmement, l'intention d'action en tant que manifestation dans l'action elle-même (il s'agit donc de l'acte tel qu'il a déjà été défini), la pratique elle-même n'étant pas vraiment accessible, nous l'avons déjà relevé; troisièmement, l'interprétation du plan, de l'acte posé et des intentions considérée *post hoc*, interprétation qui conduit à l'expression des justifications (ce qui témoigne bien du fait que la planification et les intentions ne sont jamais complètement définies et stabilisées)²².

Il importe également de saisir l'intention dans sa temporalité (de Fornel, 1993). Dans la perspective ici développée, Friedrich (2001), toujours en reprenant Schutz (1987), soutient que l'action intentionnelle du sujet – un

20. Schutz (1987, p. 112) écrit à ce sujet: «En imagination, je vois cette action anticipée comme la chose qui aura été faite, l'acte qui aura été effectué par moi. En le projetant, je vois mon acte au futur antérieur, je le pense *modo futuri exacti*.»

21. Les formations assurées auprès des futurs enseignants comme des enseignants en exercice depuis plus de trente ans montrent bien leur difficulté, non à sélectionner des objectifs au sein des programmes d'études, mais bien à préciser les intentions qu'ils entendent réellement poursuivre lors de la planification d'une activité d'enseignement-apprentissage.

22. Notons en passant que ces distinctions imposent des choix méthodologiques quant aux dispositifs de recueil des données.

enseignant en ce qui nous concerne – varie en fonction de son découpage temporel. Lors de la phase préactive, la projection en tant qu'action anticipée s'appuie sur des « motifs-en-vue-de » (une visée projective), alors que lors de la phase postactive, rétrospective, l'interprétation de l'action terminée, « résultat d'une réflexion *a posteriori* liée à l'effort d'objectivation » (Friedrich, 2001, p. 103) se caractérise par des « motifs-parce-que » (une argumentation justificative). Quant à la phase interactive, elle repose sur des actions qui peuvent être délibérées, si elles sont confrontées à des « possibilités problématiques », ou non délibérées si elles s'inscrivent dans des « possibilités ouvertes ». Cette absence d'analyse réflexive découle du fait que ces actions présentent pour le sujet une certitude empirique, qu'elles relèvent d'*habitus*, qu'elles ne lui apparaissent même pas comme des possibilités, etc.

Nécessité d'une clarification du rapport entre pratique en tant qu'action rationnelle et planification

En somme, nous pouvons affirmer que toutes les actions posées par l'enseignant ne sont pas nécessairement rationnelles en finalité ; et quand elles le sont, elles procèdent d'une rationalité limitée. Elles pourraient aussi être, pour suivre la classification wébérienne, rationnelles en valeur ou être d'ordre affectuel ou traditionnel. Si nous avançons en outre que toutes les actions d'un enseignant ne sont pas déterminées a priori et ne découlent pas nécessairement d'une planification stricte également établie préalablement, cela ne signifie nullement que nous rejetons de la part des enseignants toute référence à des intentions et à des planifications préalables à leurs pratiques. Ce serait alors passer de Charybde (rejet de toute rationalité anticipatrice) à Scylla (soumission aux seuls aléas du contexte).

Dans le cadre de la définition pragmatique que nous avons retenue, on peut avancer, en première approximation, qu'« accomplir une action [rationnelle] c'est exécuter un plan préalablement formé. L'action est conçue comme une forme de résolution de problèmes, l'agent devant déterminer le chemin permettant de passer d'un état initial à son état final (le but), étant donné certaines conditions préalables » (de Fornel, 1993, p. 87). Toutefois, si les actions rationnelles en finalité se caractérisent bien par leur planification²³, il convient, d'une part, de ne pas réduire l'action à la seule planification et, d'autre part, de concevoir cette dernière non comme un programme, ainsi que le considèrent les sciences cognitives et les travaux en intelligence artificielle (Hoc, 1987), mais plutôt comme

23. Il convient cependant de se demander si les autres types d'actions – en valeur, affectuelles et traditionnelles – sont totalement exemptes de toute planification et, sinon, quelles en seraient les composantes, les effets sur la pratique, etc.

un système réactif (de Fornel, 1993), qui permet de réagir rapidement et d'ajuster sa pratique. Suchman (1987) propose d'approcher un plan comme une représentation partielle de l'action projetée et, donc, comme un processus de guidage, comme une ressource qui permet d'interpréter, d'agir et de réagir dans une situation donnée en fonction de son décodage et des contraintes à l'œuvre. Dans cette optique, la pratique enseignante peut être considérée, non comme le fruit d'une organisation externe²⁴, mais comme un processus interne, comme la capacité permanente du sujet – l'enseignant – d'agir de façon opportune en tenant compte de la situation, des moyens à sa disposition et de l'ensemble des possibilités perçues qui s'offrent à lui, compte tenu de la fin plus ou moins déterminée qu'il entend poursuivre.

Si l'action humaine peut être délibérée, intentionnelle, finalisée, elle ne peut donc être réduite à la conformité à des « règles logiques d'élaboration des savoirs, mais [elle] se déploie de manière plutôt aléatoire (ou hasardeuse) au travers des déterminismes multiples et hétérogènes du monde réel » (Bronckart, 2001, p. 134). Une conception de la pratique enseignante pourrait dès lors se mener, ainsi que Friedrich (2001) le présente en analysant la pensée de Schutz (1987), en la considérant comme un mécanisme de « pilotage » des conduites enseignantes dans des réseaux de déterminations complexes et enchevêtrées. Livet (1993) introduit la notion de marge d'action pour caractériser cette marge de manœuvre qu'exerce un sujet acteur lors de l'actualisation d'une planification. Il la conçoit comme un schéma initial qui lance l'action, mais qui « a pour destinée d'être modifié » (Livet, 1993, p. 296). Quant à de Fornel (1993), il parle de planification réactive pour souligner le processus permanent de réinterprétation et d'adaptation qui la caractérise dans l'action²⁵. Ou encore, selon Schurmans (2001), on pourrait la saisir comme un processus transactionnel par lequel le sujet enseignant « bricole » son intervention éducative (une action médiatrice) « en fonction d'un projet dont il négocie

24. Plusieurs travaux en didactique professionnelle relatifs à la formation des conducteurs de centrales nucléaires ou des aiguilleurs du ciel ne s'inscrivent évidemment pas dans cette perspective, encore que Pastré (sous presse) montre la nécessité d'un guidage souple dans le processus de formation basé sur la simulation et du développement de la capacité d'anticipation dans un environnement dynamique en vue de la production d'un savoir théorique sur la pratique. Cependant, les processus de didactisation mis en place dans le cadre présenté par Pastré (2004), en s'appuyant sur Samurçay (1998), mettent en relief la plus grande capacité d'agir de l'extérieur sur la situation d'enseignement-apprentissage : le découpage en modules, le découplage, la focalisation, la manipulation du temps (gels, rejeux, etc.).

25. Nous avons pour notre part (Lenoir, 1991) décomposé ce cheminement en mettant en évidence la mise en œuvre de processus interreliés ou démarches exercées par un enseignant : démarches de conceptualisation, expérimentale, de résolution de problèmes, communicationnelle, évaluative.

la pertinence dans un univers au sein duquel critères esthétiques et critères d'utilité sont l'objet de constantes transactions » (Schurmans, 2001, p. 175). Il importe donc de ne pas confondre le plan, représentation de l'action, concevable et modifiable sans cesse tout au long de sa mise en œuvre, et l'intention, conception projective « qui nomme et fixe le type d'action » (Livet, 1993, p. 295).

2.3. UNE PRATIQUE ENSEIGNANTE ANCRÉE DANS LA TRADITION

Le troisième problème souligne l'ancrage de la pratique enseignante dans des modèles traditionnels. Si les orientations gouvernementales sont pleinement en cohérence avec la finalité de professionnalisation du métier d'enseignant, des résultats de recherche obligent à questionner, non la finalité poursuivie, mais le modèle de formation en vigueur. Dans le cadre d'une recherche (Lenoir, Larose, Roy et Sachot, 1998-2001) sur les compétences didactiques des différents acteurs intervenant dans la formation initiale à l'enseignement (futurs enseignants, professeurs d'université, superviseurs, chargés de cours, enseignants associés), certains résultats ne peuvent qu'interpeller fortement toutes les catégories de formateurs (Larose, Lenoir, Grenon et Spallanzani, 2000; Lenoir et Larose, 2003). Ces résultats montrent de la part des futurs enseignants québécois interrogés, à partir de la troisième des quatre années de formation, le poids considérable qu'a dans la formation la personne enseignante associée en tant que modèle, une forte emprise en milieu de stage sur leurs conceptions de la pratique et la conviction que l'expérience de terrain et le modelage sont la meilleure garantie d'une formation appropriée²⁶, un rejet important de la formation universitaire, dont les deux dernières années d'études sont considérées comme fort peu utiles à leur formation, et une survalorisation de l'expérience²⁷ découlant de la « formation pratique »²⁸. En plus de révéler – ce qui n'est pas l'objet de ce texte – une grande confusion sémantique chez les différents acteurs au regard des concepts de compétence,

26. Bourdieu et Passeron (1970, p. 77) écrivent à ce sujet que « la tendance à l'auto-reproduction ne s'accomplit jamais aussi complètement que dans un SE [système d'enseignement] où la pédagogie reste implicite [...], c'est-à-dire dans un SE où les agents chargés de l'inculcation ne possèdent de principes pédagogiques qu'à l'état pratique, du fait qu'ils les ont acquis inconsciemment par la fréquentation prolongée de maîtres qui ne les maîtrisaient eux-mêmes qu'à l'état pratique ». Goodson (1995) a clairement dénoncé un tel type de formation.

27. Voir la note 8.

28. Il est intéressant de noter qu'il est d'usage de parler de formation pratique plutôt que de formation en milieu de pratique, consacrant ainsi institutionnellement la rupture entre théorie et pratique.

de didactique, de pédagogie, d'interdisciplinarité, de discipline, et une absence de référence discursive et opératoire aux didactiques, ainsi qu'une très forte hiérarchisation des matières, les résultats montrent un profond *hiatus* entre la formation à l'université et la pratique dans le milieu dans le cadre des stages de formation. Ils mettent également en relief qu'il n'existe guère d'accord par rapport aux concepts qui devraient servir de structure conceptuelle à l'égard des fonctions de formation assumées par les différents formateurs et au regard des contenus de formation, ni entre les représentations des différents acteurs intervenant dans la formation, ni entre ceux-ci et les futurs enseignants.

Ces résultats, parmi d'autres (Théberge, Bourassa, Lauzon et Huard-Watt, 1997), incitent à croire que le modèle de formation toujours en vigueur doit être profondément changé pour l'adapter aux transformations sociales et aux nouvelles orientations de la formation. Si l'on suit Tardif, Lessard et Gauthier (1998), la formation à l'enseignement a traditionnellement adopté un modèle fondé sur l'épistémologie de la rationalité technique qui

[...] repose sur l'idée qu'une connaissance professionnelle est une connaissance appliquée qui se fonde hiérarchiquement sur des principes généraux au plus haut niveau et la résolution de problèmes concrets au plus bas. [...] La formation est [alors] conçue surtout comme un modèle de transmission des connaissances scientifiques, produites par la recherche, aux futurs praticiens, qui vont ensuite les appliquer dans leur pratique (Tardif, Lessard et Gauthier, 1998, p. 23-24).

Une telle conception rejoint la théorie de l'action rationnelle qui procède de l'économie où celle-ci « constitue le cœur paradigmatique de la discipline » (Joas, 1993, p. 263).

Goodlad et Su (1992, p. 698) constatent que la conception qui « place les disciplines académiques au centre du curriculum » prédomine encore et toujours aujourd'hui. Pourtant, comme le font remarquer Raymond et Lenoir (1998), les travaux de recherche sur les savoirs enseignants foisonnent et remettent en question la séparation entre la théorie et la pratique sur laquelle ont été fondés la plupart des programmes de formation de professionnels, particulièrement ceux offerts en milieu universitaire. En effet, une formalisation des savoirs professionnels (savoirs pratiques ou d'expérience), que Barbier (1996) qualifie de savoirs d'action, repose en particulier sur la préoccupation d'assurer des liens étroits entre théorie et pratique et de concevoir que la formation doit s'appuyer et même, selon certains, « partir » de la pratique et des conditions qui prévalent sur le terrain. Or, les curriculums toujours en vigueur actuellement proposent un contenu de formation à l'intérieur duquel se juxtapose une série d'activités (stages, cours de différents ordres). Il s'agit là d'un modèle, au

mieux pluridisciplinaire, qui résulte historiquement d'une inféodisation des formations professionnelles par le système des disciplines scientifiques au XIX^e siècle (Lenoir, 1999; Stichweh, 1991) et qui, pour les futurs enseignants, s'insère dans une longue tradition de formation. En effet, les étudiants qui s'inscrivent au baccalauréat en enseignement sont issus de systèmes d'enseignement (collégial, secondaire et primaire) à l'intérieur desquels ils ont vécu des enseignements de disciplines différentes déjà cloisonnés et juxtaposés. Dans ce contexte, antérieur au baccalauréat en enseignement, ces candidats enseignants se sont construit un certain type de représentations de la nature additive de l'approche des contenus et des activités d'apprentissage auxquels un apprenant doit être exposé. Et à cette conception additive s'ajoute une approche descendante et prescriptive où la rétention des savoirs homologués devient la finalité poursuivie et se substitue aux développements des compétences professionnelles. En plus de la vision pluridisciplinaire et descendante qui prédomine et malgré les discours sur la nécessité et les bienfaits d'un partenariat entre le milieu de la formation universitaire et le milieu de la formation sur le terrain, un hiatus historique est maintenu entre ces deux milieux, ce qu'illustre bien la dénomination usuelle de la seconde – la « formation pratique » –, ce qui sous-entend que la première ne le serait pas.

Malgré les multiples recherches en éducation menées depuis plus d'un siècle, plusieurs auteurs constatent la persistance d'un enseignement de type transmissif (Crahay, 1989; Gage, 1986; Lebrun 2001; Lebrun et Lenoir, 2001; Lenoir, 1991; Spallanzani, Biron, Larose, Lebrun, Lenoir, Masselter et Roy, 2001). Sans aller jusqu'à affirmer « le caractère inexpugnable de cette forteresse qu'est l'enseignement traditionnel » (Gage, 1986, p. 420), ce que d'aucuns sont tentés de penser, observe Crahay (1989), et sans verser dans un constat d'impuissance et dans la résignation qui gagnent différentes couches d'intervenants, force est de reconnaître la difficulté de la recherche et de la formation à faire évoluer de manière significative les pratiques enseignantes. Comme le souligne Bru (2002a), ce constat soulève la nécessité d'« élucider les rapports entre les savoirs de la recherche et les conditions de la pratique enseignante » (p. 10) en allant au-delà de la traditionnelle opposition théorie-pratique, aussi solidement implantée que captieuse²⁹, en poursuivant des efforts déjà réalisés (Huberman et Gather-Thurler, 1991) et en modifiant profondément, en conséquence, les modes et pratiques de la recherche et de la formation.

29. Cette opposition « théorie-pratique » renvoie bien davantage à une certaine conception qui fait, par un processus de réification, de la théorie une entité distincte et autonome de l'agir humain, alors que celui-ci est inséparable des construits sociaux et individuels qui l'animent (voir Bronckart, 2001). Rappelons que pour Latour

2.4. UNE PRATIQUE ENSEIGNANTE COMPLEXE ET MUTIRÉFÉRENCIÉE

Le quatrième et dernier problème que nous retenons concerne la nécessité d'analyser la pratique enseignante en recourant au paradigme de la complexité. La pratique enseignante ne se réduit pas à l'agir de l'enseignant en classe, puisqu'elle inclut minimalement les temps préactif, interactif et postactif. Altet (2001, p. 11) la définit plus largement en affirmant qu'elle « englobe à la fois la pratique d'enseignement face aux élèves, avec les élèves, mais aussi la pratique de travail collectif avec les collègues, la pratique d'échanges avec les parents, les pratiques de partenariat. Elle recouvre à la fois des actions, des réactions, des interactions, des transactions et ajustements pour s'adapter à la situation professionnelle ». Il importe, en conséquence, d'étudier la pratique enseignante en adoptant ce que Morin (1990) appelle le paradigme de la complexité et d'abandonner dès lors celui de la simplification. La pratique enseignante ne peut donc qu'être soumise à un ensemble de variables de divers ordres, internes et externes au sujet (Bru, 1991 ; Favre et Lenoir, à paraître).

Il faut également signaler, selon les résultats obtenus (Lebrun, Lenoir, Oliveira et Chalghoumi, 2005), encore bien partiels il est vrai, que la majorité des recherches analysées à ce jour (61 %) se caractérisent par un caractère prescriptif et descendant, ayant comme objectif l'étude de l'effet de mesures extérieures, soit prescrites par le gouvernement, soit prescrites par le chercheur, sur les conduites enseignantes et les apprentissages des élèves. Bref, on veut modifier, mais on ne tient guère compte de ce qui se passe effectivement dans la classe. Pourtant, les réformes actuellement en cours demandent aux enseignants de tenir compte des représentations des élèves, d'adopter une approche constructiviste, voire socioconstructiviste. Or, cela ne semble pas être fréquemment le cas, ni en recherche sur les pratiques enseignantes, celles-ci ne semblant que peu considérées, sauf sur le plan discursif, ni sur le plan des documents officiels orientant les réformes de l'enseignement et de la formation à l'enseignement, faute sans doute de connaître les pratiques enseignantes réelles. À titre d'exemple, les documents définissant les orientations et les compétences professionnelles (le référentiel de formation) à considérer dans la formation initiale à l'enseignement (Gouvernement du Québec, 2001b) et à l'enseignement professionnel (Gouvernement du Québec, 2001c) sont fondés pour l'essentiel sur des savoirs prescriptifs, certes fort intéressants, mais qui n'établissent pas le lien avec les pratiques effectives en usage, faute de ne

(1996, p. 133), qui rejette radicalement cette opposition, « la pratique est [...] un terme sans contraire qui désigne la totalité des activités humaines », la théorie n'étant que le produit d'une pratique.

pas avoir un référentiel professionnel sur lequel s'appuyer. Maints travaux (Bru, 1994, 2001; Charlier, 1989; Sikula, Buttery et Guyton, 1996; Tochon, 1992) soulignent le peu d'impact de toute formation descendante, frontale et prescriptive de méthodes et de modèles. En outre, la majorité des recherches analysées (74 %) centrent leur attention sur une seule dimension (curriculaire, didactique, pédagogique, organisationnelle, épistémologique, etc.). Dès lors, les résultats des recherches sont obtenus et interprétés sans égard à la multidimensionnalité de la pratique enseignante (Bru, 2001), pourtant hautement complexe, et, par le fait même, sans références aux fondements susceptibles de l'influencer.

Enfin, nous reconnaissons avec Richardson (1994), qui s'appuie sur les travaux de House, Mathison et McTaggart, que la recherche en éducation a largement ignoré le troisième type d'inférences³⁰, à partir duquel les pratiques peuvent éventuellement être modifiées. Ce type d'inférences veut que «le praticien tire des inférences à partir de son expérience personnelle et les applique dans un contexte donné» (Richardson, 1994, p. 8). Ce constat vient renforcer la nécessité de recourir à différents dispositifs de recueil et d'analyse de données en situation en vue de cerner, de concert avec les enseignants eux-mêmes, la pratique enseignante dans sa complexité.

Plusieurs chercheurs ont déjà proposé, à partir de leurs travaux de recherche et en s'appuyant sur différentes approches théoriques de la pratique enseignante, différentes classifications des principes organisateurs qui structureraient les pratiques enseignantes : les dimensions de la pratique circonscrites par Altet (2001), les variables organisatrices proposées par Durand (1996) et affinées par Casalfiore (2002); celles que cette dernière fait découler de la définition de la pratique par Legendre (1993); les variables d'action retenues par Bru (1994, 2002b); les types d'action d'un enseignant énoncés par Gauthier, Mellouki et Tardif (1993). La recherche sur la pratique enseignante en vue de produire un référentiel professionnel doit pouvoir confronter ces différentes classifications qui, comme le montre, de façon synthétique, le tableau 1, ont plusieurs éléments en commun.

Il existe d'autres tentatives antérieures de catégorisation de la pratique enseignante, dont celle avancée par Dunkin (1986) qui distingue les variables de présage, contextuelles, processuelles et de produits, ou encore celle, en neuf catégories, de De Landsheere et Bayer (1989) qui classent les fonctions pédagogiques à partir des comportements verbaux des enseignants.

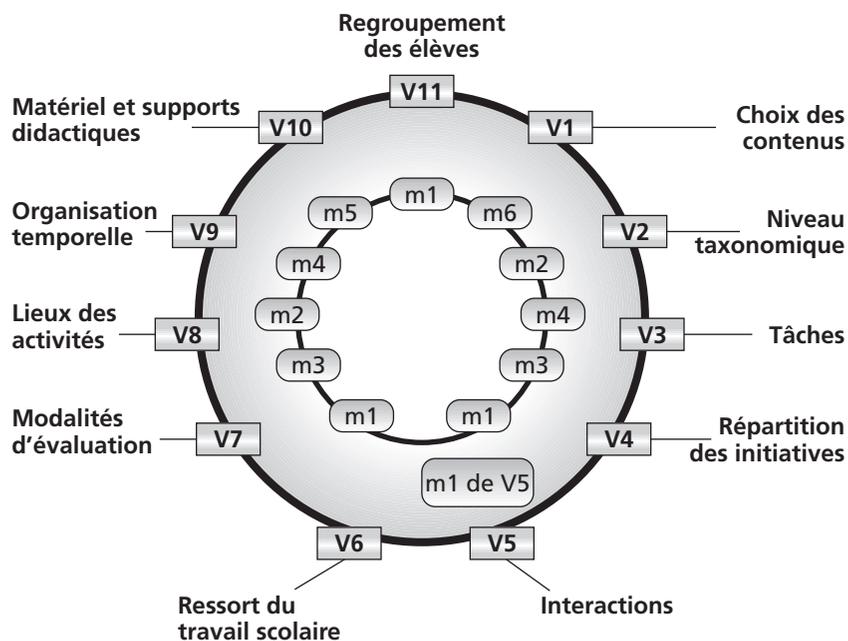
30. Les deux autres types d'inférences sont «(a) le chercheur tire des inférences d'une étude évaluative et s'attend à ce que le praticien y recoure; (b) le praticien tire des inférences d'une étude évaluative mais modifie ces inférences en fonction du domaine particulier d'application» (Richardson, 1994, p. 8).

TABLEAU 1
Différentes classifications des composantes
de la pratique enseignante

<i>Casalfiore (2002)</i>	<i>Casalfiore (2002) en fonction de Legendre (1993)</i>	<i>Bru (1994, 2002a)</i>
<i>Variables organisatrices</i>	<i>Variables organisatrices</i>	<i>Variables d'action</i>
a) Ordre dans la classe – Discipline en classe, – Organisation de la classe, – Attention des élèves.	– Orientation de la perception des individus. – Confrontation des individus agissant avec des événements problématiques.	– Didactiques: relatives au savoir à enseigner. – Processuelles: relatives aux processus relationnels et de gestion de la classe (variables processuelles).
b) Matière à enseigner – Travail des élèves, – Acquisition de la matière par les élèves.	– Actions mises en œuvre. – Aspect intentionnel de l'action: préoccupation.	– Organisationnelles: relatives à l'organisation pédagogique (espace, temps, groupement des élèves, matériel, etc.).
c) Engagement des élèves dans la tâche scolaire – Intérêt des élèves, – Coopération, – Sens accordé par les élèves à ce qui se fait en classe.	– Aspect intentionnel de l'action: buts poursuivis et résultats attendus.	– Contextuelles: relatives à la contextualisation (interne, temporelle, externe) de la pratique.
<i>Altet (2001)</i>	<i>Durand (1996)</i>	<i>Gauthier, Mellouki et Tardif (1993)</i>
<i>Dimensions de la pratique</i>	<i>Variables organisatrices</i>	<i>Types d'action</i>
– Finalisée, instrumentale. – Technique. – Interactive, relationnelle. – Contextualisée. – Organisationnelle. – Temporelle. – Affective, émotionnelle. – Psychosociale.	– Ordre dans la classe. – Intérêt porté par les élèves à ce qui se fait en classe. – Engagement actif des élèves dans le travail scolaire. – Apprentissage. – Développement global de l'élève.	– Agir traditionnel. – Agir affectif. – Agir instrumental. – Agir stratégique. – Agir normatif. – Agir dramaturgique. – Agir expressif. – Agir communicationnel.

Par ailleurs, Bru (2004b), dans le cadre d'une étude qui a pour but de rechercher des relations entre la variété des profils d'action d'enseignants français en lecture-écriture au cours préparatoire (CP), l'implication et les acquisitions des élèves, retient 11 variables qui caractérisent l'action enseignante (figure 1). Il considère que, selon les situations d'enseignement-apprentissage, chaque variable peut adopter différentes modalités possibles (m1, m2, m3, ... m*n*) et qu'il est donc permis de dégager des profils d'action plus ou moins variés pour chaque enseignant, un profil étant la résultante des modalités possibles établies à partir de l'identification de la variété conçue discursivement lors d'entrevues portant sur une séance imaginée d'enseignement-apprentissage et effectivement mise en œuvre en classe, d'indices généraux et des variations par variable considérée.

FIGURE 1
Les variables de l'action enseignante et leurs modalités adaptatives

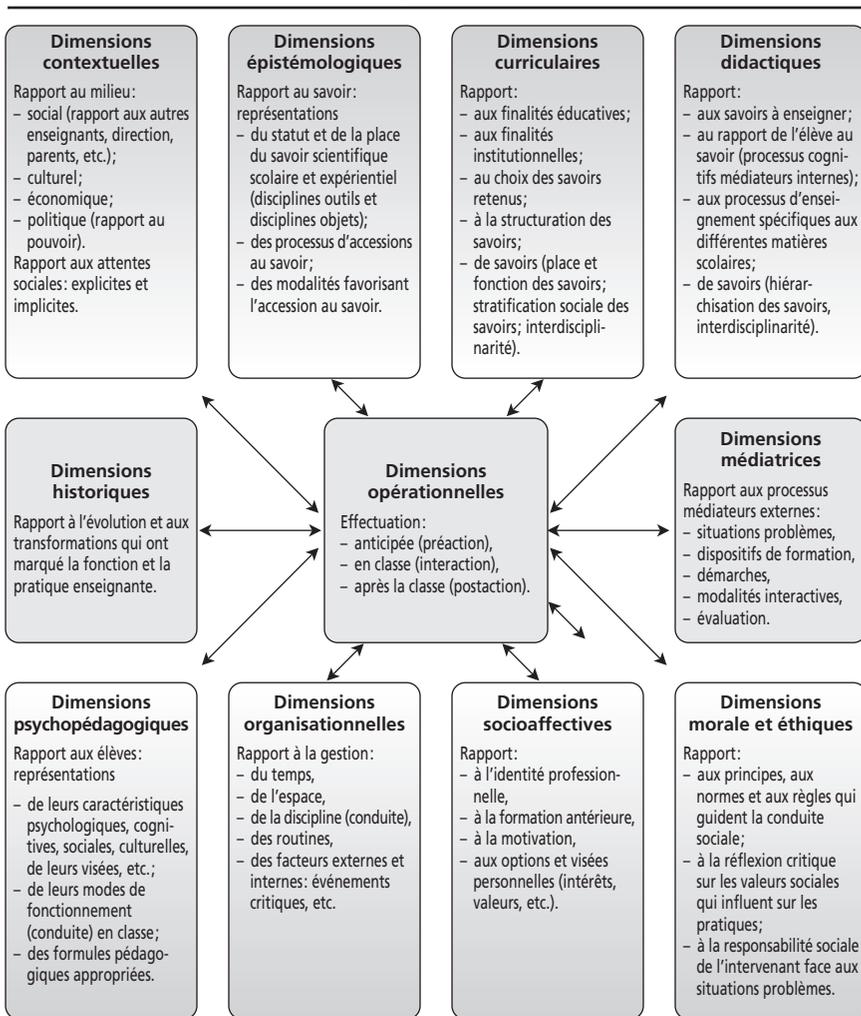


Source: Bru (2004b).

Pour analyser la pratique enseignante dans sa complexité, en tenant compte de ses éléments constitutifs, nous avons adopté, répétons-le, le concept d'intervention éducative. En plus des autres raisons déjà mentionnées, il permet d'approcher la pratique dans ses différentes phases, de mettre en évidence le rapport interactif entre les élèves et entre ceux-ci

et l'enseignant, de souligner la fonction médiatrice centrale de l'enseignant agissant sur le rapport d'apprentissage qui s'établit entre les élèves et les objets de savoir (Lenoir, Larose, Deaudelin, Kalubi et Roy, 2002) et de souligner la multiréférentialité de la pratique enseignante. Il est ainsi permis de la considérer à partir d'une interaction entre les différentes dimensions que nous retenons pour la caractériser : historiques, contextuelles, épistémologiques, curriculaires, didactiques, médiatrices, psychopédagogiques, organisationnelles, socioaffectives, morales et éthiques (figure 2).

FIGURE 2
Dimensions du concept d'intervention éducative



CONCLUSION

À la lumière de ces différents constats, mais aussi de ceux qui découlent de la recherche sur l'état de la recherche dans la formation à l'enseignement (Vanhulle et Lenoir, 2005), nous rejoignons Baudouin et Friedrich (2001a) en insistant sur la nécessité d'un travail d'élaboration d'une théorie de la pratique enseignante qui privilégierait deux perspectives. La première découlerait de la recherche « qui s'attache à décrire et à analyser les accomplissements réels des actions des enseignants, des formateurs et des "apprenants" jeunes ou adultes » (Baudouin et Friedrich, 2001a, p. 14). La deuxième perspective est « celle du formateur ou de l'enseignant, qui tente de transformer l'action en objet de formation » (Baudouin et Friedrich, 2001a, p. 14). C'est dans le croisement et la confrontation de ces deux perspectives qu'une telle théorie pourrait être progressivement produite.

Il importe sans doute de le rappeler : nous ne nous inscrivons aucunement dans une attitude volontariste qui viserait, ainsi que ce fut le cas, par exemple, avec l'approche processus-produit, à adopter une perspective applicationniste, car il importe de distinguer entre le processus de formalisation scientifique du savoir et son usage dans la pratique. L'option externaliste (Bru, 1998) que nous retenons est bien de chercher à circonscrire le mieux possible ce que les enseignants font effectivement dans leur classe, en travaillant étroitement avec eux. Dans ce sens, nous rejoignons l'approche ergonomique centrée sur l'activité (Leplat, 1997) qui « tient dans le fait de rechercher [des principes organisateurs de la pratique] dans les prescriptions du travail et dans leur interprétation par les individus » (Bressoux et Dessus, 2003, p. 218), à partir de leur discours et de leur agir. Sont ainsi pris en compte les facteurs extérieurs que sont les conditions externes – sociales, organisationnelles, les prescriptions de la tâche enseignante émises par le référentiel de formation et les curriculums, programmes et plans de cours qui en découlent, et non seulement les contraintes de la situation et du contexte que privilégient les courants de la cognition située – et leur redéfinition opérationnelle par les enseignants dans leur pratique effective (les conditions internes).

À cet égard, les travaux menés par la didactique des savoirs professionnels et la didactique professionnelle, et, particulièrement, ceux de Pastré (2004) qui croisent la psychologie du travail (l'approche ergonomique) et celle du développement (la conceptualisation dans l'action), pourraient devenir un apport considérable par leur centration sur l'analyse du travail en situation, entre autres par l'entremise de la conceptualisation pragmatique en tant que fonction organisationnelle de l'action s'appuyant sur des invariants opératoires – ce qu'on appelle couramment en éducation

des routines – et en tant que fonction de généralisation pour la recherche qui puisse dépasser la singularité des pratiques et des situations dans lesquelles elles s'actualisent.

BIBLIOGRAPHIE

- Abbott, A. (1991). «The order of professionalization: An empirical analysis», *Work and Occupations*, 18(4), p. 355-384.
- Adey, P., G. Hewitt, J. Hewitt et N. Landau (2004). *The Professional Development of Teachers: Practice and Theory*, Dordrecht, Kluwer Academic Publishers.
- Altet, M. (1994). *La formation professionnelle des enseignants*, Paris, Presses universitaires de France.
- Altet, M. (1998). «Quelle formation professionnalisante pour développer les compétences de " l'enseignement professionnel " et une culture professionnelle d'acteur?», dans M. Tardif, C. Lessard et C. Gauthier (dir.), *Formation des maîtres et contextes sociaux. Perspectives internationales*, Paris, Presses universitaires de France, p. 71-86.
- Altet, M. (2000). «Les dispositifs d'analyse des pratiques pédagogiques en formation d'enseignants: une démarche d'articulation pratique-théorie-pratique», dans C. Blanchard-Laville et D. Fablet (dir.), *L'analyse des pratiques professionnelles*, Paris, L'Harmattan, p. 15-34.
- Altet, M. (2001). *Demande de création d'un réseau présentée au ministère de la Recherche, MSU – DS7. Réseau OPEN, réseau d'observation des pratiques enseignantes*, Nantes, Université de Nantes.
- Altet, M. (2002). «Une démarche de recherche sur la pratique enseignante: l'analyse plurielle», *Revue française de pédagogie*, 138, p. 85-93.
- Altet, M., P. Bressoux, M. Bru et C. Leconte-Lambert (1994). «Étude exploratoire des pratiques d'enseignement en classe de CE2», *Les dossiers de la DEP*, 44.
- American Council on Education (1999). *Transforming the Way Teachers Are Taught. An Action Agenda for College and University Presidents*, Washington, DC, ACE.
- Anderson, L.M. (1989). «Implementing instructional programs to promote meaningful, self-regulated learning», dans J. Brophy (dir.), *Advances in Research on Teaching* – vol. 1: *Teaching for Meaningful Understanding and Self-Regulated Learning*, Greenwich, CT, JAI Press, p. 311-343.
- Anderson, L.W. (1992). *Accroître l'efficacité des enseignants*, Paris, Unesco, Institut international de planification de l'éducation.
- Anderson, R.D. et J.V. Helms (2001). «The ideal of standards and the reality of schools: Needed research», *Journal of Research in Science Teaching*, 28(1), p. 3-16.

- Astolfi, J.-P., É. Darot, Y. Ginsburger-Vogel et J. Toussaint (1997). *Mots-clés de la didactique des sciences. Repères, définitions, bibliographies*, Bruxelles, De Boeck Université.
- Baeriswyl, F. et T. Thévenaz (dir.) (2001). «Éclairages sur la “cognition située” et modélisations des contextes d’apprentissage», *Revue suisse des sciences de l’éducation*, 23(3), p. 395-545.
- Barbier, J.-M. (dir.) (1996). *Savoirs théoriques et savoirs d’action*, Paris, Presses universitaires de France.
- Baudouin, J.-M. et J. Friedrich (2001a). «Théories de l’action et éducation», dans J.-M. Baudouin et J. Friedrich (dir.), *Théories de l’action et éducation*, Bruxelles, De Boeck Université, p. 7-24.
- Baudouin, J.-M. et J. Friedrich (dir.) (2001b). *Théories de l’action et éducation*, Bruxelles, De Boeck Université.
- Bayer, E. (1986). «Une science de l’enseignement est-elle possible?», dans M. Crahay et D. Lafontaine (dir.), *L’art et la science de l’enseignement*, Liège, Labor, p. 483-507.
- Bourdieu, P. et J.-C. Passeron (1970). *La reproduction. Éléments pour une théorie du système d’enseignement*, Paris, Minuit.
- Bourdoncle, R. et E. Fichez (sous presse). «Stages, curriculum et formes de rationalisation: essai de modélisation et d’application empirique», dans Y. Lenoir et M.-H. Bouillier-Oudot (dir.), *Savoirs professionnels et curriculum de formation de professionnels. Une variété de situations, une variété de conceptions, une variété de propositions*, Québec, Presses de l’Université Laval.
- Bressoux, P. (1994a). «Les recherches sur les effets-écoles et les effets-maîtres», *Revue française de pédagogie*, 108, p. 91-137.
- Bressoux, P. (1994b). «Estimer et expliquer les effets des classes: le cas des acquisitions en lecture», *Mesure et évaluation en éducation*, 17(1), p. 75-94.
- Bressoux, P. (1996). «The effects of teachers’ training on pupils’ achievement: The case of elementary schools in France», *School Effectiveness and School Improvement*, 7(3), p. 252-279.
- Bressoux, P. (2001). «Réflexions sur l’effet-maître et l’étude des pratiques enseignantes», *Les dossiers des sciences de l’éducation*, 5, p. 35-52.
- Bressoux, P. et P. Dessus (2003). «Stratégies de l’enseignant en situation d’interaction», dans M. Kail et M. Fayol (dir.), *Les sciences cognitives et l’école*, Paris, Presses universitaires de France, p. 213-257.
- Bressoux, P., M. Bru, M. Altet et C. Leconte-Lambert (1999). «Diversité des pratiques d’enseignement à l’école élémentaire», *Revue française de pédagogie*, 126, p. 97-110.
- Bronckart, J.-P. (1996). *Activité langagière, textes et discours. Pour un interactionnisme sociodiscursif*, Lausanne, Delachaux et Niestlé.

- Bronckart, J.-P. (2001). « S'entendre pour agir et agir pour s'entendre », dans J.-M. Baudouin et J. Friedrich (dir.), *Théories de l'action et éducation*, Bruxelles, De Boeck Université, p. 133-154.
- Brophy, J. (1999). *L'enseignement*, Bruxelles, Académie internationale d'éducation (AIE), Genève, Bureau international d'éducation (BIE).
- Brophy, J. et T. Good (1986). « Teacher behaviour and student achievement », dans M. Wittrock (dir.), *Handbook of Research on Teaching*, New York, NY, Macmillan, p. 328-375.
- Bru, M. (1991). *Les variations didactiques dans l'organisation des conditions d'apprentissage*, Toulouse, Éditions universitaires du Sud.
- Bru, M. (1994). « L'enseignant, organisateur des conditions d'apprentissage », dans J. Houssaye (dir.), *La pédagogie : une encyclopédie pour aujourd'hui*, Paris, ESF, p. 103-117.
- Bru, M. (1997). *Connaître l'acte d'enseigner*, Document du CRIE n° 12, Sherbrooke, Université de Sherbrooke, Faculté d'éducation.
- Bru, M. (1998). « Qu'y a-t-il à prouver, quand il s'agit d'éducation? La validation scientifique des propos et discours sur les pratiques d'enseignement : après les illusions perdues », dans C. Hadji et J. Baillé (dir.), *Recherche et éducation. Vers une « nouvelle alliance ». La démarche de preuve en 10 questions*, Bruxelles, De Boeck Université, p. 45-65.
- Bru, M. (2001). *Les pratiques enseignantes, contributions plurielles*, Toulouse, Presses universitaires du Mirail-Toulouse.
- Bru, M. (2002a). « Pratiques enseignantes : des recherches à conforter et à développer », *Revue française de pédagogie*, 138, p. 63-73.
- Bru, M. (2002b). « Savoirs de la recherche et savoirs des praticiens de l'enseignement : jeu de dupes ou rencontre ouverte et constructive? », dans J. Donnay et M. Bru (dir.), *Recherches, pratiques et savoirs en éducation*, Bruxelles, De Boeck Université, p. 133-154.
- Bru, M. (2004a). « La prise en compte du contexte dans l'étude des pratiques de formation et d'enseignement », dans J.-F. Marcel et P. Rayou (dir.), *Recherches contextualisées en éducation*, Paris, Institut national de recherche pédagogique, p. 63-76.
- Bru, M. (2004b). *À la recherche des processus caractéristiques des pratiques enseignantes dans leurs rapports aux pratiques d'étude et d'apprentissage*, Conférence, Université de Sherbrooke, Centre de recherche sur l'intervention éducative (CRIE), 19 février.
- Bru, M. et L. Talbot (2001). « Les pratiques enseignantes : une visée, des regards », *Les Dossiers des sciences de l'éducation*, 5, p. 9-33.
- Burbules, N.C. et C.A. Torres (dir.) (2000). *Globalization and Education. Critical Perspectives*, New York, NY, Routledge.

- Carnegie Task Force on Teaching as a Profession (1986). *A Nation Prepared: Teachers for the 21st Century*, New York, NY, Carnegie Forum on Education and the Economy.
- Casalfiore, S. (2002). «La structuration de l'activité quotidienne des enseignants en classe: vers une analyse en termes d'«action située»», *Revue française de pédagogie*, 138, p. 75-84.
- Castoriadis, C. (1975). *L'institution imaginaire de la société*, Paris, Seuil.
- Charlier, E. (1989). *Planifier un cours, c'est prendre des décisions*, Bruxelles, De Boeck-Westmael.
- Charlot, B. (1997). *Du rapport au savoir. Éléments pour une théorie*, Paris, Economica-Anthropos.
- Clastres, P. (1974). *La société contre l'État*, Paris, Minuit.
- Clifford, C. et J.W. Guthrie (1988). *Ed School: A Brief for Professional Education*, Chicago, IL, University of Chicago Press.
- Commission des programmes d'études (1998). *Orientations et encadrements pour l'établissement du Programme de formation*, Québec, Ministère de l'Éducation du Québec, Commission des programmes d'études.
- Conseil supérieur de l'éducation (1989). *Les visées et les pratiques de l'école primaire*, Avis au ministre de l'Éducation, Québec, CSE.
- Conseil supérieur de l'éducation (1990). *L'intégration des savoirs au secondaire: au cœur de la réussite éducative*, Québec, CSE.
- Conseil supérieur de l'éducation (1991). *Une pédagogie pour demain à l'école primaire*, Québec, CSE.
- Conseil supérieur de l'éducation (1993). *Le défi d'une réussite de qualité. Rapport annuel 1992-1993 sur l'état et les besoins de l'éducation*, Québec, Bibliothèque nationale du Québec.
- Conseil supérieur de l'éducation (1994). *Rénover le curriculum du primaire et du secondaire*, Avis au ministre de l'Éducation, Québec, CSE.
- Conseil supérieur de l'éducation (1995a). *Pour la réforme du système éducatif. Dix années de consultation et de réflexion*, Avis au ministre de l'Éducation, Québec, Bibliothèque nationale du Québec.
- Conseil supérieur de l'éducation (1995b). *Une école primaire pour les enfants d'aujourd'hui*, Avis au ministre de l'Éducation, Québec, CSE.
- Council of Learned Societies in Education (1996). *Standards of Academic and Professional Instruction in Foundations of Education, Educational Studies, and Educational Policy Studies*, 2^e édition, Ann Arbor, MI, CLSE.
- Crahay, M. (1989). «Contraintes de situation et interactions maître-élèves: changer sa façon d'enseigner, est-ce possible?», *Revue française de pédagogie*, 88, p. 67-94.
- Crahay, M. (2000). *L'école peut-elle être juste et efficace?*, Bruxelles, De Boeck Université.

- Crahay, M. et D. Lafontaine (dir.). (1986). *L'art et la science de l'enseignement*, Liège, Labor.
- Cuban, D. (1988). « A fundamental puzzle of school reform », *Phi Delta Kappan*, 70(5), p. 341-344.
- De Fornel, M. (1993). « Intention, plans et action située », dans P. Ladrière, P. Pharo et L. Quéré (dir.), *La théorie de l'action. Le sujet pratique en débat*, Paris, CNRS Éditions, p. 85-99.
- De Landsheere, G. et E. Bayer (1989). *Comment les maîtres enseignent*, Bruxelles, Ministère de l'Éducation nationale, Direction générale de l'organisation des études.
- Develay, M. (1998). « N'y a-t-il pas mieux à faire que de vouloir prouver ? Faire la preuve, viser l'efficacité, tout en cherchant le vrai : s'agit-il d'enjeux inconciliables pour les recherches en éducation ? », dans C. Hadji et J. Baillé (dir.), *Recherche et éducation. Vers une « nouvelle alliance »*. *La démarche de preuve en 10 questions*, Bruxelles, De Boeck Université, p. 67-79.
- Donnay, J. et M. Bru (dir.) (2002). *Recherches, pratiques et savoirs en éducation*, Bruxelles, De Boeck Université.
- Dunkin, M.J. (1986). « Concepts et modèles dans l'analyse des processus d'enseignement », dans M. Crahay et D. Lafontaine (dir.), *L'art et la science de l'enseignement*, Liège, Labor, p. 39-80.
- Durand, M. (1996). *L'enseignement en milieu scolaire*, Paris, Presses universitaires de France.
- Duru-Bellat, M. et C. Leroy-Audoine (1990). « Les pratiques pédagogiques au CP : structure et incidence sur les acquisitions des élèves », *Revue française de pédagogie*, 93, p. 5-15.
- Elbaz, M. et D. Helly (2000). *Mondialisation, citoyenneté et multiculturalisme*, Paris, L'Harmattan; Québec, Presses de l'Université Laval.
- Favre, D. et Y. Lenoir (à paraître). « La didactique entre simplification et prise en compte de la complexité », dans Y. Lenoir, F. Larose et C. Lessard (dir.), *L'articulation didactique-pédagogie, un enjeu de formation à l'enseignement ? L'enseignement de la matière dans le contexte du travail pédagogique en classe*, Québec, Presses de l'Université Laval.
- Finger, M. (1989). « "Apprentissage expérientiel" ou "formation par les expériences de vie" ? La contribution allemande au débat sur la "formation expérientielle" », *Éducation permanente*, 100/101, p. 39-46.
- Freitag, M. (1973). *Dialectique et société. Étude épistémologique sur l'objectivité historique*, Thèse de doctorat de 3^e cycle, Paris, École pratique des hautes études.
- Freitag, M. (1986). *Dialectique et société – Tome 1 : Introduction à une théorie générale du symbolique*, Montréal, Éditions coopératives Albert Saint-Martin.
- Friedrich, J. (2001). « Quelques réflexions sur le caractère énigmatique de l'action », dans J.-M. Baudouin et J. Friedrich (dir.), *Théories de l'action et éducation*, Bruxelles, De Boeck Université, p. 93-112.

- Fullan, M.G. (1999). « Quatre décennies de réformes de l'éducation », *Options CEQ*, 18, p. 27-40.
- Fullan, M.G. (2001). *Leading in a Culture of Change*, San Francisco, CA, Jossey-Bass.
- Fullan, M.G. et S. Stiegelbauer (1991). *The New Meaning of Educational Change*, Londres, Cassell.
- Gage, N.G. (1986). « Comment tirer un meilleur parti des recherches sur les processus d'enseignement? », dans M. Crahay et D. Lafontaine (dir.), *L'art et la science de l'enseignement*, Liège, Labor, p. 411-433.
- Gauthier, C., M. Mellouki et M. Tardif (1993). *Le savoir des enseignants. Que savent-ils?*, Montréal, Éditions Logiques.
- Gauthier, C., J.-F. Desbiens, A. Malo, S. Martineau et D. Simard (1997). *Pour une théorie de la pédagogie. Recherches contemporaines sur le savoir des enseignants*, Québec, Presses de l'Université Laval.
- Gervais, F. (2002). « Le renouvellement des programmes de formation à l'enseignement au Québec : vers un renversement épistémologique? », dans M. Carbonneau et M. Tardif (dir.), *Les réformes en éducation, leurs impacts sur l'école*, Sherbrooke, Éditions du CRP, p. 79-93.
- Goodlad, J.I. (1990). *Teachers for Our Nation's Schools*, San Francisco, CA, Jossey-Bass.
- Goodlad, J.I. (1993). « La nécessité d'un renouvellement dans la formation des maîtres », *Revue des sciences de l'éducation*, XIX(1), p. 211-224.
- Goodlad, J.I. et Z. Su (1992). « Organization of the curriculum », dans P.W. Jackson (dir.), *Handbook of Research on Curriculum*, New York, NY, Macmillan, p. 327-344.
- Goodson, I. (1995). « "Un pacte avec le diable" ou des éléments de réflexion à l'intention des formateurs de maîtres », dans D. Dillon et J. Roy (dir.), *L'université et le milieu scolaire : partenaires en formation des maîtres*, Montréal, Université McGill, p. 3-21.
- Gouldner, A.W. (1971). *The Coming Crisis of Western Sociology*, New York, Avon Books.
- Gouvernement du Québec (1963-1965). *Rapport de la Commission royale d'enquête sur l'enseignement dans la province de Québec*, Rapport Parent, 5 volumes, Québec, Gouvernement du Québec.
- Gouvernement du Québec (2000). *Décret concernant le découpage du territoire du Québec en territoires de commissions scolaires francophones et en territoires de commissions scolaires anglophones (c. I-13.3, r. 0.01.1, mise à jour au 26 novembre 2002)*, Québec, Gouvernement du Québec.
- Green, A. (1997). *Education, Globalization and the Nation State*, Houndmills, Macmillan.

- Habermas, J. (1987). *Théorie de l'agir communicationnel*, Tome 1 : *Rationalité de l'agir et rationalisation de la société*; Tome 2 : *Pour une critique de la raison fonctionnaliste*, Paris, Fayard.
- Hadji, C. (2002). « Est-ce ainsi que les savoirs vivent ? », dans J. Donnay et M. Bru (dir.), *Recherches, pratiques et savoirs en éducation*, Bruxelles, De Boeck Université, p. 17-34.
- Hoc, J.-M. (1987). *Psychologie cognitive de la planification*, Grenoble, Presses universitaires de Grenoble.
- Holmes Group (1986). *Tomorrow's Teachers. A Report of the Holmes Group*, East Lansing, MI, The Holmes Group.
- Holmes Group (1990). *Tomorrow's Schools: Principles for the Design of Professional Development Schools*, East Lansing, MI, The Holmes Group.
- Holmes Group (1995). *Tomorrow's Schools of Education*, East Lansing, MI, The Holmes Group.
- Hopkins, D. et N. Lagerweij (1996). « The school improvement knowledge base », dans D. Reynolds, R. Bollen, B. Creemers, D. Hopkins, L. Stoll et N. Lagerweij (dir.), *Making Good Schools: Linking School Effectiveness and School Improvement*, Londres, Routledge, p. 59-93.
- Houssaye, J. (1997). « Spécificité et dénégation de la pédagogie », *Revue française de pédagogie*, 120, p. 83-97.
- Huberman, M. et M. Gather-Thurler (1991). *De la recherche à la pratique. Éléments de base*, Berne, Peter Lang.
- Imbert, F. (1985). *Pour une praxis pédagogique*, Vigneux, Éditions Matrice.
- Isambert, F. (1993). « Notes pour une phénoménologie de l'action », dans P. Ladrière, P. Pharo et L. Quéré (dir.), *La théorie de l'action. Le sujet pratique en débat*, Paris, CNRS Éditions, p. 113-134.
- Joas, H. (1993). « La créativité de l'action et la démocratisation de la différenciation », dans P. Ladrière, P. Pharo et L. Quéré (dir.), *La théorie de l'action. Le sujet pratique en débat*, Paris, CNRS Éditions, p. 263-274.
- Joas, H. (2001). « La créativité de l'agir », dans J.-M. Baudouin et J. Friedrich (dir.), *Théories de l'action et éducation*, Bruxelles, De Boeck Université, p. 27-43.
- Kokoschka, O. (1986). *Ma vie*, Paris, Presses universitaires de France.
- Lacan, J. (1966). *Écrits I*, Paris, Seuil.
- Lacourse, F. (2004). *La construction des routines chez des futurs enseignants de l'enseignement secondaire: intervention éducative et gestion de la classe*, Thèse de doctorat en éducation, Sherbrooke, Université de Sherbrooke, Faculté d'éducation.
- Ladrière, O. (1993). « La théorie de l'action dans l'explication wébérienne de la modernité », dans P. Ladrière, P. Pharo et L. Quéré (dir.), *La théorie de l'action. Le sujet pratique en débat*, Paris, CNRS Éditions, p. 197-221.

- Larose, F. et Y. Lenoir (1998). «La formation continue d'enseignants du primaire à des pratiques interdisciplinaires : résultats de recherches», *Revue des sciences de l'éducation*, xxiv(1), p. 189-228.
- Larose, F., Y. Lenoir, V. Grenon et C. Spallanzani (2000). «Les représentations des futurs enseignants québécois du primaire au regard de la formation initiale et des responsabilités des formateurs», *European Journal for Teacher Education*, 23(3), p. 277-290.
- Latour, B. (1996). «Sur la pratique des théoriciens», dans J.-M. Barbier (dir.), *Savoirs théoriques et savoirs d'action*, Paris, Presses universitaires de France, p. 131-146.
- Laurin, C. (1981). *L'enseignante et l'enseignant : des professionnels*, Québec, Ministère de l'Éducation.
- Lebrun, J. (2001). *Les modèles d'intervention éducative sous-jacents aux prescriptions relatives à la pratique enseignante en sciences humaines au troisième cycle du primaire : une analyse des manuels scolaires approuvés*, Thèse de doctorat en éducation, Sherbrooke, Université de Sherbrooke, Faculté d'éducation.
- Lebrun, J. et Y. Lenoir (2001). «Planifications en sciences humaines chez de futures enseignantes et les modèles d'intervention éducative sous-jacents», *Revue des sciences de l'éducation*, xxvii(3), p. 569-594.
- Lebrun, J., Y. Lenoir, A.A. Oliveira et H. Chalghoumi (2005). «La recherche sur les pratiques enseignantes effectives au préscolaire et au primaire : regard critique sur leurs contributions à l'élaboration d'un référentiel professionnel», dans C. Gervais et L. Portelance (dir.), *Des savoirs au cœur de la profession enseignante. Contextes de construction et modalités de partage*, Sherbrooke, Éditions du CRP, p. 265-285.
- Legendre, R. (1993). *Dictionnaire actuel de l'éducation*, 2^e édition, Montréal, Guérin.
- Le Moigne, L. (1994). *Le constructivisme*, Tome 1 : *Des fondements*, Paris, ESF.
- Lenoir, Y. (1991). *Relations entre interdisciplinarité et intégration des apprentissages dans l'enseignement des programmes d'études du primaire au Québec*, Thèse de doctorat (nouveau régime) en sociologie, Paris, Université de Paris VII.
- Lenoir, Y. (1993). «Entre Hegel et Descartes : de quels sens peut-il être question en didactique?», dans Ph. Jonnaert et Y. Lenoir (dir.), *Sens des didactiques et didactique du sens*, Sherbrooke, Éditions du CRP, p. 29-99.
- Lenoir, Y. (1996). «Médiation cognitive et médiation didactique», dans C. Raisky et M. Caillot (dir.), *Le didactique au-delà des didactiques. Débats autour de concepts fédérateurs*, Bruxelles, De Boeck Université, p. 223-251.
- Lenoir, Y. (1999). «Interdisciplinarité», dans J. Houssaye (dir.), *Questions pédagogiques. Encyclopédie historique*, Paris, Hachette, p. 291-314.
- Lenoir, Y. (2000). «Formation à l'enseignement et interdisciplinarité : un mythe ou une exigence ? Dépasser l'interdisciplinarité et penser circumdisciplinarité», *European Journal for Teacher Education*, 23(3), p. 289-298.

- Lenoir, Y. (2003). «La notion de transdisciplinarité: quelle pertinence?», *Revista Pensamiento educativo*, 33, p. 281-306.
- Lenoir, Y. et F. Larose (2003). *Quelle importance les futurs enseignants accordent-ils à la "formation pratique" dans le processus de formation à l'enseignement préscolaire et primaire? Résultats d'une recherche*, xx^e Congrès de l'Association internationale de pédagogie universitaire (AIPU), Université de Sherbrooke, 30 mai.
- Lenoir, Y., G.-R. Roy et J. Lebrun (2001). «Enjeux des rapports entre manuels scolaires et intervention éducative», dans Y. Lenoir, B. Rey, G.-R. Roy et J. Lebrun (dir.), *Le manuel scolaire et l'intervention éducative: regards critiques sur ses apports et ses limites*, Sherbrooke, Éditions du CRP, p. 5-21.
- Lenoir, Y., F. Larose, D. Biron et C. Spallanzani (1995-1998). *Compétences didactiques et formation didactique des enseignantes et des enseignants du primaire*, Recherche triennale, Conseil de recherches en sciences humaines du Canada (CRSH), Programme de recherche ordinaire, n° 410-95-1385.
- Lenoir, Y., F. Larose, V. Grenon et A. Hasni (2000). «La stratification des matières scolaires chez les enseignants du primaire au Québec: évolution ou stabilité des représentations depuis 1981?», *Revue des sciences de l'éducation*, xxvi(3), p. 483-514.
- Lenoir, Y., F. Larose, G.-R. Roy et M. Sachot (1998-2001). *L'utilisation du matériel interdisciplinaire par les enseignants du primaire: impact sur leurs pratiques*, Recherche triennale, Conseil de recherches en sciences humaines du Canada (CRSH), Programme de recherche ordinaire, n° 410-98-0307.
- Lenoir, Y., F. Larose, C. Deaudelin, J.-C. Kalubi et G.-R. Roy (2002). «L'intervention éducative: clarifications conceptuelles et enjeux sociaux. Pour une reconceptualisation des pratiques d'intervention en enseignement et en formation à l'enseignement», *Esprit critique*, 4(4), <<http://www.espritcritique.org/>>.
- Léontiev, A. (1976). *Le développement du psychisme*, Paris, Éditions sociales.
- Leplat, J. (1997). *Regards sur l'activité en situation de travail. Contribution à la psychologie ergonomique*, Paris, Presses universitaires de France.
- Leroi-Gourhan, A. (1964). *Le geste et la parole – Tome 1: Technique et langage*, Paris, Albin Michel.
- Leroi-Gourhan, A. (1965). *Le geste et la parole – Tome 2: La mémoire et les rythmes*, Paris, Albin Michel.
- Lessard, C. et M. Lévesque (1998). «La réforme de la formation des maîtres au Québec: un premier bilan des apprentissages en voie de réalisation en milieu universitaire», dans M. Tardif, C. Lessard et C. Gauthier (dir.), *Formation des maîtres et contextes sociaux*, Paris, Presses universitaires de France, p. 105-151.
- Lessard, C. et M. Tardif (1996). *La profession enseignante au Québec, 1945-1990. Histoire, structures, système*, Montréal, Presses de l'Université de Montréal.

- Livet, P. (1993). « Théorie de l'action et conventions », dans P. Ladrière, P. Pharo et L. Quéré (dir.), *La théorie de l'action. Le sujet pratique en débat*, Paris, CNRS Éditions, p. 291-318.
- Marcel, J.-F. et P. Rayou (dir.) (2004). *Recherches contextualisées en éducation*, Paris, Institut national de recherche pédagogique.
- Marcel, J.-F., P. Olry, É. Rothier-Bautzer et M. Sonntag (2002). « Les pratiques comme objet d'analyse. Note de synthèse », *Revue française de pédagogie*, 138, p. 135-170.
- Martineau, S., C. Gauthier et J.-F. Desbiens (1999). « La gestion de classe au cœur de l'effet enseignant », *Revue des sciences de l'éducation*, xxv(3), p. 467-496.
- Mendro, R.L. (1998). « Student achievement and school and teacher accountability », *Journal of Personal Evaluation in Education*, 12(3), p. 257-267.
- Mercure, D. (dir.) (2001). *Une société-monde ? Les dynamiques sociales de la mondialisation*, Québec, Presses de l'Université Laval ; Bruxelles, De Boeck Université.
- Miles, M.B. et A.M. Huberman (1984). *Qualitative Data Analysis. A Sourcebook of New Methods*, Newbury Park, CA, Sage.
- Ministère de l'Éducation du Québec (1992a). *Chacun ses devoirs. Plan d'action sur la réussite scolaire*, Québec, Éditeur officiel du Québec.
- Ministère de l'Éducation du Québec (1992b). *La formation à l'enseignement. Des mécanismes de concertation*, Québec, Gouvernement du Québec, Direction générale de la formation et des qualifications, Direction de la formation du personnel scolaire.
- Ministère de l'Éducation du Québec (1992c). *La formation à l'enseignement secondaire général : orientations et compétences attendues*, Québec, Gouvernement du Québec, Direction générale de la formation et des qualifications, Direction de la formation du personnel scolaire.
- Ministère de l'Éducation du Québec (1993). *Faire avancer l'école. L'enseignement primaire et secondaire québécois : orientations, propositions, questions*, Québec, Gouvernement du Québec.
- Ministère de l'Éducation du Québec (1994a). *La formation à l'enseignement. Les stages*, Québec, Gouvernement du Québec, Direction générale de la formation et des qualifications, Direction de la formation du personnel scolaire.
- Ministère de l'Éducation du Québec (1994b). *Préparer les jeunes au 21^e siècle. Rapport du Groupe de travail sur les profils de formation au primaire et au secondaire*, Rapport Corbo, Québec, Gouvernement du Québec.
- Ministère de l'Éducation du Québec (1995). *Pour une gestion de classe plus dynamique au secondaire*, Québec, Gouvernement du Québec.
- Ministère de l'Éducation du Québec (1996a). *Les États généraux sur l'éducation. Exposé de la situation*, Québec, Gouvernement du Québec.

- Ministère de l'Éducation du Québec (1996b). *Rénover notre système d'éducation : dix chantiers prioritaires. Rapport final de la Commission des États généraux sur l'éducation*, Québec, Gouvernement du Québec.
- Ministère de l'Éducation du Québec (1997a). *Réaffirmer l'école. Rapport du Groupe de travail sur la réforme du curriculum*, Rapport Inchauspé, Québec, Gouvernement du Québec.
- Ministère de l'Éducation du Québec (1997b). *L'école, tout un programme. Énoncé de politique éducative*, Québec, Gouvernement du Québec.
- Ministère de l'Éducation du Québec (1997c). *Loi modifiant la Loi sur l'instruction publique et diverses dispositions législatives*, Loi n° 180, c. 96, Québec, Gouvernement du Québec. (Loi intégrée à la « Loi sur l'instruction publique, c. I-13.3 », disponible dans la *Gazette officielle*, 28 janvier 1998, n° 4).
- Ministère de l'Éducation du Québec (1997d). *Prendre le virage du succès. Plan d'action ministériel pour la réforme de l'éducation*, Québec, Gouvernement du Québec.
- Ministère de l'Éducation du Québec (1999). *Laïcité et religions. Perspective nouvelle pour l'école québécoise*, Rapport Proulx, Québec, Gouvernement du Québec, Groupe de travail sur la place de la religion à l'école.
- Ministère de l'Éducation du Québec (2001a). *Programme de formation de l'école québécoise. Version approuvée. Éducation préscolaire. Enseignement primaire*, Québec, Gouvernement du Québec.
- Ministère de l'Éducation du Québec (2001b). *La formation à l'enseignement. Les orientations. Les compétences professionnelles*, Québec, Gouvernement du Québec, Direction générale de la formation et des qualifications.
- Ministère de l'Éducation du Québec (2001c). *La formation à l'enseignement professionnel. Les orientations. Les compétences professionnelles*, Québec, Gouvernement du Québec.
- Ministère de l'Éducation du Québec (2004). *Programme de formation de l'école québécoise. Enseignement secondaire, premier cycle*, Québec, Gouvernement du Québec.
- Morin, E. (1990). *Science avec conscience*, 1^{re} édition en 1982, Paris, Seuil.
- Nault, T. et J. Fijalkow (1999). « Introduction : la gestion de la classe : d'hier à demain », *Revue des sciences de l'éducation*, xxv(3), p. 451-466.
- Organisation for Economic Cooperation and Development (1994). « Introduction: Themes and questions for an OECD study on educational research and development », dans T.M. Tomlinson et A.C. Tuijnman (dir.), *Educational Research and Reform. An International Perspective*, Washington, DC, Organisation for Economic Cooperation and Development, Centre for Educational Research and Innovation / Office of Educational Research and Improvement, US Department of Education, p. 3-14.

- Organisation for Economic Cooperation and Development/Organisation de coopération et de développement économiques (1997). *Prepared for Life? How To Measure Cross-Curricular Competencies. Prêts pour l'avenir? Comment mesurer les compétences transdisciplinaires*, Paris, OECD/OCDE.
- Pastré, P. (2004). « Introduction. Recherches en didactique professionnelle », dans R. Samurcay et P. Pastré (dir.), *Recherches en didactique professionnelle*, Toulouse, Éditions Octares, p. 1-13.
- Pastré, P. (sous presse). « Que devient la didactisation dans l'apprentissage des situations professionnelles ? », dans Y. Lenoir et M.-H. Bouillier-Oudot (dir.), *Savoirs professionnels et curriculum de formation de professionnels*, Québec, Presses de l'Université Laval.
- Perrenoud, Ph. (1994). *La formation des enseignants entre théorie et pratique*, Paris, L'Harmattan.
- Powell, J.C. et R.D. Anderson (2002). « Changing teacher's practice: Curriculum material and science education reform in the USA », *Studies in Science Education*, 37, p. 107-136.
- Raisky, C. (1993). « Problème du sens des savoirs professionnels, préalable à une didactique », dans Ph. Jonnaert et Y. Lenoir (dir.), *Sens des didactiques et didactique du sens*, Sherbrooke, Éditions du CRP, p. 101-121.
- Raymond, D. (1993). « Éclatement des savoirs et savoirs en rupture : une réplique à Van der Maren », *Revue des sciences de l'éducation*, XIX(1), p. 187-200.
- Raymond, D. et Y. Lenoir (1998). « Enseignants de métier et formation initiale : une problématique divergente et complexe », dans D. Raymond et Y. Lenoir (dir.), *Enseignants de métier et formation initiale. Des changements dans les rapports de formation à l'enseignement*, Bruxelles, De Boeck Université, p. 47-102.
- Ricci, F. et J. Bramant (dir.) (1975). *Gramsci dans le texte*, Paris, Éditions sociales.
- Richardson, V. (1994). « Conducting research on practice », *Educational Researcher*, 23(5), p. 5-10.
- Rothier-Bautzer, É. (2004). « “ Pureté ” » et “ impureté ” » des recherches contextualisées », dans J.-F. Marcel et P. Rayou (dir.), *Recherches contextualisées en éducation*, Paris, Institut national de recherche pédagogique, p. 50-62.
- Safty, A. (1993). *L'enseignement efficace. Théories et pratiques*, Québec, Presses de l'Université du Québec.
- Samurcay, R. (1998). « Formation, simulateur et simulation », *Travail humain*, 61(4), p. 1-97.
- Schurmans, M.-N. (2001). « La construction sociale de la connaissance comme action », dans J.-M. Baudouin et J. Friedrich (dir.), *Théories de l'action et éducation*, Bruxelles, De Boeck Université, p. 157-177.
- Schutz, A. (1987). *Le chercheur et le quotidien. Phénoménologie des sciences sociales*, Traduction par A. Noschis-Gilliéron, Paris, Méridiens Klincksieck.

- Sikula, J., T.J. Buttery et E. Guyton (dir.) (1996). *Handbook of Research on Teacher Education. A Project of the Association of Teacher Educators*, New York, NY, Macmillan.
- Spallanzani, C., D. Biron, F. Larose, J. Lebrun, Y. Lenoir, G. Masselter et G.-R. Roy (2001). *Le manuel scolaire au Québec. Ce qu'en disent des enseignantes du primaire*, Sherbrooke, Éditions du CRP.
- Stichweh, R. (1991). *Études sur la genèse du système scientifique moderne*, Traduction par F. Blaise, Lille, Presses universitaires de Lille.
- Strong, J.H. et P.D. Tucker (2000). *Teacher Evaluation and Student Achievement*, Washington, DC, National Education Association.
- Suchman, L.A. (1987). *Plans and Situated Actions*, Cambridge, MA, Cambridge University Press.
- Tardif, J. (1992). *Pour un enseignement stratégique. L'apport de la psychologie cognitive*, Montréal, Éditions Logiques.
- Tardif, M. et C. Lessard (1999). *Le travail enseignant au quotidien. Contribution à l'étude du travail dans les métiers et les professions d'interactions humaines*, Québec, Presses de l'Université Laval.
- Tardif, M., C. Lessard et C. Gauthier (1998). «Introduction générale», dans M. Tardif, C. Lessard et C. Gauthier (dir.), *Formation des maîtres et contextes sociaux*, Paris, Presses universitaires de France, p. 7-70.
- Tardif, M., C. Gauthier, D. Gérin-Lajoie, Y. Lenoir, C. Lessard, D. Martin, D. Mujawamariya et J. Mukamurera (2000). «Savoirs professionnels et formation à l'enseignement», dans Y. Lenoir, W. Hunter, D. Hodgkinson, P. de Broucker et A. Dolbec (dir.), *A Pan-Canadian Education Research Agenda / Un programme pancanadien de recherche en éducation*, Ottawa, Canadian Society for Studies in Education/Société canadienne pour l'étude de l'éducation, p. 91-119.
- Théberge, M., M. Bourassa, Y. Lauzon et G. Huard-Watt (1997). «Vers un modèle de cohérence entre formation pratique et formation théorique», *Revue des sciences de l'éducation*, xxiii(2), p. 245-370.
- Tochon, F.V. (1992). *Didactique du français. De la planification à ses organisateurs cognitifs*, Paris, ESF.
- Toh, K.-A., B.-T. Ho, C.M.K. Chew et J.P. Riley (2003). «Teaching, teacher knowledge and constructivism», *Educational Research for Policy and Practice*, 2, p. 195-204.
- Van den Akker, J., W. Kuiper et U. Hameyer (2003). *Curriculum Landscapes and Trends*, Dordrecht, Kluwer Academic.
- Vanhulle, S. (sous presse). «L'écriture réflexive, une inlassable transformation sociale de soi», *Repères*, 30.
- Vanhulle, S. et Y. Lenoir (2003). «La recherche sur la formation à l'enseignement au Québec de 1980 à 2000: une période de mise en place de balises pour des activités scientifiques prometteuses?», *Formation et profession*, 9(2), p. 17-24.

- Vanhulle, S. et Y. Lenoir (2005). *L'état de la recherche sur la formation à l'enseignement, 1980-2000. Vers de nouvelles perspectives en recherche*, Sherbrooke, Éditions du CRP.
- Varela, F.J. (1989). *Connaître les sciences cognitives. Tendances et perspectives*, Paris, Seuil.
- Vie pédagogique* (1998). « Dossier: L'effet-enseignant », 107, p. 21-48.
- Vygotski, L.S. (1929-1934/1997). *Pensée et langage*, Traduction française de F. Sève, 3^e édition revue, Paris, La Dispute.
- Weber, M. (1964a). *The Theory of Social and Economic Organization*, New York, NY, The Free Press.
- Weber, M. (1964b). *L'éthique protestante et l'esprit du capitalisme*, Paris, Plon.

CONCLUSION

De la nécessité de finalités explicites pour assurer des pratiques adéquates

Yves Lenoir

*Université de Sherbrooke
y.lenoir@videotron.ca*

Joël Lebeaume

*UMR STEF, École normale supérieure de Cachan, INRP
lebeaume@stef.ens-cachan.fr*

Abdelkrim Hasni

*Université de Sherbrooke
a.hasni@usherbrooke.ca*

La nécessité de disjoindre le monde réel de ses représentations scientifiques est l'élément qui émerge de cet ouvrage. La science ne dit pas le vrai, elle en présente des approximations – la réalité naturelle, humaine et sociale – qui cherchent à répondre, à partir de méthodes systématisées et explicites, à des questions qu'expriment les êtres humains. Et cette réalité produite relève toujours d'une lecture anthropomorphique, car elle est dépendante des êtres humains qui la font : « L'homme regarde le monde à travers les lunettes de son esprit et il ne peut le voir avec d'autres yeux que les siens » (Hamburger, 1986, p. 2). Le souci d'un appel constant aux théories et à des cadres conceptuels comme grilles d'analyse soutenant les pratiques d'enseignement des sciences et de la technologie et les activités d'apprentissage transparait fortement.

Seul un processus de formation qui offre la possibilité de se distancier du sens commun, des appréciations stéréotypées et des opinions peut assurer les mises à l'écart nécessaires à partir d'outils conceptuels fortement articulés et de dispositifs d'analyse structurés. L'école devient alors un acteur central dans le développement d'une culture scientifique et technique, rappelle avec raison Lise Santerre dans le deuxième chapitre. Depuis la publication du rapport Parent (MEQ, 1963-1965), cette affirmation a été incessamment évoquée. Les résultats de PISA (Programme international pour le suivi des acquis des élèves) pourraient laisser croire que cet objectif a été atteint, mais des analyses plus fines et, surtout, des travaux empiriques mettent en évidence combien l'enseignement des sciences est peu assuré au primaire (Lenoir et Hasni, 2005 ; Lenoir, Larose, Grenon et Hasni, 2000) et combien il demeure stéréotypé au secondaire (Conseil de la science et de la technologie, 2002).

On pourrait penser qu'une telle lecture relève de propos biaisés de chercheurs jamais satisfaits, ou de scientifiques obsédés par la place qu'occupent les activités scientifiques dans leur vie quotidienne. Or, il y a là un malaise profond dont témoigne le désintérêt des jeunes pour les sciences et la technologie, ainsi que pour la poursuite d'études universitaires dans ces domaines. Bref, les élèves réussiraient tests et examens (que cela signifie-t-il réellement ?), « mais ne voudraient plus rien savoir », par la suite, de ces champs disciplinaires.

Sylvie Barma et Louise Guilbert portent un regard critique sur la vision utilitariste qui animerait, en concordance avec l'idéologie néolibérale triomphante, économiciste et techno-instrumentale, la conception gouvernementale. À ce propos, nous venons d'avancer l'hypothèse que les réformes des curriculums de l'enseignement primaire et secondaire qui se sont succédées depuis les années 1960 visaient précisément l'insertion du système scolaire québécois dans la logique nord-américaine anglophone dominante (Lenoir, 2005).

Si les modèles d'enseignement ont varié dans le temps, c'est donc fondamentalement la question des finalités – ce qui rejoint les différentes visions exposées par Barma et Guilbert – qui est déterminante, ainsi que le met en exergue Lebeaume en montrant diverses tensions et confusions qui animent, de manière récurrente, l'enseignement de ces deux disciplines. Il y a une trentaine d'années, Astolfi, Giordan, Gohau, Host, Martinand, Rumelhard et Zadounaisky (1978) se demandaient déjà quelle éducation scientifique on devrait assurer dans une société en profonde mutation, afin de rompre avec des usages enseignants poussiéreux et dogmatiques et d'instaurer des pratiques dynamiques qui puissent « faire sens ».

Voilà deux variables, parmi bien d'autres, notamment les contenus, les finalités éducatives et les pratiques d'enseignement, qui paraissent solidement interreliées : les premières influant sur les secondes qui s'actualisent aussi, certes, en tenant compte d'un ensemble complexe de facteurs. La formation à l'enseignement y échappe encore moins, puisque la mission des institutions de formation à l'enseignement est placée sous la supervision du pouvoir de l'État québécois par l'entremise, en particulier, du Comité d'agrément des programmes de formation à l'enseignement (CAPFE), du Comité d'orientation de la formation du personnel enseignant (COPFE) et de la Direction générale de la formation et des qualifications du personnel enseignant – ces trois structures étant chapeautées par le ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport (MELS).

LA QUESTION DES FINALITÉS

Toute société est déterminée, consciemment ou non, par un ensemble de choix qui relèvent de pratiques, de croyances, de valeurs et de conceptions théoriques. Ces choix circonscrivent une vision de ce qu'est la société, l'institution scolaire, les visées éducationnelles (finalités, buts, objectifs) et leurs modalités d'opérationnalisation, l'être humain (enfant, adolescent, adulte), l'élève, l'enseignant, les programmes d'études, leurs contenus d'apprentissage et les instruments didactiques, etc., de même que les relations qui se tissent entre toutes ces composantes. Comme le remarquait Hubert (1946/1970), toute définition de l'éducation, quelle qu'elle soit, est toujours conçue comme une action finalisée.

Par « finalité » nous entendons, à la suite de Legendre (1993, p. 612), un « énoncé de principe indiquant l'orientation générale de la philosophie, des conceptions et des valeurs d'un ensemble de personnes, de ressources et d'activités ». Par rapport à un but, qui est un lieu, un état, un effet, etc., à atteindre au terme d'un processus intentionnel, les finalités apparaissent « plus abstraites et plus générales » et elles « indiquent une direction plus

qu'un aboutissement» (Bru et Not, 1987, p. 287). Les finalités sont donc des options qui explicitent les valeurs privilégiées et qui fondent l'organisation du système éducatif. Ailleurs, Not (1984, p. 189-190) précise que «alors que les buts marquent des points d'arrivée spécifiques et parfaitement définissables, les fins indiquent plutôt le sens dans lequel un processus s'accomplit, les aspects généraux que son accomplissement est appelé à prendre, plus que les réalisations précises auxquelles il aboutit».

Ces finalités s'actualisent selon diverses modalités, à travers un projet éducatif que nous définissons comme «l'ensemble des hypothèses, des finalités et des conceptions qui sous-tendent et inspirent une action éducative donnée. En ce sens, le projet est toujours idéologique et politique et non seulement stratégique. [...] Le projet se réfère toujours, implicitement ou explicitement, à une philosophie des valeurs exprimée par une vision du monde. [...] Projet de société et projet éducatif sont indissociables» (Ardoino, 1979, p. 365).

En effet, le projet éducatif national «s'inscrit dans un projet de société» (Conseil supérieur de l'éducation, 1981, p. 40), puisque le système scolaire «représente un instrument privilégié d'intégration au service du pouvoir social. Il est un produit de l'État. Les gouvernements en place s'en servent pour traduire certaines idéologies» (MEQ, 1979, p. 35). On ne pourrait guère être plus explicite. La mise en place d'un plan d'action qui découle d'un projet éducatif institutionnel est donc largement influencée par les options retenues sur tous les plans de la conception du système éducatif et, sur un plan plus général, par les finalités (exprimant les idéologies éducationnelles) qui se rattachent au projet de société, par là, aux idéologies sociopolitiques.

Comme le soulignaient, entre autres, les auteurs du programme d'études du primaire de 1959, «l'école s'inscrit dans une société et dans une période historique donnée; elle en subit l'influence» (MEQ, 1959, p. 3). Et Reboul (1971, p. 79) de remarquer que «l'éducation est inséparable de la politique, c'est-à-dire de la vie de la cité, des rapports économiques et sociaux qui la constituent, de la forme de son gouvernement [...] d'une part, toute éducation dépend d'une option politique, [...] d'autre part, l'éducation elle-même n'est pas "neutre"».

Elle est directement influencée par le contexte social et idéologique dans lequel elle s'inscrit et c'est d'abord sur l'ensemble du système scolaire conçu – sur les politiques, sur les attentes et les finalités, sur les attitudes et les valeurs, sur la structure et le contenu du curriculum – que l'influence de l'idéologie dominante se fait sentir (Gutek, 1988). Legendre (1993), reprenant Ryan, rappelle le caractère idéologico-politique du système éducatif scolaire: «toute organisation scolaire est finalisée et [...] elle

poursuit souvent, à travers des discours et des pratiques apparemment neutres, l'une des trois finalités suivantes: le maintien de l'ordre établi et la reproduction sociale; l'évolution et l'adaptation de la société; la transformation radicale de la société» (p. 612). C'est pourquoi traiter des finalités d'un système éducatif scolaire, c'est se situer sur le plan du discours idéologique.

Dans la mesure où l'analyse du système scolaire québécois actuel conduit au constat qu'il s'inscrit nettement dans une logique néolibérale (Lenoir, 2002, 2005a, 2005b), ainsi que bien d'autres systèmes scolaires occidentaux (Barrow, Didou-Aupetit et Mallea, 2003; Burbules et Torres, 2000; Carnoy, 1999), il est logique que les finalités privilégiées visent des perspectives individuelles, par le biais du recours aux compétences (Crahay, 2006), et instrumentales. Bourdieu (1967) distingue, à cet égard, entre des fonctions internes qui visent la conservation culturelle, et des fonctions externes de type adaptatif, d'un système d'enseignement.

Bourdieu (1967) reconnaît trois fonctions internes visant la conservation culturelle:

1. Une fonction de légitimation culturelle: un système d'enseignement a pour fonction de consacrer la culture passée. L'école joue un rôle de conservation de l'orthodoxie culturelle. En ce sens, les enseignants sont des « conservateurs » (comme un conservateur de musée).
2. Une fonction de transmission de la culture du passé: le système scolaire a pour fonction d'endoctriner, d'inculquer une doctrine ou une culture, de transmettre, de fabriquer, de développer des *habitus*. L'école, dans ce sens, vise à produire le type idéal d'être humain que la société attend, de conduire à l'incarnation de ce qu'une société reconnaît comme le modèle d'être humain qu'elle privilégie. L'école conserve l'idéal culturel emprunté au passé.
3. Une fonction de se perpétuer elle-même.

D'autres définitions renvoient aux fonctions externes, d'adaptation:

1. Une fonction d'intégration du corps social: l'école est investie d'une fonction intégrative, en contrepoids aux tendances d'autonomisation des groupes sociaux, d'anomie sociale. Cette fonction poursuit les deux finalités suivantes:
 - inculquer un système commun et homogène de valeurs; développer le sentiment d'appartenance à l'État-nation; transmettre les valeurs dominantes de la société globale;

- assurer l'intégration intellectuelle, c'est-à-dire doter les êtres humains d'un système de pensée aussi homogène que possible, leur fournir des lunettes à travers lesquelles ils vont percevoir le monde, le lire, l'interpréter et orienter leurs actions.
2. Une fonction de préparation à un métier, à une profession et une fonction d'adaptation aux besoins de l'économie. L'école doit alors assurer une formation professionnelle en tenant compte de la division sociale et technique en vigueur dans la société et des visées économiques que celle-ci privilégie.

À la lumière des travaux de Bourdieu (1967), il ressort clairement que ce sont aujourd'hui les fonctions externes qui se retrouvent dans la définition de la mission du système scolaire québécois : socialiser et qualifier (MEQ, 1997) à côté de l'instruction qui renvoie aux apprentissages essentiels, non définis et caractérisés, mais à associer aux apprentissages utiles pour poursuivre le développement des deux premières finalités. Les dimensions adaptatives et d'insertion sociale prédominent. La mise en œuvre d'un agir opératoire (perspective fonctionnelle), l'appel au pragmatisme, la primauté donnée au savoir-faire, la formation « professionnalisante », l'intégration sociale dans la communauté, la centration sur le sujet apprenant et non sur le savoir, la psychopédagogie en tant que premier rapport aux élèves avec leurs apprentissages, la valorisation de l'expérience en tant que faire sont tous des indices de cette tendance forte. Sans nier ces fonctions externes attribuées à l'école, il convient de se rappeler que la finalité première de tout système d'éducation, conçu dans le contexte de l'émergence des États-nations, a été de former des êtres humains libres, émancipés et égaux. Éduquer (terme qui est exclu de l'énoncé de politique gouvernementale) implique cette finalité. Il ne suffit donc pas de penser le développement d'une culture scientifique et technologique du point de vue de l'insertion intégrative à la société, ainsi que l'avancent les nouveaux curriculums de l'enseignement primaire et secondaire ; il importe que cette culture ouvre à l'autonomie, à la responsabilité et aux capacités de réfléchir et d'agir de façon critique.

LA QUESTION DES PRATIQUES

Une telle perspective pose alors le dilemme de la formation à l'enseignement et celle des pratiques d'enseignement. Si l'on convient avec Bateson (1984, p. 35) que « la science est une façon de percevoir et de donner ce qu'on peut appeler "un sens" aux choses perçues », cette définition soulève

la nécessité de se pencher sur ce qu'il faut comprendre par l'attribution de sens et sur le processus de perception qui le permet, c'est-à-dire sur les démarches requises de production du savoir.

Hodson met en évidence, dans ce livre, l'existence nécessaire d'une phase préalable à l'expérimentation : faire de la science est une activité réflexive qui requiert une compréhension sur le plan conceptuel et qui doit précéder le travail pratique en laboratoire. Pour le dire autrement, la démarche expérimentale n'a de sens que dans la mesure où elle succède à une démarche de conceptualisation qui permettra l'élaboration d'un protocole expérimental. La pratique scientifique, si elle n'exclut nullement le tâtonnement empirique dans des phases préalables, ne peut être assimilée, par exemple, ni à l'apprentissage de vocabulaire, ni à l'exercitation, ni à l'exposé de vérités reposant sur des expériences préarrangées, et encore moins à l'expression d'opinions, souvent confondues dans le milieu scolaire avec la formulation d'hypothèses. Pour sa part, Roth, toujours dans cet ouvrage, souligne que les apprentissages en sciences se réalisent dans et par une pratique interactive.

Ainsi, plusieurs auteurs insistent sur le fait que la formation à l'enseignement scientifique requiert qu'elle conçoive la science en action (Latour, 1989) et que l'enseignement-apprentissage s'ouvre à la vie (Astolfi, Giordan, Gohau, Host, Martinand, Rumelhard et Zadounaïsky, 1978). Hubert (1946/1970, p. 350) relevait déjà cet impératif : « Autant dire qu'en aucune science il n'est utile de faire le tour complet des connaissances acquises, mais qu'en chacune il est nécessaire de s'initier, par la pratique directe, au processus de son élaboration. » La quête de sens, si souvent revendiquée, est à ce prix. Dès lors, une interaction forte et étroite entre démarche de conceptualisation et démarche expérimentale s'impose. Les finalités des sciences et de la technologie sont conséquemment mises en exergue : si la technologie, dont Lebeaume clarifie le concept, a pour fondement « des réalisations sur projet », les sciences ont pour première raison d'être, la construction de la réalité naturelle. Il en est d'ailleurs de même pour les sciences humaines et sociales, qui ont pour première raison d'être, la production de la réalité humaine et sociale. Ces différentes disciplines constituent des disciplines fondamentales avec lesquelles les disciplines de base (les langues et les mathématiques) devraient établir des liens indispensables : comment, en effet, exprimer la réalité naturelle, humaine et sociale si celle-ci n'a pas été construite au préalable ?

Une telle conception de la structure curriculaire, maintes fois exposée (Gosselin, Lenoir et Hassani, 2005 ; Lenoir, 1990, 1991), est essentielle à une conceptualisation de situation d'enseignement-apprentissage à caractère interdisciplinaire. Penser la formation en se fondant sur les situations est

essentiel, car comme l'affirme Andler (1986, p. 155), «le sens n'apparaît qu'au niveau du processus global; il n'est pas constitué d'atomes de sens attachés à chaque composant et entrant en composition définie au terme d'une suite de transformations».

D'une part, Mayen (2001, p. 32) définit une situation comme «une unité complexe constituée par la dynamique des relations qui s'établissent entre ses constituants au cœur desquels se trouve le sujet avec les mobiles et les buts qui finalisent son activité, les éléments matériels et les instruments qui la conditionnent, enfin les règles et normes qui la régulent». Pastré (1999a, p. 409) précise ces constituants en notant qu'une situation «n'est pas réductible au problème qu'elle porte en elle. Une situation, ce n'est pas seulement des objets et des relations entre objets, à partir desquels on pourra poser le problème à résoudre. Une situation, c'est aussi des acteurs, des enjeux entre ces acteurs, une inscription dans un lieu, qui en fait quelque chose d'absolument singulier et concret, appartenant au réel et non pas à un monde idéal. C'est une temporalité, faite d'événements qui s'enchaînent».

Ce qui appuie la nécessité de recourir au concept de situation, c'est qu'elle est essentielle pour assurer le développement des compétences et qu'elle s'accorde avec la dimension pragmatique et opératoire de la connaissance: «[...] une situation, c'est d'abord ce qui fait sens pour un sujet. C'est un ensemble d'enjeux, d'opportunités ou de menaces, et l'intelligence de la situation, c'est en premier lieu la capacité d'en tirer son épingle du jeu. C'est pourquoi il n'est pas très étonnant que les concepts n'acquièrent un sens qu'en référence aux situations qui permettent de les mobiliser» (Pastré, 1999b, p. 47).

Astolfi, Darot, Ginsburger-Vogel et Toussaint (1997) retiennent trois principes à mettre en œuvre pour assurer des dispositifs de formation qui puissent donner sens à une situation d'enseignement-apprentissage: une «mise en forme» appropriée de la situation; un certain homomorphisme entre la situation élaborée et la situation vécue; une clarification par le formateur de ses conceptions épistémologiques et de ses cadres conceptuels. Nous en ajouterons un quatrième: celui de concevoir la situation pour assurer le croisement de différentes démarches à caractère scientifique (de conceptualisation, expérimentale, de résolution de problèmes, communicationnelle, de réalisation, de recherche documentaire) au sein des processus d'apprentissage.

D'autre part, ce qui précède conduit à devoir considérer les situations d'enseignement-apprentissage, ainsi que le propose Hasni dans ce livre, d'un point de vue interdisciplinaire. Favoriser chez les élèves le développement des processus cognitifs intégrateurs et l'intégration

des savoirs qui en résultent constitue la première visée du recours à l'interdisciplinarité scolaire. Plusieurs dangers guettent, toutefois, la pratique interdisciplinaire. Chalmers (1987) a montré les dérives auxquelles les conceptions instrumentalistes et réalistes ont conduit. À ce propos, Lebeaume met en garde, dans ce livre, contre le danger du modèle « applicationniste » qui tend à subordonner la technique à la science, lorsque les interrelations entre les disciplines ne sont pas claires sur le plan des visées, des fonctions, des systèmes conceptuels et épistémologiques de référence, etc. Pour lui, c'est donc le couple intégration-différenciation qui permet de contrôler les relations entre les disciplines. Quant à la tendance réaliste, elle se traduit fréquemment par une conception informative de savoirs sur un mode communicationnel, mais sans de réels enjeux cognitifs.

Une dernière remarque concerne la notion de pratique qui impose la prudence de la part du lecteur à son égard. Les auteurs qui y recourent l'emploient dans des sens fort différents, souvent distincts chez le même auteur. Le terme est utilisé à la fois comme adjectif et comme substantif. Comme substantif, il est toujours qualifié (rarement implicitement) et les significations paraissent généralement plus stables. Il renvoie aux pratiques enseignantes ou d'enseignement (Hasni; Hodson; Lebeaume; Lenoir et Vanhulle; Roth; Santerre), aux pratiques scientifiques (Hodson; Lenoir et Vanhulle; Roth) ou industrielles et tertiaires (Lebeaume), aux pratiques sociales (Barma et Guilbert; Lebeaume; Lenoir et Vanhulle; Roth), à la pratique dans le sens générique du faire, de l'agir, en opposition à la théorie (Lebeaume; Lenoir et Vanhulle; Roth) d'où l'apprentissage par la pratique (Roth). Comme adjectif, il vient essentiellement qualifier une action. Hodson utilise le concept de travail pratique pour caractériser toute activité d'enseignement-apprentissage « qui implique l'utilisation d'appareils scientifiques, de produits chimiques, de spécimens biologiques ou de modèles scientifiques, que ce soit par les étudiants ou les enseignants ». Il utilise aussi les expressions « savoir pratique » pour désigner les applications des sciences et « exercices pratiques » pour parler des activités d'exercisation ou des travaux dirigés. Ce dernier sens se retrouve dans les « activités pratiques » chez Roth et dans les « travaux pratiques » chez Lebeaume. Pour leur part, Lenoir et Vanhulle traitent de « savoirs pratiques » dans un autre sens, soit celui des savoirs issus de la pratique et composantes intrinsèques des savoirs professionnels. Roth recourt, quant à lui, au « savoir de la pratique » pour qualifier les savoirs issus de la recherche. Lebeaume utilise aussi les expressions « enseignements scientifiques et pratiques » pour rappeler une distinction passée entre les approches scientifique et pratique, laquelle est liée aux tâches du quotidien. Il fait également référence aux « écoles pratiques » du commerce et

de l'industrie qui renvoient à la formation technique ou professionnelle, à la « pédagogie pratique » en se référant à Buisson, et aux « réalisations pratiques » qui sont associées « aux savoirs scientifiques ou aux pratiques domestiques, artisanales ou industrielles ». Lenoir et Vanhulle, tout comme Santerre, soulèvent la question de la « formation pratique », c'est-à-dire de la formation en milieux de pratique dans le cadre des stages de formation. Enfin, Roth insiste sur la dimension pratique (une « activité pratique », la « vie pratique »), c'est-à-dire fonctionnelle, que doit avoir le développement conceptuel (la « compréhension pratique ») qu'il lie dialectiquement au savoir théorique, de manière à pouvoir saisir la relation au monde « que nous connaissons déjà de manière directe et pratique ».

En somme, si la notion de pratique, comme beaucoup de construits sociaux d'ailleurs, est une notion polysémique utilisée dans des sens différents et à de multiples fins, cela témoigne de sa richesse et de son importance, mais aussi de la nécessité de la définir clairement lors de son utilisation. Dans cet ouvrage collectif sur la formation à l'enseignement des sciences et de la technologie, la pratique occupe une place centrale, mais comme nous venons de le signaler, son actualisation dans la formation à l'enseignement et dans l'enseignement requiert l'éclairage incontournable de finalités explicitées quant à l'enseignement de ces deux disciplines.

L'appel, dans cette conclusion, aux références fondatrices de la constitution des systèmes éducatifs modernes (Bourdieu, Not, Hubert, Reboul, d'Hainaut...) ainsi qu'aux distinctions entre finalités, buts et objectifs ne constitue pas un repli frileux sur une époque qui paraîtrait aujourd'hui un âge d'or. C'est un effort de mémoire et un rappel des fondements de toute institution éducative pour discuter les aménagements curriculaires en cours, voire leurs continuités ou leurs ruptures.

BIBLIOGRAPHIE

- Andler, D. (1986). « Les sciences de la cognition », dans J. Hamburger (dir.), *La philosophie des sciences aujourd'hui*, Paris, Gauthier-Villars, p. 131-167.
- Ardoino, J. (1979). « Projet pédagogique », dans G. Mialaret (dir.), *Vocabulaire de l'éducation*, Paris, Presses universitaires de France, p. 365.
- Astolfi, J.-P., É. Darot, Y. Ginsburger-Vogel et J. Toussaint (1997). *Pratiques de formation en didactique des sciences*, Bruxelles, De Boeck Université.
- Astolfi, J.-P., A. Giordan, G. Gohau, V. Host, J.-L. Martinand, G. Rumelhard et G. Zadounaisky (1978). *Quelle éducation scientifique pour quelle société?* Paris, Presses universitaires de France.

- Bateson, G. (1984). *La nature et la pensée*, Traduction de A. Cardoën, M.-C. Chiarieri et J.-L. Giribone, Paris, Seuil.
- Barrow, C.W., S. Didou-Aupetit et J. Mallea (2003). *Globalization, Trade Liberalization, and Higher Education in North America. The Emergence of a New Market under NAFTA?*, Dordrecht, Kluwer Academic Publishers.
- Bourdieu, P. (1967). «Fins et fonctions du système d'enseignement», *Les Cahiers de l'INAS*, 1, p. 25-31.
- Bourdieu, P. (1980). *Le sens pratique*, Paris, Éditions de Minuit.
- Bourdieu, P. (1987). *Choses dites*, Paris, Éditions de Minuit.
- Bru, M. et L. Not (1987). *Où va la pédagogie du projet?* Toulouse, Éditions universitaires du Sud.
- Burbules, N.C. et C.A. Torres (dir.) (2000). *Globalization and Education. Critical Perspectives*, New York, NY, Routledge.
- Carnoy, M. (1999). *Mondialisation et réforme de l'éducation: ce que les planificateurs doivent savoir*, Paris, Unesco, Institut international de planification de l'éducation (IIPE).
- Chalmers, A.F. (1987). *Qu'est-ce que la science? Récents développements en philosophie des sciences: Popper, Kuhn, Lakatos, Feyerabend*, Paris, La Découverte.
- Conseil de la science et de la technologie (2002). *Enquête sur la culture scientifique et technique des Québécoises et des Québécois*, Québec, Gouvernement du Québec.
- Conseil supérieur de l'éducation (1981). *La fonction sociale de l'institution scolaire, Rapport 1980-1981*, Tome II, Québec, Éditeur officiel du Québec.
- Crahay, M. (2006). *Changements curriculaires: quelle est l'influence de l'économique et du politique?*, Genève, Université de Genève, Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation.
- Gosselin, M., Y. Lenoir et N. Hassani (2005). «La structuration par domaines du nouveau curriculum de l'enseignement primaire: une analyse critique du modèle retenu», dans Y. Lenoir, F. Larose et C. Lessard (dir.), *Le curriculum de l'enseignement primaire: regards critiques sur ses fondements et ses lignes directrices*, Sherbrooke, Éditions du CRP, p. 169-200.
- Gouvernement du Québec (1959). *Programme d'études des écoles élémentaires, 1959*, Québec, Département de l'instruction publique.
- Gouvernement du Québec (1963-1965). *Rapport de la Commission royale d'enquête sur l'enseignement dans la province de Québec*, Rapport Parent, 5 volumes, Québec, Gouvernement du Québec.
- Guttek G.L. (1988). *Philosophical and Ideological Perspectives on Education*, Englewood Cliffs, NJ, Prentice Hall.
- Hamburger, J. (1986). «Préface», dans J. Hamburger (dir.), *La philosophie des sciences aujourd'hui*, Paris, Gauthier-Villars, p. 1-6.

- Hubert, R. (1946/1970). *Traité de pédagogie générale*, 7^e édition, Paris, Presses universitaires de France.
- Latour, B. (1989). *La science en action*, Traduction par M. Biezunski, Paris, Seuil.
- Latour, B. (1996). «Sur la pratique des théoriciens», dans J.-M. Barbier (dir.), *Savoirs théoriques et savoirs d'action*, Paris, Presses universitaires de France, p. 131-146.
- Legendre, R. (1993). *Dictionnaire actuel de l'éducation*, 2^e édition, Montréal, Guérin.
- Lenoir, Y. (1990). «Apport spécifique des sciences humaines dans la formation générale au primaire», dans G.-R. Roy (dir.), *Contenus et impacts de la recherche universitaire actuelle en sciences de l'éducation*, Tome 2 – Didactique, Sherbrooke, Éditions du CRP, p. 681-695.
- Lenoir, Y. (1991). *Relations entre interdisciplinarité et intégration des apprentissages dans l'enseignement des programmes d'études du primaire au Québec*, Thèse de doctorat (nouveau régime) en sociologie inédite, Paris, Université de Paris VII.
- Lenoir, Y. (2002). «Les réformes actuelles de la formation à l'enseignement en France et aux États-Unis : éléments de mise en perspective sociohistorique à partir du concept d'éducation», *Revue suisse des sciences de l'éducation*, 24(1), p. 91-128.
- Lenoir, Y. (2005a). «Le "Rapport Parent" ou le début de l'ancrage de l'école québécoise dans la logique anglophone nord-américaine», *Canadian Journal of Education / Revue canadienne de l'éducation*, 28(4), p. 638-668.
- Lenoir, Y. (2005b). «L'éducation à la citoyenneté : un processus sociohistorique de mutation de l'université à l'école primaire», dans B. Mabilon-Bonfils (dir.), *Violences scolaires et culture(s)*, Paris, L'Harmattan, p. 145-187.
- Lenoir, Y. et A. Hasni (2005). *De l'ignorance des sciences dans l'enseignement primaire au Québec aux déficiences de la formation des enseignants : une structure curriculaire à questionner*, Sherbrooke, Université de Sherbrooke, Centre de recherche sur l'intervention éducative (CRIE).
- Lenoir, Y., F. Larose, V. Grenon et A. Hasni (2000). «La stratification des matières scolaires chez les enseignants du primaire au Québec : évolution ou stabilité des représentations depuis 1981 ? *Revue des sciences de l'éducation*, XXVI(3), p. 483-514.
- Malglaive, G. (1990). *Enseigner à des adultes : travail et pédagogie*, Paris, Presses universitaires de France.
- Mayen, P. (2001). «Dynamique de la pensée et processus d'élaboration pragmatique», dans G. Vergnaud (dir.), *Qu'est-ce que la pensée ? Les compétences complexes dans l'éducation et le travail*, Paris, Hachette, p. 30-41.
- Ministère de l'Éducation du Québec (1979). *L'école québécoise. Énoncé de politique et plan d'action*, Québec, Ministère de l'Éducation.
- Ministère de l'Éducation du Québec (1980). *Le projet éducatif de l'école*, Québec, Ministère de l'Éducation.

- Ministère de l'Éducation du Québec (1997). *L'école, tout un programme. Énoncé de politique éducative*, Québec, Gouvernement du Québec .
- Not, L. (1984). *Une science spécifique pour l'éducation ?* Toulouse, Université de Toulouse-Le Mirail, Service des publications.
- Pastré, P. (1999a). « L'ingénierie didactique professionnelle », dans P. Carré et P. Caspar (dir.), *Traité des sciences et des techniques de la formation*, Paris, Dunod, p. 403-418.
- Pastré, P. (1999b). « Conceptualisation et herméneutique: à propos d'une sémantique de l'action », dans J.-M. Barbier et O. Galatanu (dir.), *Signification, sens, formation*, Paris, Presses universitaires de France, p. 45-60.
- Pastré, P. (1999c). « La conceptualisation dans l'action: bilan et nouvelles perspectives », *Éducation permanente*, 139, p. 13-35.
- Pastré, P. (2002). « L'analyse du travail en didactique professionnelle », *Revue française de pédagogie*, 138, p. 9-17.
- Reboul, O. (1971). *La philosophie de l'éducation*, Paris, Presses universitaires de France.
- Vergnaud, G. (1992). « Qu'est-ce que la didactique? En quoi peut-elle intéresser la formation des adultes peu qualifiés? », *Éducation permanente*, 111, p. 19-31.
- Vergnaud, G. (1995). « Quelle théorie pour comprendre les relations entre savoir-faire et savoir? », dans A. Bentolila (dir.), *Savoirs et savoir-faire. Les entretiens Nathan*, Maxéville, Nathan, p. 5-20.
- Vergnaud, G. (1996). « Au fond de l'action, la conceptualisation », dans J.-M. Barbier (dir.), *Savoirs théoriques et savoirs d'action*, Paris, Presses universitaires de France, p. 275-292.



Notices biographiques

Sylvie BARMA est biologiste de formation. Elle a été enseignante de sciences au secondaire pendant plus de vingt ans. Ayant œuvré dans une école d'éducation internationale, elle s'est particulièrement intéressée à l'intégration des TIC et à l'interdisciplinarité dans son enseignement. En 2000, elle a été lauréate du prix Pétrumont (maintenant le prix de la Gestion responsable) pour une réalisation pédagogique innovatrice reliée à l'éducation relative à l'environnement. Depuis septembre 2002, elle participe en tant que rédactrice à l'élaboration du Programme de formation de l'école québécoise en science et technologie. Elle termine actuellement une maîtrise en didactique des sciences à la Faculté des sciences de l'éducation à l'Université Laval.

sbarma@sympatico.ca

Louise GUILBERT est biochimiste de formation et s'est consacrée à l'enseignement collégial auprès d'étudiants en sciences de la santé et en sciences naturelles. Depuis 1984, elle est professeure titulaire en didactique des sciences au secondaire et au collégial à la Faculté des sciences de l'éducation de l'Université Laval. Elle se consacre principalement à la formation initiale et continue des enseignants de sciences par la mise en œuvre de formules pédagogiques s'inspirant du socioconstructivisme : apprentissage par problèmes, études de cas, controverses structurées, îlots de rationalité, pédagogie du projet. Elle est responsable du projet PISTES (Projets d'intégration des sciences et des technologies en enseignement au secondaire, <www.PISTES.org>) qui offre des activités d'apprentissage, un « Chantier pédagogique » virtuel et des formations en milieu scolaire, en lien avec l'approche par compétences. Elle est chercheure associée au Centre de

recherche interuniversitaire sur la formation et la profession enseignante (CRIFPE). Son champ de recherche concerne principalement le développement de compétences de pensée critique par le biais des technosciences, de l'approche par problèmes et de l'éducation environnementale.

louise.guilbert@fse.ulaval.ca

Abdelkrim HASNI est professeur à la Faculté d'éducation à l'Université de Sherbrooke. Il est directeur du Centre de recherche sur l'enseignement et l'apprentissage des sciences (CREAS-Sherbrooke), un des cinq centres financés par le Conseil de recherche en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG). <<http://creas.educ.usherbrooke.ca/>>. Les recherches de A. Hasni portent sur l'enseignement des sciences, l'intervention éducative, l'interdisciplinarité et la formation à l'enseignement. Antérieurement enseignant des sciences au secondaire, il est impliqué dans la formation à l'enseignement des sciences au primaire et au secondaire depuis plus de dix ans.

a.hasni@usherbrooke.ca

Derek HODSON, à l'origine un chimiste, détenteur d'un doctorat en chimie organique synthétique, a accumulé plus de trente-cinq ans d'expérience en enseignement des sciences: dix ans comme enseignant des sciences au secondaire au Royaume-Uni, huit ans à l'Université de Manchester (R.-U.) en formation des enseignants, cinq ans à l'Université de Auckland en Australie en formation des enseignants et études des curriculums et quatorze ans à l'Institut d'études pédagogiques de l'Ontario comme professeur en sciences de l'éducation. Ses principaux intérêts de recherche incluent l'histoire, la philosophie et la sociologie des sciences et leur implication pour l'enseignement des sciences, l'enseignement des sciences-technologies-société-environnement et la politisation de l'enseignement des sciences, l'histoire des sciences du curriculum, l'éducation multiculturelle et antiraciste et la formation à l'enseignement des sciences.

dhodson@oise.utoronto.ca

Joël LEBEAUME, professeur des universités à l'École normale supérieure de Cachan, dirige le laboratoire de recherche en éducation scientifique et technologique STEF (sciences techniques éducation formation) associé à l'Institut national de recherche pédagogique. Spécialiste de la didactique de la technologie, ses recherches sont consacrées au fondement, à la structure et au développement de curriculums de sciences et techniques.

lebeaume@stef.ens-cachan.fr

Yves LENOIR, détenteur d'un doctorat en sociologie de l'Université Paris VII, est professeur titulaire à la Faculté d'éducation de l'Université de Sherbrooke et titulaire de la Chaire de recherche du Canada sur l'intervention éducative. Il préside depuis 2000 l'Association mondiale des sciences de l'éducation (AMSE). Il dirige le CRIE et il est également membre des bureaux de direction du Centre de recherche interuniversitaire sur la formation et la profession enseignante (CRIFPE) et du Centre de recherche sur l'enseignement et l'apprentissage des sciences (CREAS). Ses travaux de recherche portent sur l'intervention éducative et les processus médiateurs dans l'enseignement et dans la formation à l'enseignement.

y.lenoir@videotron.ca)

Wolff-Michael ROTH est professeur au Lansdowne de Science cognitive appliquée à l'Université de Victoria. Après avoir enseigné les sciences pendant douze ans, il s'est consacré à la recherche sur la cognition dans les mathématiques et les sciences, et ce, de l'école primaire à la pratique professionnelle, autant à l'intérieur qu'à l'extérieur des écoles et des universités. Ses publications, qui reflètent ses intérêts interdisciplinaires, concernent non seulement l'éducation, mais également l'étude sociale des sciences, de la linguistique, de l'épistémologie et de la psychologie éducationnelle et des sciences de l'apprentissage. Il compte parmi ses ouvrages récents *Toward an Anthropology of Graphing* (Kluwer, 2003), *Talking Science* (Rowman & Littlefield, 2005), et, avec A.C. Barton, *Rethinking Scientific Literacy* (Routledge, 2004).

mroth@uvic.ca

Lise SANTERRE détient un doctorat en sociologie (1993) de l'Université du Québec à Montréal et elle a poursuivi des études postdoctorales en sciences de la communication à l'Université Stendhal, Grenoble III. Depuis janvier 2002, elle est coordonnatrice du Comité-conseil de la science et de la technologie du Conseil de la science et de la technologie.

lise.santerre@mdeie.gouv.qc.ca

Sabine VANHULLE possède un doctorat en sciences de l'éducation et elle est professeure à l'Université de Genève dans le domaine de l'alternance théorie-pratique en formation des enseignants. Ses travaux de didactique professionnelle portent notamment sur les médiations formatives, l'écriture réflexive et le portfolio comme outils de développement de l'identité et de la culture enseignante.

sabine.vanhulle@pse.unige.ch

PARTICULARITÉS DES OUVRAGES DE LA COLLECTION ÉDUCATION-RECHERCHE

La collection Éducation-Recherche présente les nouvelles orientations en éducation par le biais de résultats de recherche, et de réflexions théoriques et pratiques. Des outils de formation et d'intervention ainsi que des stratégies d'enseignement et d'apprentissage sont également présentés lorsqu'ils ont été validés, implantés et évalués dans le cadre de recherches. Les ouvrages à caractère scientifique doivent décrire une démarche rigoureuse de recherche et d'analyse ainsi que les résultats obtenus.

Afin d'assurer la rigueur scientifique des textes publiés, chacun d'eux est soumis à un processus d'arbitrage avec comité de lecture et évaluations externes. De plus, les délais de publication sont réduits au minimum afin de conserver l'actualité et l'à-propos des articles, recherches et études réalisés par les chercheurs et chercheuses. Chaque texte est évalué par deux arbitres : un membre du comité de lecture de la collection et un spécialiste du domaine. Ces évaluations portent sur la pertinence du document et sur sa qualité scientifique (cohérence entre la problématique, les objectifs et la démarche méthodologique ; profondeur des analyses ; pertinence des conclusions...).

Membres du comité de lecture et personnes qui ont arbitré des chapitres de cet ouvrage

Jean Archambault (Université de Montréal), Nancy Bouchard (UQAM), Paul Boudreault (UQO), Jean-François Boutin (UQAR-Antenne de Lévis), Jacques Chevrier (UQO), Christine Couture (UQAC), Colette Deaudelin (Université de Sherbrooke), Godeliève Debeurme (Université de Sherbrooke), Serge Desgagné (Université Laval), Louise Dupuy-Walker (UQAM), Moussadak Ettayebi (UQAM), Diane Gauthier (UQAC), Claude Genest (UQTR), Jacinthe Giroux (UQAM), Charlotte Guérette (Université Laval), Abdelkrim Hasni (Université de Sherbrooke), France Henri (Téluq-UQAM), Gaby Hsab (UQAM), Philippe Jonnaert (UQAM), Jean-Claude Kalubi (Université de Sherbrooke), Carol Landry (Université Laval), François Larose (Université de Sherbrooke), Joël Lebeaume (ENS de Cachan, France), Frédéric Legault (UQAM), Marie-Françoise Legendre (Université de Montréal), Yves Lenoir (Université de Sherbrooke), Daniel Martin (UQAT), Pierre Mongeau (UQAM), Denise Normand-Guérette (UQAM), Richard Pallascio (UQAM), Florian Péloquin (Cégep de Lanaudière), Diane Pruneau (Université de Moncton), Denis Rhéaume (INRS), Jeanne Richer (Cégep de Trois-Rivières), Carmen Rico de Sotelo (UQAM), Magali Robitaille (UQAM), Anne Roy (UQTR), Ghislain Samson (Université de Sherbrooke), Lorraine Savoie-Zajc (UQO), Noëlle Sorin (UQTR), Hassane Squalli (Université de Sherbrooke), Carole St-Jarre (chercheuse en éducation), Lise St-Pierre (Université de Sherbrooke), Marjolaine St-Pierre (UQAM), Gilles Thibert (UQAM), Michèle Venet (Université de Sherbrooke), Suzanne Vincent (Université Laval).

Dans la collection **ÉDUCATION-RECHERCHE**

Imaginaires métissés en littérature pour la jeunesse

Sous la direction de Noëlle Sorin
2006, ISBN 2-7605-1419-6, 174 pages

Le manuel scolaire

Un outil à multiples facettes
Sous la direction de Monique Lebrun
2006, ISBN 2-7605-1406-4, 356 pages

La violence au préscolaire et au primaire

Les défis et les enjeux de la collaboration entre l'école et les parents
Sous la direction de Maryse Paquin et Marie Drolet
2006, ISBN 2-7605-1383-1, 360 pages

Pédagogie et psychologie des émotions

Vers la compétence émotionnelle
Sous la direction de Louise Lafortune, Marie-France Daniel, Pierre-André Doudin et al.
2005, ISBN 2-7605-1360-2, 266 pages

Récits exemplaires de pratique enseignante

Analyse typologique
Serge Desgagné
2005, ISBN 2-7605-1358-0, 248 pages

Formation des adultes aux cycles supérieurs

Quête de savoirs, de compétence ou de sens ?
Sous la direction de Carol Landry et Jean-Marc Pilon
2005, ISBN 2-7605-1352-1, 236 pages

Les réformes curriculaires – Regards croisés

Sous la direction de Philippe Jonnaert et Armand M'Batika
2004, ISBN 2-7605-1277-0, 318 pages

Pensée et réflexivité

Théories et pratiques
Sous la direction de Richard Pallascio, Marie-France Daniel et Louise Lafortune
2004, ISBN 2-7605-1284-3, 240 pages

La recherche-intervention éducative

Transition entre famille et CPE
Sous la direction de François Tochon et Jean-Marie Miron
2004, ISBN 2-7605-1279-7, 264 pages

De la décentralisation au partenariat

Administration en milieu scolaire
Sous la direction de Marjolaine Saint-Pierre et Luc Brunet
2004, ISBN 2-7605-1283-5, 296 pages

Conceptions, croyances et représentations en maths, sciences et technos

Sous la direction de Louise Lafortune, Colette Deaudelin, Pierre-André Doudin et Daniel Martin
2003, ISBN 2-7605-1250-9, 314 pages

Vaincre l'exclusion scolaire et sociale des jeunes – Vers des modalités

d'intervention actuelles et novatrices
Sous la direction de Nadia Rousseau et Lyse Langlois
2003, ISBN 2-7605-1226-6, 218 pages

Pédagogies.net – L'essor des communautés virtuelles d'apprentissage

Sous la direction de Alain Taurisson et Alain Senteni
2003, ISBN 2-7605-1227-4, 334 pages

Collaborer pour apprendre et faire apprendre – La place des outils technologiques

Sous la direction de Colette Deaudelin et Thérèse Nault
2003, ISBN 2-7605-1228-2, 296 pages

Concertation éducation travail

Politiques et expériences
Sous la direction de Marcelle Hardy
2003, ISBN 2-7605-1130-8, 252 pages

La formation en alternance

État des pratiques et des recherches
Sous la direction de Carol Landry
2002, ISBN 2-7605-1169-3, 378 pages

L'affectivité dans l'apprentissage

Sous la direction de Louise Lafortune et Pierre Mongeau
2002, ISBN 2-7605-1166-9, 256 pages

Les didactiques des disciplines

Un débat contemporain
Sous la direction de Philippe Jonnaert et Suzanne Laurin
2001, ISBN 2-7605-1153-7, 266 pages

La formation continue

De la réflexion à l'action
Sous la direction de Louise Lafortune, Colette Deaudelin, Pierre-André Doudin et Daniel Martin
2001, ISBN 2-7605-1147-2, 254 pages

Le temps en éducation – Regards multiples

Sous la direction de Carole St-Jarre et Louise Dupuy-Walker
2001, ISBN 2-7605-1073-5, 474 pages

Pour une pensée réflexive en éducation

Sous la direction de Richard Pallascio et Louise Lafortune
2000, ISBN 2-7605-1070-0, 372 pages