

CRP
05/08

UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Expérimentation d'un partenariat entre l'école et un acteur de la promotion des sciences permettant aux enseignants d'amener leurs élèves à recourir à des démarches à caractère scientifique

Essai présenté par

Serge Gagnier

Présenté à la Faculté de l'éducation

en vue de l'obtention du grade de

Maître en éducation (M.Éd.)

Maîtrise en enseignement primaire et préscolaire

Mai 2008

© Serge Gagnier, 2008

CRP-Education

UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Faculté d'éducation

Expérimentation d'un partenariat entre l'école et un acteur de la promotion des sciences permettant aux enseignants d'amener leurs élèves à recourir à des démarches à caractère scientifique

Serge Gagnier

A été évalué par un jury composé des personnes suivantes :

Monsieur Ghislain Samson

Président du jury

Monsieur Abdelkrim Hasni

Directeur de recherche

Essai accepté le _____

SOMMAIRE

Dans le programme de sciences et technologies du primaire, la dimension expérimentale du travail scientifique qu'on souhaite insuffler à l'élève est rendue effective grâce à l'appropriation des concepts scientifiques et technologiques et des démarches à caractère scientifique. La réforme curriculaire dans laquelle s'inscrit ce programme se présente dans un contexte de stratification des représentations des enseignants à l'égard des sciences et des technologies qui les perçoivent comme secondaires. De ce fait, peu de temps serait alloué à cette discipline en classe et l'enseignement serait dispensé selon un mode de transmission et d'exercisation plutôt qu'en fonction de réels problèmes. Par ailleurs, le matériel mis à la disposition des enseignants ne rencontrerait pas toutes les attentes véhiculées dans les programmes. Dans son rapport de conjoncture 2004, le Conseil des sciences de la technologie révèle l'occasion unique engendrée par la réforme afin de renforcer l'enseignement de la science et de la technologie et rappelle le lien étroit entre l'école et les organismes de médiation scientifique, les acteurs de la promotion des sciences. Du même coup, il évoque le large éventail des réalisations de ces mêmes acteurs et la pertinence de celles-ci.

Tenant compte des difficultés rencontrées, nous nous sommes intéressés à un partenariat entre des enseignants et un acteur de la promotion des sciences visant à améliorer le recours aux démarches à caractère scientifique. Parmi les organismes de médiation scientifique impliqués auprès des publics scolaires (musées, parcs zoologiques, etc.), nous avons sélectionné un acteur, *Éclairs de sciences*, qui jumelle des enseignants à un consultant scientifique afin de les appuyer dans la préparation d'activités expérimentales. La centaine d'activités qu'il propose aux trois cycles d'enseignement sont regroupées autour des grands domaines d'apprentissage définis dans le programme de science et technologie du primaire (l'univers vivant, l'univers matériel et la Terre et l'espace) et sont accessibles sur le site Internet de l'organisme.

Afin de définir un cadre conceptuel, nous nous sommes inspirés des travaux de Fabre, Astolfi, De Vecchi, Carmona-Magnaldi et plusieurs autres auteurs. Ceux-ci reconnaissent que dans une pédagogie de la découverte, le problème est au cœur des dispositifs d'enseignement et il constitue le pilier des démarches à caractère scientifique. C'est à l'enseignant de proposer une situation d'apprentissage et aux élèves de recourir aux démarches à caractère scientifique afin de construire leurs savoirs. Or, la mise en œuvre d'une situation-problème, en plus de permettre à l'élève de construire des savoirs, est liée à un obstacle dont les élèves prennent conscience à la suite de l'émergence de leurs conceptions. Elle induit une rupture qui amène les élèves à déconstruire leurs modèles et donne plus de sens aux apprentissages.

Puisque le partenariat élaboré par *Éclairs de sciences* présente un potentiel d'exploitation, nous l'avons proposé à une équipe de cinq enseignants de la deuxième année du second cycle afin de l'expérimenter. Par cette démarche, nous interrogeons à savoir si un partenariat entre l'école et un acteur de la promotion des sciences permettrait aux enseignants d'amener leurs élèves à recourir à des démarches à caractère scientifique?

Afin de trouver réponses à cette question, nous avons retenu sur le plan de la méthodologie, une recherche à développement d'objet. Ainsi, la démarche d'enseignement proposée par l'acteur, la démarche active, présentant plusieurs similarités avec l'approche en sept moments, une approche inspirée entre autres par les indicateurs d'une situation-problème (De Vecchi et Carmona-Magnaldi, 2002) et la démarche par problématisation (Fabre, 1999, 2005), nous avons adapté l'approche du guide de l'enseignant. Puis, nous avons préparé une séance de formation destinée aux enseignants afin de leur faire vivre une situation-problème qui les placerait en position de solutionner un problème en recourant aux démarches à caractère scientifique. Par la suite, nous avons remis une fiche d'élaboration de situation-problème aux enseignants afin de les aider à adapter les activités expérimentales élaborées autour de problèmes ouverts en véritables situations-problèmes.

Lors de la mise à l'essai du partenariat, les enseignants ont choisi deux activités expérimentales de l'univers matériel qu'ils ont planifiées avec l'aide du conseiller scientifique. Les limites et les apports d'un tel partenariat ont été évalués au moyen d'entretiens de groupe. Les propos des enseignants ont permis de mettre en évidence la pertinence des différents éléments de soutien. Ainsi, appuyés par le consultant scientifique, ils ont peu utilisé les guides d'activités. En revanche, l'accompagnement a permis aux enseignants de s'appropriier les concepts scientifiques abordés, de reconnaître leurs propres capacités à mener des activités expérimentales et d'en prendre en charge la planification. Les stratégies proposées par le consultant n'étant pas toujours dans l'esprit du programme de science et technologie du primaire, l'appui d'un conseiller pédagogique nous apparaît souhaitable. Aussi, la fiche d'élaboration d'une situation-problème fut un élément de soutien déterminant dans l'adaptation des activités expérimentales en véritables situations-problèmes. Bien que les enseignants n'aient pas réussi à adapter la première activité, ni exigés de leurs élèves qu'ils élaborent une production, les acquis concernant les démarches à caractère scientifiques sont nombreux. Ainsi, lors d'une formation, les enseignants s'étaient familiarisés avec les moments forts d'une situation d'apprentissage, ils ont pu guider leurs élèves à la première activité et tirer profit de leur expérience. Conscients de l'importance d'utiliser les conceptions comme levier pour amener les élèves à s'investir, les enseignants ont amélioré leur guidage et ont fait évoluer leurs représentations à l'égard de l'enseignement des sciences et technologies.

TABLE DES MATIÈRES

IDENTIFICATION DU JURY	2
SOMMAIRE	3
REMERCIEMENTS	12
PREMIER CHAPITRE — PROBLÉMATIQUE : LA RÉFORME DU CURRICULUM EN SCIENCES ET TECHNOLOGIES : UN THÉÂTRE, DES ENSEIGNANTS, DES ÉLÈVES ET D'AUTRES ACTEURS	13
1. LE PROGRAMME DE SCIENCES ET TECHNOLOGIES AU PRIMAIRE	13
2. LES SCIENCES À L'ÉCOLE PRIMAIRE : CONSTAT PRÉOCCUPANT ET UNE DYNAMIQUE À RECONSTRUIRE	14
2.1 Une réforme qui s'inscrit dans un contexte de hiérarchisation	14
2.2 Des pratiques enseignantes à renouveler	15
2.3 Des outils qui servent mal l'apprentissage des savoirs scientifiques	18
2.4 Une culture scientifique en déroute	20
3. LES ACTEURS EN RENFORT	21
3.1 Une diversité de ressources éducatives pour travailler	22
3.2 Les démarches à caractère scientifique et l'apport des acteurs	23
3.3 Une place pour la concertation	24
3.4 Une appropriation des orientations de la réforme par les principaux acteurs éducatifs impliqués : les enseignants	25
3.5 L'accompagnement par un professionnel issu du milieu scolaire	26
3.6 Peu de coordination entre l'école et les acteurs de la promotion des sciences	26
3.7 L'école et les acteurs de la promotion des sciences, différents partenariats qui enrichissent les contextes d'apprentissage	27
3.8 Un acteur de la promotion des sciences impliqué auprès des enseignants	28
4. QUESTION ET OBJECTIFS DE RECHERCHE	29

DEUXIÈME CHAPITRE — CADRE CONCEPTUEL	31
1. RECOURIR AUX DÉMARCHES À CARACTÈRE SCIENTIFIQUE DANS LA CONSTRUCTION DE SAVOIRS	31
1.1 Un changement de statut pour le problème	31
1.2 Utiliser l'obstacle pour guider les élèves vers de nouveaux savoirs	32
2. CONSTRUIRE UN PROBLÈME D'ORDRE SCIENTIFIQUE	33
3. LES STRATÉGIES À CARACTÈRE SCIENTIFIQUE PERMETTANT DE RÉSOUDRE LE PROBLÈME ET DE CONSTRUIRE LE SAVOIR EN QUESTION	35
3.1 La démarche OHERIC	35
3.2 La démarche DiPHTeRIC	35
3.3 Une diversité d'exemples de démarches à caractère scientifique	36
3.4 Les démarches à caractère scientifique au cœur des nouveaux programmes	38
3.5 Une approche de l'apprentissage des savoirs scientifiques	38
4. DÉFINIR UN PARTENARIAT	43
5. LES ACTEURS DE LA PROMOTION DES SCIENCES	44
5.1 Une diversité d'acteurs	44
5.2 Des projets dédiés aux enseignants	45
5.3 <i>Éclairs de sciences</i> , un projet avec un potentiel d'exploitation intéressant en classe	46
5.4 Un partenariat école-acteur, d'abord un contrat didactique	52
5.5 Un cadre conceptuel à adapter?	53
6. QUESTION DE RECHERCHE ET SOUS-QUESTIONS	53
TROISIÈME CHAPITRE — MÉTHODOLOGIE	55
1. LA RECHERCHE DE DÉVELOPPEMENT D'OBJET	58
2. LES ÉTAPES DE LA RECHERCHE	60
2.1 Les enseignants participant au projet	60
2.2 Le chercheur	61
2.3 La cueillette d'informations	62
2.4 Le traitement des données	63
2.5 Déroulement de la recherche	64

3. LES LIMITES DE LA RECHERCHE	67
QUATRIÈME CHAPITRE —ADAPTATION DE RESSOURCES ET VALIDATION D'UN PARTENARIAT	68
1. DES DÉFIS ET DES PROBLÈMES QUI INVITENT À L'ACTION	68
2. <i>ÉCLAIRS DE SCIENCES</i> ET LE PARTENARIAT PROPOSÉ	70
3. UN PARTENARIAT QUI S'INSCRIT DANS UN CADRE CONCEPTUEL ADAPTÉ	71
3.1 Une phase de problématisation à reconsidérer	75
3.2 Des stratégies d'investigation inspirées par les interventions de l'enseignant	78
3.3 Recours-t-on systématiquement à l'hypothèse en recherche?	79
4. PROCESSUS D'ADAPTATION DU GUIDE DE L'ENSEIGNANT	80
5. PRÉPARATION D'UNE SÉANCE DE FORMATION DESTINÉE AUX ENSEIGNANTS	83
6. MISE À L'ESSAI DU PARTENARIAT	85
6.1 Un partenariat qui prend son essor	86
6.2 Deux activités expérimentales, différents éléments de soutien	87
6.3 Quand une situation de départ ne rime pas nécessairement avec l'émergence des conceptions	90
6.4 Une phase de problématisation dirigée?	101
6.5 La planification des stratégies d'investigation, une démarche de l'apprenant?	103
6.6 Mise en œuvre de la planification : quand le guidage de l'enseignant fait loi	107
6.7 Analyse et interprétation: un bilan en construction	110
6.8 Confrontation des résultats : de l'apprenant ou de l'enseignant?	113
6.9 Les limites associées à l'adaptation d'une activité expérimentale en véritable situation-problème	117
6.10 Un partenariat qui conditionne l'appropriation des concepts et la mise en œuvre de la démarche d'enseignement par les enseignants	120
6.11 Des retombées significatives sur le recours aux démarches à caractère scientifique	128
6.12 Des apports pour tous les acteurs	132

CINQUIÈME CHAPITRE —CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	136
1. DES PROBLÈMES ET DES SOLUTIONS ENVISAGEABLES	136
1.1 Une formation qui prépare les enseignants à recourir aux démarches à caractère scientifique	137
1.2 Quand l'adaptation va de pair avec l'appropriation	139
1.3 Des éléments de soutien, une condition essentielle à une meilleure appropriation	141
1.4 Quand le recours aux démarches à caractère scientifique passe d'abord par une meilleure conception de ses aptitudes	146
1.5 Des apports qui dépassent les attentes	147
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	149
ANNEXE A —INVITATION À PARTICIPER AU PROJET DE RECHERCHE	155
ANNEXE B —FICHE D'ÉLABORATION D'UNE SITUATION-PROBLÈME	157

LISTE DES FIGURES

Figure 1 :	Moments importants à considérer pour résoudre une situation-problème en recourant aux démarches à caractère scientifique	40
Figure 2 :	Calendrier des rencontres d'équipe pendant l'année scolaire	48
Figure 3 :	Opérationnalisation des concepts	57
Figure 4 :	Moments importants à considérer pour résoudre une situation-problème en recourant aux démarches à caractère scientifique (version adaptée)	82
Figure 5 :	Partenariat permettant aux enseignants de tirer profit d'un maillage entre l'école et un acteur de la promotion des sciences	145

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 :	Les cinq étapes de la démarche active	50
Tableau 2 :	Le rôle de l'enseignant dans la démarche active	52
Tableau 3 :	Cadres méthodologiques pour le développement d'un partenariat	58
Tableau 4 :	Calendrier des événements dans le cadre de la recherche	65
Tableau 5 :	Validation d'un partenariat en six étapes	68
Tableau 6 :	Idées pour inventer des situations-problèmes	77
Tableau 7 :	Deux approches de l'apprentissage des sciences	80
Tableau 8 :	Les deux activités retenues par les enseignants	87
Tableau 9 :	Activités de la première séance	91
Tableau 10 :	Déroulement de l'activité expérimentale sur l'énergie calorifique	92
Tableau 11 :	Activités d'observation proposées par le consultant scientifique	95
Tableau 12 :	Planification de l'activité expérimentale proposée par Annie	98
Tableau 13 :	Déroulement de l'activité expérimentale sur le défi technologique	9

REMERCIEMENTS

En préambule à cet essai, je souhaite exprimer ma gratitude aux intervenants qui m'ont apporté leur aide et qui ont ainsi contribué à l'élaboration de cette recherche. Tout d'abord, je désire témoigner ma reconnaissance à mon mentor de recherche, Monsieur Abdelkrim Hasni, qui a su m'aiguiller avec rigueur et générosité. Merci pour vos sages conseils et votre disponibilité. Je suis également des plus redevables à Monsieur Richard Robillard qui m'a initié aux méthodes de recherche et m'a toujours encouragé à persévérer.

J'exprime ma gratitude à tous les participants (enseignants et consultant scientifique) à cet essai. Merci d'avoir partagé votre expérience et répondu à mes nombreuses questions. Votre implication, vos commentaires et suggestions m'ont permis de nourrir ma réflexion. Merci également à la direction de l'école pour son appui indéfectible. J'adresse des sincères remerciements à Mesdames Marie-France Courtemanche-Bell d'*Éclairs de sciences* et Monique Camirand du Centre des sciences de Montréal qui ont accepté de participer à cette recherche avec grande générosité. La confiance que vous m'avez témoignée fut très appréciée.

Sur une note personnelle, je tiens à exprimer ma reconnaissance à ma famille proche et élargie ainsi qu'à mes amis. Sachez que votre patience, votre compréhension et vos encouragements m'ont motivé à me dépasser. Un merci tout spécial à Martin qui, par son écoute attentive et ses lumières a alimenté mon désir de perfectionner ce travail. À mes élèves, merci pour cet inlassable intérêt pour la science. Tout au long de ce cheminement, vos questions ont été une grande source d'inspiration.

PREMIER CHAPITRE : PROBLÉMATIQUE
LA RÉFORME DU CURRICULUM EN SCIENCES ET TECHNOLOGIES¹
DU PRIMAIRE : UN THÉÂTRE, DES ENSEIGNANTS ET D'AUTRES
ACTEURS

1. LE PROGRAMME DE SCIENCES ET TECHNOLOGIES AU PRIMAIRE

Avec son *Programme de formation de l'école québécoise* (2001), le ministère de l'Éducation entreprend une restructuration significative du curriculum. Les programmes d'études et leurs contenus, de même que les démarches d'enseignement et d'apprentissage sont réformés. Les apprentissages fondamentaux occupent une place centrale et se définissent par les domaines d'apprentissage disciplinaires et les compétences transversales (d'ordre intellectuel, méthodologique, personnel et social, de la communication). On privilégie une organisation des apprentissages selon des compétences et « un cadre conceptuel qui définit l'apprentissage comme un processus actif et continu de construction des savoirs » (p. 4).

En sciences et technologies, les élèves du primaire reçoivent une même formation de base (Gouvernement du Québec, 1997). On souhaite « développer chez l'élève une culture scientifique et technologique de base qui soit accessible à tous mais également pertinente, quel que soit le cheminement scolaire ultérieur » (Gouvernement du Québec, 2004a, p. 63). La « première compétence est reliée à l'appropriation des modes de raisonnement qui permettent d'aborder des problématiques d'ordre scientifique et technologique » (*Ibid.*, 2001, p. 145). L'élève s'initie à des problématiques issues de son environnement par l'observation, la manipulation et la collecte de données. Il apprivoise des concepts et construit ses connaissances en proposant des explications ou des solutions d'ordre scientifique et technologique (*Ibid.*, 2001). Ainsi, l'approche constructiviste sur laquelle est basée

¹ Bien que le ministère de l'Éducation du Québec (ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport, depuis 2005) intitule ce domaine au singulier (la science et la technologie), nous utiliserons le pluriel pour le désigner (sciences et technologies), puisqu'on ne peut prétendre qu'il existe une seule science et une seule technologie.

cette réforme confère à l'élève la responsabilité de construire ses apprentissages et à l'enseignant le rôle de médiateur (Gouvernement du Québec, 2004b).

2. LES SCIENCES À L'ÉCOLE PRIMAIRE : CONSTAT PRÉOCCUPANT ET UNE DYNAMIQUE À RECONSTRUIRE

2.1 Une réforme qui s'inscrit dans un contexte de hiérarchisation

Selon Lenoir, Larose, Grenon et Hasni (2000), depuis une vingtaine d'années, on observe au primaire une stratification importante de la représentation des enseignants à l'égard des différentes matières scolaires. Ainsi, le français et les mathématiques sont toujours perçus comme des matières de première importance, alors que les sciences humaines et les sciences de la nature², sont considérées elles, comme secondaires³. Ces sciences,

« qui sont à même de permettre la mise en œuvre d'une démarche de conceptualisation de la réalité humaine, sociale et naturelle, sont avant tout appréhendées d'un point de vue instrumental ou affectif, sont perçues comme des matières secondaires et sont en fait peu enseignées » (Lenoir et *al.*, 2000, p. 505).

Marginalisées et trop souvent laissées pour compte, les matières dites secondaires prennent une place limitée dans la répartition du temps d'enseignement, dans l'aménagement de l'horaire et dans les conceptions qu'entretiennent les enseignants avec le savoir. En effet, à peine 5,4% du temps hebdomadaire serait consacré aux sciences de la nature, comparativement à 30,4% pour le français et 19,6% pour les mathématiques (Lenoir 1990 dans Lenoir et *al.*, 2000). Cette représentation sociale réductrice des enseignants à l'égard de la place des sciences dans le curriculum semble ainsi contraster avec la place grandissante qu'occupent

² La discipline *science de la nature* des programmes par objectifs (Gouvernement du Québec, 1979) a été substituée par la *science et la technologie* dans le nouveau programme (Gouvernement du Québec, 2001).

³ Les matières dites secondaires sont identifiées par les enseignants du primaire à partir de trois dimensions : 1) on les associe aux connaissances générales, au développement culturel, à l'ouverture d'esprit et à l'épanouissement personnel; 2) on les voit comme complémentaires aux connaissances de base, leurs contenus complètent les connaissances de base de l'élève; 3) on les perçoit comme un enrichissement, sans valeur instrumentale et centrées sur le développement affectif de l'élève (Lenoir et *al.*, 2000).

notamment les percées scientifiques et technologiques dans toutes les sphères de la société.

Dans le *Programme de formation de l'école québécoise* (2001), les changements apportés à la grille-horaire du primaire contribuent à accentuer ce cloisonnement entre matières de base et matières secondaires. Le temps alloué à l'enseignement du français langue maternelle est augmenté de deux heures par semaine, l'enseignement des mathématiques est bonifié de deux heures par semaine au premier cycle et d'une heure aux deux autres cycles du primaire. « Ces modifications ont évidemment pour effet de réduire significativement le temps consacré à l'enseignement des autres matières » (Lenoir et *al.*, 2000, p. 507).

Dans de telles circonstances, est-ce possible de développer chez l'élève une culture scientifique et technologique de base? Comment lui insuffler la dimension expérimentale, lui permettre de s'appropriier les concepts et les stratégies qui caractérisent le travail d'un scientifique? Confiné dans un étau, ignoré par plusieurs, l'enseignement des sciences et des technologies est plus que jamais à la croisée des chemins.

2.2 Des pratiques enseignantes⁴ à renouveler

Bien que la diminution du temps accordé aux sciences et technologies semble interférer au développement d'une culture scientifique et technique, les pratiques des enseignants pourraient-elles aussi être en cause?

Dans le précédent programme par objectifs, (Gouvernement du Québec, 1979), les démarches d'apprentissage prescrites s'adressaient à tous les élèves, les objectifs d'apprentissage étaient nombreux et les évaluations devaient refléter l'atteinte par les élèves de tous ces objectifs. L'enseignant devait transmettre les

⁴ Dans le cadre de cet essai, plutôt que de nous intéresser à l'ensemble des activités d'enseignement, nous avons ciblé celles qui amènent un enseignant à guider ses élèves dans l'apprentissage de savoirs scientifiques.

savoirs à l'élève et celui-ci était perçu comme « un vase à remplir ou un rat à dresser » (Inchauspé, 2004, p. 24).

Dans le *Programme de formation de l'école québécoise* (2001), on établit un rapport différent aux savoirs et on met l'accent sur la formation de la pensée en privilégiant le développement de compétences. En effet, « beaucoup d'éléments du développement des compétences et la maîtrise de savoirs complexes font appel à des pratiques basées sur une conception de l'apprentissage d'inspiration constructiviste » (Gouvernement du Québec, 2001, p. 5). Selon Astolfi (2004a), on distingue deux variantes du modèle constructiviste. Dans le modèle de la découverte, l'élève occupe le centre et l'apprentissage résulte d'un processus d'autostructuration « dans lequel compte d'abord l'activité intellectuelle de l'élève au prise avec la situation et les objets, l'enseignant apparaissant lui, au mieux, comme un facilitateur de l'apprentissage » (p. 128). La seconde variante rappelle « la nécessaire analyse de chaque domaine du savoir et les obstacles que les élèves rencontrent pour pouvoir se l'approprier. » (*Ibid.*, p. 128). Toujours selon Astolfi (2004a), l'obstacle réfère trop souvent à ce qui interfère avec l'atteinte d'un objectif, alors que dans les faits, l'objectif-obstacle doit stimuler l'activité intellectuelle. Le dépassement de cet obstacle doit être considéré comme l'objectif ultime à atteindre. L'élaboration de situations didactiques efficaces apparaît alors comme incontournable.

Dans le modèle constructiviste, on confère à l'erreur un nouveau rôle. Celle-ci n'apparaît plus « comme une déficience de l'élève, ni même comme un défaut du programme. Elle est reconnue comme devant être mise au cœur du processus d'apprentissage. » Les erreurs constituent la pierre d'assise qui orientent la démarche didactique (*Ibid.*, p. 127).

Or, une telle conception de l'erreur bouleverse les représentations des enseignants. Selon Astolfi (2004b), l'idée généralement admise est que si un enseignant explique bien, en suivant le rythme de ses élèves, s'il fait un bon choix de ses exemples et si ses élèves sont disposés à apprendre, ceux-ci ne devraient pas faire

d'erreur. Selon cette représentation, les erreurs ne peuvent qu'être des ratés d'un système qui doit rapidement les sanctionner. Et des élèves qui font des erreurs à répétition ont évidemment reçu un enseignement inefficace. De telles représentations ne font qu'entraver la voie aux changements proposés par l'approche constructiviste.

Également, en classe on confond souvent problème avec exercice. Appliquer un modèle de résolution n'est pas un problème, mais bien un exercice. Appliquer un théorème ou une formule ne relève pas de l'invention ou de la créativité, il n'implique que la mise en œuvre de savoirs préalablement appris. Ici, « le problème n'est pas un moyen de construire la connaissance; c'est la connaissance qui est un moyen de résoudre le problème (Fabre, 1999, dans De Vecchi et Carmona-Magnaldi, 2002, p. 43). Les activités d'apprentissage proposées « ne peuvent se réduire qu'à appliquer des méthodes » (Gouvernement du Québec, 2001, p. 150). Pourtant, en classe du primaire, les sciences de la nature « sont en fait peu enseignées, et la plupart du temps le sont selon un mode normatif fondé sur la lecture du manuel [scolaire] et l'exercitation » (Lenoir et *al.*, 2000, p. 505).

De Vecchi et Carmona-Magnaldi (2002) abondent en ce sens. Selon eux, la plupart des activités vécues par les élèves en classe n'ont aucun sens. Pour les apprenants, la réussite et la valorisation qui l'accompagne sont bien souvent plus significatives que la pertinence d'apprendre des règles ou des propriétés, par exemple. Les auteurs formulent l'hypothèse que ce pourrait être par une situation vécue que les élèves trouvent un sens aux apprentissages. Pour cela, l'enseignant devrait concevoir des situations-problèmes où les élèves seraient placés face aux savoirs. Cela ne suggère pas pour autant que l'élève soit passif devant l'enseignant. « En classe, pour apprendre il faut exister. Pour exister il faut être reconnu. Pour que l'élève soit reconnu, il faut que le maître l'écoute et le respecte. Et, dans notre culture, ce sont plutôt les élèves qui doivent écouter et respecter le maître » (De Vecchi, 2001 dans De Vecchi et Carmona-Magnaldi, 2002, p. 6). La situation de l'apprenant a donc une importance de premier plan.

Pour De Vecchi et Carmona-Magnaldi (2002), une situation-problème devrait avoir du sens, interpeller l'apprenant, être en lien avec un obstacle défini et surmontable grâce à l'émergence des conceptions. Elle devrait amener l'élève à se questionner, à déconstruire ses modèles de départ et correspondre à une situation complexe qui permettrait différentes stratégies et éventuellement aboutir sur un savoir d'ordre général qui pourrait laisser la place à la métacognition.

2.3 Des outils qui servent mal l'apprentissage des savoirs scientifiques

Parallèlement, pour rencontrer les attentes véhiculées par les nouveaux programmes, les enseignants doivent miser sur du matériel approprié (Gouvernement du Québec, 2004a). Pourtant, selon Hasni et Roy (2006), certains manuels scolaires de science mis à la disposition des enseignants ont bien du mal à favoriser un enseignement et un apprentissage constructivistes. Ils présenteraient des lacunes importantes « sur le plan didactique, sur le plan des savoirs scientifiques et des démarches qui permettent leur appropriation » (p. 157). Par exemple, on aborde la reproduction animale et humaine dans un manuel scolaire⁵ en explicitant d'abord des éléments théoriques avant de passer à l'activité proprement dite.

« Ainsi dans la phase préparation⁶, il [le manuel] présente, d'une part, le mode de reproduction des plantes à fleurs en soulignant que chez celles-ci « le **pollen**⁷ produit par l'organe reproducteur mâle, l'**étamine** entre en contact avec l'organe reproducteur femelle, le **pistil**... ». Il présente, d'autre part, la reproduction humaine en soulignant surtout que « le spermatozoïde produit par l'organe reproducteur mâle vient féconder l'ovule produit par l'organe reproducteur femelle. L'ovule fécondé est le point de départ de la multiplication et d'une spécialisation des cellules... ». Dans la phase réalisation, on demande à l'élève de présenter sous forme de tableau comparatif les principales caractéristiques de la reproduction d'une plante à fleurs et celle de l'humain » (*Ibid.*, p. 152).

⁵ Il s'agit du manuel D de la collection *Aventure* (Bouchard, 2002).

⁶ Dans le manuel, les investigations sont organisées selon trois phases successives : préparation, réalisation et intégration.

⁷ Pour les concepteurs du manuel, la couleur indique qu'il s'agit d'un mot de vocabulaire important, qui est défini dans le glossaire.

Dans cette activité, l'appropriation des concepts scientifiques par l'élève est tributaire de sa compréhension en lecture et des ressemblances et différences qu'il dégage des modes de reproduction. On lui propose de réinvestir et d'appliquer des savoirs qu'on a préalablement expliqués au lieu d'inviter l'élève à recourir aux démarches à caractère scientifique pour mener à l'acquisition de savoirs.

Pire encore, on distingue clairement l'acquisition des savoirs des démarches à caractère scientifique. Dans le guide d'enseignement du deuxième cycle de la même collection, le thème « La découverte par l'élève de son environnement, immédiat ou élargi » qui amène l'élève à s'approprier des savoirs est dissocié du thème qui « propose à l'élève des façons de faire propres à la science et à la technologie en mettant l'accent sur l'expérimentation » (Bouchard, 2002, p. 14). Hasni et Roy (2006) notent également que cette distinction inspire la démarche proposée à l'élève. Ainsi, ce ne sont pas les élèves qui posent le problème à partir d'une situation de départ, on leur dicte directement les questions qui seront à l'étude. Dans une deuxième collection⁸, les auteurs ont noté que les élèves n'ont pas davantage le choix des pistes de recherche afin de solutionner les questions. On a dégagé pour eux des protocoles expérimentaux détaillés et ils n'ont plus qu'à les appliquer. En somme, les élèves suivent le déroulement stéréotypé suivant lorsqu'ils recourent aux démarches à caractère scientifique : « 1) on explique à l'élève le contenu notionnel à faire apprendre; 2) on lui propose un problème ou une question (ou des questions) en lien avec ce contenu; 3) on lui fournit un protocole de recherche; 4) l'élève (individuellement ou en équipe) applique le protocole et note les résultats, qu'il peut discuter éventuellement avec ses pairs » (p. 153-154). Les résultats de cette recherche ne sont pas sans rappeler les travaux d'Hasni (2001) sur la démarche véhiculée par les activités de la science et de la technologie dans les manuels scolaires du primaire. Une analyse de la place qu'occupent les démarches à caractère scientifique dans les activités d'enseignement-apprentissage a démontré qu'une démarche unique et stéréotypée était privilégiée pour l'ensemble des questions. Ainsi, tant les démarches

⁸ Il s'agit de la collection *Les fureteurs* (Caillé et Couture, 2000).

que le matériel didactique mis à leur disposition ne permettraient pas de rencontrer les attentes véhiculées dans le nouveau programme de sciences et technologies.

2.4 Une culture scientifique en déroute

Les difficultés éprouvées par l'école à rencontrer les attentes formulées par le programme de sciences et technologies contrastent avec les attentes qu'elle soulève en matière de culture scientifique. En effet, selon une consultation menée en 2003 auprès de différents groupes intéressés par la culture scientifique et technique (milieux gouvernementaux et de l'éducation, organismes de culture scientifique et technique, milieux scientifiques, etc.) au Québec, l'école doit jouer un rôle majeur dans le développement de la culture scientifique et technique. Son rôle est essentiellement de stimuler l'intérêt des élèves et de leur enseigner les savoirs et les compétences scientifiques de base. Si les intervenants interrogés reconnaissent généralement les visées du curriculum, ils signalent certaines inquiétudes dont les aptitudes de l'école à intégrer les contenus disciplinaires (Gouvernement du Québec, 2004a).

Dans sa synthèse des consultations, le Conseil de la science et de la technologie expose les principaux enjeux auxquels l'école doit s'attaquer afin de renforcer l'enseignement des sciences et technologies. Il se dégage un consensus quant à la nécessité de formation pour soutenir les enseignants qui doivent négocier avec l'évolution des contenus disciplinaires et adapter leurs pratiques pédagogiques. Certains représentants des milieux gouvernementaux

« pensent que les enseignants doivent recevoir un supplément de formation, tout en admettant que, dans le cadre de la réforme, ils sont très sollicités à cet égard. [...] les organismes de diffusion (de culture scientifique et technique) pourraient être mis davantage à contribution, croient-ils. On constate justement une ouverture de l'école aux partenaires » (Gouvernement du Québec, 2003, p. 22).

Pour certains intervenants, « il faut aider les enseignants à passer de l'expertise de contenu à l'expertise d'accompagnement dans le cadre de la gestion de

projets pédagogiques, dans lesquels interviennent plusieurs partenaires » (*Ibid.*). Développer une pédagogie de la découverte apparaît également souhaitable afin de transmettre une perception plus juste des sciences. « Si l'on veut stimuler l'intérêt des jeunes, il faut que l'enseignement des sciences passe par l'expérimentation et par le jeu des essais et erreurs. Un enjeu énorme, estime-t-on, et une approche qui exige beaucoup plus de temps que ce qui est accordé à cet enseignement à l'heure actuelle » (*Ibid.*, p. 24).

3. LES ACTEURS EN RENFORT

Dans son rapport de conjoncture 2004, le Conseil des sciences et de la technologie rappelle le rôle central de l'école dans le développement de la culture scientifique et technique. Il souligne l'occasion unique engendrée par la réforme pour renforcer l'enseignement des sciences et des technologies, améliorer les pratiques pédagogiques et soutenir la formation continue des enseignants. En tant qu'acteur de première ligne, l'enseignant assume la double responsabilité de transmettre les connaissances et les compétences scientifiques aux élèves et de stimuler leur goût pour les sciences. Or, bien qu'il apparaisse comme la pierre angulaire de la réforme en science, l'enseignant du primaire n'aurait peut-être pas une formation scientifique suffisante. Selon l'Association francophone pour le savoir (Acfas)⁹, « environ 13% des enseignants du primaire auraient suivi des cours de formation en sciences et, de ce nombre, la moitié à peine enseigneraient effectivement cette matière aux enfants » (Gouvernement du Québec, 2004a, p. 68). Depuis, bien que les universités aient répondu de manière univoque en proposant dans leur programme du baccalauréat en enseignement préscolaire et primaire au moins un cours obligatoire en didactique des sciences et des technologies, il semble que beaucoup reste à faire pour améliorer la formation scientifique des enseignants du primaire, notamment en ce qui a trait à la formation continue.

⁹ Ces statistiques reprises par l'Acfas ont été puisées dans le rapport *Réaffirmer l'école – Prendre le virage du succès*, publié en 1997.

En ce sens, le Conseil des sciences et de la technologie réitère le lien étroit qui existe entre la place accordée aux sciences à l'école et la collaboration avec l'ensemble des partenaires du milieu : les acteurs de la promotion des sciences¹⁰. Conséquemment, le Conseil recommande que « le MEQ¹¹ soutienne 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 ressources nécessaires » (*Ibid.*, p. 67).

3.1 Une diversité de ressources éducatives pour travailler

Les acteurs de la promotion des sciences, offrent un éventail étendu de ressources « qui traitent de thèmes, utilisent des méthodes et des approches, empruntent des canaux de diffusion et ont recours à des supports de toutes natures » (*Ibid.*, p. 71). Bien que peu d'études se soient penchées sur la validité de ce matériel, il semblerait que les troupes éducatives, le matériel de vulgarisation, les documentaires, les activités, etc., soient généralement conçus en fonction des compétences des programmes.

Avec une diminution du temps accordé aux sciences et technologies dans la grille-horaire, l'énergie requise pour préparer les activités au primaire devient complètement disproportionnée (Gouvernement du Québec, 2003). La réforme impose aux enseignants de nouvelles orientations qui commandent des ajustements. Selon le rapport de conjoncture 2004, les ressources complémentaires sont « souvent multidisciplinaires, fondées sur des approches dynamiques et conçues à partir des applications quotidiennes [...] [et] contribuent à rendre l'enseignement stimulant »

¹⁰ Les acteurs de la promotion des sciences sont des spécialistes de la médiation scientifique, c'est-à-dire des communicateurs chargés de vulgariser et de faire la promotion de la science et de la culture scientifique auprès de différents publics (école, musée, etc.). Ils regroupent des organismes voués au développement des sciences et des technologies, des scientifiques, les musées, les bibliothèques, etc. Pour les fins de cette recherche, nous distinguerons deux catégories : les organismes qui s'adressent à tous les publics sans discrimination et ceux qui visent à appuyer le travail des enseignants.

¹¹ Le ministère de l'Éducation du Québec. Depuis 2005, ce ministère s'étend également aux loisirs et aux sports, on le désigne par MELS, ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport.

(Gouvernement du Québec, 2004a, p. 71). Ainsi, pour les enseignants comme pour les acteurs de la promotion des sciences, « tisser des liens étroits entre l'école et les intervenants de première ligne engagés en sciences et technologies apparaît comme une manière pour l'école de renforcer et d'enrichir les apprentissages de base » (*Ibid.*, p. 72). Or, les réalisations des acteurs de la promotion des sciences pourraient-elles accompagner les enseignants dans ces transformations et influencer positivement l'enseignement des sciences et des technologies?

3.2 Les démarches à caractère scientifique et les acteurs

Pour assurer le succès de telles mesures, il convient d'apporter des changements profonds aux pratiques pédagogiques « en concevant, en développant et en important éventuellement des approches fondées sur la pédagogie de la découverte et de la production, ayant davantage recours à l'expérimentation et utilisant des situations d'apprentissage contextualisées qui donnent aux sciences et à la technologie un sens concret » (*Ibid.*, p. 68).

Sans remettre en cause la place des autres démarches d'apprentissage, nous soulignons, à l'instar d'Astolfi, Darot, Ginsburger-Vogel et Toussaint (1997), l'importance à accorder aux démarches à caractère scientifique¹² dans la construction des savoirs scientifiques. Dans le *Programme de formation de l'école québécoise* (2001), la première compétence porte sur l'appropriation de concepts et de stratégies à l'aide des démarches d'investigation. Placé devant une situation-problème, l'élève recourt aux démarches d'investigation, apprivoise des concepts et chemin faisant, construit de nouveaux savoirs. Selon Hasni et Roy (2006), il existe une relation circulaire entre savoirs scientifiques et problématique. Ainsi, « le savoir scientifique constitue le modèle conceptuel qui nous permet de cerner une problématique d'une

¹² Par démarches à caractère scientifique, nous entendons ces moyens propres aux sciences de construire des problématiques et de mobiliser des stratégies pour élaborer des réponses considérées valides par la communauté scientifique (Hasni et Roy, 2006). Parce qu'elles permettent de construire et de solutionner une problématique, les démarches d'investigation (notamment la démarche expérimentale, l'exploration, l'observation sur le terrain, les enquêtes, les sondages, etc.) appartiennent aux démarches à caractère scientifique.

manière particulière [...] [alors que] la problématique conduit à la construction de savoirs nouveaux » (p. 145).

Le rapport de conjoncture (2004) révèle également que « les projets à caractère scientifique et technologique qui se déroulent dans les écoles composent un terreau fertile d'expérimentation et doivent pouvoir recevoir le soutien au titre du développement de la culture scientifique et technique » (Gouvernement du Québec, 2004a, p. 72). Il convient donc de savoir si les acteurs de la promotion des sciences qui oeuvrent dans ce domaine d'expertise pourraient accompagner les enseignants dans la conduite de projets d'expérimentation.

3.3 Une place pour la concertation

Selon Inchauspé (2004), la réforme du curriculum crée un nouveau contexte pour la concertation entre l'école et les acteurs de la promotion des sciences. Dans le précédent programme par objectifs, le rôle de l'enseignant se limitait à celui d'applicateur : il devait enseigner et évaluer les nombreux objectifs prescrits. Très souvent, pour ramener les élèves qui s'éloignaient des nombreuses attentes, on réduisait la norme, ce qui avait pour effet d'encourager la passivité de l'élève. L'orientation du *Programme de formation de l'école québécoise* (2001) convie les enseignants à solliciter différents médiateurs scientifiques. « Les effets s'en font déjà sentir : promotion de pédagogies de la découverte, de l'expérimentation, de l'activité de l'élève pour la construction et l'intégration des connaissances » (p. 24).

Également, dans le nouveau programme, les sciences et les technologies sont des éléments de culture au même titre que l'art. Il faut s'assurer que tous les élèves y aient accès en recentrant la formation des sciences au primaire. Les sciences et technologies ne doivent plus s'adresser seulement aux élèves qui se dirigeront vers une carrière scientifique. Il faut encourager et développer le goût des sciences.

« Cela impliquera, outre les pédagogies de la découverte [...] une approche « culturelle » et non « académique » de l'organisation des contenus, du moins durant la période de l'école de base. Cette approche « culturelle » donne de

l'importance à des processus d'intégration : intégration des questions scientifiques aux questions de la vie réelle, d'intégration des disciplines scientifiques en abordant les concepts centraux, intégration des aspects scientifiques et technologiques, intégration des aspects historiques et humains (la science est une aventure), intégration des aspects sociaux, etc. » (*Ibid.*, p. 26).

3.4 Une appropriation des orientations de la réforme par les principaux acteurs impliqués : les enseignants

Bien que la concertation entre les enseignants et les acteurs de la promotion des sciences puisse potentiellement contribuer à améliorer l'enseignement des sciences et des technologies, l'appropriation des orientations de la réforme revient principalement aux principaux acteurs, à savoir les enseignants. Dans son avis, *Un nouveau souffle pour la profession enseignante* (2004), le Conseil supérieur de l'éducation reconnaît « la nécessité de mettre en place les conditions nécessaires au développement continu des compétences professionnelles des enseignants et ce, en fonction des besoins qu'ils éprouvent au cours de leur cheminement de carrière » (Gouvernement du Québec, 2004c, p. 50). Considérant du même coup les exigences inhérentes à la profession enseignante et la constante mouvance dans laquelle elle s'inscrit, le Conseil reconnaît l'expertise professionnelle acquise et propose trois axes de développement. Le deuxième « rappelle l'importance d'une prise en charge de leur développement professionnel par les enseignants eux-mêmes » (*Ibid.*). Guidée à la fois par les besoins personnels des enseignants et de l'institution pour laquelle ils évoluent, « l'appropriation locale de la réforme conduit les équipes-écoles à faire preuve d'autonomie et de créativité dans la mise en œuvre de changements proposés » (*Ibid.*, p. 56). Fidèle à l'orientation constructiviste de la réforme curriculaire, ce mouvement de professionnalisation contribue à transformer les pratiques enseignantes et s'inscrit dans une perspective d'amélioration continue.

À ces orientations, le MEQ ajoute également une dimension collective au développement professionnel des enseignants. Il invite notamment les enseignants à « dépasser l'accent mis sur les compétences individuelles, pour donner priorité au développement des compétences de l'équipe dans une « organisation apprenante »

(*Ibid.*). Conséquemment, une telle perspective de l'apprentissage continu propose aux enseignants de considérer le développement professionnel comme une démarche intégrée de développement de compétences, à partir des besoins tant individuels que collectifs.

3.5 L'accompagnement par un professionnel issu du milieu scolaire

Afin de mieux guider l'organisation apprenante dans son appropriation des orientations de la réforme, un soutien pédagogique par un acteur directement impliqué dans le milieu éducatif pourrait s'avérer déterminant. Comme nous l'avons évoqué, les difficultés liées à l'enseignement des sciences et des technologies sont nombreuses, pensons notamment aux lacunes de formation scientifique chez les enseignants. L'appui d'un conseiller pédagogique, par exemple pourrait donc contribuer à insuffler un vent de changement dans les pratiques enseignantes. Comme ce dernier suit l'évolution dans son champ d'expertise, dans le cas présent, l'enseignement des sciences et technologies, il est à même de guider les enseignants dans la prise en charge des orientations de la réforme. Habitué à encadrer la formation des enseignants, le conseiller pédagogique peut suivre un groupe et soutenir leurs démarches. En plus, le matériel didactique et technique dont il dispose peut bénéficier aux enseignants et à leurs élèves. Afin d'accompagner les enseignants dans les changements inhérents à la réforme en sciences et technologies, il nous paraît important de réitérer le rôle du conseiller pédagogique, puisque c'est lui qui semble le plus apte à combler les besoins d'accompagnement et de formation des enseignants.

3.6 Peu de coordination entre l'école et les acteurs de la promotion des sciences

Si le *Programme de formation de l'école québécoise* (2001) paraît propice à l'épanouissement d'une concertation entre l'école et les acteurs de la promotion des sciences, il semble que ces derniers ne soient pas encore prêts à collaborer à la mise en œuvre d'activités communes. Les musées, centres de recherche, bibliothèques, parcs fauniques et les autres acteurs de la promotion des sciences qui s'adressent aux jeunes ont le mandat de sensibiliser les publics aux phénomènes scientifiques.

Toutefois, malgré la pertinence des activités destinées aux populations d'élèves, il existe peu de coordination et de travaux d'évaluation entre ces instances qui travaillent selon leurs visées respectives. Conséquemment, cette discontinuité engendre peu de retombés pour l'apprenant (Girault, 1999, 2000 dans Girault et Lapérouse 2005). Selon Girault et Lapérouse (2005), « les élèves, qui ont à construire progressivement leur pensée et leurs stratégies de résolution de problèmes, n'y voient le plus souvent qu'une occasion de divertissement, sans lien avec les principes plus théoriques abordés en salle de classe » (p. 96).

3.7 L'école et les acteurs de la promotion des sciences, différents partenariats qui enrichissent les contextes d'apprentissage

Et pourtant, ce n'est pas d'aujourd'hui que l'école travaille conjointement avec les différents musées et organismes de médiation scientifique, au Québec comme ailleurs dans le monde. Selon Girault (1999), l'utilisation des musées par les groupes scolaires a bien évolué depuis des décennies. De fait, « une première tendance à une scolarisation du musée s'est progressivement transformée en une approche plus respectueuse des spécificités de chacun des deux partenaires » (p. 4). Au Chili par exemple, des musées participent à la formation continue des enseignants et collaborent avec des institutions éducatives à élaborer des outils pédagogiques. Au Québec, dans le cadre d'une didactique de l'éducation relative à l'environnement (ERE), des partenariats ont amené des écoles à participer à différents projets de concert avec des acteurs de la promotion des sciences. Dans l'un d'eux, qui unissait d'ailleurs l'école et un organisme de protection de l'environnement, des élèves ont nettoyé les berges d'une rivière polluée. Cette activité les a donc amenés à s'interroger sur leur rapport à l'environnement et la fragilité des différents écosystèmes. L'organisme en environnement impliqué avec l'école agissait à titre de consultant expert qui informait l'enseignant sur la marche à suivre et celui-ci pouvait par la suite guider ses élèves tout au long du processus.

Selon Sauvé (2002), un partenariat apprenant, par opposition   un partenariat utilitaire (qui se limite simplement   un prêt de service, par exemple), repose sur un

partage de responsabilités et un engagement mutuel des partenaires. En ce sens, le partenariat fait « [...] appel à la mise en commun des différentes visions des choses, des différentes compétences de ses acteurs ; il y a co-décision, co-action, dans une perspective de réciprocité » (p. 25). L'auteure reconnaît également que cet échange s'enrichit des compétences de chaque partenaire présent :

« [...] si le partenariat implique une co-décision, une co-action et une responsabilité partagée, ce dernier n'implique pas que les partenaires aient des rôles, des tâches et des responsabilités identiques à toutes les étapes et dans toutes les dimensions d'un projet. C'est précisément en raison de la diversité de leurs compétences, ressources et attentes respectives que les partenaires sont complémentaires entre eux au sein de l'équipe » (*Ibid.*, p. 26).

Ainsi, comme un partenariat s'appuie sur un engagement réciproque et volontaire des partenaires qui assument conjointement les responsabilités, tout en mettant en commun leurs compétences et leurs visions propres, nous avons retenu ce dit concept pour définir la relation qui unit l'école et un acteur de la promotion des sciences.

3.8 Un acteur de la promotion des sciences impliqué auprès des enseignants

Conscients des difficultés rencontrées par les enseignants dans l'enseignement des sciences et technologies, certains acteurs de la promotion des sciences ont choisi de miser sur l'école en développant des projets qui s'adressent non pas aux élèves mais aux enseignants et qui ont pour objectif de soutenir le développement de leurs pratiques pédagogiques. C'est le cas d'*Éclairs de sciences*¹³, un des sept projets menés par l'organisme *L'île du savoir* et dont la mission est de faciliter l'enseignement des sciences et des technologies aux trois cycles d'enseignement du primaire. À l'instar des programmes *Insights* (aux États-Unis) et *La main à la pâte* (en France), *Éclairs de sciences* est un acteur de la promotion des sciences impliqué auprès des enseignants afin de les appuyer dans l'enseignement des sciences et technologies. Supporté par un groupe de travail interdisciplinaire comprenant des

¹³ Bien qu'*Éclairs de sciences* soit un projet de *L'île du savoir*, nous utiliserons le terme organisme plutôt que projet afin de simplifier l'écriture.

représentants issus de divers milieux, notamment le ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport, des conseillers pédagogiques, des entreprises privées et des organismes de culture scientifique, l'acteur œuvre depuis 2002 auprès des écoles de l'île de Montréal. *Éclairs de sciences* étant issu d'un partenariat entre divers milieux, leur expertise est reconnue auprès des commissions scolaires de l'île de Montréal. Les enseignants qui désirent s'inscrire n'ont qu'à faire une demande auprès de leur conseiller pédagogique en sciences et technologies. En plus de proposer un guide de l'enseignant¹⁴ et des activités expérimentales¹⁵ en sciences et technologies, qui s'adaptent d'ailleurs à différents usages en classe, *Éclairs de sciences* recrute des consultants scientifiques bénévoles dont le rôle est d'appuyer les enseignants dans la conduite d'expérimentations. Il rend aussi disponible une multitude de ressources pédagogiques par le biais de son site Internet. Conscient des responsabilités grandissantes de l'école en matière de développement de la culture scientifique, impliqué dans l'accompagnement d'enseignants dans la réforme en science depuis près de cinq ans et appuyé par plusieurs partenaires importants dans les secteurs de la recherche et de l'éducation, *Éclairs de sciences* constitue un acteur intéressant pour soutenir les enseignants.

4. QUESTION ET OBJECTIFS DE RECHERCHE

Dans le programme de sciences et technologies, l'appropriation de concepts et de stratégies au moyen de démarches d'investigation rappelle la dimension expérimentale du travail du scientifique qu'on souhaite insuffler à l'élève. En passant en revue les travaux d'Astolfi, de Fabre, De Vecchi, Carmona-Magnaldi et d'autres chercheurs, nous avons évoqué la place centrale qu'occupe le problème dans l'enseignement scientifique.

¹⁴ Dans le but d'alléger l'écriture, lorsque nous ferons référence au guide « L'apprentissage des sciences et de la technologie par la découverte active », nous nous contenterons d'évoquer le guide de l'enseignant.

¹⁵ « Démarche qui consiste à formuler une hypothèse à partir d'un ensemble d'observations ou de réflexions. De la soumettre à une vérification dans la réalité et d'évaluer sa validité à la lumière des résultats obtenus » (Legendre, 2005, p. 14).

Puisque l'enseignement des sciences et des technologies semble délaissé par les enseignants, basé sur la transmission et l'exercisation, plutôt qu'en fonction de réels problèmes, et que le matériel didactique dont ils disposent ne semble pas rencontrer toutes les attentes formulées dans les programmes, il nous apparaît justifié de s'interroger si un soutien aux enseignants et des outils d'accompagnement proposés par les acteurs de la promotion des sciences pourraient améliorer la situation de l'enseignement des sciences et des technologies. Dans cette optique, et en fonction des éléments soulevés au sein de la problématique, nous nous interrogeons à savoir si un partenariat entre l'école et un acteur de la promotion des sciences permettrait aux enseignants d'amener leurs élèves à recourir à des démarches à caractère scientifique?

Dans la présente recherche, nous expérimenterons le partenariat proposé par *Éclairs de science*. Ce partenariat devrait permettre aux enseignants de disposer de ressources complémentaires conçues par l'acteur. Si les ressources mises à la disposition des enseignants devaient présenter quelques points divergents avec les visées exprimées dans les programmes de sciences et technologies, nous adapterons ce matériel afin de rencontrer les attentes véhiculées dans la réforme curriculaire.

Au terme de cette recherche, nous pourrions exposer les apports et les limites d'un tel travail de concertation. Avant toute chose, examinons le rôle de la situation-problème et des démarches à caractère scientifique dans la construction des savoirs scientifiques.

DEUXIÈME CHAPITRE : CADRE CONCEPTUEL

Dans le *Programme de formation de l'école québécoise* (2001), on « privilégie des contextes d'apprentissage qui mettent l'élève en situation de recourir à la science et la technologie. Ces disciplines font appel à des démarches de l'esprit telles que le questionnement, l'observation méthodique, le tâtonnement, la vérification expérimentale, l'étude des besoins et des contraintes, la conception de modèles et la réalisation de prototypes » (Gouvernement du Québec, 2001, p. 144). Dans ce programme, la dimension expérimentale qu'on attribue aux sciences et technologies et l'appropriation des concepts scientifiques par les élèves exigent de l'enseignant qu'il mette en place les conditions exigées par un tel enseignement. Or, tenant compte des représentations des enseignants à l'égard des sciences et technologies, du peu de temps accordé par ceux-ci dans leur enseignement, de la place attribuée au problème et aux démarches à caractère scientifique en classe et dans les manuels scolaires, nous nous sommes demandés si un partenariat entre l'école et un acteur de la promotion des sciences pourrait permettre aux enseignants d'amener leurs élèves à recourir à des démarches à caractère scientifique.

1. RECOURIR AUX DÉMARCHES À CARACTÈRE SCIENTIFIQUE DANS LA CONSTRUCTION DE SAVOIRS

1.1 Un changement de statut pour le problème

En réponse à ce constat sur la situation de l'enseignement des sciences et technologies, il nous apparaît pertinent de réitérer l'importance des démarches à caractère scientifique dans la résolution d'une situation-problème. Selon Hasni et Roy (2006), par démarches à caractère scientifique, on entend : « ces façons particulières aux sciences de construire les problématiques et de mettre en place des stratégies permettant de leur apporter des réponses considérées valides par une communauté scientifique oeuvrant dans un cadre conceptuel reconnu » (p. 143).

Dans l'enseignement des sciences, que l'on parle de situations-problèmes (Fabre, 1999), d'enseignement par problèmes scientifiques (Brunet, 1998) ou de problématique (Gouvernement du Québec, 2001), le problème est au cœur des dispositifs d'enseignement (Orange, 2005). Selon Fleury et Fabre (2005 dans Briaud 2005a), dans une pédagogie qui prend appui sur des démarches d'investigation¹⁶, le problème est lié aux apprentissages. Conséquemment, une situation-problème doit permettre aux élèves de construire des savoirs. C'est à l'enseignant que revient le rôle de proposer une situation d'apprentissage et à l'élève de construire ses savoirs en ayant recours à des démarches à caractère scientifique.

De Vecchi et Carmona-Magnaldi (2002) identifient un ensemble d'indicateurs pour conduire une situation-problème. Ces dispositifs étant déterminants dans la construction de nouveaux savoirs, nous aurons l'occasion de présenter chacun d'eux dans le présent chapitre. Au début de la situation d'apprentissage, les auteurs soulignent l'importance de faire émerger les conceptions des élèves afin de cerner les obstacles et de définir les objectifs à mettre en oeuvre. La présentation de la situation-problème doit déstabiliser les élèves et les amener à déconstruire leurs conceptions. Puis, cette première démarche amène un questionnement, une confrontation entre les conceptions parfois contradictoires des élèves et le recours à différentes stratégies afin d'élaborer une production. Le résultat ainsi obtenu est validé par un savoir de référence et débouche sur un savoir d'ordre général. Bien que l'élève soit le principal agent de la découverte, l'enseignant agit ici à titre de catalyseur et d'inducteur de sens. Il favorise les échanges entre les élèves, observe leurs démarches et aide les élèves à entrer dans une problématique.

1.2 Utiliser l'obstacle pour guider l'élève vers de nouveaux savoirs

Nous l'avons déjà évoqué, Astolfi (2004a), à l'instar de De Vecchi et Carmona-Magnaldi (2002), reconnaît la place de l'obstacle dans l'apprentissage d'un

¹⁶ Comme nous l'avons évoqué dans la problématique, par démarche d'investigation, nous entendons non seulement la démarche expérimentale, mais aussi l'exploration et l'observation sur le terrain, les sondages, les enquêtes, etc.

nouveau savoir. Selon lui, un apprenant, peu importe son âge ou l'étendue de sa culture, n'aborde pas un savoir sans préjugés ou représentations. Il s'est fait une idée, parfois inadéquate ou fautive et c'est justement cet objectif-obstacle qui doit stimuler l'activité intellectuelle. « Quand il se présente à la culture scientifique, l'esprit n'est pas jeune, il est même très vieux car il a l'âge de ses préjugés » (Bachelard, 1970, p.14). Certaines de nos connaissances conviennent à un contexte et apparaissent inadéquates dans d'autres. Par exemple, si on demande à un élève de prédire quel matériau sera le plus facile à marquer à l'aide d'un couteau entre un minerai de stéatite (une pierre à savon) et un morceau d'ébène (bois exotique), on pourrait s'attendre à ce que l'élève identifie le bois. Comme la pierre est généralement plus dure que le bois, l'élève répondra certainement avec assurance, se basant sur sa conception de la dureté relative des matériaux. Bien qu'en réalité l'ébène soit plus dure que le minerai, les connaissances acquises dans le passé et les préconceptions agissent ici comme un obstacle entravant la voie vers l'acquisition d'un savoir nouveau.

L'obstacle empêche la construction et la résolution d'un problème. L'enseignant doit construire des situations didactiques qui vont permettre à l'élève de prendre conscience de l'insuffisance de son savoir. Les situations-problèmes élaborées autour des objectifs-obstacles doivent conduire à une mise en situation qui conduit l'élève à cerner un problème et à le résoudre. Ce processus d'apprentissage censé guider l'élève vers de nouveaux savoirs le conditionnera à rejeter ses représentations initiales.

2. CONSTRUIRE UN PROBLÈME D'ORDRE SCIENTIFIQUE

Bachelard (1970) affirme que « pour un esprit scientifique, toute connaissance est une réponse à une question. S'il n'y a pas eu de question, il ne peut y avoir de connaissance scientifique. Rien ne va de soi. Rien n'est donné. Tout est construit » (p.14). C'est l'apprenant, principal acteur de ses apprentissages, qui doit identifier un

problème en ciblant la ou les questions pour lesquelles il n'a pas de solution satisfaisante.

Selon De Vecchi et Carmona-Magnaldi (2002), pour qu'une ou des questions deviennent un problème, la réponse doit, entre autres, impliquer une démarche de recherche et déboucher sur un savoir d'ordre plus général. Ainsi, les savoirs scientifiques sont des réponses à des questions. L'apprentissage de ces savoirs passe donc par la résolution de problème. De son côté, Orange (2000 dans Briaud 2005b) reconnaît le rôle clé des questions dans la résolution des situations-problèmes en suggérant qu'elles permettent également de formuler, de provoquer et de construire des problèmes.

Selon l'approche constructiviste, l'élève occupe le centre des apprentissages, structure sa pensée et est guidé par l'enseignant qui agit à titre de médiateur (Astolfi, 2004a). Inévitablement, dans une pédagogie centrée sur la découverte, c'est à l'élève que revient le rôle de poser le problème, de le construire et de le résoudre, puisqu'il est le principal acteur de ses apprentissages. L'enseignant construit et orchestre les situations didactiques qui permettent à l'élève d'apprendre des savoirs scientifiques problématisés. En ce sens, l'enseignant ne doit pas concevoir les savoirs scientifiques comme des faits mais plutôt fondés en raisons¹⁷ (Briaud, 2005a).

Selon Fabre (1999, 2005 dans Briaud 2005a), dans l'apprentissage par problématisation, l'élève doit d'abord poser le problème et le construire s'il désire le résoudre. Chemin faisant, il fait l'apprentissage de savoirs scientifiques. L'apprentissage par problématisation est une démarche qui implique l'élève, le problème et sa résolution. L'élève cible d'abord ce qui interfère avec ses connaissances, ce qui l'amène à poser le problème. Il imagine et teste différentes solutions possibles, il sélectionne et traite des données. Tant que le problème n'est pas résolu, qu'il n'a pas trouvé de réponse satisfaisante il peut, au besoin, revenir en arrière. Comme il prend appui sur les conceptions de l'apprenant, qu'il l'amène à

¹⁷ Prendre quelque chose comme preuve.

reconsidérer ses connaissances en l'invitant à élaborer une procédure afin de traiter des données et qu'il invite l'apprenant à apprendre de ses erreurs (fonctionnement en boucle), cet apprentissage convient bien pour solutionner un problème scientifique. En revanche, il doit être adapté afin de répondre à un problème technologique. Dans une démarche technologique, l'objet ou le prototype apparaît comme une solution au besoin manifesté au départ. Ainsi, l'analyse des besoins, l'élaboration du prototype et sa mise à l'essai constituent des moments forts qui doivent être pris en compte.

3. LES STRATÉGIES À CARACTÈRE SCIENTIFIQUE PERMETTANT DE RÉSOUDRE LE PROBLÈME ET DE CONSTRUIRE LE SAVOIR EN QUESTION

3.1 La démarche OHERIC

D'abord proposée par Claude Bernard au dix-neuvième siècle dans son livre intitulé *Introduction à la médecine expérimentale*, la démarche expérimentale (la démarche OHERIC)¹⁸ a été stéréotypée, perçue comme une démarche scientifique unique, ponctuée d'une suite d'étapes immuables. On l'a maintes fois critiquée, on lui a reproché d'être linéaire, de ne répondre à aucun problème (alors que le problème est censé engendrer des hypothèses), de ne pas faire de place à la discussion et de ne pas tenir compte des conceptions initiales de l'apprenant. Autant de pratiques qui s'éloignent du chercheur. De Vecchi et Carmona-Magnaldi (2002) évoquent que « la méthode expérimentale correspond plus à une manière d'organiser la démarche vécue, après coup, afin de la présenter plus clairement » (p. 34).

3.2 La démarche DiPHTeRIC

Selon Cariou (2004), « l'acquisition d'une démarche rationnelle, objective et rigoureuse, jointe à la formation de l'esprit critique, arme les élèves de puissants instruments pour aborder des problèmes qui dépassent de beaucoup le modèle scientifique » (p. 6). Les trois axes qu'il met de l'avant (initiative, immersion et analyse) visent la formation d'un esprit scientifique chez l'élève. La démarche qu'il

¹⁸ O = observation, H = hypothèse, E = expérience, R = résultats, I = interprétation, C = conclusion.

propose (la formule DiPHTeRIC¹⁹) tente de s'éloigner de la démarche expérimentale OHERIC en permettant différentes entrées dans une recherche au niveau des données initiales (Di), du questionnement (P) ou bien des propositions (H) « tout en laissant le champ ouvert aux voies de traverse et aux tentatives infructueuses » (*Ibid.*, p. 9).

3.3 Une diversité d'exemples de démarches à caractère scientifique

Selon Hasni et Roy (2006), « c'est la nature du problème qui oriente, sans les dicter de manière linéaire, les stratégies à mettre en place pour acquérir les savoirs visés » (p. 143). Afin d'illustrer la diversité des démarches d'investigation auxquelles peuvent recourir les élèves en classe, nous avançons ici deux exemples. Afin d'alléger la présentation, nous ne présentons pas ici la phase de problématisation.

3.3.1 Exemple 1

À la suite d'une mise en situation impliquant le changement de couleur des feuilles des arbres à l'automne, les élèves sont amenés à s'investir dans l'exploration du problème de l'origine de cette transformation. En réfléchissant aux changements perceptibles à l'automne, ils pourront émettre des hypothèses pour expliquer ce changement (température plus froide, moins d'heures d'ensoleillement, abondance des précipitations, etc.). Cet exercice fera prendre conscience aux élèves de leurs représentations sur ce qui induit ce changement de couleur. Puis, ils décideront des protocoles expérimentaux pour étudier l'impact de chaque variable isolément. Des plants de géranium pourraient leur être alloués pour faciliter l'observation des coloris sur le feuillage. Les élèves devront prévoir la cueillette des données, le type de données à recueillir (changement de couleur observé, état d'humidité du feuillage, etc.), le contrôle des variables, le choix du moment opportun pour effectuer cette cueillette, les modalités de présentation des résultats, etc. L'analyse des données permettra aux élèves de confirmer ou d'infirmer leurs hypothèses. À la fin, l'expérimentation devrait conduire les élèves à conclure que seul le nombre d'heures

¹⁹ Di = données initiales, PHT = problèmes, hypothèses, test des hypothèses, RIC = résultats, interprétation, conclusion.

d'ensoleillement est responsable de la décoloration des feuilles à l'automne. Ainsi, au moyen de la démarche expérimentale et/ou à caractère scientifique, les élèves pourront construire le concept de photopériodicité chez les êtres vivants (un nouveau savoir) et rejeter leurs conceptions initiales.

3.3.2 Exemple 2

À la suite d'une mise en situation qui conduit les élèves à réaliser que pour permettre la croissance du poussin durant la période d'incubation dans l'œuf, il faut un milieu suffisamment chaud et humide, le problème de la conception d'un incubateur est retenu. Afin de résoudre le problème de conception de cet appareil, les élèves discernent les éléments pertinents à la résolution du problème. Ils pourraient être amenés à se demander comment concevoir un milieu dont la température et l'humidité restent constantes afin d'éviter de mettre la survie des embryons en péril. En cherchant des solutions à ce problème, les élèves sélectionneront des stratégies appropriées. Ils pourront schématiser l'incubateur et ses différentes composantes, cerner des matériaux qui permettront de le fabriquer (boîte de carton, planches en bois, etc.) et de maintenir la chaleur constante à l'intérieur (polystyrène, par exemple), puis recourir à une source de chaleur (lumière, chauffe-eau d'aquarium, etc.) et d'humidité (linge humide, bol d'eau, etc.). Les élèves concevront l'incubateur, testeront son efficacité au moyen d'instruments de mesure (thermomètre, hygromètre, etc.) et procéderont à la mise à l'essai de l'appareil en y déposant les œufs. Ils analyseront donc la structure de leur incubateur. Les stratégies d'investigation retenues devraient conduire les élèves à conclure sur la nécessité de certains éléments (source de chaleur, matériaux isolants, eau, etc.) et de dispositions particulières pour assurer une circulation de l'air entre l'incubateur et le lieu extérieur, etc. La démarche de résolution d'un problème technologique devrait permettre aux élèves de construire le concept du fonctionnement d'un appareillage avec différentes variables à contrôler. Comme en témoigne ces deux exemples, certains moments forts sont récurrents, sans égard aux démarches d'investigation retenues. Selon Hasni et Roy (2006), à la suite d'une problématisation, l'élève planifie et valide un recueil de données selon la nature

du problème et des questions soulevées. Il analyse et interprète ses données, puis confronte les conclusions obtenues aux savoirs de référence et à ses conceptions, ce qui le conduit en principe à construire de nouveaux savoirs.

3.4 Les démarches à caractère scientifique au cœur du programme de sciences et technologies

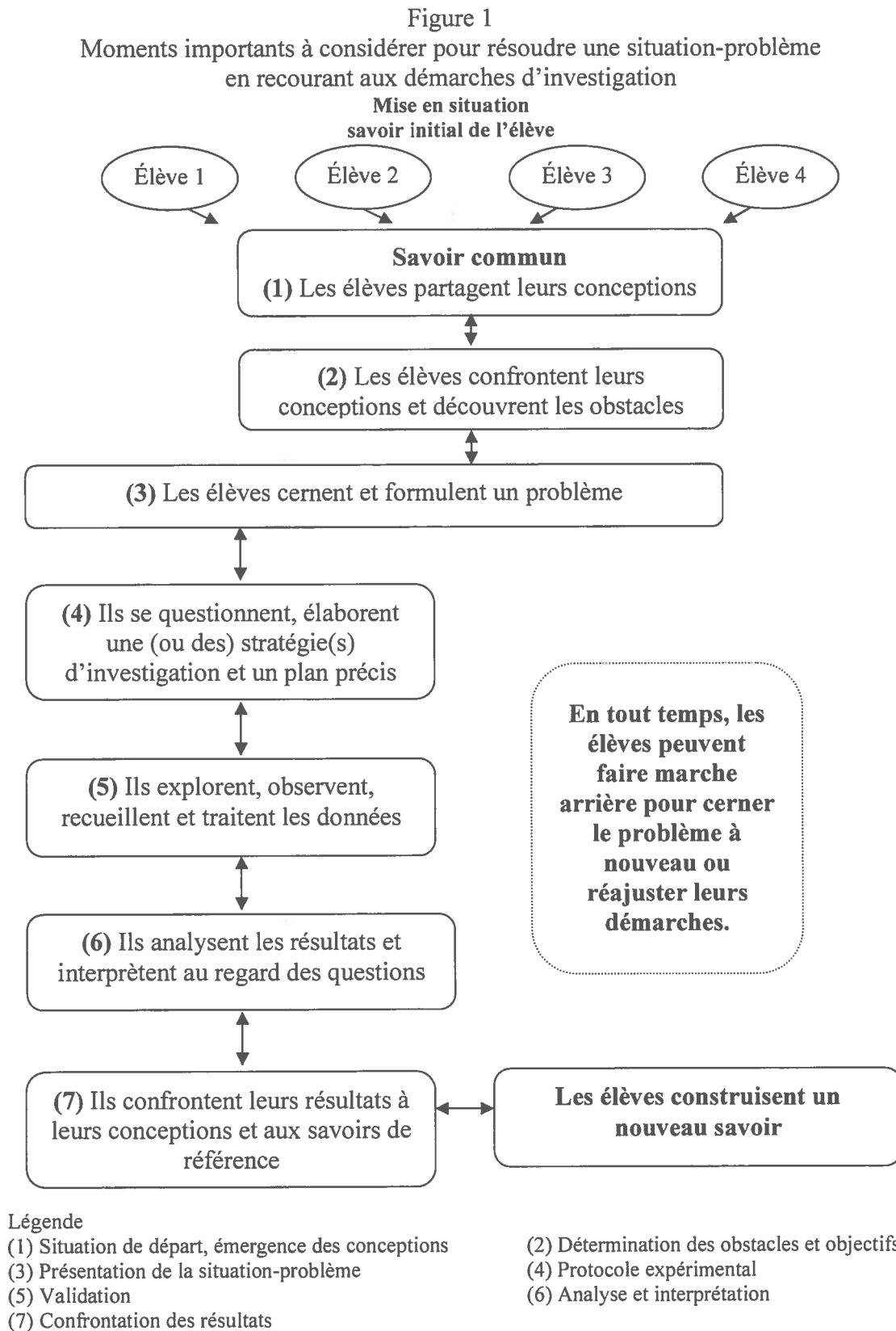
Dans le *Programme de formation de l'école québécoise* (2001), la première compétence : proposer des explications ou des solutions à des problèmes d'ordre scientifique ou technologique, rappelle la nécessité d'amener l'élève à « résoudre des problèmes qui proviennent de multiples questions dont les réponses ne sont pas parfaitement claires et satisfaisantes et elles s'appuient pour se faire, sur des habiletés comme l'observation, la mesure, l'interprétation des données et la vérification. » (Gouvernement du Québec, 2001, p. 150). Afin de permettre l'intégration et la mobilisation de cette compétence, on expose trois démarches ou composantes essentielles à son développement : identifier un problème ou cerner une problématique, recourir à des stratégies d'exploration variées et évaluer sa démarche. L'élève de deuxième et troisième cycles « explore des problématiques qui font appel à des approches et à des stratégies [...], se documente, planifie son travail, recueille des données en fonction de paramètres plus nombreux » (*Ibid.*, 2001, p. 151). Ainsi, placé en situation qui l'amène à se questionner, l'élève aborde des problèmes et des problématiques liés à son environnement. La mise en œuvre de différentes démarches l'amène donc à confronter ses représentations, à faire des découvertes et à proposer des explications ou des solutions au regard de la situation-problème.

3.5 Une approche de l'apprentissage des savoirs scientifiques

Bien que notre intention ne soit pas de dicter une démarche aux élèves, il est possible de dégager certains moments majeurs, appelés aussi tâches ou habiletés scientifiques afin de permettre à l'enseignant d'encadrer la démarche de l'élève. Appuyés sur les indicateurs d'une situation-problème (De Vecchi et Carmona-Magnaldi, 2002), sur la démarche de l'apprentissage par problématisation (Fabre,

1999, 2005), sur les moments forts formulés par Hasni et Roy (2006) et les contextes qui mènent les élèves à développer la première compétence du programme, nous présentons une démarche d'investigation en sept moments afin de permettre aux élèves d'acquérir des savoirs scientifiques. L'approche présente les caractéristiques d'une démarche plus scientifique que technologique, ceci résulte en effet d'un choix que nous avons posé considérant que l'analyse des besoins pouvait être menée une fois le problème cerné et que l'élaboration et la mise à l'essai du prototype se feraient au moment du traitement des données. Nous verrons néanmoins que les enseignants ont pu s'y référer afin de guider les élèves dans la réalisation d'une activité technologique.

La figure 1 présente ces moments importants de l'approche. Puisque notre intention est de montrer, par le biais de cette approche en sept moments, comment l'élève pose le problème, le construit et le solutionne en ayant recours aux démarches à caractère scientifique, nous avons choisi de présenter le point de vue de l'élève. Comme cette approche sera présentée à l'élève et utilisée par celui-ci, nous avons voulu qu'elle serve à la fois d'aide didactique ou de repère pour l'enseignant et l'élève. C'est pourquoi, elle apparaît dans le cahier du participant (l'enseignant) et nous souhaitons qu'il en fasse la présentation à l'élève, puisque dans la réalisation des activités scientifiques d'*Éclairs de sciences*, c'est l'élève qui est aux commandes de ses apprentissages. Selon Astolfi et *al.* (1997), une aide didactique peut avoir différentes fonctions, notamment susciter l'émergence d'un problème, guider dans la pratique d'expérimentations, permettre à l'élève de faire le point sur l'acquisition de ses savoirs, etc. Comme cet outil est appelé à servir d'auxiliaire d'enseignement, nous avons voulu qu'il soit simple dans sa présentation, mais complet afin de permettre à l'élève, par exemple, de revenir en arrière pour cerner le problème à nouveau ou réajuster sa démarche.



(1) Situation de départ et/ou émergence des conceptions

Comme l'évoque Bachelard (1970), l'apprenant a l'âge de ses préjugés. Avant la mise en place d'une situation d'apprentissage, chaque élève a un savoir initial déjà étoffé, basé sur ses observations et ses expérimentations antérieures. La situation de départ doit susciter le questionnement des élèves, les intriguer afin qu'ils s'impliquent pleinement dans la tâche proposée. Afin d'introduire la situation-problème, une situation de départ amène chaque élève à confronter ses conceptions avec celles des membres de son équipe. Véritable communauté apprenante, le groupe permet à chaque élève de partager ses connaissances et d'alimenter un savoir commun. Ici, le savoir commun ne réfère pas au savoir exprimé dans le langage quotidien des élèves (le savoir de sens commun de Vygotsky), mais plutôt le savoir issu du partage des conceptions des différents membres de l'équipe. Il occasionne parfois des remises en question, provoque certaines contradictions et amène un questionnement de la part des élèves qui ont tôt fait d'en constater la diversité.

(2) Détermination des obstacles et définition des objectifs

Confrontés à leurs obstacles, les élèves tentent de formuler les conceptions qui semblent contradictoires. Les objectifs de la situation-problème vont s'articuler autour de ces mêmes obstacles.

(3) Présentation de la situation-problème

Les élèves, abordant rarement un sujet de recherche en posant directement le problème, sont invités par l'enseignant à tenter de le construire. Les questions de l'enseignant, des retours sur les idées initiales et les obstacles permettent aux élèves de commencer à cerner le problème et les questions qu'il peut soulever. Enfin, ils formulent un problème qui peut très bien ne pas être « le » problème, toutefois cette approche n'étant pas linéaire, les élèves peuvent, à tout moment, revenir en arrière pour cerner le problème à nouveau. Également, il est aussi possible que le problème apparaisse plus tard dans leurs démarches.

(4) Protocole expérimental

Selon la nature du problème choisi, les élèves se questionnent, élaborent des stratégies d'investigation et en font un plan précis. Le cas échéant, ils peuvent formuler des hypothèses en se basant sur leurs savoirs acquis ou leurs conceptions. Ces stratégies prévoient notamment un dispositif de contrôle de variables afin de permettre de vérifier l'effet d'un seul facteur. Puis, les élèves planifient le recueil de données approprié. Entre autres, ils déterminent un moyen de recueil, le type de données à recueillir, le moment du recueil, la modalité de présentation des résultats, etc.

(5) Validation

Selon le protocole qu'ils ont élaboré, les élèves explorent et observent guidé par l'enseignant. Ils traitent des données selon leurs connaissances. Ils peuvent effectuer des mesures et des calculs.

6) Analyse et interprétation

Les élèves analysent les données recueillies, ils tentent de décrire les relations entre les différents aspects. Puis, au regard du problème et des idées initiales formulées, les élèves interprètent les données. Ils essaient de comprendre et d'expliquer les données, ils considèrent chaque élément séparément puis obtiennent une ou des solutions au problème formulé. L'interprétation des données permet aux élèves de dégager des conclusions, formuler des énoncés scientifiques et un questionnement. Par la suite, les élèves dressent une liste des problèmes encourus, critiquent leurs démarches et proposent des voies d'amélioration.

(7) Confrontation des résultats

Les élèves confrontent les résultats obtenus avec leurs conceptions initiales et leurs hypothèses, s'il y a lieu, ils les confirment ou les infirment. Ils élaborent une production qui devra être confrontée à un savoir de référence afin d'en tester la valeur. Ils pourront présenter leur production aux autres équipes et comparer les

différentes démarches retenues. Au terme de l'activité d'apprentissage, les élèves auront construit un savoir en recourant aux démarches à caractère scientifique.

Comme nous l'avons vu, en cherchant des réponses ou des solutions à des problèmes d'ordre scientifique, les élèves font appel aux démarches à caractère scientifique. Ces démarches étant relatives à la nature du problème abordé. D'ailleurs, nous avons vu qu'il en existe un éventail large. Comme l'enseignement des sciences et technologies connaît quelques difficultés, que « ces démarches ne sont pas à l'abri d'erreurs et peuvent faire appel au tâtonnement [...], [que] leur concrétisation exige un questionnement continu afin de valider le travail en cours et effectuer les ajustements nécessaires en fonction des buts fixés ou des choix effectués » (Gouvernement du Québec, 2004b, p.275), bénéficier de l'appui d'acteurs impliqués auprès d'enseignants serait susceptible d'aider les enseignants à élaborer des situations d'apprentissage.

4. DÉFINIR UN PARTENARIAT

Afin de soutenir les enseignants à recourir à des démarches inhérentes à la construction de savoirs scientifiques (et pourtant trop souvent ignorées), nous nous interrogeons à savoir si un meilleur maillage entre l'école et un acteur de la promotion des sciences permettrait aux enseignants de tirer profit des compétences et des outils développés par leur partenaire issu du milieu de la médiation scientifique²⁰. Comme nous l'avons évoqué au sein de la problématique, le concept de partenariat a beaucoup évolué au fil des années et de nombreux partenariats ont été menés conjointement avec l'école.

À l'instar de Girault, Lapérouse, Fortin-Debart, Sauvé et plusieurs autres auteurs, qui reconnaissent les musées et autres acteurs de la promotion des sciences comme des partenaires scientifiques de l'école, nous utiliserons le concept de partenariat pour identifier ce lien qui unit les enseignants aux acteurs de la promotion

²⁰ Par médiation scientifique, nous entendons les actions visant à communiquer la science auprès des différents publics intéressés (école, musée, etc.) afin de promouvoir la culture scientifique.

des sciences. Bien que les enseignants (et leurs élèves) soient les principaux bénéficiaires de ce travail collectif, l'expertise de chacun a une importance égale et déterminante. Aux commandes des stratégies d'enseignement, l'enseignant est le principal médiateur des apprentissages. De son côté, l'acteur partage ses connaissances et ses compétences scientifiques, ce qui lui permet de combiner son « double mandat de promouvoir la recherche scientifique et de sensibiliser le public à la compréhension des phénomènes scientifiques » (Girault et Lapérouse, 2005, p. 96). Il se dégage d'un tel partenariat un échange fort pertinent de ressources, de connaissances et de compétences susceptibles de profiter tant à l'enseignant qu'à l'apprenant. Cette façon de concevoir le partenariat entre l'école et les acteurs de la promotion des sciences n'est pas sans rappeler celle de Legendre 2005. Le partenariat est une :

« entente entre des parties, qui, de façon volontaire et égalitaire, partagent un objectif commun et réalisent en utilisant de façon convergente leurs ressources respectives [...] [et] toute activité de recherche ou de formation qui amène, au point de vue organisationnel, des relations entre une institution de formation et l'entreprise au sens large du terme » (p.1002).

Considérant les possibles retombés d'un tel maillage entre l'école et un acteur de la promotion des sciences, nous avons voulu expérimenter un partenariat afin de permettre aux enseignants d'amener leurs élèves à recourir à des démarches à caractère scientifique.

5. LES ACTEURS DE LA PROMOTION DES SCIENCES

5.1 Une diversité d'acteurs

Les acteurs de la promotion des sciences sont des organismes de culture scientifique et technique spécialistes de la médiation scientifique. La mission de ces organismes est le développement de la culture scientifique auprès des différents publics. Ils regroupent des musées de sciences, des aquariums, des jardins botaniques, des parcs zoologiques, des organismes voués au développement des sciences

(expositions scientifiques, animation d'expériences, etc.), des bibliothèques, mais aussi des scientifiques, des associations de naturalistes, etc.

Ces acteurs sont soutenus par des réseaux établis qui voient à leur rayonnement dans toutes les régions du Québec. L'organisme *Science pour tous* regroupe plus d'une centaine d'organismes de culture scientifique qui oeuvrent dans différents secteurs d'activités au Québec, dont des associations ou organismes, musées et centres d'interprétation, parcs nationaux, médias, gouvernement, enseignement, entreprises et laboratoires, individus experts en culture scientifiques. Si certains disposent d'infrastructures leur permettant de conserver des collections ou de mener des expérimentations en conviant les publics en leurs murs, d'autres sillonnent la province et vont visiter les différents publics dans d'autres établissements (écoles, CLSC, bibliothèques, etc.).

Plusieurs organismes reconnaissent le caractère distinctif de la clientèle scolaire et proposent des services qui s'adressent spécifiquement aux élèves du primaire ainsi qu'à leurs enseignants. La diversité des projets offerts s'inscrit dans l'esprit du nouveau curriculum. Par exemple, la *Biosphère* à travers son *Réseau ObservAction* convie les élèves à une collecte d'informations qui est par la suite transmise aux chercheurs pour des fins d'expérimentations. De même, chaque année des foires scientifiques sont organisées par *Expo-sciences Bell*, *Défi génie inventif* et *Effervescience* afin de mettre en valeur le savoir-faire scientifique des élèves. Aussi, le programme les *Innovateurs à l'école et à la bibliothèque*, une initiative de la *Société pour la promotion de la science et de la technologie (SPST)*, propose des ateliers aux élèves permettant d'explorer la diversité des champs de recherche de la science par le concours de présentations animées par des chercheurs.

5.2 Des projets pour soutenir le travail des enseignants

Afin d'aider les enseignants à rencontrer les défis liés à l'enseignement des sciences et des technologies, des projets ont été initiés par des acteurs de la promotion des sciences. Ces organismes se distinguent de leurs semblables car ils ont choisi de

s'adresser uniquement aux enseignants. Par exemple, le collège François-Xavier Garneau a mis sur pied le *Centre de démonstration en sciences physiques* qui offre un programme de formation continue aux enseignants afin de les aider à élaborer des activités expérimentales. *La Boîte à science* offre aux enseignants du primaire des ateliers (*La science dans ma classe*) d'une journée et demie afin de transmettre différents outils et des méthodes pour mieux préparer les enseignants à mener des projets scientifiques en classe. Elle met également à leur disposition des fiches d'activités expérimentales (*Voilà science*) qui permettent aux élèves de se préparer à la visite d'un animateur scientifique ou de poursuivre l'exploration après cette rencontre. *La clé des sciences* est un projet dirigé par l'organisme *Les Scientifines* et offre aux enseignants des écoles primaires du Sud-Ouest de l'île de Montréal des ressources pédagogiques, un accompagnement pour l'animation, des formations et du matériel scientifique pour accompagner les activités expérimentales.

5.3 *Éclairs de sciences*, un projet avec un potentiel d'exploitation intéressant en classe

En 2001, *L'île du savoir* a été inaugurée par le Conseil régional de développement de l'île de Montréal (CRDÎM), aujourd'hui appelé la Conférence régionale des élus de Montréal (CRÉ de Montréal), et du gouvernement du Québec afin de promouvoir les sciences et les technologies auprès des jeunes de l'île de Montréal.

Issus d'une collaboration étroite entre le milieu de l'éducation et le secteur de la culture et du loisir scientifique, sept projets sont nés, dont *Éclairs de sciences*. À l'été 2006, le Centre des sciences de Montréal a obtenu le mandat d'œuvrer en tant que porteur du projet *Éclairs de sciences*. Ce projet s'est donné le mandat d'intervenir auprès des enseignants afin de les appuyer à accroître l'intérêt des jeunes pour les sciences et les technologies. *Éclairs de sciences* a fait de l'école sa mission et des enseignants son partenaire. Les intervenants justifient ce choix parce que

« les enseignants et les enseignantes occupent une position privilégiée pour transmettre aux jeunes le goût d'apprendre et de comprendre les sciences et, ensuite, parce que ce sont eux qui détiennent le pouvoir d'induire un changement notable et durable sur le plan de l'enseignement des sciences et de la technologie dans les écoles » (*Éclairs de sciences*, 2004b, p.12).

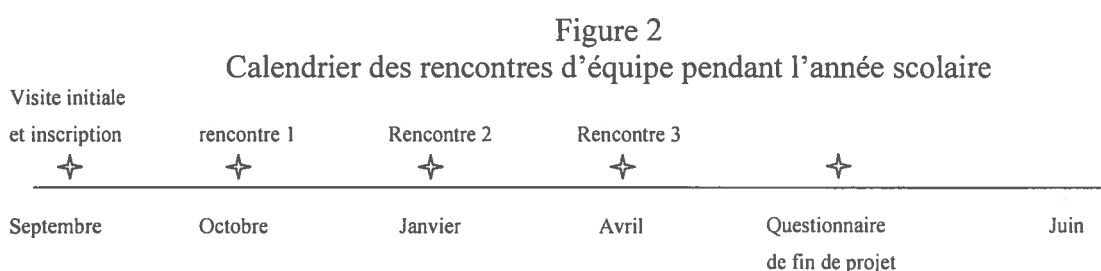
En plus des trois guides d'activités par cycle d'enseignement proposés sur le site Internet, *Éclairs de sciences* recrute des consultants scientifiques bénévoles qui oeuvrent au sein d'entreprises, de centres de recherche, de maison d'enseignement, etc. Leurs rôles consistent à répondre aux questions des enseignants sur les sujets scientifiques, à suggérer des pistes de recherche, à chercher de l'équipement ou des objets particuliers et à proposer des méthodes ou des techniques expérimentales afin d'appuyer les enseignants dans la conduite d'expérimentations. Toutefois, le service d'accompagnement scientifique est offert exclusivement aux écoles primaires de l'île de Montréal sur inscription. L'école intéressée à s'inscrire pour être jumelée à un consultant doit s'adresser au conseiller pédagogique en sciences et technologies de la commission scolaire afin de connaître les modalités d'inscription (*Éclairs de sciences*, 2005).

Afin d'expérimenter un partenariat avec l'école retenue pour notre projet de recherche, nous avons sélectionné *Éclairs de sciences* pour diverses raisons. D'abord, parce que cet organisme intervient directement auprès de la clientèle enseignante, qu'il propose des ressources qui respecteraient, *à priori*, les visées du programme en sciences et technologies au primaire, qu'il permettrait aux élèves de recourir aux démarches scientifiques et qu'il a développé une expertise depuis cinq ans dans le jumelage d'enseignants et de consultants scientifiques.

5.3.1 Une équipe, des rencontres, un gage de réussite

Selon le déroulement habituel des projets *Éclairs de sciences*, au début de l'année scolaire, un conseiller pédagogique de la commission scolaire visite l'école inscrite afin d'informer les enseignants et la direction de l'école du bon déroulement du projet, des rôles et de l'implication de chaque participant. À cette occasion, les

équipes de chaque cycle d'enseignement choisissent les activités expérimentales du guide qu'elles priorisent conformément à leur programme. *Éclairs de sciences* s'occupe par la suite de jumeler l'équipe avec un consultant scientifique dont les compétences rejoignent les activités du guide. Pendant l'année scolaire, un minimum de trois rencontres sont prévues entre l'équipe d'enseignants et le consultant et sont animées par une personne ressource de la commission scolaire (un conseiller pédagogique, par exemple). Chacune de ces rencontres permet de planifier les activités expérimentales et la démarche d'enseignement, de poser des questions, de répartir les tâches entre les membres de l'équipe et de procéder aux premiers essais d'expériences. La figure 2 représente la répartition des rencontres pendant l'année scolaire. Les échéanciers peuvent varier d'un projet à l'autre, ils servent seulement à illustrer la fréquence des rencontres.



Éclairs de sciences (2004b). *L'apprentissage des sciences et de la technologie par la démarche active*. Montréal : Centre des sciences de Montréal.

Tout au long de l'année scolaire, l'équipe d'*Éclairs de sciences* assure le suivi des opérations et évalue les retombées de l'expérience à la fin de l'année au moyen de questionnaires remplis par les enseignants et le consultant scientifique.

5.3.2 La démarche d'enseignement d'*Éclairs de sciences*

Dans le guide *L'apprentissage de sciences et de la technologie par la découverte active*²¹ remis aux enseignants participant au projet *Éclairs de sciences*

²¹ Afin de simplifier l'écriture, nous utiliserons guide de l'enseignant pour désigner le guide *L'apprentissage de sciences et de la technologie par la découverte active*.

(disponible également sur leur site Internet), on décrit respectivement l'apprentissage des sciences et de la technologie par la découverte active, le rôle de l'enseignant, les cinq étapes de la démarche active, quelques conseils sur la préparation et la tenue du cahier de l'élève, le matériel à prévoir, une liste des rôles que peuvent se partager les coéquipiers, les composantes des différentes compétences du nouveau curriculum en sciences, des pistes d'intervention lors de difficultés des élèves et un exemple d'activité expérimentale. Les concepteurs de ce matériel font le parallèle entre le rôle de l'élève et celui du scientifique. Selon eux, la démarche active permet aux élèves de confronter leurs idées initiales au moyen de preuves dégagées lors d'expériences. Ils tiennent à se distancer de pratiques où les élèves expérimentent dans l'objectif de pouvoir démontrer que l'hypothèse de départ était la bonne. « Le véritable objectif de l'expérience est [donc] de faire évoluer les idées et les connaissances. [...] Ce qui compte, c'est de pouvoir justifier les nouvelles idées ou connaissances par des preuves concrètes recueillies durant l'expérimentation et d'être capable de démontrer que la démarche utilisée était systématique et justifiée » (*Ibid.*). Conséquemment, l'acteur ne présente pas de recette détaillée menant l'élève à solutionner le problème. Il ne fournit pas davantage d'exemples de bonnes et de mauvaises réponses au problème de départ et les élèves n'ont pas de fiche à remplir. Le matériel produit s'adresse uniquement à l'enseignant et est conçu de manière à pouvoir s'adapter à différents usages. Aucune manière d'aborder un problème n'est proposée, on insiste cependant pour que les élèves suivent les cinq étapes de la découverte active et recourent à un cahier d'expériences afin de conserver des traces de leur démarche et la justifier. Le tableau 1 (page 50) présente les cinq étapes de la découverte active telle que présentée dans le guide de l'enseignant.

À l'étape 1, l'enseignant présente le problème aux élèves et anime une discussion qui permet à ceux-ci de ventiler leurs connaissances en lien avec celui-ci. Par la suite, ils identifient les idées initiales dans leur cahier. À l'étape 2, l'enseignant propose des objets expérimentaux, les élèves manipulent le matériel et proposent des expériences pour résoudre le problème. En équipe, ils conviennent d'une seule

expérience à poursuivre et inscrivent dans leur cahier le matériel dont ils ont besoin, les manipulations à effectuer, l'hypothèse de travail et sa justification. À l'étape 3, les élèves « mènent leur exploration le plus librement possible, en utilisant leurs sens, puis notent leurs observations, mesures ou calculs dans leur cahier d'expériences » (*Ibid.*, p. 14).

Tableau 1
Les cinq étapes de la découverte active

Étape 1	Idées initiales Liens avec la vie de tous les jours Préconceptions
Étape 2	Plan de travail et hypothèse Choix du matériel Suggestions d'expériences pertinentes Choix de l'expérience Planification Hypothèse personnelle
Étape 3	Expérimentation Observations, calculs, mesures Facteurs expérimentaux Solution au problème Justification
Étape 4	Bilan Retour sur l'hypothèse Problèmes rencontrés Améliorations possibles Bilan de l'expérimentation présenté aux autres élèves
Étape 5	Concepts scientifiques Liste des concepts scientifiques Recherche approfondie sur le sujet choisi (en équipe ou individuellement) Préparation d'un rapport de recherche ou d'une présentation orale

Eclairs de sciences (2004b). *L'apprentissage des sciences et de la technologie par la démarche active*. Montréal.

À l'étape 4, les élèves comparent leurs réponses avec leurs hypothèses, ils relatent les problèmes survenus pendant l'expérimentation et portent un jugement sur la démarche retenue. À la fin, les élèves présentent leur bilan aux autres équipes. La dernière étape constitue un retour de certains savoirs essentiels qui ont contribué à

faire cheminer l'expérimentation. L'enseignant peut consulter un résumé de concepts de base dans le guide d'activités expérimentales afin de se préparer à animer une discussion. Les élèves consignent leurs apprentissages dans leur cahier d'expériences et y recourent, au besoin, pour poursuivre leurs recherches à la bibliothèque ou sur Internet. Des activités de réinvestissement peuvent aussi être proposées afin de poursuivre leurs apprentissages.

En s'appuyant sur quelques années d'expérience, les auteurs y vont de plusieurs conseils tout au long du document. Par exemple, à l'étape 2, on suggère aux enseignants de réduire l'offre de matériaux susceptibles d'intervenir au sein de l'expérimentation, notamment au début, et d'en augmenter le nombre au fur et à mesure que les élèves prennent de l'expérience dans la sélection du matériel nécessaire.

Bien que nous proposons une analyse détaillée de la démarche active au quatrième chapitre de cet essai, voici certains constats qui émergent à la lecture des cinq étapes. D'abord, comme l'étude des besoins et des contraintes, la conception de modèles et la réalisation de prototypes sont absentes des étapes de cette démarche, il semble que cette démarche soit mieux adaptée pour des problèmes scientifiques que technologiques. De plus, l'élève ne semble pas être aux commandes de la phase de problématisation, puisque aucun indicateur ne rappelle le rôle de l'élève (pose, traite et solutionne le problème). Également, les étapes semblent stéréotypées et figées, empêchant l'élève de considérer d'autres démarches et de revenir en arrière au besoin.

5.3.3 Le rôle de l'enseignant

Dans le guide de l'enseignant, on confère à ce dernier un rôle de médiateur des apprentissages, ce qui n'est pas sans rappeler l'approche constructiviste des nouveaux programmes : « votre rôle en tant qu'enseignant ou enseignante n'est pas d'expliquer vous-mêmes de nouveaux concepts scientifiques aux élèves, mais plutôt de guider ces derniers dans leurs propres découvertes » (*Ibid.*, p. 8). Le tableau 2

précise les fonctions qui reviennent à l'enseignant dans cette pédagogie de la découverte.

Tableau 2
Le rôle de l'enseignant dans la démarche active

- Fournir l'occasion d'apprendre par leurs propres actions
- Enseigner la façon d'utiliser correctement le matériel
- Poser des questions aux élèves qui les amèneront à s'interroger
- Donner accès à de l'information, à des idées nouvelles et à de nouveaux mots
- Apprendre aux élèves à travailler en équipe, (partager les tâches et les responsabilités, etc.)
- Proposer aux élèves des occasions de communiquer leurs idées et d'expliquer leurs démarches aux autres (par la parole, l'écriture ou le dessin)
- Leur apprendre à critiquer leur travail ou celui des autres dans le but de l'améliorer
- Leur donner la chance de comprendre que chaque personne peut avoir des idées différentes de celles des autres.

Éclairs de sciences (2004b). *L'apprentissage des sciences et de la technologie par la démarche active*. Montréal.

5.4 Un partenariat école-acteur, d'abord un contrat didactique

L'équipe d'*Éclairs de sciences* est consciente que la réussite d'un partenariat avec l'école passe par une série de mesures concrètes visant à engager et informer les gens impliqués. C'est pourquoi, pour participer au projet *Éclairs de sciences*, des documents précisant les engagements de chacun et la démarche d'enseignement (la démarche active) mise de l'avant sont fournis dès le début du projet. Lors de la première rencontre, le conseiller pédagogique informe tous les participants de leur rôle et des objectifs à atteindre, le déroulement des activités expérimentales est détaillé et on s'assure que tous les participants soient informés des limites de cette concertation. Comme il s'agit d'un partenariat, la réussite d'un travail collectif se mesure par l'intérêt que chaque intervenant y porte. Ainsi, les limites s'inscrivent à l'intérieur des tâches que chacun doit jouer. Tout participant doit s'y référer et ne pas négliger sa tâche. Par exemple, les responsables d'*Éclairs de sciences* insistent qu'un minimum de trois activités expérimentales soient réalisées, que les enseignants planifient chaque activité, qu'ils préparent le matériel, que chaque activité soit choisie au moins deux semaines à l'avance et que le consultant scientifique en soit informé.

Enfin, on précise qu'il est important que tous les participants assistent aux rencontres, que l'école attribue les budgets nécessaires à la réalisation des activités, que le consultant scientifique ne se substitue pas à l'enseignant, etc.

5.5 Un cadre conceptuel à adapter?

Bien qu'*Éclairs de sciences* offre un projet porteur de retombées intéressantes pour les enseignants, nous proposons quelques modifications à la démarche active défendue par l'acteur. Certes, cette démarche présente un dénominateur commun avec l'approche en sept moments mis de l'avant dans ce chapitre : les deux approches s'inscrivent conjointement dans une pédagogie de la découverte. Inspirées par l'approche constructiviste des nouveaux programmes, les deux approches accordent à l'élève le rôle d'artisan de ses apprentissages et à l'enseignant celui de catalyseur ou de médiateur. En plus, les deux approches proposent un outil didactique efficace susceptible d'aider l'enseignant à guider les élèves tout au long de l'expérimentation. Comme chaque approche est présentée aux élèves, on y trouve en détail ce qui est attendu de l'élève. L'enseignant peut s'y référer et s'il le désire, par exemple, indiquer à l'élève qu'il doit revenir en arrière pour poser le problème à nouveau. Les deux approches ont toutefois quelques points distincts. À cet effet, nous expliciterons ces différences au quatrième chapitre de cet essai et justifierons, par le fait même, ce qui a motivé nos choix eu égard aux modifications apportées.

6. QUESTION DE RECHERCHE ET SOUS-QUESTIONS

Comme nous l'avons constaté dans ce chapitre, dans une pédagogie de la découverte, c'est l'élève qui pose le problème, le construit et le solutionne en faisant appel à des démarches à caractère scientifique. L'enseignant agit en tant que médiateur des apprentissages et construit les situations didactiques au regard des objectifs-obstacles.

Considérant que l'enseignement des sciences et technologies semble délaissé par plusieurs, que le dit enseignement soit basé sur l'exercitation et la transmission,

que le matériel didactique approuvé ne rencontrerait pas l'ensemble des attentes, que l'apprentissage par problématisation nécessiterait de la part de l'enseignant un réaménagement des pratiques, nous nous demandons si un partenariat entre l'école et un acteur de la promotion des sciences permettrait aux enseignants d'amener leurs élèves à recourir à des démarches à caractère scientifique?

En réponse à cette situation préoccupante, nous souhaitons expérimenter un partenariat entre des enseignants et un acteur de la promotion des sciences. Celui-ci s'appuierait sur l'expertise d'un partenaire engagé dans le jumelage d'enseignants avec des consultants scientifiques (*Éclairs de sciences*) afin de permettre aux enseignants d'être appuyés dans la conduite d'activités expérimentales et de profiter des ressources complémentaires. Comme nous l'avons précédemment exposé, en passant en revue les travaux d'Astolfi, de Fabre et de De Vecchi et Carmona-Magnaldi, la démarche proposée par *Éclairs de sciences* ne respecterait pas les attentes véhiculées par une situation-problème. Nous tenterons donc d'apporter quelques modifications à cette démarche. Ainsi, à l'intérieur des paramètres que nous avons présentés, nous serons en mesure de vérifier si ce partenariat entre l'école et un acteur de la promotion des sciences permet aux enseignants et à leurs élèves de recourir aux démarches à caractère scientifique. S'il s'avérait bénéfique, quels seraient alors les acquis des enseignants concernant les démarches à caractère scientifique? Quels éléments de soutien proposés par l'acteur seraient retenus par les enseignants? En quoi le consultant scientifique jumelé aux enseignants influencerait-il l'appropriation des concepts scientifiques et la mise en œuvre de l'activité d'apprentissage par ceux-ci? Quelles limites présenterait l'adaptation d'une activité expérimentale proposée en véritable situation-problème? Finalement, quels apports les enseignants et le consultant scientifique dégageraient-ils de ce travail de partenariat? Pour expérimenter ce partenariat entre l'école et un acteur de la promotion des sciences, nous utiliserons un cadre méthodologique qui est d'ailleurs décrit au prochain chapitre.

TROISIÈME CHAPITRE : MÉTHODOLOGIE

Tel que nous l'avons déjà exposé dans les premiers chapitres, le but de cette recherche consiste à expérimenter un partenariat entre l'école et un acteur de la promotion des sciences qui permettrait aux enseignants d'amener leurs élèves à recourir à des démarches à caractère scientifique. Nous souhaitons également adapter les ressources de l'acteur afin qu'elles rejoignent les attentes d'une situation-problème. Ce but émerge donc d'un constat sur la place accordée aux sciences et technologies et sur la manière dont elles sont abordées en classe. En mettant à profit les compétences des acteurs directement impliqués dans la promotion des sciences, les enseignants pourraient bénéficier non seulement de nouvelles ressources, mais améliorer leur compréhension de la situation-problème et de l'apprentissage par problématisation.

Basée sur l'expérimentation d'un partenariat entre l'école et un acteur de la promotion des sciences, cette recherche se veut une réponse à des difficultés concrètes dans l'enseignement des sciences et technologies. Nous avons donc tenté de vérifier, à partir des données recueillies auprès des enseignants et du consultant scientifique, si un tel maillage permettrait aux enseignants d'amener leurs élèves à recourir aux démarches à caractère scientifique. Aux fins de la présente étude, nous avons opté pour une recherche de développement d'objet, puisque après une analyse de la demande et de la démarche proposée par *Éclairs de sciences* (la démarche active)²², nous avons constaté, *à priori*, certaines différences entre les attentes véhiculées par une situation-problème et la démarche proposée dans le guide de l'enseignant. Après avoir apporté certaines modifications à ce guide, nous avons expérimenté le partenariat à l'intérieur même des nouvelles limites du cadre conceptuel. Enfin, au moyen d'entretiens de groupe, nous avons pu documenter les apports et les limites d'un tel maillage pour les participants à cette recherche.

²² L'analyse de la démarche active sera présentée au quatrième chapitre.

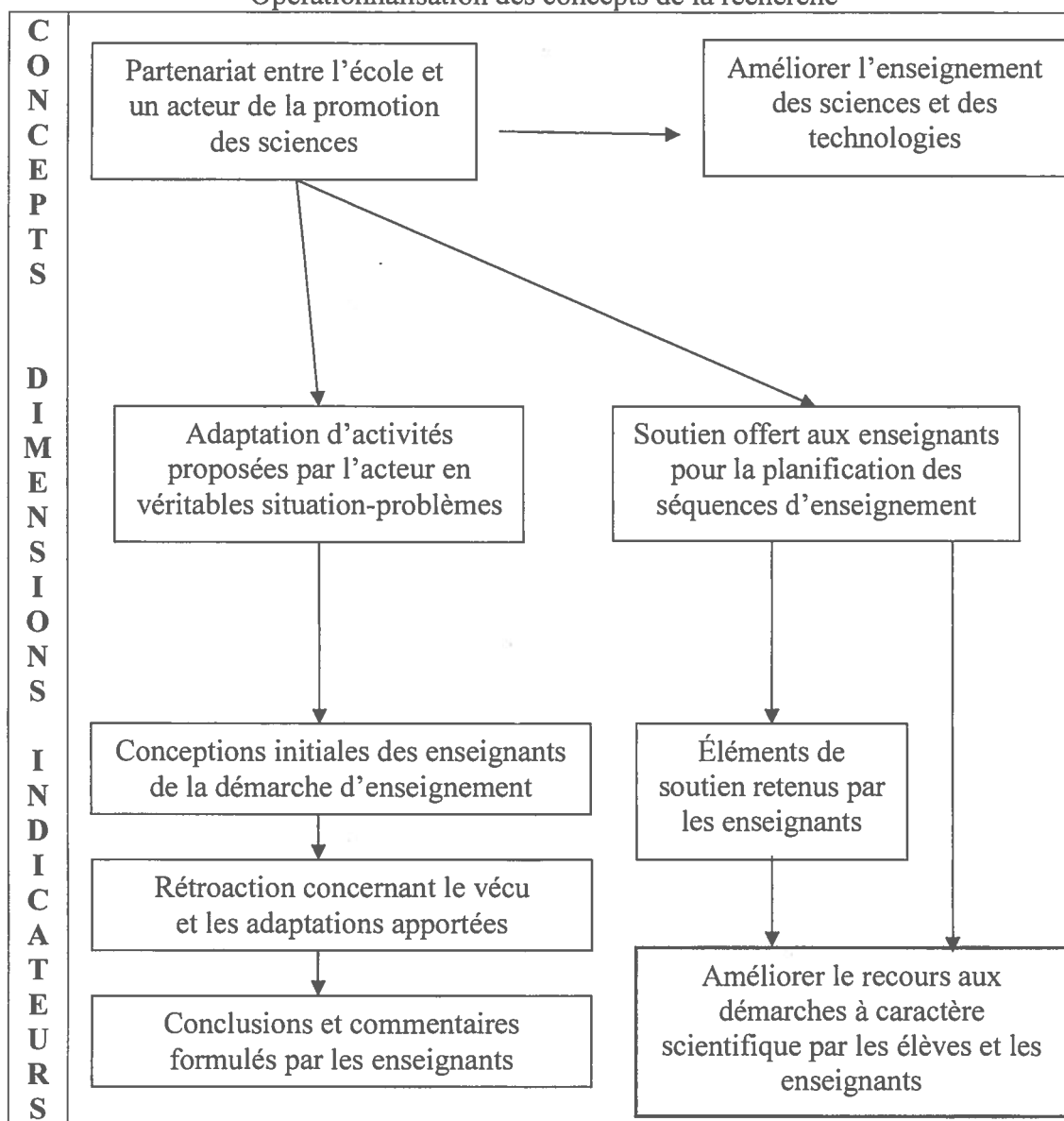
Selon Legendre (2005), la recherche de développement d'objet vise, « par l'utilisation de connaissances scientifiques et des données de la recherche, à produire des objets ou des procédés nouveaux » (p. 1147). La démarche propre à la recherche de développement d'objet consiste donc à concevoir un outil, comme un partenariat, ou un objet matériel, et ce, sur la base d'une analyse des besoins. Ultimement, l'outil est testé afin d'en faire éventuellement son utilisation (Van der Maren, 1999).

La question évoquée dans cette recherche met en relation l'amélioration de la situation de l'enseignement avec un partenariat entre l'école et un acteur de la promotion des sciences, deux concepts qui sont liés à des phénomènes bien concrets. D'abord, la situation difficile de l'enseignement des sciences et technologies qui correspond à une réalité partagée par de nombreux enseignants. Puis, le concept de partenariat, associé au fait que différents acteurs s'entendent pour partager des objectifs communs avec l'école afin de soutenir les enseignants dans leur travail. Autour de ce dernier concept s'articulent deux dimensions qui rendent effectif ce travail collectif : l'adaptation d'activités expérimentales proposées par l'acteur de la promotion des sciences et le soutien direct offert aux enseignants par un consultant scientifique afin de planifier des séquences d'enseignement (voir la figure 3).

Dans cette recherche, un consultant scientifique est jumelé avec des enseignants en vue de les aider à recourir aux démarches à caractère scientifique. Nous nous sommes intéressés également aux possibilités d'adaptation des activités expérimentales élaborées par l'acteur *Éclairs de sciences* pour en faire de véritables situations-problèmes. Ces dimensions étaient observables aux moyens d'indicateurs. Ainsi, guidés par les conceptions véhiculées par les enseignants sur la démarche d'enseignement qu'ils conçoivent avant la rencontre avec le consultant scientifique, leur rétroaction pendant la réalisation de l'activité et les apprentissages qu'ils dégagent, nous avons pu tirer des conclusions quant aux limites liées à l'adaptation du matériel proposé. Également, nous avons pu évaluer l'influence du jumelage en recensant les éléments de soutien retenus par les enseignants (site Internet, utilisation des guides, etc.) et déterminer les acquis des enseignants concernant les démarches à

caractère scientifique. Enfin, nous nous sommes intéressés aux apports d'un tel partenariat pour le consultant scientifique impliqué.

Figure 3
Opérationnalisation des concepts de la recherche



Ces aspects méthodologiques nous conduisent donc vers une recherche de développement d'objet, une recherche qui, selon Van der Maren (1999) vise la solution à des problèmes formulés dans la pratique.

1. LA RECHERCHE DE DÉVELOPPEMENT D'OBJET

Paillé (2004) propose un devis méthodologique en sept étapes pour la production de matériel pédagogique. Support essentiel à l'élaboration d'activités d'apprentissage dans un cadre scientifique, ce devis présente une approche simplifiée qui cadre bien avec les attentes véhiculées par un essai. Nous nous sommes inspirés de ce modèle afin d'en concevoir un mieux adapté à l'objet de cette recherche. Le tableau 3 résume le cadre méthodologique de Paillé (2004) et celui que nous proposons.

Tableau 3
Cadres méthodologiques pour le développement d'un partenariat

Cadre méthodologique d'une production de matériel pédagogique selon Paillé (2004)	Cadre méthodologique de la recherche
Explicitation du cadre conceptuel du matériel	1. Retour sur les difficultés éprouvées par les enseignants.
Choix et justification du support et du format matériel	2. Cadres conceptuels d' <i>Éclairs de sciences</i> et de l'approche en sept moments 3. Explicitation et justification des adaptations
Mise en forme des activités pédagogiques	4. Processus d'adaptation du guide de l'enseignant.
Vérification de la correspondance entre les divers aspects du modèle et le cadre conceptuel	5. Préparation d'une séance de formation destinée aux enseignants.
Mise à l'essai du matériel Évaluation par les pairs Réflexion sur l'activité	6. Mise à l'essai du partenariat

Les premières étapes du devis permettent au chercheur de présenter le cadre conceptuel du matériel à élaborer et d'en justifier le support et le format : l'explicitation du cadre conceptuel et le choix et la justification du support et du format matériel. Selon Paillé (2004), l'aspect le plus important du côté de l'approche scientifique réside dans « l'explicitation du cadre conceptuel; cette activité pose

formellement les bases fondamentales du matériel et le relie à la recherche scientifique contemporaine » (p. 10). Nous avons passé en revue les difficultés éprouvées par les enseignants, nous avons présenté le cadre conceptuel d'*Éclairs de sciences* (la démarche active), puis nous nous sommes intéressés aux similitudes et aux différences entre ce cadre et l'approche que nous présentons (la situation-problème, l'apprentissage par problématisation et les démarches à caractère scientifique). Cette étape nous a permis de justifier le choix du cadre conceptuel.

À l'étape de la mise en forme, Paillé insiste sur l'importance du recouplement entre l'objet et le cadre. En effet, « il sera important de s'assurer constamment de la correspondance entre les divers aspects du matériel pédagogique et le cadre conceptuel » (*Ibid.*, p.11). À cette étape, nous avons produit une synthèse des connaissances sur la situation-problème, l'apprentissage par problématisation et les démarches à caractère scientifique à transmettre aux enseignants lors d'une séance de formation. Puis, nous avons adapté le guide de l'enseignant afin de rencontrer toutes les attentes d'une situation-problème. Enfin, une mise à l'essai a été conduite afin de valider le partenariat entre l'école et un acteur de la promotion des sciences.

Comme nous l'avons déjà souligné, cette recherche vise l'expérimentation d'un partenariat afin de venir en aide aux enseignants qui éprouvent de la difficulté avec l'enseignement des sciences et des technologies, plus particulièrement avec les démarches à caractère scientifique. *Éclairs de sciences*, un projet qui intervient auprès d'enseignants par le biais de consultants scientifiques, a développé une expertise dans ce créneau. Toutefois, comme le cadre conceptuel dans lequel il intervient (la démarche active) semble présenter certains points divergents avec l'approche en sept moments, nous souhaitons d'abord apporter certaines modifications au regard du cadre conceptuel (accorder une place à la situation-problème, à l'apprentissage par problématisation et aux démarches à caractère scientifique) et adapter le guide de l'enseignant, qui sert d'ailleurs de repère dans la conduite d'expérimentations. Puis, en suivant le déroulement proposé (activités, rencontres, échéanciers, etc.) par l'acteur, nous avons évalué les retombées de ce projet sur le recours aux démarches à

caractère scientifique en nous basant sur les informations recueillies auprès des enseignants et du consultant scientifique. Par la suite, nous avons apporté certaines adaptations et modifications. Finalement, appuyés par ces données, nous avons décrit ce partenariat afin d'encourager d'autres écoles à établir ce type de travail en concertation avec un acteur de la promotion des sciences.

2. LES ÉTAPES DE LA RECHERCHE

2.1. Les enseignants participant au projet

Dans le but d'expérimenter un partenariat entre l'école et un acteur de la promotion des sciences qui permettrait aux enseignants d'amener leurs élèves à recourir aux démarches à caractère scientifique, nous avons fait appel à cinq enseignants de la deuxième année du deuxième cycle (quatrième année). Comme nous souhaitions expérimenter un partenariat susceptible d'influencer positivement le recours aux démarches à caractère scientifique des enseignants, et que nous cherchions à qualifier ce phénomène plutôt qu'à le mesurer, ce nombre restreint de participants s'avère suffisant.

Les enseignants retenus pour évaluer l'objet de recherche enseignent dans la même école que le chercheur. Nous reviendrons ultérieurement afin de mentionner quelles mesures ont été prises afin d'éviter un biais de recherche. L'école privée où s'est déroulé ce projet de recherche ayant tardé à instaurer le nouveau programme de sciences et technologies (Gouvernement du Québec, 2001), les enseignants ont dû adapter leurs pratiques d'enseignement selon les visées de l'approche constructiviste. Déterminés à faire vivre à leurs élèves de véritables situations-problèmes, ils ont manifesté un grand enthousiasme pour l'objet de cette recherche. Afin de préserver la confidentialité des données recueillies, nous avons privilégié l'usage de noms fictifs pour désigner les participants. Nous présentons le formulaire de leur consentement à participer au projet en annexe A.

Afin de préparer et de mieux outiller les enseignants, ils ont reçu une courte formation sur l'approche constructiviste, le nouveau programme en sciences et technologies et les situations-problèmes en classe. Les détails concernant cette formation sont fournis au quatrième chapitre. L'essentiel des concepts abordés lors de cette formation est intégré au guide de l'enseignant que nous souhaitons adapter aux fins de cette recherche. Comme le programme de sciences et technologies était à sa première année d'implantation dans l'école privée où se déroulait cette recherche, une telle formation a permis aux enseignants de mieux comprendre le contexte de cette intervention dans la réforme curriculaire et de tirer profit des informations du nouveau guide proposé.

2.2 Le chercheur

Lors des rencontres entre les enseignants et le consultant scientifique, le chercheur a agi à titre de personne ressource en sciences et technologies et a animé les rencontres entre les enseignants et le consultant scientifique. Tel que précisé dans le cahier des participants 2006, « l'organisation et l'animation des rencontres est sous la responsabilité d'une personne ressource de la commission scolaire à laquelle est rattachée l'école (par exemple un conseiller pédagogique) » (*Éclairs de sciences*, 2006b, p. 7). Plus précisément, le rôle de cette personne ressource consiste à « faciliter la communication entre le consultant scientifique et les enseignants et encourager la compréhension mutuelle des réalités professionnelles de chacun » (*Ibid.*, p. 14). Toutefois, ce rôle s'est limité aux responsabilités prescrites dans le cahier des participants 2006 et n'a affecté en rien le chercheur dans ses responsabilités vis-à-vis cet essai. Titulaire d'un baccalauréat spécialisé en biochimie et d'un baccalauréat en enseignement des sciences au secondaire, le chercheur a les compétences nécessaires pour répondre aux questions des enseignants, il maîtrise bien le programme de sciences et technologies et il a élaboré de nombreuses situations-problèmes depuis les huit années qu'il enseigne à l'école primaire.

2.3 La cueillette d'informations

Afin d'évaluer les apports et les limites d'un tel maillage, des entretiens de groupes ont été menés auprès des enseignants et du consultant scientifique qui participent à cette recherche. Trois entretiens successifs se sont déroulés avant, pendant et après chaque activité expérimentale auprès des enseignants afin d'évaluer leurs conceptions initiales, l'influence du consultant scientifique sur l'appropriation des concepts et la mise en œuvre de chaque activité d'apprentissage, les adaptations apportées et les conclusions dégagées. Lors de chaque rencontre, environ dix questions ont été posées aux participants. À la fin de l'expérimentation, lors d'un ultime entretien de groupe auprès des enseignants et du consultant scientifique, nous nous sommes intéressés aux éléments de soutien (site Internet de l'acteur, guide de l'enseignant, etc.) retenus par les enseignants, de même qu'aux apports respectifs (pour les enseignants comme pour le consultant scientifique) de ce travail collectif.

Selon Deslauriers (1991), l'entretien de groupe est un moyen de cueillette de données qui présente des avantages intéressants :

« le groupe permet aux personnes de réfléchir, de se rappeler des choses oubliées qui ne seraient pas remontées autrement à la mémoire; le groupe agit comme auto-correcteur en permettant à la personne de modifier son jugement et de donner une opinion plus nuancée; le groupe peut recréer une sorte de microcosme social où le chercheur peut identifier les valeurs, les comportements, les symboles des participants » (p. 38).

Afin de permettre aux participants de porter une réflexion éclairée par leur pratique il faut rappeler, comme l'évoque Gauthier (1998), qu'un tel entretien « requiert beaucoup de concentration et de présence d'esprit de la part des interlocuteurs en présence. Il vaut mieux prévoir des entrevues à répétitions plutôt que de tenir des sessions trop longues où la qualité des données peut diminuer si la fatigue de l'un ou de l'autre devient trop grande » (p. 276). Qui plus est, comme nous souhaitons documenter le recours aux démarches à caractère scientifique dans le cadre d'un partenariat, il importait de prévoir plusieurs périodes d'entretiens. Ces derniers constituent ainsi des témoins de l'évolution des pratiques. L'organisation des

questions devait également s'adapter au type dynamique des entretiens. Ainsi, selon Lefrançois (1992), l'entretien semi-structuré comporte une série de questions ouvertes rédigées à l'avance et des questions improvisées selon le rythme de l'entretien. « L'enquêteur procède de manière plus intuitive, s'ajustant au contexte, en fonction de l'aisance du sujet et de la difficulté des thèmes abordés. Il dispose à cet effet d'un guide d'entrevue regroupant l'ensemble des thèmes abordés ou des points à examiner » (p. 142). En préparation à ces entrevues, nous avons donc élaboré, de concert avec notre directeur d'essai, Monsieur Abdelkrim Hasni, des questions de manière à orienter les échanges sur les conceptions initiales, l'influence du consultant scientifique sur l'appropriation des concepts, la mise en œuvre de chaque activité d'apprentissage, les adaptations apportées, etc.

La planification des séquences d'enseignement étant orchestrée en équipe d'enseignants, il nous paraissait pertinent de recueillir les propos des enseignants dans un contexte d'échanges afin de refléter l'organisation habituelle des discussions, d'enrichir les réflexions et de pouvoir éclaircir certaines questions. Bien évidemment, ce type d'entretien présente également des inconvénients que nous avons tenté de considérer. Outre les impondérables imputables à la conciliation des agendas de tous les intervenants, notons la possibilité que chaque participant ne puisse pas intervenir pleinement si le groupe est dominé par un ou des individus. Nous avons donc tenté de remédier à cette situation en invitant les participants à lever la main avant de s'exprimer et en posant des questions de relance qui avaient pour objectif d'approfondir et d'orienter les échanges. Nous avons clarifié également d'entrée de jeu l'objectif de chaque rencontre afin que chacun soit mieux disposé à participer à l'entretien.

2.4 Le traitement des données

Alors que certaines méthodes d'enquête, notamment le questionnaire, proposent une méthode d'analyse des données particulières, les éléments d'information et de réflexion obtenus lors d'entretiens amènent le chercheur à tenir

compte d'un ensemble de facteurs dans son analyse. Selon Quivy et Van Campenhoudt (1995), lors d'entretiens « les méthodes de recueil et d'analyse des informations doivent être choisies et conçues conjointement » (p. 197). Il faut éviter les pièges qui pourraient laisser croire « à une complète spontanéité de l'interviewé et à une totale neutralité du chercheur » (*Ibid.*). En effet, selon la relation spécifique qui unit l'interviewer et les interviewés, les propos de ces derniers peuvent être modulés. En ce sens « l'analyse d'un entretien doit donc comprendre une élucidation de ce que les questions du chercheur, la relation d'échange et le cadre de l'entretien induisent dans les propos de son interlocuteur » (*Ibid.*).

D'une part, comme nous assistions aux rencontres entre le consultant scientifique et les enseignants, il nous était possible de valider les informations recueillies lors des entretiens. Par exemple, lors d'échanges avec le consultant scientifique, si les enseignants exprimaient certaines difficultés à bien maîtriser les concepts scientifiques, nous pouvions nous attendre à discuter des mêmes aspects lors de nos entretiens. Aussi, afin de nous assurer d'une certaine fidélité des données recueillies, nous avons tenté de dégager un maximum d'éléments d'information et de réflexion de la part de nos interlocuteurs. Pour ce faire, comme nous maîtrisions bien les concepts des différentes activités, que nous les avons déjà expérimentés dans le passé, il nous était possible de cerner les difficultés éprouvées par les enseignants, ce qui nous aidait à formuler nos questions et à susciter les échanges et les réflexions chez les enseignants. Enfin, comme nous entretenons des liens professionnels étroits avec ces enseignants et que ceux-ci étaient à même de considérer les retombées significatives d'un tel projet sur leurs pratiques, les échanges et les réflexions ont toujours été généreux et nourris.

2.5 Déroulement de la recherche

Pendant le mois de juillet 2006, nous avons rencontré la responsable d'*Éclairs de sciences* afin de prendre connaissance des services offerts par l'acteur et d'évaluer les conditions d'un éventuel partenariat. Au cours de cet entretien, la responsable

nous a tracé un portrait d'*Éclairs de sciences*, puis nous lui avons décrit l'objet de cette recherche et exposé le cadre conceptuel dans lequel elle s'inscrit. Également, nous avons tenté d'évaluer les possibilités d'adapter le cadre conceptuel proposé par le guide de l'enseignant et de mobiliser le contenu des activités expérimentales proposées par l'acteur afin d'élaborer des situations-problèmes. Le tableau 4 présente le calendrier des événements.

Tableau 4
Calendrier des événements dans le cadre de la recherche

Déroulement des événements	Mois
Rencontre du chercheur avec la responsable de l'acteur <i>Éclairs de sciences</i> afin d'évaluer les possibilités d'établir un partenariat et d'adapter le cadre conceptuel	Juillet 2006
(1) Retour sur les difficultés éprouvées par les enseignants (2) Cadres conceptuels d' <i>Éclairs de sciences</i> et de l'approche en sept moments (3) Explication et justification des adaptations apportées (4) Processus d'adaptation du guide de l'enseignant (5) Préparation d'une séance de formation destinée aux enseignants	Août 2006
(6) Formation des enseignants sur l'apprentissage par le problème, l'expérimentation d'une démarche de recherche et de construction des savoirs, les compétences du programme	Fin août 2006
(7) Première rencontre des enseignants et du chercheur afin de procéder au choix d'activités	Septembre 2006
(Étape 5) Rencontres 1 et 2 entre les enseignants, le chercheur et le consultant scientifique pour planifier la première activité expérimentale	Octobre et novembre 2006
(Étape 5) Rencontres 3 et 4 entre les enseignants, le chercheur et le consultant scientifique pour planifier la deuxième activité expérimentale	Janvier et février 2007
(Étape 6) Entretiens avec les enseignants afin d'expérimenter un partenariat (entretiens de groupe) Adaptations et modifications (s'il y a lieu)	Entre octobre 2006 et mars 2007

La première étape de notre méthodologie a d'abord consisté à expliciter le cadre théorique d'*Éclairs de sciences* et celui de l'approche en sept moments afin de justifier notre choix. Comme nous l'avons vu au deuxième chapitre, dans une

pédagogie qui prend appui sur les démarches à caractère scientifique, l'apprentissage des savoirs scientifiques passe par la résolution de situations-problèmes. Nous avons fait un retour sur les difficultés éprouvées par les enseignants au regard de l'enseignement des sciences, ce qui nous a permis d'explicitier en quoi ce cadre conceptuel était pertinent. Par la suite, nous avons entrepris de modifier certains passages du guide de l'enseignant sur ces mêmes bases. Nous avons également adapté une activité expérimentale proposée par l'acteur que nous avons proposée aux enseignants lors d'une journée de formation. Nous nous sommes donc assurés de la correspondance du matériel produit avec le cadre conceptuel que nous préconisons dans ce partenariat.

Au mois d'août 2006, les enseignants ont reçu une formation sur l'apprentissage par le problème (problèmes classiques, problèmes ouverts et situations-problèmes) afin qu'ils puissent expérimenter une démarche de recherche et de construction des savoirs d'une part et découvrir les trois compétences au programme de sciences et technologies d'autre part. Afin qu'un réel contrat didactique unisse les enseignants, il s'avère pertinent de miser sur la formation des participants impliqués afin de définir les stratégies à envisager (Fortin-Debart, 2002). Cette formation a mis l'accent sur les aspects théoriques et pratiques de manière à permettre aux participants de développer les compétences leur permettant de guider les élèves dans leur processus d'apprentissage. En septembre 2006, les enseignants retenus dans le cadre de cette recherche ont choisi les deux activités expérimentales lors d'une première rencontre avec le chercheur. Par la suite, des rencontres entre les enseignants de quatrième année, le chercheur (qui a agit à titre de personne ressource en sciences et technologies) et le consultant scientifique se sont déroulées respectivement en octobre 2006, novembre 2006, janvier et février 2007. Compte tenu du temps alloué à l'exercice de cette recherche par l'école, nous avons bousculé légèrement l'échéancier des rencontres suggérées selon le déroulement théorique du projet (voir figure 2). Également, nous avons expérimenté deux activités sur trois, ceci étant suffisant pour recueillir un nombre de données qui permet de valider le

partenariat entre l'école et un acteur de la promotion des sciences. Bien que ces deux initiatives ne remettent nullement en cause la réalisation des attentes véhiculées par cette recherche, elles n'en demeurent pas moins des limites.

Comme nous l'avons précédemment exposé, notre intervention dans la l'expérimentation de ce partenariat se limite à redéfinir le cadre théorique et à apporter les adaptations au guide de l'enseignant dans un premier temps. Depuis quelques années, l'acteur propose un partenariat entre des enseignants et des consultants scientifiques. Nous souhaitons donc expérimenter notre cadre conceptuel à l'intérieur de ce partenariat et documenter le recours des enseignants aux démarches à caractère scientifique.

3. AJUSTEMENTS ET LIMITES DE LA RECHERCHE

Comme le chercheur agit déjà à titre de personne ressource en sciences et technologies dans la même école que les participants à cette recherche, certaines mesures ont été mises de l'avant afin d'éviter un biais de recherche. D'une part, les enseignants ont été informés du déroulement des projets *Éclairs de sciences* et des limites d'intervention de chaque intervenant. De plus, le consultant scientifique avait la tâche de s'assurer que les interventions du chercheur ne dépassent pas celles prévues normalement dans le déroulement des rencontres d'*Éclairs de sciences*. Afin de ne pas aménager de structures supplémentaires qui pourraient faciliter ou nuire au déroulement des deux activités, les rencontres se sont limitées à celles prévues dans le cadre du partenariat et des entretiens de groupe. Aussi, pour toutes questions concernant les activités scientifiques, les enseignants étaient invités à communiquer avec le consultant scientifique par courrier électronique. Nous identifions toutefois deux limites à cette recherche. Comme nous en avons déjà fait la mention, nous avons bousculé légèrement l'échéancier des rencontres entre les enseignants et le consultant scientifique et seules deux activités expérimentales ont été menées.

QUATRIÈME CHAPITRE : ADAPTATION DE RESSOURCES ET EXPÉRIMENTATION D'UN PARTENARIAT

Dans ce quatrième chapitre, nous passons brièvement en revue les problèmes associés à l'enseignement des sciences et technologies, de même que les éléments de soutien prévus dans ce partenariat entre des enseignants et un acteur de la promotion des sciences. Puis, nous nous intéressons plus particulièrement à la démarche active proposée par *Éclairs de sciences* que nous confrontons à l'approche en sept moments exposée dans le cadre conceptuel. Par la suite, nous adaptons le guide de l'enseignant et nous préparons une séance de formation destinée aux enseignants afin de leur présenter l'approche et les préparer à guider leurs élèves. Après, nous procédons à la mise à l'essai du partenariat. Le tableau 5 présente les six étapes que nous poursuivons afin d'adapter la démarche d'enseignement puis d'expérimenter ce partenariat.

Tableau 5
Validation du partenariat en six étapes

Cadre méthodologique de cette recherche
1. Des défis et des problèmes qui invitent à l'action
2. <i>Éclairs de sciences</i> et le partenariat proposé
3. Un partenariat qui s'inscrit dans un cadre conceptuel à adapter
4. Processus d'adaptation du cahier de l'enseignant
5. Préparation d'une séance de formation destinée aux enseignants
6. Mise à l'essai du partenariat

1. DES DÉFIS ET DES PROBLÈMES QUI INVITENT À L'ACTION

Bien que nous ne souhaitons pas élaborer, mais plutôt expérimenter un partenariat, nous avons apporté néanmoins certaines modifications au guide de l'enseignant proposé par *Éclairs de sciences*. Afin de nous assurer que le partenariat que nous avons adapté réponde aux difficultés partagées par les enseignants, nous avons d'abord porté notre attention sur les problèmes éprouvés par ceux-ci. Par la

suite, nous avons mis ces problèmes en relation avec les adaptations que nous proposons.

Comme nous l'avons exposé dans la problématique, dans le *Programme de formation de l'école québécoise* (2001), le rapport au savoir est différent et l'accent est mis sur la formation de la pensée. Parallèlement, les rapports entre l'élève et l'enseignant et l'élève et l'apprentissage ont changé. Dans une conception de l'apprentissage d'inspiration constructiviste, l'élève est aux commandes de ses apprentissages et l'enseignant agit à titre de facilitateur. Or, en plus de restructurer les programmes d'étude, leurs contenus, les démarches d'enseignement et d'apprentissage, cette réforme curriculaire s'inscrit dans un contexte de stratification importante de la représentation des enseignants à l'égard des différentes matières enseignées. Ainsi, les sciences et technologies sont considérées comme secondaires pour les enseignants, elles occuperaient peu de place dans la répartition de leur temps d'enseignement.

Le problème et les démarches à caractère scientifique occuperaient peu de place en classe. Dans les manuels scolaires, une démarche unique et stéréotypée serait privilégiée. Aussi, les pratiques enseignantes devraient être renouvelées et les outils didactiques mis à la disposition des enseignants améliorés. De plus, selon De Vecchi et Carmona-Magnaldi (2002), la plupart des activités vécues par les élèves n'ont aucun sens à leurs yeux. En réponse à cette situation, les auteurs suggèrent aux enseignants de concevoir des situations-problèmes qui placent les élèves face aux savoirs. Ces situations-problèmes devraient inévitablement interpeller l'élève, être en lien avec un obstacle défini et être surmontable grâce à l'émergence des conceptions. Également, une situation-problème devrait correspondre à une situation complexe qui amènerait l'élève à se questionner, à élaborer différentes stratégies, à déconstruire ses modèles pour ainsi aboutir à un savoir d'ordre général. Puisque nous souhaitons adapter le guide de l'enseignant d'*Éclairs de sciences*, nous nous sommes appuyés sur ces difficultés vécues par les enseignants afin de les aider à répondre aux exigences des programmes de sciences. Nous reconnaissons donc, à l'instar de De

Vecchi et Carmona-Magnaldi, l'importance de proposer des activités d'apprentissage qui ont du sens pour les élèves. Pour cette raison, nous avons tenté d'adapter l'approche proposée par l'acteur (la démarche active) pour qu'elle rejoigne l'approche en sept moments que nous avons déjà exposée. Conscient de l'importance de permettre aux enseignants d'être appuyés par des outils qui servent bien l'apprentissage des sciences et technologies, nous avons adapté un problème proposé par *Éclairs de sciences* afin de faire vivre aux enseignants une véritable situation-problème lors d'une séance de formation. Dans un premier temps, considérons le partenariat proposé par *Éclairs de sciences* afin de mieux situer notre intervention.

2. ÉCLAIRS DE SCIENCES ET LE PARTENARIAT PROPOSÉ

Afin de pouvoir porter un jugement éclairé sur ce partenariat, nous avons d'abord examiné attentivement les documents d'*Éclairs de sciences* (Cahier des participants 2006 et guide de l'enseignant) qui sont remis lors de l'inscription d'une école et qui sont disponibles sur le site Internet²³ de l'acteur. Dans le but d'accompagner les enseignants dans les adaptations inhérentes à l'arrivée du *Programme de formation de l'école Québécoise* (2001) et en réponse à une consultation²⁴ menée auprès d'enseignants participants à la première année du projet, *Éclairs de sciences* s'est donné comme mandat de faciliter la tâche des enseignants en mettant à leur disposition trois outils susceptibles de les aider à préparer les activités expérimentales et à guider leurs élèves. Parmi les outils, on trouve des guides destinés aux enseignants qui proposent, en plus du guide de l'enseignant, trois guides différents par cycle d'apprentissage (l'univers matériel, Terre et vivant), le soutien

²³ À l'adresse <www.eclairsdsciences.qc.ca>.

²⁴ Selon cette consultation, la majorité de enseignants

« estiment ne pas avoir reçu la formation nécessaire pour enseigner les sciences et les technologies en fonction des exigences du MÈQ. Ils se disent découragés par l'ampleur de la tâche : trouver des sujets et des expériences en lieu avec le Programme, chercher le matériel, fouiller la documentation pour comprendre des notions difficiles et avoir suffisamment confiance en soi pour réussir à répondre aux questions difficiles et pour guider ces derniers dans leurs recherches » (*Éclairs de sciences*, 2006b, p. 4).

d'un consultant scientifique et un site Internet qui offre des ressources multiples, dont des modèles de cahier de l'élève et des grilles d'évaluation.

Puisque la démarche d'enseignement véhiculée dans le guide de l'enseignant s'articule autour de problèmes ouverts plutôt que de situations-problèmes, nous avons proposé quelques modifications au guide de manière à confronter les conceptions de l'élève à un obstacle et espérer ainsi induire une rupture. À terme, ceci devait amener une véritable prise de sens pour l'apprenant. Puis, après avoir présenté une séance de formation aux enseignants sur l'approche en sept moments, nous souhaitions expérimenter le partenariat proposé par *Éclairs de sciences* en mettant à profit les différents éléments de soutien (guides, consultant, site Internet). D'abord, voyons en quoi consistent les similitudes et les différences entre les deux approches afin de justifier les adaptations que nous avons apportées.

3. UN PARTENARIAT QUI S'INSCRIT DANS UN CADRE CONCEPTUEL ADAPTÉ

En consultant la bibliographie des différents guides *Éclairs de sciences*, on constate que plusieurs problèmes proposés par l'organisme ont été inspirés par les travaux de Marcel Thouin. D'ailleurs, une poursuite juridique a été initiée par l'auteur et la maison d'édition (Les Éditions MultiMondes) pour plagiat en 2007. Dans son livre *Résoudre des problèmes scientifiques et technologiques au préscolaire et au primaire* (2006), les activités scientifiques s'appuient sur les conceptions fréquentes des élèves. Après avoir amené l'élève à prendre conscience de ses représentations initiales et à éprouver de l'insatisfaction vis-à-vis ses modèles explicatifs, les activités invitent l'élève à faire évoluer ses conceptions en l'amenant à proposer des solutions possibles. Selon Thouin (2006), « l'apprentissage des sciences dont le succès repose sur un certain paradoxe, nécessite une rupture avec le monde des conceptions habituelles, mais doit néanmoins prendre racine dans ces mêmes conceptions » (p. 3). Les activités fonctionnelles proposées par l'auteur dans son ouvrage permettent de faire émerger les conceptions des élèves, les quelques solutions possibles, de les confronter et enfin, les activités de structuration permettent d'institutionnaliser les

nouveaux savoirs des élèves. Bien qu'*Éclairs de sciences* ne traite pas spécifiquement des activités fonctionnelles et de structuration, chaque activité expérimentale propose une mise en situation censée faire émerger les conceptions des élèves et on retrouve à la section **repères culturels**, des activités de clôture afin d'amener les élèves à poursuivre les apprentissages entamés.

Les problèmes proposés dans les différents guides *Éclairs de sciences*, à l'instar des problèmes présentés par Marcel Thouin, mettent en œuvre une démarche scientifique. On les appelle problèmes ouverts puisqu'ils confrontent les élèves à « une situation complexe, qui demande réflexion, parfois invention d'une méthode de résolution spécifique. Ils peuvent être résolus par différents chemins, et il existe parfois différentes solutions possibles ou manière de présenter la solution » (De Vecchi et Carmona-Magnaldi, 2002, p. 43). Placés en petites équipes de travail, les élèves recourent à des informations, se posent des questions, confrontent leurs idées et doivent se justifier pour relever le défi proposé. Leurs recherches se terminent souvent par une présentation des découvertes de chaque équipe.

Selon Fabre (1999), dans un problème ouvert les élèves utilisent des concepts appris antérieurement, ce qui ne serait pas systématique dans la démarche active. D'un cycle à l'autre, les activités expérimentales sont organisées de manière à proposer des défis qui s'adaptent aux compétences des apprenants et dans certaines d'entre-elles, on mentionne que les élèves pourront mettre à profit les apprentissages réalisés au cours d'une activité précédente. Par exemple, dans le guide de l'univers vivant du deuxième cycle, l'activité *Les conditions de germination des graines* suggère de faire « un retour sur les apprentissages effectués en début d'année sur les graines et les fruits » (p. 41), notamment lors des activités précédentes sur *La distinction entre les fruits et les légumes* et *Les graines dans les fruits*.

Certaines activités expérimentales proposeraient également des problèmes de la découverte. Un problème de la découverte est « centré sur un apprentissage notionnel, les difficultés sont atténuées par des questions intermédiaires qui orientent

le travail de l'élève » (Fabre, 1999, p. 87). Dans le guide de l'enseignant (2004b), on insiste pour que l'enseignant guide la tâche de l'élève par un questionnement, on mentionne qu'un de ses rôles dans la démarche active est de « poser des questions qui les [les élèves] amèneront à se poser d'autres questions » (p. 8).

Comme nous l'avons précédemment exprimé, nous souhaitons apporter certaines modifications au regard du guide de l'enseignant afin de transformer les problèmes ouverts et de la découverte proposés par *Éclairs de sciences* en véritables situations-problèmes. Puisque ces mêmes situations-problèmes interpellent l'élève, l'amène à se questionner, à élaborer différentes stratégies, à déconstruire ses modèles pour construire un nouveau savoir, nous avons voulu en faire bénéficier les élèves. Dans un problème ouvert, l'élève peut trouver un intérêt cognitif ou pas à s'investir dans la situation complexe. Par exemple, dans le guide sur l'univers matériel du premier cycle (2004c), on présente plusieurs exemples d'activités articulées autour de problèmes ouverts et problèmes de la découverte. « *Est-ce que toutes les poudres peuvent disparaître dans l'eau? Est-ce que tous les liquides se mélangent? Est-ce que certains objets laissent mieux passer la lumière?* » (p. 22, 27 et 64). Toutefois, cette prise de sens ne sera vraisemblablement induite que si l'élève est confronté à un obstacle qui amènera une rupture entre ses conceptions et ce qu'on lui présente. Dans une situation-problème, l'élève est placé devant un obstacle qu'il devra dépasser s'il veut construire de nouveaux savoirs. Sans entrer dans un argumentaire exhaustif qui mettrait en lumière les apports respectifs des problèmes ouverts et des situation-problèmes, nous reconnaissons que certaines situations-problèmes, dont la démarche est induite artificiellement par l'enseignant, ne présentent guère d'intérêt cognitif pour l'élève. C'est pourquoi, nous proposerons différentes entrées dans les situations-problèmes (une question d'un élève, une situation contradictoire aux savoirs ou aux conceptions, etc.). Également, nous soulignons, à l'instar de De Vecchi et Carmona-Magnaldi (2002) que « l'élément le plus important qui différencie les situations-problèmes des problèmes ouverts, c'est la présence d'une véritable rupture, allant à l'encontre des conceptions initiales, ce qui provoque l'apprenant et, par là, donne du

sens à l'activité » (p. 47). Comme nous souhaitons contribuer à renouveler les pratiques enseignantes en validant ce partenariat entre l'école et un acteur de la promotion des sciences, il nous apparaît pertinent que celles-ci s'appuient sur une plus grande prise de sens pour l'élève.

Bien que nous admettions qu'il existe plusieurs moyens d'entrer dans une situation-problème, nous avons dans un premier temps, considéré la possibilité d'adapter la formulation des problèmes en véritables situations-problèmes. Nous avons retenu un problème lié aux mouvements de la Terre, à la température et aux saisons. Dans le guide sur la Terre du troisième cycle, on pose le problème suivant : *Pourquoi fait-il chaud en été et froid en hiver? (Éclairs de sciences, 2004d, p. 45)*. En modifiant légèrement la formulation, nous pourrions tout aussi bien proposer la situation-problème suivante : *Pourquoi lorsque le Soleil est le plus près de la Terre (en janvier) il fait froid et quand il est le plus loin, il fait chaud (en juillet) ?* Ici, la rupture vient de ce concept de distance entre la source de chaleur et la température ressentie. Suite à une problématisation appropriée, les élèves devraient être amenés à poser le problème proposé par *Éclairs de sciences* : Pourquoi fait-il chaud en été et froid en hiver?

Comme nous l'avons vu précédemment, les activités expérimentales d'*Éclairs de sciences* s'appuient sur des problèmes ouverts et de la découverte. Toutefois, nous avons constaté à la lecture des différents problèmes suggérés que plusieurs sont formulés comme des situations-problèmes. Par exemple, dans le guide sur l'univers vivant du deuxième cycle, on présente le problème suivant qui a tout d'une situation-problème, dans la formulation du moins : *Comment peut-on conserver des fruits le plus longtemps lorsqu'on ne dispose d'aucune manière de les refroidir? (Éclairs de sciences, 2004c, p. 33)*. Pour plusieurs élèves, la seule façon de préserver les aliments est de les réfrigérer ou de les congeler. Ainsi, si l'enseignant questionne les élèves sur ces différents moyens, il pourrait y avoir une rupture avec les conceptions initiales des élèves et éventuellement une prise de sens en formulant la question de l'activité.

Nous admettons toutefois qu'adapter un problème en situation-problème exige beaucoup plus que de changer la formulation d'une question. Ainsi, avant de nous attarder aux changements que nous souhaitons proposer, nous porterons notre attention sur les similitudes entre la démarche active des activités d'*Éclairs de sciences* (tableau 1) et l'approche en sept moments élaborée sur les bases d'une situation-problème et de l'apprentissage par problématisation (figure 4).

Comme nous l'avons vu, ces deux démarches se rapprochent davantage d'une démarche scientifique que technologique. On cherche à résoudre un problème et non à répondre à des besoins. Elles sollicitent les conceptions des élèves, elles invitent les élèves à se questionner afin d'élaborer des stratégies d'investigation, à explorer, expérimenter et à traiter les données. Elles proposent également une analyse des résultats obtenus, demandent aux élèves de critiquer leurs démarches, confrontent leurs idées initiales avec leurs découvertes et demandent d'élaborer une production. Ces éléments étant au cœur d'une démarche de recherche, nous considérons que la démarche active et les activités expérimentales proposent un profil d'exploitation intéressant. Au cours des prochaines sections, nous reprenons des passages du guide de l'enseignant *Éclairs de sciences* afin de justifier les adaptations que nous avons apportées au regard du cadre conceptuel.

3.1 Une phase de problématisation à reconsidérer

Certaines caractéristiques de la démarche active ont motivé notre intention d'apporter des adaptations. La première étape de la démarche est basée sur la présentation du problème. On peut lire dans le guide de l'enseignant que « les activités *Éclairs de sciences* commencent par la présentation du problème à résoudre, que vous inscrivez au tableau. Ensuite, vous invitez les élèves à parler de ce qu'ils connaissent qui soit en lien avec ce problème et leur vie de tous les jours. C'est l'occasion d'identifier leurs idées initiales » (*Éclairs de sciences*, 2004b, p. 11). Dans cette démarche, l'enseignant convie les élèves à partager leurs conceptions après la formulation du problème et une courte mise en situation. Appuyé par de récentes

études épistémologiques en histoire et sociologie des sciences, qui révèlent d'ailleurs l'importance de la construction et la résolution de problèmes, nous avons voulu amener l'élève à poser le problème. Selon Popper (1985), « la science ne commence que s'il y a problèmes. Ceux-ci surgissent avant tout lorsque nos attentes se trouvent déçues ou que nos théories nous conduisent à des difficultés, à des contradictions » (p.68). Alors que certains auteurs, dont Briaud (2005a), sont plutôt catégoriques sur l'importance de conduire l'élève à poser le problème dans la construction de ses savoirs, « pour apprendre l'élève doit poser le problème, le construire puis le résoudre » (p. 1), d'autres sont plus nuancés. D'après De Vecchi et Carmona-Magnaldi (2002),

« on peut, dans certaines occasions, poser directement un problème général à des élèves, mais à condition de leur laisser le temps de se l'approprier. Et cela peut se faire qu'en discutant, en faisant émerger leur propre questionnement... ce qui revient un peu au même puisque, sans le vouloir vraiment, ils reconstruisent le problème à leur manière » (p. 105).

Comme à chaque activité, on incite systématiquement l'enseignant à présenter le problème, il nous semble donc indiqué d'apporter cette distinction mise en lumière par De Vecchi et Carmona-Magnaldi. Aussi, bien qu'on invite l'enseignant à faire émerger les idées des élèves, on ne confronte pas leurs conceptions à un obstacle. Selon ce guide, les **idées initiales** permettent aux élèves de faire le lien entre le problème et leurs connaissances. Une fois que « les élèves ont bien compris le problème de départ [...] on fait le lien avec ce qu'ils connaissent déjà, [puis] ils remplissent individuellement la section Étape 1 de leur cahier d'expérience » (*Éclairs de sciences*, 2004b, p. 11). Or, le simple fait d'amener les élèves à partager leurs conceptions ne serait pas suffisant, ils doivent identifier clairement les obstacles qui les séparent de leurs apprentissages. D'après De Vecchi et Carmona-Magnaldi,

« pour que l'élève apprenne, il doit être placé face à une situation qui est en rapport avec un ou plusieurs obstacles qui doivent être renversés [...]. L'intérêt majeur de faire émerger les conceptions des apprenants, comme nous préférons les nommer, c'est le repérage et la prise de conscience des grands

obstacles qui sont sous-jacents à un sujet d'étude. Leur émergence est essentielle » (2002, p. 83).

Aussi, comme nous l'avons brièvement évoqué plus haut, il existe différentes façons d'entrer dans une situation-problème. Très souvent, la situation-problème prend naissance à partir de propos tenus par l'élève et il n'en tient qu'à l'enseignant de convier l'apprenant à s'investir dans une activité d'apprentissage. Le tableau 6 présente quelques entrées proposées par De Vecchi et Carmona-Magnaldi (2002, p. 165).

Tableau 6
Idées pour inventer des situations-problèmes

- | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> • Le plus simple : renvoi aux élèves de leur propres conceptions contradictoires • Faits contradictoires en apparence • Textes contradictoires • Contradiction avec ce que les élèves ont appris antérieurement • Formules ou idées qui choquent • Résultat d'expérience auquel on ne s'attendait pas • Provocation directe • Devinette, énigme • Mise en échec dans une activité que les apprenants croyaient réussir facilement • Etc. |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

De Vecchi, G. et N. Carmona-Magnaldi (2002). *Faire vivre de véritables expériences des situations-problèmes*. Paris : Hachette Éducation.

Les situations-problèmes s'appuient souvent sur des éléments contradictoires ou qui semblent l'être en apparence. Reprenons l'exemple que nous avons cité plus haut sur la distance entre la Terre et le Soleil selon les saisons. Imaginons que les élèves prennent connaissance dans un texte que la Terre est légèrement plus près du Soleil en hiver et qu'elle est légèrement plus éloignée en été. Cette contradiction avec le concept que l'apprenant s'est bâti depuis son tout jeune âge, qu'en approchant une source chaude (une flamme, par exemple) on ressent davantage la chaleur, amène l'élève à se questionner. Pour l'élève, le fait de prendre conscience de cet élément contradictoire enclenche inévitablement cette rupture qui le pousse à remettre en question ses convictions.

3.2 Des stratégies d'investigation inspirées par les interventions de l'enseignant

Également, selon le guide de l'enseignant, la démarche active « demande aux élèves de concevoir des stratégies de résolution de problème s'apparentant à la méthode scientifique » (*Éclairs de sciences*, 2004b, p. 6). On apporte quelques éclaircissements un peu plus loin puisque l'on mentionne que « chaque équipe pourra faire ce qui lui plaît et il n'y aura pas de meilleure manière d'aborder un problème. L'important est que les élèves prennent le temps de suivre les cinq étapes de la découverte active » (*Ibid.*, p. 8). Cette dernière citation serait porteuse d'une contradiction. D'une part, on convie l'élève à choisir sa stratégie, mais on semble le restreindre à suivre le déroulement successif des cinq étapes de la démarche. En s'attardant à chacune des étapes de la démarche active, on pourrait établir certains rapprochements avec la démarche expérimentale OHERIC. En effet, les étapes se succèderaient d'une manière linéaire, c'est-à-dire sans itération possible et quatre des cinq seraient identiques à la démarche de Claude Bernard. La formulation du problème et l'émergence des conceptions ayant été substituées à l'observation. La première étape de la démarche active n'est pas sans rappeler l'une des trois entrées (le problème) de la démarche DiPHTeRIC, mais là s'arrête les rapprochements, puisque cette dernière démarche présente plusieurs séquences d'entrées, selon un degré d'initiative variable de l'élève, ce qui n'est pas le cas avec la démarche active d'*Éclairs de sciences*.

De même, dans le guide de l'enseignant, on propose de présenter aux élèves le matériel après l'émergence des conceptions et avant que les élèves se soient questionnés et aient élaboré une (ou des) stratégie(s) d'investigation. « Lors de l'Étape 2, vous présentez les objets expérimentaux mis à disposition dans la classe. Vous demandez aux élèves de choisir le matériel avec lequel ils veulent travailler et de proposer des expériences qui leur permettraient de résoudre le problème » (*Ibid.*, p. 12). Plus loin, on amène certaines précisions concernant la liste de matériel à chaque activité.

« Comme il n'y a pas de recette prédéterminée ou décrite en détail dans les guides *Éclairs de sciences*, la liste du matériel que vous trouverez dans chaque plan d'activité est une suggestion plus qu'une prescription. Les élèves peuvent même décider d'apporter du matériel ou des objets de la maison. Au début de l'année, donnez aux élèves un nombre limité d'objets pertinents avec lesquels ils peuvent véritablement travailler pour résoudre le problème de départ. Puis, au fur et à mesure que l'année avance, laissez même vos élèves trouver seuls les objets dont ils ont besoin sur les étagères et dans les boîtes de rangement » (*Ibid.*, p. 18).

En présentant le matériel disponible pour l'expérimentation à cet instant même, l'enseignant pourrait induire artificiellement les stratégies que l'élève mettra en place et les démarches qui suivront. De Vecchi et Carmona-Magnaldi (2002) rappellent que la construction des savoirs implique que les élèves empruntent, au moins en partie, leurs propres démarches. Il semblerait plus indiqué de laisser les élèves décider de leurs stratégies et de leur demander de prendre le matériel requis après en avoir fait une liste. En dernier recours, la présentation du matériel pourrait s'adresser uniquement aux élèves qui, après s'être questionnés longuement, n'ont aucune stratégie en tête.

3.3 Recoure-t-on systématiquement à l'hypothèse en recherche?

Par ailleurs, le recours aux hypothèses de recherche suit invariablement l'étape de l'émergence des conceptions dans la démarche active, alors que nous insistons (dans l'approche en sept moments) pour que l'élève formule une hypothèse seulement dans les cas où il est en mesure d'en vérifier la manifestation. Nous discernons donc, à l'instar de Cariou (2004), les hypothèses, des suppositions et des représentations à tester. Malgré ces points de discordance entre la démarche active et l'approche que nous présentons, nous croyons que des ajustements pourraient être apportés afin de rejoindre les visées de l'apprentissage par problématisation et la situation-problème présentés notamment par Astolfi, Fabre, De Vecchi et Carmona-Magnaldi. Dans le guide de l'enseignant, on mentionne à cet effet que les outils élaborés « sont à l'intention exclusive des enseignants et des enseignantes, pour que vous puissiez vous-même adapter les activités à vos goûts et à vos intérêts, ainsi qu'à

ceux de vos élèves » (*Éclairs de sciences*, 2004b, p. 8). Nous croyons que la démarche et les activités expérimentales mises de l'avant présentent un terreau fertile pour élaborer des situations-problèmes, puisque l'approche que nous souhaitons mettre de l'avant s'appuie sur plusieurs points d'arrimage communs avec la démarche active. Le tableau 7 présente les principaux points divergents.

Tableau 7
Deux approches de l'apprentissage des sciences

La démarche active d'Éclairs de sciences	Approche en sept moments
Démarche basée sur la présentation du problème	Démarche basée sur la construction du problème
Émergence des conceptions	Émergence des conceptions et induction d'une rupture, prise en compte de l'obstacle
Une démarche scientifique linéaire avec une seule entrée (le problème)	Une approche, des pistes, des arrêts aux obstacles et des retours en arrière possibles
Le matériel présenté induirait la stratégie d'investigation des élèves	Le matériel n'est pas présenté.
Le recours aux hypothèses d'une manière systématique	Le recours à l'hypothèse lorsque cela se pose
Problèmes de la découverte et ouverts	Situations-problèmes

4. PROCESSUS D'ADAPTATION DU GUIDE DE L'ENSEIGNANT

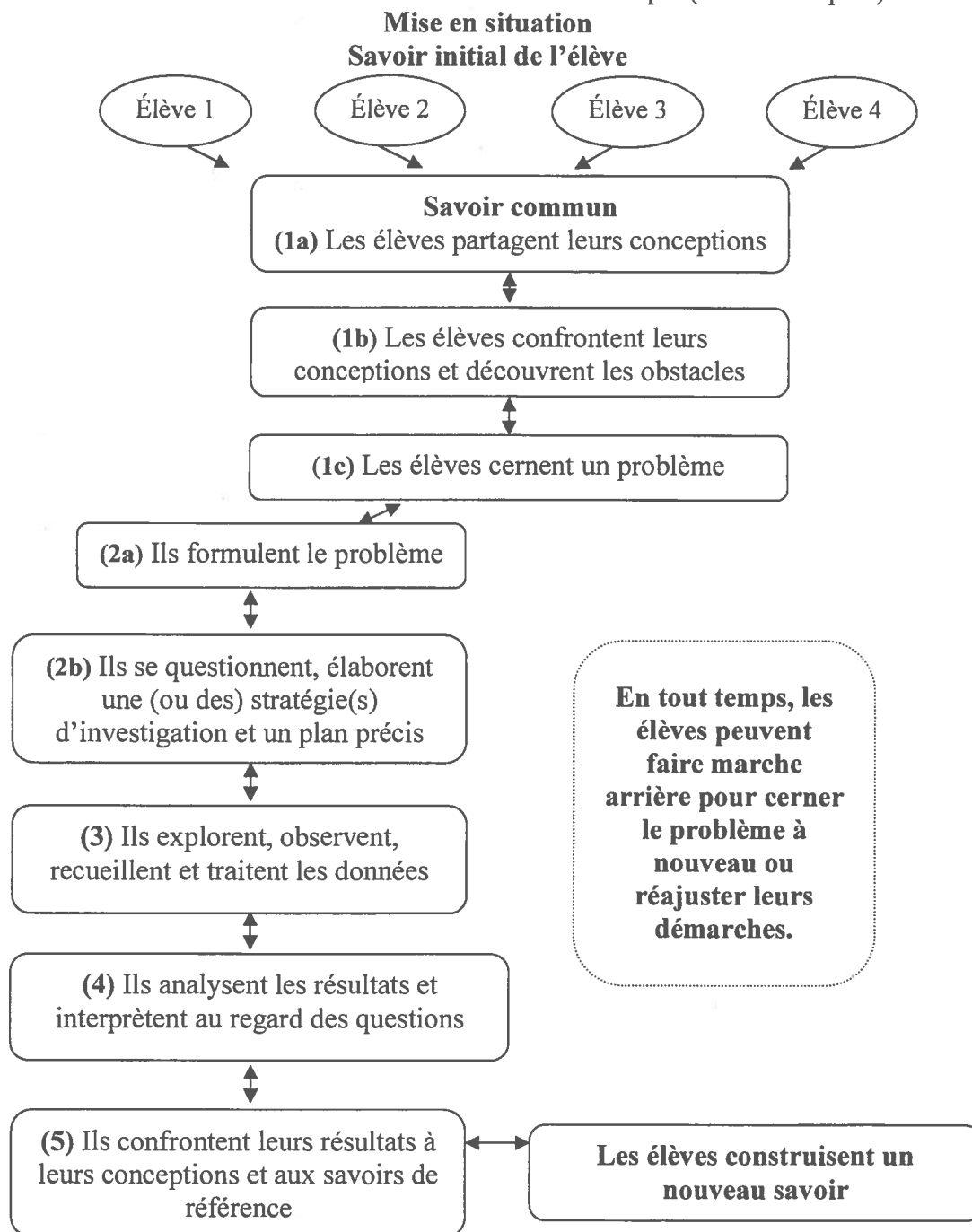
Afin d'adapter le contenu du guide de l'enseignant, nous avons apporté les correctifs mis en lumière à la section précédente. Nous avons d'abord retranché la figure présentant les cinq étapes de la démarche active²⁵ (voir tableau 1) pour la remplacer par la figure sur l'approche en sept moments (voir la figure 4) à laquelle nous avons volontairement préservé le nom de chaque étape de la démarche active. La figure 7 (page 82) présente chaque moment de l'approche tel qu'adapté. Le lecteur remarquera que les moments forts sont présentés sous l'angle de l'apprenant. Comme

²⁵ Bien que nous reconnaissons ici que ce ne sont pas des étapes mais bien des moments ou des tâches (qui permettent des retours en arrière en cas de besoin), on identifie dans chaque guide *Éclairs de sciences* les cinq étapes de la démarche active. Pour éviter de créer de la confusion, nous avons donc choisi de garder les noms des cinq étapes (idées initiales, expérimentations, etc.), mais nous les désignerons comme des tâches. (Hasni, A. et Samson, G. (à paraître))

l'élève est aux commandes de ses apprentissages et que l'enseignant agit à titre de guide, nous avons choisi, à l'instar de plusieurs guides didactiques, de présenter la tâche de l'élève plutôt que celle de l'enseignant. Dans les guides *Éclairs de sciences*, on demande aux enseignants de présenter les étapes de la démarche active aux élèves. On invite l'enseignant et l'élève à s'y référer tout au long de l'expérimentation. Ces moments forts, une fois exposés aux élèves servent d'aide didactique ou de repère afin de rappeler aux élèves quels chemins ils peuvent emprunter afin de solutionner le problème. L'activité de formation destinée aux enseignants, les différentes entrées dans une situation-problème proposées au tableau 6 sont des pistes supplémentaires susceptibles d'aider l'enseignant à guider l'élève tout au long d'une activité scientifique.

Concrètement, dans le guide de l'enseignant, nous avons enlevé la section **idées initiales** et avons présenté aux enseignants en quoi consiste l'émergence des conceptions, la prise de conscience par les élèves de leurs obstacles et le moment où les élèves commencent à cerner le problème. Également, nous avons réaménagé une partie du texte du **plan de travail et hypothèse** (étape 2) afin de présenter la formulation du problème par l'élève et nous avons apporté certaines nuances concernant la présentation du matériel expérimental. Après avoir pris connaissance des sections sur l'**expérimentation** (étape 3), le **bilan** (étape 4) et les **concepts scientifiques** (étape 5) sur le rôle de l'enseignant, le travail en équipe et le partage des tâches, les compétences de recherche et des grilles comportant des questions et des réponses pour guider les enseignants, nous avons cru qu'il était pertinent de conserver ces informations dans leur forme intégrale. Enfin, nous avons suggéré différentes entrées dans les situations-problèmes dans la section **quelques occasions de vivre des situations-problèmes** et quelques caractéristiques d'une véritable situation-problème afin de boucler cette section.

Figure 4
Moments importants à considérer pour résoudre une situation-problème
en recourant aux démarches à caractère scientifique (version adaptée)



Légende

- | | |
|----------------------------|---------------------------------------------|
| (1) Idées initiales | (2) Plan de travail et hypothèse (ou idées) |
| (3) Expérimentation | (4) Bilan |
| (5) Concepts scientifiques | |

5. PRÉPARATION D'UNE SÉANCE DE FORMATION DESTINÉE AUX ENSEIGNANTS

Dans le but d'aider les enseignants participants à cette recherche à s'approprier des pratiques propres à l'enseignement des sciences et technologies, nous avons élaboré une formation de trois heures à leur intention. Pour concevoir cette formation, nous nous étions fixés trois objectifs. Nous souhaitions présenter aux enseignants l'apprentissage par le problème (du problème classique, à la situation-problème en passant par les problèmes ouverts) et leur permettre d'expérimenter une démarche de recherche et de construction de savoirs. Appuyés sur les propos de De Vecchi et Carmona-Magnaldi, nous étions convaincus que « le meilleur moyen de comprendre comment mener une activité pédagogique avec ses élèves [...] c'est d'avoir commencé par en vivre soi-même » (2002, p. 200). C'est pourquoi, après avoir passé en revue les travaux de Lenoir et *al.* sur la représentation des enseignants à l'égard des sciences, ceux de Hasni et Roy sur les démarches et les concepts scientifiques dans les manuels scolaires et enfin, ceux de De Vecchi et Carmona-Magnaldi sur la place à accorder aux situations-problèmes, nous avons proposé aux enseignants de vivre une véritable situation-problème.

Nous avons sélectionné une activité expérimentale d'*Éclairs de sciences* que nous avons adaptée en situation-problème. Dans le guide l'univers vivant du deuxième cycle d'*Éclairs de sciences* (2004c, p. 16), nous avons choisi l'activité *Comment peut-on distinguer un fruit d'un légume?* Bien qu'elle ne permette pas de différencier les deux d'un point de vue scientifique, elle permet néanmoins à l'élève de nuancer l'utilisation de ce mot dans le langage courant. À l'étape 1, **idées initiales**, on invite l'enseignant à présenter le problème à résoudre et à effectuer un sondage à main levée pour savoir si les élèves croient que le concombre et le navet sont des fruits ou des légumes. On suggère à l'enseignant d'écrire les résultats des votes des élèves dans un tableau et de demander aux élèves de justifier leur choix afin de faire ressortir les caractéristiques des légumes et des fruits. Par la suite, on présente les conceptions fréquentes des élèves : « quelques élèves croient que les légumes font

uniquement partie du plat principal (mets salés) et que les fruits sont réservés au dessert (plats sucrés). Ainsi, il est fréquent que les élèves considèrent les tomates, les concombres, les haricots verts et les aubergines comme des légumes » (*Éclairs de sciences*, 2004c, p. 17). Comme très peu de gens sont conscients que les concepts fruit et légume sont définis dans des domaines différents, le fruit étant un concept scientifique et le légume étant un concept utilisé pour son sens commun²⁶, nous avons décidé de présenter plusieurs aliments aux enseignants (avocat, citrouille, carotte, cantaloup, tomate, concombre, aubergine, etc.) en situation de départ et nous leur avons demandé d'identifier lesquels sont des légumes et de justifier leur choix. Cette activité nous a permis de faire émerger leurs conceptions. Le fruit est l'ovaire d'une plante ou encore une partie d'une plante à fleur (donc une partie d'un légume). Lorsque nous leur avons révélé, après les avoir laissé formuler leurs idées de départ, que ces aliments étaient tous des légumes, nous avons induit une rupture avec leurs conceptions. La véritable prise de sens évoquée par De Vecchi et Carmona-Magnaldi et dont nous avons parlé précédemment était palpable, les enseignants étaient déstabilisés par l'annonce que nous venions de leur faire, ils étaient intéressés à s'investir dans une activité qui leur permettrait de redéfinir les termes fruit et légume dont la définition venait d'être ébranlée. Puis, nous leur avons dit que des légumes pouvaient également être considérés comme des fruits. À la suite de cette mise en situation, les participants ont pu cerner et formuler le problème, à savoir comment distinguer un fruit d'un légume? Ils se sont alors questionnés sur les moyens à prendre pour résoudre le problème, ils ont échangé sur les aliments à retenir pour l'expérimentation, le moyen de cueillette de données à préconiser et se sont investis dans cette activité. Certains se sont interrogés à savoir s'ils pouvaient effectuer une distinction d'après des caractéristiques intérieures comme la présence de graines, d'autres ont émis l'idée selon laquelle on pouvait peut-être faire une distinction sur la base du goût sucré ou salé, etc. Ils se sont entendus pour formuler leurs idées initiales

²⁶ Le terme scientifique fruit désigne la partie d'une plante qui contient les ovules (l'ovaire) qui, une fois fécondées, deviennent des graines. Les légumes (concept au sens commun) regroupent toutes les plantes potagères dont certaines parties (feuille, racine, tige, fleur, tubercule, bulbe, fruit, graine) peuvent entrer dans l'alimentation humaine.

dans ces termes « un “légume-fruit” porte des graines alors qu’un légume (tout court) n’en porte pas. »

Après avoir sélectionné quelques aliments (maïs, banane, carotte, etc.), des couteaux de cuisine et des planches à découper, les enseignants ont tranché les aliments afin de mettre en évidence la présence de graines et ils ont noté leurs observations. Il n’y a pas eu de contrôle de variable. Nous les avons invité à énumérer les données d’observation qui ont pu influencer leurs résultats, dresser une liste des problèmes survenus et de critiquer leur démarche dans le but de proposer des voies d’amélioration. Après, ils ont confronté leurs résultats avec leurs idées initiales. Ils ont pu confirmer ou infirmer leurs idées et nous les avons invité à élaborer une production. Ils devaient présenter leurs résultats sur un grand carton en collant les fruits et les légumes pris dans des journaux et circulaires. Par la suite, nous leur avons présenté le savoir de référence (voir note de bas de page numéro 25) et les avons invité à confronter leur formulation, l’adapter et ils ont présenté le fruit de leur travail. Nous reviendrons plus loin sur les apports de cette activité de formation.

6. MISE À L’ESSAI DU PARTENARIAT

Dans la présente section, nous analysons la mise à l’essai de ce partenariat entre des enseignants et un acteur de la promotion des sciences en fonction des moments importants d’une situation-problème que nous avons exposés dans le cadre conceptuel. D’abord, nous nous demandons si ce partenariat a permis une meilleure appropriation des concepts scientifiques et des démarches d’enseignement par les enseignants, puis si elle a permis d’adapter les activités proposées par l’acteur en véritables situations-problèmes. Enfin, nous nous interrogeons sur les apports d’un tel partenariat pour les enseignants, particulièrement en ce qui a trait aux démarches à caractère scientifique, et plus généralement pour le consultant scientifique.

6.1 Un partenariat qui prend son essor

Selon le déroulement habituel des inscriptions des écoles au projet *Éclairs de sciences*, il est prévu qu'une première rencontre soit faite en début d'année scolaire entre les enseignants et un répondant de la Commission scolaire de l'île de Montréal.²⁷ Pour les besoins particuliers de cette recherche, les responsables du projet ont accepté que les activités se tiennent dans une école à l'extérieur de l'île.

La première rencontre s'est tenue en septembre 2006. Les cinq enseignants de deuxième année du deuxième cycle (quatrième année) qui participent au projet ont choisi l'univers matériel et ils ont accepté de participer à deux activités qui se sont déroulées entre les mois d'octobre 2006 et février 2007. Par la suite, une fois ce choix communiqué auprès des responsables d'*Éclairs de sciences*, ceux-ci se sont chargés de jumeler l'équipe d'enseignants avec un consultant scientifique, Monsieur Audet²⁸. Puis, les enseignants ont choisi les deux activités expérimentales, la première portait sur l'énergie calorifique (lorsque l'on chauffe divers liquides de la même façon, atteignent-ils tous la même température en même temps?) et la deuxième présentait un défi technologique (construire un bateau pouvant transporter 100 sous noirs). Ils ont communiqué ce choix au consultant afin qu'il puisse se préparer à une éventuelle rencontre. Le tableau 8 présente les deux activités de l'univers matériel sélectionnées par les enseignants et les caractéristiques de chacune.

Avant chaque rencontre avec le consultant, celui-ci faisait parvenir aux enseignants un document afin qu'ils en prennent connaissance avant la rencontre. Conformément à l'engagement qu'ils avaient pris auprès d'*Éclairs de sciences*, les enseignants devaient d'abord lire l'activité expérimentale dans le guide de

²⁷ Bien que les activités d'*Éclairs de sciences* soient disponibles sur le site Internet de l'organisme, seules les écoles des commissions scolaires de l'île de Montréal peuvent participer au jumelage avec un consultant scientifique.

²⁸ Celui-ci est un retraité de l'enseignement collégial. Il a œuvré principalement comme enseignant de biologie et collabore en tant que consultant scientifique depuis quelques années dans le cadre des projets *Éclairs de sciences*.

l'enseignant, puis, sur l'invitation de leur consultant, lire un condensé d'activités expérimentales et de concepts scientifiques.

Tableau 8
Les deux activités retenues par les enseignants

Problème à résoudre	Lorsque l'on chauffe divers liquides de la même façon, atteignent-ils tous la même température en même temps?	Construire un bateau pouvant transporter 100 sous noirs.
Guide	Deuxième cycle Univers matériel L'énergie calorifique (guide, 1 ^{ère} partie, activité 10)	Deuxième cycle Univers matériel Défi! Construire un bateau (guide, 2 ^{ième} partie, activité 18)
Savoirs essentiels	Propriétés de la matière L'énergie calorifique	Technologie du transport Flottabilité

6.2 Deux activités expérimentales, différents éléments de soutien

6.2.1 Une première activité expérimentale qui nécessite un encadrement

À la lecture de l'activité expérimentale sur l'énergie calorifique dans le guide, les enseignants ont tous éprouvé certaines craintes devant la complexité des concepts scientifiques et la perspective de les rendre concrets aux yeux des élèves. Pour Cécile, les concepts n'étaient pas clairs et elle n'a pas hésité à mettre à contribution son aîné pour l'aider à mieux comprendre. « Quand je suis arrivée de l'école ce jour-là, j'ai demandé à Olivier s'il pouvait m'aider, mais je ne savais pas ce que j'avais besoin de savoir ni ce que je ne comprenais pas. J'étais inquiète et j'avais besoin de connaître un peu mieux ce que j'aurais à enseigner. » Sa collègue Sarah-Maude abonde dans le même sens, « je ne comprenais pas les concepts scientifiques. Il fallait d'abord que je m'approprie l'information. J'ai discuté avec mon conjoint et mes collègues de travail pour être certaine de bien comprendre. » Marianne avait bien du mal à imaginer comment elle allait s'y prendre pour guider ses élèves. « Au départ, je trouvais le concept d'énergie calorifique bien large, ce n'était pas clair pour moi, mais c'était davantage ce que j'allais faire avec mes élèves et comment y arriver qui m'intéressait. » Benoît semblait également préoccupé par l'élaboration du

scénario d'apprentissage. « Marianne nous a présenté ce qu'elle avait commencé à préparer [le scénario], mais on avait de la difficulté à trouver quelle serait la rupture et quelle serait l'expérience à faire et trouver une hypothèse à vérifier qui serait réalisable et faisable. On ne pouvait pas aller observer ou compter le nombre de molécules dans l'eau. »

Alors que certains prévoyaient présenter le problème sous l'angle de la conduction thermique, (un concept qui s'éloigne pourtant de la question qui s'intéresse plutôt à la chaleur et la température) d'autres n'avaient aucune idée claire. Même si le document du consultant en éclairait quelques-uns sur les concepts à l'étude, les enseignants ne comprenaient toujours pas comment ils allaient présenter l'activité aux élèves. Une rencontre s'imposait donc avec le consultant scientifique.

La première rencontre avec le consultant scientifique a permis de clarifier certains concepts. Les commentaires d'Annie résument bien les propos tenus par les enseignants concernant cette réunion : « c'était bien clair et vulgarisé lorsqu'il [le consultant scientifique] a fait la rencontre. J'ai pris en note quelques mots clés et j'ai suivi ses conseils. » Il a toutefois fallu organiser une seconde séance de travail car « à la fin de la première rencontre, il avait senti qu'on n'était pas prêt. On avait trouvé cinq à six activités possibles et on n'avait pas déterminé encore lesquelles faire » rappelle Marianne. À la première rencontre, le consultant scientifique a présenté quelques activités aux enseignants afin d'amener leurs élèves à réaliser que la matière est faite de molécules en mouvement et que plus la chaleur est grande, plus les molécules sont excitées. Nous notons ici un problème de conceptualisation pouvant induire un découragement tant chez l'enseignant que chez l'élève. Comme cette activité s'adresse à des élèves de deuxième cycle du primaire, il n'était pas nécessaire de les amener à un niveau de complexité aussi élevé. Nous reviendrons sur cet aspect ultérieurement. La deuxième rencontre a permis au groupe d'organiser chronologiquement les activités afin de permettre aux élèves de faire des apprentissages qui leur seraient utiles pour la suite de l'activité.

6.2.2 Un défi qui s'inscrit dans une meilleure prise d'autonomie

À la lecture du défi technologique dans le guide, les enseignants n'ont pas éprouvé de crainte comme lors de la première activité. Bien au contraire, ils ont choisi l'activité selon les différentes possibilités qu'ils voyaient pour l'adapter en véritable situation-problème. Une fois encore, le consultant a fait parvenir un document aux enseignants afin de les aider à préparer leurs questions. Le document comprenait des concepts sur la poussée d'Archimède et un recueil d'activités expérimentales sur le concept de flottabilité²⁹. Quand est venu le moment de planifier la deuxième activité, les enseignants avaient déjà quelques idées à soumettre au consultant. Ceux-ci ont apprécié l'ouverture qu'il leur a témoigné. « Quand on lui arrivait avec des suggestions, il nous disait : "Ah oui, on peut l'essayer de cette façon aussi." Il nous montrait qu'il n'y avait pas qu'une seule façon de faire. Les idées qu'on apportait étaient toujours les bienvenues » se rappelle Cécile.

En somme, au cours des deux activités, le consultant a remis aux enseignants des documents bien adaptés à leurs besoins qui leur ont permis de se préparer. Toutefois, si les recueils présentaient un intérêt certain pour aider les enseignants à démystifier les concepts scientifiques dans les deux activités, il en est autrement pour les activités expérimentales qu'ils proposaient. Certes, celles-ci permettaient aux enseignants d'imaginer des moyens concrets de traduire ces concepts en activités d'apprentissage, mais comme nous le verrons plus loin, il semble que les intentions pédagogiques ne rejoignent pas toutes les attentes véhiculées par les programmes de sciences et technologies et le niveau de conceptualisation n'était pas toujours approprié pour le niveau d'apprenants. De l'aveu de tous, ce sont les rencontres avec le consultant qui ont rassuré les enseignants et leur ont donné les outils nécessaires pour élaborer l'activité expérimentale. Il a pu répondre aux questions des enseignants et leur proposer quelques activités qui les a mis en confiance.

²⁹ Paradis, P. (2000), *Flotte ou coule — scénario d'expérimentations scientifiques et technologiques portant sur le concept de flottabilité*, Montréal : École Sainte-Louise-de-Marillac (non publié).

6.3 Quand une situation de départ ne rime pas nécessairement avec l'émergence des conceptions

6.3.1 Pour l'activité sur l'énergie calorifique, suivez le guide ou le consultant?

Dans le guide de l'univers matériel, à la première étape de l'activité (**idées initiales**), on invite l'enseignant à présenter le problème à résoudre (lorsque l'on chauffe divers liquides de la même façon, atteignent-ils tous la même température en même temps?) et à animer une discussion sur le thème de la chaleur. On propose à l'enseignant de convier l'élève à sentir la chaleur issue de la friction (frottement des mains ensemble, par exemple). On suggère alors d'amener l'élève à s'interroger sur l'origine de cette chaleur, bien que cet aspect ne soit pas en lien direct avec le problème. On définit brièvement le phénomène de conduction et on informe l'enseignant que la chaleur peut se propager à travers les solides, les liquides et les gaz. Puis, on énonce une conception fréquente chez les élèves : « Plusieurs élèves pensent que tous les liquides s'échauffent de la même manière lorsqu'ils sont soumis à la chaleur » (*Éclairs de sciences*, 2004a, p. 65).

De son côté, le consultant a plutôt proposé aux enseignants de regarder au microscope le mouvement brownien des particules de charbon dans l'eau avec leurs élèves. De fait, les grosses particules de charbon entrechoquées par les molécules d'eau dans un mouvement très irrégulier présentent une image intéressante des molécules en action. Également, il leur a suggéré d'observer la dissolution des cristaux de permanganate de potassium dans l'eau à des températures différentes afin d'illustrer le phénomène de dispersion des molécules selon la température. Enfin, le consultant a invité les enseignants à faire bouger leurs élèves afin qu'ils puissent imiter le mouvement des molécules de la phase solide à liquide, puis gazeuse. Le tableau 9 présente les trois activités de la première séance. Bien que ces activités permettent aux élèves de voir le mouvement des particules et d'observer l'effet de la température sur celles-ci, il demeure que ces activités ne permettent pas de répondre à la question de départ.

Tableau 9
 Activités de la première séance

Adapté d'après la planification de Sarah-Maude pour la première séance.

Activité	Intention
1. Observation du mouvement brownien	Les élèves observent le mouvement aléatoire des grosses particules soumises au choc avec les molécules d'eau.
2. Observation de la vitesse de dispersion des cristaux de permanganate de potassium dans trois béchers d'eau à des températures différentes	Les élèves observent que plus la température est élevée, plus les cristaux se dispersent rapidement dans le liquide.
3. Activité physique pour imiter le mouvement des molécules selon les différentes phases de la matière	Les élèves prennent conscience que plus la chaleur augmente, plus les molécules s'agitent.

Interrogés sur l'utilité de ces trois activités, les enseignants et le consultant sont unanimes. Selon eux, il fallait développer les connaissances de base des élèves sur les molécules. Pour Marianne, « la première séance servait à développer les savoirs essentiels [des élèves] sur les molécules ». Pour sa part, Annie renchérit en spécifiant que « Monsieur Audet nous a dit de leur montrer des savoirs et c'est ce que j'ai fait. » Toujours selon Marianne, « je ne crois pas que les avoir lancé [dans l'activité proposée dans le guide *Éclairs de sciences*], ils auraient été capable de comprendre. Il fallait vivre les trois activités avant de les amener à partager leurs conceptions. À partir de ces savoirs essentiels, on a pu faire émerger les conceptions, mais ces conceptions étaient influencées par ce qu'on avait fait juste avant. » Comme on peut le voir au tableau 10, les enseignants ont suivi sensiblement le même déroulement lors de la première séance.

Benoît a toutefois commencé par faire émerger les conceptions des élèves sur la conduction thermique des matériaux (une idée qui lui est venue après avoir lu la section **concepts scientifiques** de l'activité sur l'énergie calorifique). Il a demandé à ses élèves de toucher de la céramique et du bois (deux objets qui étaient dans la même pièce qu'eux). Après leur avoir demandé lequel de ces deux matériaux

Tableau 10
Déroulement de l'activité expérimentale sur l'énergie calorifique

	Benoît	Cécile	Sarah-Maude	Marianne	Annie
Situation de départ / Émergence des conceptions	Activité sur la conduction thermique ³⁰ et activités 1,2 et 3 ³¹	Activités 1,2 et 3	Activités 1,2 et 3	Activités 1,2 et 3	Activités 1,2 et 3
Détermination des obstacles	Les activités proposées en situation de départ n'ayant pas permis de faire émerger les conceptions des élèves, ils n'ont pas pu se confronter à un obstacle.				
Présentation de la situation-problème	Énoncé de la question par l'enseignant. Émergence des conceptions des élèves. Formulation de leur(s) hypothèse(s).				
Protocole expérimental	Élaboration de stratégies d'investigation. Dispositifs de contrôle de variables (réchauffer différents liquides et lire la température à intervalle régulier). Moyens de recueil (à l'œil), fréquence (aux minutes), etc.				
Validation	Expérimentation dirigée (eau et pâte de tomate)	Expérimentation dirigée (eau, jus et lait)	Expérimentation dirigée (eau, boisson gazeuse)	Expérimentation dirigée (jus, thé, eau, bouillon)	Expérimentation dirigée (eau, jus et huile)
Analyse et interprétation des données	Travail en équipe ³² et retour en grand groupe	Travail en équipe ³¹ et retour en grand groupe	Court travail en équipe ³¹ et retour en grand groupe	Travail en équipe ³¹ et retour en grand groupe	Travail en équipe et l'enseignante questionne chaque groupe
Confrontation des résultats	Les élèves confirment ou infirment leur(s) hypothèse(s). Ils énumèrent les obstacles rencontrés. Ils proposent des améliorations à apporter. L'enseignant présente les concepts théoriques. Les élèves n'élaborent pas de production.				

³⁰ L'enseignant demande à ses élèves de toucher le bois et la céramique afin qu'ils déterminent lequel est le plus chaud.

³¹ Voir le tableau 9 pour les détails.

³² Lors de l'analyse et l'interprétation, les enseignants ont laissé les équipes travailler sans intervenir.

est le plus chaud, il a réussi à faire émerger les conceptions des élèves sur la conduction thermique. Il avait cependant de la difficulté à faire le lien entre les conceptions des élèves et l'activité sur l'énergie calorifique. En équipe, les enseignants s'étaient rencontrés mais avaient du mal à trouver une rupture à induire chez les élèves.

Après les deux rencontres avec le consultant, les enseignants réalisaient que l'activité qu'ils s'apprêtaient à mener s'éloignait d'une situation-problème, mais ils s'en remettaient entièrement au consultant. Toujours selon Benoît, « une grande difficulté a été d'élaborer le scénario, de trouver l'hypothèse que les élèves pourraient formuler et qui serait vérifiable avec le matériel et les moyens mis à notre disposition ». Marianne poursuit, « ça a été notre grande difficulté. On n'arrivait pas à rencontrer les exigences d'une situation-problème que tu nous avais présentées au début [de l'année scolaire] et qui étaient résumées sur la feuille [d'élaboration d'une situation-problème, voir annexe B]. »

En proposant à leurs élèves les trois activités d'observation, les enseignants n'ont pas respecté la première étape de la démarche active prévue dans le guide *Éclairs de sciences* qui permettait de faire émerger les conceptions des élèves sur la façon dont s'échauffent différents liquides. Au terme de cette activité, les enseignants reconnaissent le peu d'utilité de cette situation de départ. Selon Benoît, « quand je tiens compte de toutes les réponses de mes élèves, on aurait pu commencer par proposer le problème aux élèves. » En fait, comme le rappelle Cécile, « les trois activités servaient uniquement à leur enseigner des connaissances de base. » Marianne poursuit, « à partir de ces savoirs là, on a pu faire émerger leurs idées [en formulant la question], mais c'était qu'en même des conceptions guidées. »

Dans le guide *Éclairs de sciences*, à l'étape **idées initiales**, on invitait l'enseignant à présenter le problème et à discuter avec les élèves de la chaleur qui se dégage lorsque l'on frotte des objets ensemble. Cette mise en situation, censée faire émerger leurs conceptions sur la chaleur et le phénomène de conduction ne permettait

pas aux élèves de prendre en compte les limites de leur savoir (obstacle), mais plutôt à les préparer à répondre à un problème. Qui plus est, comme nous l'avons évoqué antérieurement, le problème de départ portant sur la température et la chaleur et non la conduction thermique, il y avait matière à créer de la confusion chez les enseignants.

En plus, les trois activités proposées par le consultant éloignaient les enseignants d'une véritable situation-problème. En effet, un examen des activités énumérées au tableau 9 met en évidence leur caractère dirigé. Ces trois activités ne permettaient pas de faire émerger les conceptions des élèves sur la chaleur, mais plutôt de leur faire réaliser que la chaleur excitait les molécules et que toutes les molécules ne réagissaient pas de la même façon à la chaleur. En revanche, la situation de départ élaborée par Benoît (bien qu'elle n'était pas directement liée au problème de la chaleur et de la température) constituait à elle seule une entrée intéressante dans une situation-problème. S'appuyant sur la conception que les élèves ont de la chaleur relative d'un matériau par rapport à un autre, la grande majorité des élèves ont noté que le bois était plus « chaud » que la céramique. En mesurant la température de deux matériaux au moyen de thermomètres, les élèves ont pu découvrir qu'ils avaient une même température, ce qui amenait une rupture avec leurs idées initiales. Cela aurait constitué une mise en situation intéressante pour préparer les élèves à découvrir que chaque liquide a sa propre manière de réagir à la chaleur. Toutefois, ce n'est qu'après avoir fait les trois activités proposées (à la séance suivante) par le consultant que Benoît a demandé à ses élèves d'élaborer leurs stratégies d'investigation, ceux-ci ne se sont donc pas appuyés sur la situation de départ pour formuler leurs idées. Nous pouvons nous demander ici comment se serait déroulé ce moment important de l'activité si le consultant scientifique avait été sensibilisé à l'importance de confronter les conceptions des élèves.

6.3.2 Quand un défi inspire l'émergence des conceptions des élèves

Dans le guide de l'univers matériel, au défi technologique, à la première étape de l'activité (**idées initiales**), on invite l'enseignant à présenter le problème à résoudre (construire un bateau pouvant transporter 100 sous noirs) et à animer une discussion sur la forme des bateaux et la charge pouvant être portée par ceux-ci. On propose à l'enseignant de présenter différents modèles de bateaux, modèles qui, nous le verrons, nuiront à la créativité des élèves. Puis, on énonce une préconception fréquente chez les élèves : « Les élèves pensent que les bateaux flottent parce qu'ils sont gros. Ils ont rarement fait le lien entre le métal qui coule et le bateau qui flotte » (*Éclairs de sciences*, 2006a, p. 41).

Dans le recueil d'activités envoyé par le consultant, le scénario élaboré par Paradis (2000) présente huit activités. Selon la note en préface, ces huit activités devaient être réalisées selon l'ordre indiqué. Le tableau 11 présente les huit activités.

Tableau 11
Activités d'observation proposées par le consultant scientifique

Activité	Intention
1. Flotte ou coule : exploration	Amener les élèves à explorer, à se questionner sur ce qui fait que certains matériaux flottent et d'autres coulent.
2. La forme des objets	Observer l'influence de la forme d'un objet sur sa flottabilité.
3. La masse des objets	Observer l'influence de la masse (quand le volume reste le même) d'un objet sur sa flottabilité.
4. L'eau a-t-elle une influence?	Observer l'influence de l'eau dans la flottabilité et énoncer le principe d'Archimède aux élèves.
5. La profondeur de l'eau	Observer l'influence de la profondeur de l'eau (les élèves font leur propre expérience) sur la flottabilité.
6. L'influence du liquide	Observer l'influence du liquide (de l'eau salée) sur la flottabilité.
7. Un densimètre	Fabrication d'un densimètre.
8. Réalisation technologique	Fabrication d'un bateau ou d'un sous-marin devant supporter une charge

Ainsi, les activités 1, 2, 3, 4 et 6 sont dirigées par l'enseignant qui présente différentes situations d'observation aux élèves afin de leur permettre de découvrir les facteurs qui influencent la flottabilité d'un objet. La cinquième activité, moins guidée celle-là, permet aux élèves de réaliser leur propre expérimentation. Finalement, les activités 7 et 8 proposent à l'élève de fabriquer des objets technologiques en mettant à profit les connaissances mises à jour par les précédentes activités.

Comme nous le verrons, à la suite de la première activité expérimentale (sur l'énergie calorifique), les enseignants ont réalisé que leurs élèves n'avaient pas construit de savoir. Ils ont donc essayé d'adapter le défi technologique proposé, en véritable situation-problème, lors de la deuxième activité en utilisant la grille d'élaboration que nous leur avons remis au début de l'année scolaire. Conscients que pour permettre aux élèves de construire leurs propres savoirs, les enseignants ne pouvaient présenter les activités d'une manière aussi dirigée, ils ont plutôt décidé de s'en inspirer pour faire émerger les conceptions des élèves.

Selon Marianne, « il [le consultant] nous avait envoyé un document avec une séquence pédagogique précise, mais on a vite compris que ça n'allait pas dans le sens de la réforme. [...] Les petites activités enlevaient le côté « découverte » de notre enseignement. » Néanmoins, les enseignants ont apprécié avoir accès à autant d'informations pertinentes pour planifier l'activité expérimentale. Cécile n'avait que de bons mots, « j'ai trouvé ça intéressant de pouvoir lire les activités. Aussi, je ne savais pas comment expliquer la poussée d'Archimède à mes élèves et j'ai trouvé des pistes intéressantes. » Lors de la rencontre avec le consultant, Benoît était absent. Le document et le travail des coéquipiers ont joué un rôle déterminant pour l'aider à planifier les séquences d'enseignement. Voici ce qu'il avait à dire.

« Le document m'a aidé à comprendre les concepts scientifiques et comment rendre le contenu accessible aux élèves. [...] Je trouve ça génial, je n'ai pas vu M. Audet, mais je ne me sentais pas mal à l'aise de parler de ça avec mes élèves parce que le document qu'il nous a envoyé était très aidant. En le lisant, je voulais faire toutes les activités avec mes élèves [...]. Chaque petite activité vise à abolir une fausse conception, à leur faire comprendre un

concept sans l'expliquer. [...] Après avoir discuté avec Cécile, qui n'avait pas compris exactement la même chose que Marianne et Sarah-Maude, on a décidé tous ensemble que le plan d'Annie (voir la planification d'Annie au tableau 12) était probablement le meilleur [scénario] pour l'activité. »

En fait, à la suite de cette rencontre, les enseignants avaient ciblé l'activité flotte ou coule pour permettre aux élèves de faire émerger leurs conceptions et avaient élaboré une planification. Le tableau 12 présente le déroulement de l'activité tel que planifié par Annie.

Dans les cinq classes, les enseignants ont invité les élèves à prédire, parmi un ensemble d'objets divers (trombone, pièce de monnaie, caillou, bout de bois, bouchon de liège, attache à pain, clou, etc.) lesquels allaient flotter ou couler. Les élèves étaient invités par la suite à formuler des hypothèses pour expliquer ce qui s'était passé une fois l'objet à l'eau. Dans la très grande majorité des cas, lorsqu'un objet coulait, les élèves évoquaient la masse importante de l'objet (qu'ils identifiaient comme le poids) pour expliquer ce qui venait de se produire devant eux. « Comme j'avais une balance numérique, je prenais l'objet, par exemple la trombone, qui avait coulé et je leur montrais qu'il était plus léger que le morceau de bois qui avait flotté. Mais, même après avoir pesé plusieurs objets, il y avait encore des élèves qui revenaient avec [l'explication] le poids », se rappelle Benoît.

La rupture venait par la suite lorsque l'enseignant demandait aux élèves ce qui pouvait expliquer qu'un bateau (en acier) lourd comme un édifice de plusieurs étages flotte. Puis, les élèves notaient, de façon individuelle, chacun leurs hypothèses dans leur journal scientifique.

Tableau 12
Planification de l'activité expérimentale proposée par Annie
Tiré de la planification d' Annie

Moment	Planification
Situation de départ	Mentionner aux élèves que nous allons travailler sur les bateaux. Discuter des bateaux : forme, matériaux, utilité, etc.
Détermination des obstacles Définition des objectifs	Faire l'activité flotte ou coule. Avant de plonger chaque objet dans l'eau, demander aux élèves d'affirmer si l'objet va couler ou flotter et pourquoi (faire un tableau flotte/coule, hypothèse). Revenir sur les hypothèses des élèves (pourquoi certains objets ont coulé ?).
Situation-problème Formulation du problème	La majorité des élèves vont mentionner que les objets lourds coulent. Demander alors : Pourquoi les bateaux en acier flottent-ils? Les élèves écrivent leurs hypothèses dans leur journal. Mentionner aux élèves que c'est ce qu'ils découvriront en relevant le défi de construire un bateau pouvant supporter la plus lourde charge sans couler. Les élèves doivent individuellement faire un croquis du bateau qu'ils imaginent et des matériaux qu'ils peuvent utiliser.
Protocole expérimental et démarches	En équipe de quatre, les élèves partagent leurs idées et déterminent les matériaux adéquats à utiliser et la forme que prendra le bateau. Faire une fiche du bateau de l'équipe (croquis, matériel) Les élèves remettent la fiche du matériel requis afin que l'enseignant en prenne note et valide le tout. (L'enseignant doit apporter le matériel à la période suivante). Faire un tableau d'observation et d'expérimentation (Que vas-tu observer lorsque tu mettras ton bateau sur l'eau et que tu y déposeras une charge?)
Validation	Construction du bateau : les élèves vont à tour de rôle chercher le matériel préalablement demandé auprès de l'enseignant. (L'enseignant doit avoir suffisamment de matériel pour répondre aux besoins des élèves. Il doit refuser les demandes inadéquates (ex. : assiette d'aluminium)). Exploration : les élèves mettent leur bateau dans le bac d'eau et y dépose une charge. Prise de données, encadrement de l'enseignant (support, questionnement) réajustements s'il y a lieu.
Analyse et interprétation	Analyse des résultats : les élèves expliquent leurs résultats. Réflexion sur la démarche : ce que j'ai appris, obstacles, solutions, points à améliorer.
Confrontation des résultats	Retour sur l'hypothèse de départ. L'enseignant répond à la question : Pourquoi les bateaux en acier flottent-ils? (vulgarisation de la poussée d'Archimède, masse de l'objet).

Tableau 13
Déroulement de l'activité expérimentale sur le défi technologique

	Benoît	Cécile	Sarah- Maude	Marianne	Annie
Situation de départ / Émergence des conceptions	Flotte ou coule ³³	Flotte ou coule La forme des objets ³⁴	Flotte ou coule	Flotte ou coule	Flotte ou coule La forme des objets
Détermination des obstacles	Les enseignants annoncent aux élèves que des bateaux en fer flottent. Les élèves réalisent que des objets en substance « lourd » peuvent flotter, ce qui induit chez plusieurs une rupture avec leurs idées initiales.				
Présentation de la situation-problème	Énoncé du défi Émergence des conceptions des élèves. Formulation de leur(s) hypothèse(s).				
Protocole expérimental	Élaboration de stratégies d'investigation. (schématisation, conception, tests, etc.) Modalité de recueil, etc.				
Validation	Conception de l'objet Modifications et demande de matériel. Tests (mise à l'eau) sans les poids et modifications. Présentation finale : mise à l'eau avec les poids.				
Analyse et interprétation des données	Les élèves travaillent en équipe et l'enseignant circule afin de questionner chaque groupe, amène les élèves à remettre en question leurs idées, etc.				
Confrontation des résultats	Les élèves confirment ou infirment leurs hypothèses. Ils énumèrent les obstacles rencontrés. Ils proposent des améliorations à apporter. L'enseignant présente les concepts théoriques. Les élèves n'élaborent pas une production.				

À l'instar de l'activité sur l'énergie calorifique, la première étape du guide de l'univers matériel invite l'enseignant à présenter le problème puis à informer les élèves de certaines données pour les inspirer. On suggère de montrer aux élèves des matériaux utilisés pour la fabrication des bateaux, de discuter des formes de bateau, etc. Ici encore, on amène les élèves à partager leurs conceptions sans pour autant les

^{33, 33} Voir le tableau 11 pour les détails.

confronter pour les amener à les remettre en question. Comme le rappellent De Vecchi et Carmona-Magnaldi,

« apprendre, ce n'est pas ajouter quelque chose de plus à ce qui existe déjà. En effet, apprendre c'est changer, c'est envisager autrement certaines situations, [...]. Et cette idée est particulièrement mise en œuvre dans les situations-problèmes puisque celles-ci s'appuient sur des ruptures et des contre-exemples. On comprend donc pourquoi, il nous semble fondamental que les situations-problèmes soient construites autour d'obstacles les plus prégnants que rencontrent les élèves » (2002, p. 82).

Également, tel que nous l'avons déjà souligné, au tableau 11 on propose des activités permettant à l'élève d'observer différents facteurs susceptibles d'influencer la flottabilité. Plutôt que de faire émerger les conceptions des élèves à partir d'une situation de départ (observation, questionnement, etc.) pour les convier à l'élaboration de leurs propres stratégies d'investigation, on propose plutôt une activité dont l'intention est de faire réaliser un apprentissage ciblé.

Toutefois, les enseignants ont su tirer profit d'une de ses activités. « Flotte ou coule », qui a servi de situation de départ aux enseignants dans le défi technologique, a été menée de manière à faire émerger les conceptions des élèves. Comme ces derniers devaient préalablement prédire l'issue de la mise à l'eau de chaque objet, cette activité leur a permis d'énoncer leurs idées sur ce qui fait qu'un objet flotte ou coule. La très grande majorité des élèves ont émis l'idée que la masse importante de l'objet (qu'ils ont identifié comme étant le poids) était la raison qui expliquait que des objets coulent. Cette idée selon laquelle on peut expliquer qu'un objet coule seulement parce qu'il est lourd, est appelée aussi obstacle, car il « s'agit d'une conception erronée, d'un modèle explicatif structuré, que le sujet s'est construit en lui conférant un statut de vérité et qui, par sa prégnance, bloque un certain apprentissage » (*Ibid.*, p. 86). Lorsque les enseignants ont posé la question : pourquoi les bateaux en acier flottent-ils, il n'en fallait pas davantage pour créer une rupture entre leur idée initiale (l'influence de la masse) et le fait que des objets lourds peuvent flotter.

Cécile et Annie ont également proposé une deuxième activité à la suite de la situation de départ flotte ou coule. Elles se sont servies de l'activité "la forme de l'objet" (voir le numéro 2 dans le tableau 11) pour démontrer qu'un même objet, selon la forme qu'on lui donne peut flotter ou couler.

« J'ai pris deux boules de pâte à modeler et j'ai demandé aux élèves s'ils pensaient que la première boule allait couler ou flotter. Les réponses étaient assez partagées. La première boule a coulé au fond et puis j'ai dit "avec cette deuxième boule, y a-t-il un moyen de la faire flotter?" L'idée de l'aplatir est venue, on l'a aplati et on a arrondi légèrement les bords. Je l'ai mise à l'eau et ça a flotté. [...] Les élèves ont commencé à faire des liens "quand c'est élargi, on dirait que ça flotte" » évoque Cécile.

Interrogées sur les motifs qui les ont incité à présenter cette activité d'observation, elles reconnaissent avoir voulu guider les élèves vers un élément de solution. Toutefois, en agissant de la sorte, elles n'ont pas permis à leurs élèves de porter un jugement éclairé au regard du problème proposé, elles ont influencé le choix des stratégies d'investigation des élèves ce qui a limité leur créativité et possiblement empêché de construire un savoir par eux-mêmes. Nous verrons plus loin qu'elles ont été les répercussions possibles de cette intervention.

6.4 Une phase de problématisation dirigée?

Dans tous les guides *Éclairs de sciences*, on mentionne que c'est l'enseignant qui pose le problème aux élèves avant même de faire émerger leurs conceptions. Comme nous l'avons déjà exposé au deuxième chapitre de cet essai, dans une phase de problématisation, il faut d'abord laisser le temps aux élèves de s'approprier un problème et ce, après leur avoir fait émerger leurs conceptions et déterminer les obstacles sous-jacents. Toutefois, comme le soulignent De Vecchi et Carmona Magnaldi, « il est important de prendre conscience que les éléments d'une situation-problème peuvent apparaître dans la démarche naturelle des élèves » (2002, p. 154). Ce qui implique parfois que la question vienne *a priori* de l'élève. Néanmoins, à la suite d'une phase de problématisation appropriée, le problème ou la question peuvent émaner d'un élève ou être introduit artificiellement par l'enseignant. « Par contre, ce

qui nous paraît déterminant, c'est de laisser aux apprenants le temps de se l'approprier au départ pour que le problème soulevé par l'enseignant devienne leur problème » (*Ibid.*). On peut s'interroger si c'est le cas dans les deux situations exposées dans les guides *Éclairs de sciences*, puisque le problème est posé directement par l'enseignant en introduction à l'activité et que l'émergence des conceptions qui s'ensuit ne permet pas à l'élève de confronter leurs conceptions avec un obstacle.

Dans l'activité sur l'énergie calorifique, après les trois activités de départ qui ont permis aux élèves d'apprendre l'existence des molécules et d'avoir une idée de leur niveau d'excitation selon la température, les enseignants ont posé le problème aux élèves : lorsque l'on chauffe divers liquides de la même façon, atteignent-ils tous la même température en même temps? Par la suite, les enseignants ont demandé aux élèves d'écrire leur(s) hypothèse(s). Selon Cécile, les élèves « ont créé beaucoup de liens entre l'activité des molécules. Ils en ont presque tous parlés. » Ce qui n'est pas le cas de Benoît, où aucun élève n'a fait le lien entre les activités de la première séance et le problème. Selon sa collègue Cécile, « peut-être est-ce parce que j'ai fait mes deux séances très rapprochées dans le temps? » Néanmoins, les cinq s'accordent pour dire qu'ils ont insisté pour que leurs élèves justifient leurs idées.

Donc, contrairement à ce qui était prescrit dans le guide de l'univers matériel, les enseignants, sur recommandation de leur consultant scientifique, n'ont pas formulé d'abord le problème, ils ont fait découvrir des savoirs sur les molécules au moyen de trois activités d'observation d'une part, puis ils ont posé le problème d'autre part. Par ailleurs, dans la classe de Sarah-Maude, un élève a posé le problème à la suite des trois activités. Elle a alors invité le reste du groupe à s'impliquer dans la construction de ce problème. À la lumière de ce que nous venons d'exposer, nous réitérons, à l'instar de De Vecchi et Carmona-Magnaldi (2002), l'importance de faire émerger les conceptions des élèves avant même de poser le problème.

Dans cette activité, les concepts présentés dans la phase de problématisation apparaissent décalés par rapport au niveau d'apprentissage des apprenants concernés. Selon Hasni et Roy (2006), « un concept, en plus de s'inscrire dans un réseau avec d'autres concepts, peut être défini avec des degrés de complexités variables qui peuvent faire l'objet d'apprentissage à différents niveaux scolaires » (p.131). Il importe donc de prendre en considération « d'une part, le degré de complexité avec lequel on peut aborder les concepts avec les élèves et, d'autre part, les prérequis de ceux-ci. » (*Ibid*, p. 132). Ici, les concepts abordés sont complexes et ils dépassent les prérequis des élèves du deuxième cycle du primaire. Aussi, ils demandent de la part des apprenants de faire des apprentissages en accéléré qui ont pour seule fonction de permettre de découvrir d'autres savoirs. En plus, dans les sections **idées initiales** et **concepts scientifiques**, la conduction thermique, la capacité calorifique et la densité sont les concepts scientifiques présentés aux enseignants comme étant au cœur de cette activité. Comme la question s'articule principalement autour du thème de la chaleur et de la température (donc en lien avec la capacité calorifique), il semblerait plus indiqué d'éviter d'aborder des concepts qui éloignent l'apprenant de la question de départ (comme la conduction thermique et la densité).

Dans le défi technologique, les enseignants ont sollicité les conceptions des élèves avec l'activité flotte ou coule avant même de poser le problème. Ainsi, les élèves s'appuyant sur la conception de ce qui est lourd coule, ont rencontré un obstacle lorsque leur enseignant leur a demandé pourquoi les bateaux en acier ne coulent pas. Cette rupture avec leurs idées initiales leur a permis de s'impliquer activement dans la construction du problème.

6.5 La planification des stratégies d'investigation, une démarche de l'apprenant?

À l'étape **plan de travail et hypothèse** de l'activité sur l'énergie calorifique, on incite l'enseignant à présenter le matériel expérimental à la disposition des élèves. Pour chaque élève ou équipe, on suggère de l'eau, de l'huile végétale, de la mélasse, du sirop de maïs, un cylindre gradué ou une tasse à mesurer, un thermomètre, une

montre, une petite casserole, quelques éprouvettes, des bouchons et des petits contenants avec couvercles. Pour la classe, une plaque chauffante, un thermomètre et un chronomètre sont mis à leur disposition. On informe l'enseignant que les élèves choisissent le matériel et déterminent une expérience qui pourrait répondre à la question. Les élèves peuvent alors formuler une hypothèse de travail et inscrire chaque étape dans leur cahier d'expériences. On énonce deux expériences possibles. Dans le premier cas, il s'agit de mesurer le volume de différents liquides dont on prendrait la température après les avoir chauffé cinq minutes dans une casserole. Dans le deuxième cas, on suggère de plonger quelques éprouvettes (fermées), contenant chacune une même quantité de différents liquides, dans une casserole d'eau chauffée durant une période de cinq minutes.

En classe, les enseignants ont demandé aux élèves d'élaborer leurs stratégies pour résoudre le problème et identifier le matériel dont ils auraient besoin. Toutefois, pour des raisons de sécurité, le consultant scientifique et les enseignants ont décidé d'un commun accord, qu'il était préférable que l'enseignant soit le seul à pouvoir manipuler les objets expérimentaux (plaques chauffantes, thermomètres, liquides, etc.). Conséquemment, « comme on faisait l'expérience en même temps [toute la classe], [...] les élèves ne pouvaient pas faire chacun leur propre expérience » rappelle Annie. Les enseignants ont toutefois laissé les élèves écrire leurs stratégies, prétextant que cet exercice leur permettrait de guider les élèves dans ce moment en prévision de la prochaine activité. D'après Benoît,

« très peu d'élèves ont dit qu'ils allaient prendre la température à différents intervalles. » [...] Quand je demandais à des élèves de me dresser la liste du matériel, ils me répondaient : des pots, des liquides..., pas de quantité, pas de détail. C'est sûr que j'aurais pu me promener dans les équipes pour les interroger sur la précision [...]. J'aurais pu les guider davantage, mais comme je savais que l'expérience qu'on devait faire, c'était une affaire précise, je n'ai pas cru bon ».

Pour Cécile, ces oublis étaient autant d'occasions de mettre les élèves sur la bonne voie, « je trouvais ça intéressant de voir qu'ils avaient oublié des détails. Cela

m'a permis de les amener à voir plus loin. » Annie admet volontiers qu'elle a dirigé ses élèves « pour que lors d'une prochaine activité, ils sachent qu'un journal scientifique doit contenir les traces de leurs démarches [...] que ce n'est pas juste de pots dont on a besoin, c'est un nombre de pots et pas juste des liquides, mais des quantités précises de liquide. »

Lors de la première séance, les enseignants ont permis aux élèves d'exercer leur créativité et de planifier eux-mêmes leurs démarches pour résoudre le problème. Toutefois, comme l'expérimentation était préalablement élaborée par l'enseignant et effectuée par celui-ci, ils n'ont pu mettre en pratique leurs stratégies, les enseignants se limitant à choisir parmi les liquides retenus par les élèves, ceux qui seraient à l'étude.

Également, les enseignants ont fini par mettre de côté l'objectif d'amener les élèves à élaborer des tableaux. Or, plutôt que de circuler dans les différentes équipes pour guider l'élève (par questionnement, par exemple) dans l'élaboration de moyens de recueil, les enseignants ont préféré faire un tableau devant les élèves que ces derniers devaient copier. Il semble qu'une difficulté conceptuelle soit à l'origine de ce choix. En effet, interrogés sur les raisons qui justifiaient cette intervention, tous unanimement ont reconnu ne pas avoir suffisamment supervisé les groupes lorsqu'ils ont élaboré la planification et les moyens de recueil. Ainsi, lors de l'expérimentation, réalisant que les élèves ne prenaient pas toutes les données de la même façon, les enseignants ont décidé de leur « enseigner comment faire ».

En somme, comme cette étape était complètement dévolue à l'enseignant, les élèves n'ont pu que prendre en note les résultats dictés par l'enseignant. Notons également que les enseignants ont eux-mêmes proposé aux élèves le tableau à remplir. Selon Hasni et Roy (2006), parmi la diversité des démarches à caractère scientifique à laquelle les élèves peuvent recourir, la planification des démarches et le moyen de recueil est un moment important à considérer. Toutefois, encore faut-il que cette responsabilité incombe à l'élève. Concrètement, comme il s'agissait d'une

première activité expérimentale, ce moment a permis aux enseignants de guider les élèves afin qu'ils précisent davantage les stratégies choisies dans le but qu'ils puissent être meilleurs lors d'une prochaine activité.

Dans le guide de l'univers matériel, à l'étape **plan de travail et hypothèse** du défi technologique, on incite également l'enseignant à présenter le matériel expérimental à la disposition des élèves. Ainsi, pour chaque élève ou équipe, on propose de la pâte à modeler, du papier d'aluminium, une éponge, quelques bouchons de liège, du papier du bac de recyclage et des petits sacs en plastique. Pour la classe, un bac rempli d'eau et 100 sous noirs. On informe l'enseignant que les élèves choisissent le matériel et déterminent une expérience qui pourrait résoudre le problème. Les élèves peuvent alors formuler une hypothèse de travail et inscrire chaque étape dans leur cahier d'expériences. On énonce quatre expériences possibles, soit un bateau fait de pâte à modeler placé en forme de bol, un bateau en papier d'aluminium également placé en forme de bol, un bateau fabriqué à partir de papier ou encore un bateau fait à l'aide d'une éponge. Ici, la démarche proposée par le guide *Éclairs de sciences* est davantage scientifique que technologique. En effet, plutôt que d'amener l'élève à s'interroger sur le besoin à combler (comment faire flotter un bateau contenant 100 sous), à considérer l'étude des différentes contraintes (la légèreté des matériaux et la masse importante à porter, la dimension du récipient rempli d'eau, etc.) et la conception de prototypes, on propose plutôt de chercher à résoudre le problème au moyen des matériaux proposés. Bien évidemment, la présentation du matériel à l'élève vient évacuer toute chance que celui-ci puisse mener une réflexion féconde éclairée par le besoin à combler. Une fois encore, en sélectionnant au préalable le matériel pour les élèves, on les limite dans les stratégies à mettre en place. Tout indique que les élèves utiliseront par exemple les bouchons de liège comme flotteur alors qu'ils n'y auraient peut-être pas pensé si on n'avait pas pris soin de leur présenter quelques idées.

Toutefois, lorsque nous considérons le matériel utilisé par les élèves, nous constatons qu'aucun matériel n'a été suggéré aux élèves. À la première séance, les

élèves étaient invités à dessiner un croquis de leur prototype de bateau et à dresser une liste des matériaux nécessaires à la fabrication. Après, les équipes étaient formées et les élèves devaient défendre leurs idées en petit groupe afin de déterminer un modèle à tester et dresser une liste de matériaux plus définitive. Une fiche complète contenant ces informations a par la suite été remise à l'enseignant dont le rôle était de trouver le matériel requis. À la suite de la première séance, les élèves devaient concevoir un moyen d'observation pour la cueillette de données qui suivrait. Cette fois, les enseignants ont laissé les élèves décider des stratégies à mettre en place, sans interférer dans le processus. Toutefois, dans les classes de Cécile et Annie, comme ces deux enseignantes ont présenté l'activité avec deux boules de pâte à modeler (voir tableau 13), on peut supposer que certains élèves auront compris lors de leur observation, que plus on augmente la surface de l'objet en contact avec l'eau, plus un objet flottera et qu'ils s'en inspireront lors de la planification. Lorsque interrogées sur les stratégies élaborées par leurs élèves, Annie et Cécile reconnaissent que leurs élèves ont misé sur des structures élargies. Cécile se rappelle également que les objets présentés lors de l'activité flotte ou coule ont été repris par les élèves pour la fabrication des bateaux. « Comme le bouchon de liège avait flotté, beaucoup d'équipes ont choisi d'utiliser des bouchons pour fabriquer leur bateau. » Il est clair dans ces deux exemples que les élèves ont été inspirés dans l'élaboration de leurs stratégies par l'enseignante. Il est donc pertinent de s'interroger comment l'enseignant peut-il guider les élèves sans leur montrer ce qu'ils doivent faire. Comment amener l'élève à s'interroger sur le besoin à combler, sur le modèle à élaborer sans « préparer le terrain »?

6.6 Mise en œuvre de la planification : quand le guidage de l'enseignant fait loi

À la troisième étape (**l'expérimentation**) de l'activité sur l'énergie calorifique, on rappelle quelques principes directeurs à l'enseignant: laisser les élèves élaborer les détails de l'expérience, les laisser utiliser librement le matériel, observer leur travail, n'intervenir que pour poser des questions ouvertes et guider les élèves,

inviter les élèves à déterminer les facteurs expérimentaux, refaire l'expérience pour vérifier les facteurs trouvés, etc.

À la deuxième séance, les enseignants ont informé les élèves sur la manière dont allait se dérouler l'expérimentation. « Je leur ai dit qu'on allait faire une seule expérience pour tout le monde, mais qu'on allait prendre les liquides que certains ont choisis » rapporte Sarah-Maude. Dans l'ensemble des classes, l'enseignant a dirigé les élèves tout au long de la cueillette de données. Le tableau a été élaboré devant les élèves et ceux-ci ont noté les résultats dans leur journal. Toujours selon Sarah-Maude, « ils avaient tous un tableau pour chaque liquide [...]. Si je devais refaire cette activité, je ferais deux tableaux devant eux et je leur laisserais faire le dernier. Certains en faisaient de trop petits ou de trop grands, d'autres écrivaient 22 °C, 23 °C et ne mettaient pas le même espace entre chacun. J'aurais dû faire un cours juste sur ça. » Dans les cinq classes, l'enseignant manipulait et dans d'autres, les élèves pouvaient participer à la lecture du thermomètre. Dans la classe d'Annie « un élève lisait le thermomètre et je le répétais au groupe. Après, je revenais avec l'autre liquide. Ce n'était pas facile de maintenir l'attention des élèves. »

À la troisième étape (**l'expérimentation**) du défi technologique, on invite l'enseignant à accorder du temps aux élèves pour la réalisation du bateau, à les laisser explorer et on rappelle que ce type d'expérience entraîne inévitablement un tâtonnement (quelques essais et erreurs). Une fois que les élèves croient avoir trouvé une réponse au défi, on insiste sur le fait que les élèves doivent pouvoir expliquer et justifier leurs réponses et donner les facteurs expérimentaux (les données expérimentales) qui ont pu affecter les résultats.

À la deuxième séance de cette activité expérimentale, les enseignants ne remettaient que le matériel demandé. Aux dires de Cécile, les élèves ont commencé le bateau « mais ils n'ont eu droit qu'au matériel inscrit sur leur liste, alors ils ont pu voir si leur bateau flottait. S'ils ne m'avaient pas demandé de colle, ils ne pouvaient pas en utiliser. » Annie poursuit : « je leur disais qu'ils devaient se débrouiller, mais

que s'ils réalisaient que cela ne fonctionnait pas, ils pouvaient apporter des modifications [...] [par la suite] ils se sont demandés comment ils pourraient améliorer leur bateau et ils ont dû expliquer leurs modifications ». Sarah-Maude a elle aussi insisté pour que les élèves apprennent de leurs erreurs. « Je leur demandais d'écrire ce qui n'a pas bien fonctionné et la raison et comment ils allaient s'y prendre maintenant. »

Pendant la conception, les enseignants ont tous affirmé avoir été présents dans les équipes pour guider les élèves. Annie affirme : « j'ai dû les questionner pour leur faire réaliser que l'ajout d'une tour ou d'une voile ne servait en rien l'expérience. » Fait étonnant, bien que le défi était de fabriquer un bateau pouvant supporter la plus grande charge possible, aucune équipe n'a pensé tester la flottabilité de ce dernier avec différentes charges avant la dernière séance. C'est donc seulement à la dernière séance, lors de la présentation devant les autres équipes, que les élèves pouvaient évaluer la flottabilité de leur bateau avec les charges. Pendant l'expérimentation, dans la classe de Benoît, les élèves pouvaient mettre leur bateau à l'eau « et apporter les modifications selon la façon qu'il [le bateau] réagissait, mais on ne mettait pas de poids dessus. [...] ils devaient [ainsi] noter les changements qu'ils apportaient et les raisons pour lesquelles ils les apportaient. »

Dans les deux activités, la mise en œuvre de l'étape expérimentation du guide de l'enseignant est fidèle avec le moment validation que nous avons exposé au deuxième chapitre. Les conseils qu'on formule à l'enseignant sont de nature à guider l'élève tout au long de son tâtonnement. Cependant, comme lors de l'activité sur l'énergie calorifique, les enseignants ont fait toute la démarche pour l'élève par crainte qu'il n'arrive un accident. On peut donc se demander si cette activité est adaptée pour le niveau d'apprenants. Interrogés à ce sujet, les enseignants reconnaissent que les élèves ont fait des progrès d'ordre méthodologique, qu'ils se sont familiarisés avec des moyens différents de travailler et de découvrir des nouveaux savoirs. Les propos de Marianne résument bien ceux tenus par ses collègues : « les élèves n'ont pas fait beaucoup d'apprentissage par eux-mêmes [lors

de la première activité], mais ils ont appris à se débrouiller et ils ont fait des liens entre l'activité et la vie courante. »

Lors de l'expérimentation du défi technologique, les enseignants semblent avoir bien guidés les élèves. Toutefois, ils auraient dû encourager leurs élèves à tester la flottabilité de leur prototype avec les charges et ce, à chaque étape de la conception. Cela leur aurait permis d'effectuer les modifications qui s'imposent. Il serait donc important d'ajouter cette indication aux enseignants dans le guide d'activités.

6.7 Analyse et interprétation : un bilan en construction

À la quatrième étape (**bilan**) de l'activité sur l'énergie calorifique, on suggère à l'enseignant d'inviter les élèves à présenter leur démarche, à révéler si leur hypothèse est confirmée ou infirmée, s'ils ont réussi l'expérience, s'ils ont fait des erreurs de manipulation, s'ils voient des améliorations pour qu'ils puissent obtenir des résultats plus précis, etc.

À cette étape, les enseignants n'ont pas tous guidé les élèves de la même manière, chacun y allant de son interprétation des moyens à mettre en œuvre pour amener les élèves à solutionner le problème. Ainsi, quand est venu le moment d'analyser les données recueillies, Marianne a laissé les élèves travailler en équipe sans intervenir. « Je trouvais que l'expérience était déjà très guidée. Alors, je les ai laissés aller seuls. Je leur ai rappelé que je m'attendais à ce qu'ils me disent si leur hypothèse avait été vérifiée et pourquoi. » De son côté, Cécile a accordé du temps aux élèves pour discuter entre eux, mais le bilan s'est fait en groupe. « C'est difficile pour moi de savoir ce que chacun a trouvé, car lorsqu'un élève amenait une piste de solution [au reste de la classe], les autres embarquaient. » Pour sa part, Benoît était déçu de l'analyse de ses élèves. « Ils ont presque tous répondu la même chose "non, je n'ai pas raison" et leurs explications se ressemblaient tous [...]. Ils ont expliqué qu'à 10 minutes, un liquide était à 60 °C et l'autre à 80 °C. Ils sont arrêtés là [...]. Ils n'ont pas fait de lien avec la théorie. » Annie a invité les élèves à interpréter leurs

résultats en équipe et elle a posé des questions pour guider chaque équipe. « Je suis allée par questionnement, [...] par exemple je posais la question : est-ce qu'il y a des facteurs qui sont venus affecter vos résultats? »

Exception faite pour Sarah-Maude qui a accordé uniquement quelques minutes à la fin de la deuxième séance aux élèves pour tracer le bilan (par manque de temps), les autres enseignants ont pris au moins une période complète pour laisser leurs élèves faire leur bilan. « Je leur ai demandé quels obstacles ils avaient rencontrés, si on avait à refaire l'expérience, qu'est-ce qu'ils feraient différemment pour améliorer l'expérience, etc. » affirme Marianne. « Ils ont fait leur bilan et [après] on a eu une discussion en grand groupe sur ce qui ne s'est pas bien déroulé. Pour certains élèves, c'était parce qu'ils n'avaient pas spécifié qu'ils avaient besoin d'un thermomètre pour vérifier la température » rappelle Benoît. Toutefois, selon Marianne, comme il n'y avait qu'un montage pour toute la classe, « on ne pouvait pas dire [aux élèves], je vous donne uniquement le matériel que vous m'avez indiqué sur la liste, [...] cela les aurait poussé à réfléchir davantage et à faire les changements [qui s'imposent]. » Sarah-Maude, qui n'a accordé que deux séances à l'activité expérimentale, reconnaît pour sa part ne pas avoir passé suffisamment de temps pour le bilan et de l'avoir mené, pour l'essentiel, en groupe.

Puisque les enseignants étaient à leur début lors de cette activité, il semble évident que le niveau de guidage devra être adapté de façon à éviter que les élèves se retrouvent seuls pour solutionner le problème. Selon Astolfi et *al.*, « le problème pédagogique essentiel est de ne pas involontairement “fermer le problème” par des interventions inadéquates à l'objectif. Un équilibre doit être trouvé entre une aide aux élèves, et une absence d'aide pour leur permettre de développer leurs idées » (1997, p. 142). Aussi, comme l'activité sur l'énergie calorifique faisait référence à des concepts plutôt abstraits pour des élèves de deuxième année du deuxième cycle (les molécules, leurs propriétés, la chaleur, la densité et la conduction), il est possible que les élèves éprouvent un certain découragement s'ils ne sont pas bien guidés. « En effet, si les apprenants vivent le problème comme impossible ou trop décalé par

rapport à ce qu'ils estiment capables de faire, et si le maître n'est pas présent à ce moment là, un blocage peut apparaître. Il doit aller observer ce qui se passe dans les groupes, même si ceux-ci ne l'interpellent pas » (De Vecchi et Carmona-Magnaldi, 2002, p. 216).

À la quatrième étape (**bilan**) du défi technologique, on recommande qu'un membre de l'équipe présente au reste du groupe l'expérience réalisée. On suggère à l'enseignant de vérifier si la démarche est adéquate et de demander si les élèves considèrent avoir réussi l'expérience et de leur demander de justifier leur réponse. Par la suite, on incite l'enseignant à encourager ses élèves à trouver les sources d'erreurs, à proposer des améliorations, à apporter et à déterminer les facteurs expérimentaux qui font que le bateau flotte.

Dans la classe de Benoît et de Sarah-Maude, comme les bateaux fabriqués par les équipes résistaient à la masse de 100 sous et semblaient insubmersibles, ils ont utilisé des charges encore plus lourdes (de grosses pierres, un parquet de pavé-uni, etc.). Les bateaux ont finalement sombré un après l'autre, certains pouvant contenir une plus grande charge que d'autres. Benoît a alors questionné ses élèves pour savoir à quoi ils attribuaient la plus grande flottabilité de certains bateaux. Jugeant que les bateaux de ses élèves se ressemblaient un peu, et dans un souci de bien illustrer sa question, Benoît a pris une grande bassine et l'a remplis d'eau. Puis, il est allé chercher une deuxième bassine plus petite, y a déposé toutes les charges et à même ajouté un dictionnaire. Il affirme : « j'ai essayé de leur faire comprendre le phénomène sans rien expliquer et je leur ai demandé de me fournir une explication. »

Lors du bilan, Annie affirme : « je leur ai demandé d'expliquer pourquoi leur bateau a pu soutenir une telle charge ou pourquoi n'a-t-il pu soutenir la charge. Après ça, ils devaient me dire les obstacles rencontrés, les solutions envisagées et si l'expérience était à refaire qu'est-ce qu'ils changeraient. Dans certains groupes, des élèves ont évoqué la stabilité de leur prototype pour expliquer qu'il n'avait pas pu porter la charge. Cécile se rappelle : « je leur laissais mettre le bateau à l'eau et ils

déposaient eux-mêmes les sous [...], s'ils les laissaient tomber soit à droite ou à gauche [du bateau], bref mal centré, le bateau coulait ».

La présence des enseignants dans les équipes lors du bilan ayant été significativement améliorée, ceux-ci reconnaissent que cela a grandement contribué à faciliter le déroulement de l'activité. Sarah-Maude affirme : « j'allais dans les équipes et je posais des questions aux élèves. Ils réfléchissaient plus car ils étaient mieux guidés, moins laissés à eux-mêmes. » Aussi, le niveau de difficulté étant mieux adapté aux apprenants, il semble que cela ait contribué à enrichir les échanges.

6.8 Confrontation des résultats : de l'apprenant ou de l'enseignant?

Pour clore l'activité, on invite l'enseignant à faire un retour sur les concepts scientifiques mis de l'avant dans chacune des activités, soit respectivement la capacité calorifique, la conduction thermique et la densité pour la première activité, et les matériaux qui entrent dans la confection des bateaux et la poussée d'Archimède pour le défi technologique. Bien qu'aucune des activités n'en fasse explicitement la mention dans la section **concepts scientifiques** du guide d'activités, on suggère dans le guide de l'enseignant qu'après que les élèves eurent écrit les éléments appris, ils

« peuvent approfondir davantage leur connaissance d'un sujet en effectuant une recherche à la bibliothèque ou sur Internet. Les informations trouvées, conjuguées avec les résultats expérimentaux, leur permettent de repenser leurs idées initiales et de les modifier pour les rendre plus conformes à la réalité. Les élèves préparent une petite présentation de leurs travaux, orale ou écrite, et la soumettent aux autres élèves » (*Éclairs de sciences*, 2004b, p.16).

Comme cette invitation n'est reprise dans aucun guide d'activités, difficile de savoir si les enseignants recourront à l'élaboration d'une production. Selon De Vecchi et Carmona-Magnaldi (2002), « une certaine logique simpliste consiste à penser que, du moment que les principes constituant une notion ont tous été abordés et même compris, la synthèse est évidente (puisque les élèves ont l'ensemble des éléments en leur possession). [...] Ce qu'il manque... c'est l'essentiel : les liens qui existent entre ces différents éléments » (p. 122). Selon eux, l'élève est le seul qui a le

pouvoir de construire sa synthèse, qu'elle prenne une forme ou une autre (texte, schéma, tableau, définition d'une règle, etc.). Bien que dans les guides d'activités on ait pris soin d'indiquer en préambule de chaque activité ce que les élèves vont « apprendre » ou « découvrir », de même que les savoirs essentiels s'y rattachant, en absence d'une synthèse de la part de l'élève, on ne peut déterminer si l'élève a construit ses apprentissages. Ainsi, non seulement devrait-on s'assurer que la prescription du guide de l'enseignant soit reprise dans la section **concepts scientifiques** de chaque activité, mais il faudrait également qu'elle occupe une place importante pour assurer que l'élève construise ses apprentissages.

Comme suite au bilan de l'activité sur l'énergie calorifique, aucun enseignant n'a demandé à ses élèves d'élaborer une production. Chacun a fait une présentation des savoirs essentiels. Annie se rappelle : « j'ai choisi parmi les savoirs qu'on nous donnait [dans le guide d'activités] ceux qui étaient le plus en lien avec l'expérience. » Cécile affirme avoir essayé de rendre plus accessibles les concepts scientifiques : « j'ai aussi "filtré" l'information, j'ai utilisé la bonne terminologie, mais je leur ai expliqué dans mes mots. » Benoît a donné quelques définitions qui ont suscité l'intérêt de ses élèves : « j'ai pris deux périodes pour faire ça tellement les élèves avaient de questions et de liens à faire. » En général, les élèves ont fait des liens oralement entre l'activité et les concepts présentés, mais comme il n'y a pas eu de production, ils n'ont pas pu confronter la formulation de leurs découvertes avec le savoir de référence présenté par l'enseignant. Selon Benoît, « avec cette expérience, les élèves ont pris conscience que des liquides chauffent plus rapidement que d'autres. » Dans la classe d'Annie, plusieurs élèves ont fait des liens intéressants entre le fait d'utiliser une huile par rapport à un autre type d'huile (canola, maïs, olive, etc.). Pour Cécile, cela n'a pas d'importance que les élèves retiennent le rôle des molécules. Pour elle, l'essentiel c'est qu'ils se posent des questions. « Le soir, ils sont partis en pensant à ça et à faire des liens avec des frites. Moi, je trouve ça important qu'on les allume [...] alors qu'ils ne retiennent pas les mots énergie calorifique, pour

moi ça ne fait pas beaucoup de différence [...] C'est fabuleux de voir qu'ils se posent des questions et qu'ils font des liens avec la vie de tous les jours. »

Bien que les enseignants reconnaissent que cette activité ait permis aux élèves de comprendre davantage les moments forts d'une activité expérimentale, de s'initier aux moyens mis à leur disposition pour suivre l'évolution de l'expérimentation (le journal scientifique, les tableaux, etc.) et à l'interprétation de données, ils s'accordent pour dire qu'il aurait fallu que chaque équipe puisse réellement vivre l'expérience que l'équipe aurait préalablement élaborée.

« Ça aurait été intéressant de vivre une expérience où les élèves auraient pu eux-mêmes manipuler, parce qu'observer quelqu'un faire une expérience à leur place, c'était moins intéressant pour eux [...] Moi, j'aurais aimé ça faire cette expérience avec chacune de mes équipes. Peut-être qu'il aurait fallu qu'elle soit un peu dirigée à cause des risques liés à la manipulation du matériel soumis à la chaleur, mais faire cette activité avec mes équipes de quatre ou cinq élèves [une équipe à la fois], je suis certaine que j'aurais pu les amener plus loin. Comme je n'aurais qu'une seule équipe à superviser, on aurait pu suivre exactement leur procédure, je n'aurais eu qu'à les guider en les questionnant. C'est sûr que ce n'est pas réaliste de penser que je peux refaire cinq ou six fois l'expérience avec les retours en arrière que ça peut représenter s'ils se trompent [...] » poursuit Marianne.

Après le bilan du défi technologique, les enseignants sont revenus collectivement en questionnant leurs élèves sur les facteurs expérimentaux qui ont influencé la flottabilité des bateaux et ont formulé le principe d'Archimède. Comme dans la précédente activité, ils n'ont pas invité leurs élèves à confronter leurs découvertes aux conceptions initiales et n'ont pas exigé d'eux qu'ils élaborent une production. Toutefois, aux dires des enseignants, les élèves ont fait de nombreux apprentissages. Selon Annie, « en faisant partager les élèves, ils ont réalisé que plusieurs facteurs influencent la flottabilité, [...] [dont] la propriété des matériaux, la forme du bateau, etc. » Sarah-Maude poursuit : « mes élèves ont beaucoup parlé de la stabilité de leur bateau [comme facteur affectant sa flottabilité] » et de la façon de déposer les sous noirs sur la surface pour éviter de contrebalancer le bateau. Bien que les enseignants n'aient pas explicitement demandé à leurs élèves de confronter leurs

découvertes avec les conceptions initiales, Marianne se rappelle du choc d'idées que cette activité expérimentale a occasionné.

« Au départ, leur conception était que ce qui était lourd allait couler. Cette activité les a obligés à remettre en question leurs idées. Le bateau qui a pu soutenir la plus grande charge était en fait le plus lourd, il était fait avec deux bouteilles de vin, du bois... alors les élèves ont réalisé que le poids n'était pas le seul facteur à affecter la flottabilité du bateau. Ils ont aussi réalisé que plus le bateau était petit, plus cela était difficile de supporter une grosse masse. Ils ont fait des essais et erreurs et ils ont pu tirer un apprentissage de leur démarche. Les acquis ont été nombreux, même s'ils n'arrivaient pas nécessairement à les formuler dans des termes scientifiques. »

Malgré leur rencontre avec le consultant, les enseignants ne se sentaient pas très compétents d'amener leurs élèves à comprendre le principe d'Archimède. Benoît et Sarah-Maude ont remis la définition du principe d'Archimède à leurs élèves, Annie a brièvement expliqué le principe en appuyant son explication d'un exemple et les autres enseignantes ont dicté la définition du guide à leurs élèves. Les cinq enseignants ont questionné leurs élèves sur leurs découvertes et se sont contentés de faire une synthèse à l'oral. Quoi qu'il en soit, Cécile considère que ses élèves ont saisi l'essentiel : « je ne pense pas qu'ils [les élèves] pourraient le formuler [le principe] en utilisant les termes scientifiques, mais ils pourraient certainement l'expliquer. » Cet avis est d'ailleurs partagé par ses collègues.

À la lumière des deux activités expérimentales vécues par les enseignants, nous constatons un certain malaise chez les enseignants concernant les concepts scientifiques abordés. En effet, il semble que le manque de formation scientifique des enseignants a eu un impact sur la réalisation du bilan. Les enseignants n'étant pas très familiers avec les concepts à l'étude, ils n'ont pas été à même d'aider les élèves à mener un bilan de leurs apprentissages. Lors de l'activité sur l'énergie calorifique, deux rencontres ont dû être organisées avec le consultant scientifique afin de clarifier les concepts. À la fin de l'activité, Benoît relatait la difficulté qu'il éprouvait à enseigner des savoirs qu'il n'avait pas pleinement l'impression de maîtriser. Difficile de savoir si ce sentiment partagé par les enseignants ne se résorbera pas avec

l'expérience. À cet égard, Sarah-Maude affirme « je me sentais beaucoup plus sûre de moi [lors de la deuxième activité] que lors de la première activité sur l'énergie calorifique [...]. Je ne sais pas si lorsque j'aurai plus d'expérience avec cette façon d'enseigner et lorsque eux [les élèves] en auront expérimenté davantage, ils feront plus d'apprentissage. »

Au terme de cette deuxième activité, les enseignants ont relaté les nombreux apprentissages réalisés par leurs élèves. Annie rapporte que ses élèves ont amélioré leur travail en équipe et mené une cueillette de données mieux soutenue dans le journal scientifique. Celle-ci mentionne porter une grande attention afin d'amener les élèves à laisser des traces de leurs démarches.

6.9 Les limites associées à l'adaptation d'une activité expérimentale en véritable situation-problème

L'adaptation de problèmes en véritables situations-problèmes représente un défi considérable. Au tableau 7 de ce chapitre, nous avons présenté les différences entre la démarche active et l'approche en sept moments. Nous avons voulu savoir si les enseignants ont été à même de mettre en œuvre chacune des adaptations que nous avons proposées dans ce tableau. À la lumière des propos tenus par les enseignants, nous reconnaissons que le consultant scientifique a influencé significativement le déroulement de la première activité. Ainsi, comme les enseignants n'arrivaient pas à trouver un obstacle qui induirait une rupture dans les conceptions des élèves, les enseignants ont décidé de présenter l'activité comme le consultant leur avait suggéré. En effet, lors de la démonstration du mouvement brownien des particules, de l'observation de la dispersion des cristaux de permanganate de potassium et de la simulation du mouvement des molécules par les élèves, les enseignants n'ont pas respecté l'étape de l'émergence des conceptions de la démarche active ni celle de l'approche en sept moments. Également, dans l'approche en sept moments, c'est l'élève qui pose le problème et le construit progressivement, ce qui ne s'est pas produit dans quatre des cinq classes où c'est plutôt l'enseignant qui a présenté le problème. Dans la classe de Sarah-Maude, un élève a posé le problème et

l'enseignante l'a construit avec ses élèves. Tout au long de la première activité, il est clair que les enseignants n'ont pas réussi à adapter l'activité en situation-problème. Diverses raisons expliquent ce constat. Avant la rencontre avec le consultant scientifique, les enseignants n'arrivaient pas à trouver une rupture. Après celle-ci, comme le consultant avait abordé des concepts dont le niveau n'était pas approprié à la catégorie d'apprenants, les enseignants n'ont pu trouver une véritable rupture à induire. En plus, les concepts scientifiques présentés dans les **idées initiales** et les **concepts scientifiques** (la conduction thermique et la densité) ne répondaient pas à la question, qui s'intéressait d'ailleurs à la chaleur et la température. Aussi, la présence d'un seul montage pour toute la classe ne correspond pas aux visées d'une réelle situation-problème. Ceci a donc empêché les élèves de recourir eux-mêmes aux démarches à caractère scientifique et à faire des arrêts et retours en arrière au besoin. Par ailleurs, les manipulations étaient menées par les enseignants et les élèves n'ont pu élaborer un moyen de recueil, puisque les enseignants l'ont fait à leur place. De plus, comme l'expérience était menée par l'enseignant, que l'accompagnement des élèves était dirigé, qu'un bilan collectif a remplacé le bilan en équipe et qu'il n'y a pas eu de production de la part des élèves, il apparaît évident que l'activité n'était pas une véritable situation-problème. Il est donc difficile de croire que plusieurs élèves ont pu construire des savoirs dans de telles circonstances. Selon les propos tenus par les enseignants, cette première activité leur a permis d'apprendre de leurs erreurs et de partir sur de nouvelles bases pour la deuxième activité.

Lors de la deuxième activité expérimentale, Annie a élaboré une situation-problème après la rencontre des enseignants avec le consultant. Si la phase de problématisation a permis aux élèves de réaliser leur obstacle³⁵ et d'induire une rupture dans leurs conceptions, les enseignants ont tout de même présenté le défi aux élèves, ce n'est pas eux qui l'ont posé. Les enseignants les ont toutefois laissé se l'approprier. Puis, les élèves ont pu élaborer leurs stratégies d'investigation, décider

³⁵ Ils croyaient pour la plupart que la masse importante d'un objet était la (seule) raison qui expliquait qu'il coule ou lieu de flotter.

de leur moyen de recueil, tester leur prototype (ce qui a amené certains élèves à faire des retours en arrière), faire un bilan et possiblement, construire des savoirs. Cependant, comme les enseignants n'ont pas invité les élèves à élaborer une production à la fin de cette activité, il est impossible de postuler en ce sens. Toutefois, selon les enseignants, les élèves semblent avoir fait de nombreux apprentissages tant au niveau des concepts scientifiques que de l'approche pour solutionner un problème.

En somme, nous observons ici une situation où une équipe d'enseignants a su s'approprier les moments importants d'une approche fondée sur une situation-problème et l'apprentissage par problématisation. Véritable communauté apprenante, cette équipe a su reconnaître les impairs associés à l'adaptation de la première activité expérimentale et a pu se réajuster lors de la deuxième activité. Conscients que le consultant scientifique ne maîtrisait pas les orientations de la réforme, les enseignants ont recouru à ses conseils afin de mieux s'approprier les concepts scientifiques et ils ont eux-mêmes planifié l'activité à partir de la grille d'élaboration d'une situation-problèmes que nous leur avons remis au début de l'année scolaire. Néanmoins, les enseignants reconnaissent qu'ils ne sont pas tous disposés à pouvoir adapter les activités d'*Éclairs de sciences* en véritables situations-problèmes comme a pu le faire Annie. Benoît s'exprime à ce sujet : « j'aurais besoin d'être encadré avec encore peut-être deux activités avant d'être capable de partir des activités *Éclairs de sciences* pour élaborer une situation-problème avec la fiche d'élaboration. Je ne me sens pas assez compétent pour élaborer seul une situation-problème. » Toutefois, pour des raisons évidentes de manque de temps, les enseignants sont conscients que les nombreuses rencontres qui leur ont permis d'élaborer les deux activités ne pourraient se poursuivre ainsi pendant toute une année scolaire. Comme ils disposent d'un temps limité pour planifier l'enseignement des matières scolaires prévues à leur tâche³⁶, les enseignants sont d'avis qu'un tel accompagnement est pertinent dans la mesure où il leur permet d'assumer la planification complète d'une activité scientifique et de les

³⁶ Selon la tâche habituelle d'un enseignant du primaire, ils enseignent le français, les mathématiques, les sciences et technologies, l'univers social et la morale.

aider à éventuellement en appréhender d'autres. Selon Annie : « l'accompagnement de Monsieur Audet nous a permis de prendre confiance en nos capacités. Sans me considérer comme une experte, je sais que l'an prochain, lorsqu'on arrivera à cette activité, je pourrai plus facilement me préparer et j'aurai plus de facilité à en planifier d'autres. »

6.10 Un partenariat qui conditionne l'appropriation des concepts et la mise en œuvre de la démarche d'enseignement par les enseignants

Dans cette recherche, nous voulions expérimenter le partenariat proposé par *Éclairs de sciences*. Au cours de ce chapitre, nous avons volontairement dissocié l'appropriation des concepts scientifiques des démarches d'enseignement afin de faire ressortir les particularités de ces deux dimensions de l'enseignement des sciences. Bien que nous concevions que pour amener ces élèves à recourir aux démarches à caractère scientifique, un enseignant doit inévitablement maîtriser les concepts scientifiques et les démarches d'enseignement (amener les élèves à prendre conscience de leurs conceptions, déconstruire leurs modèles, etc.), nous croyons qu'il était pertinent de les dissocier afin de pouvoir mieux comprendre l'influence du consultant scientifique dans ce partenariat.

Comme nous avons pu le constater, un ensemble de facteurs ont permis aux enseignants d'amener leurs élèves à recourir aux démarches à caractère scientifique. D'une part, nous réitérons la place importante qu'a occupée l'équipe d'enseignants dans cette appropriation. Aussi, un ensemble d'éléments de soutien ont été retenus par les enseignants tout au long de ce travail collectif, nous aurons l'occasion de dresser un bilan dans les prochaines lignes.

6.10.1 L'équipe, une condition gagnante pour la création d'une organisation apprenante

Nous venons de l'évoquer, l'équipe de travail a joué un rôle significatif dans l'appropriation des concepts et des stratégies d'enseignement. À la première activité, avant de rencontrer le consultant, les enseignants s'étaient réunis pour tenter

d'élaborer une première ébauche. Le guide de l'enseignant, le document du consultant et la fiche d'élaboration d'une situation-problème en main, ils avaient exploré quelques pistes, mais aucun consensus ne se dégageait de cette rencontre. Comme des concepts demeuraient obscurs, il leur était bien difficile d'élaborer un quelconque scénario. Le commentaire de Cécile dresse une image fidèle de l'importance qu'a pris l'équipe à ce moment particulier du travail : « comme on est cinq à travailler ensemble, on n'a pas toutes les mêmes connaissances. En les mettant en commun, on a pu créer des liens entre nos différentes idées [...] À nous cinq, on avait une petite montagne de connaissances [...] petite, mais plus grosse que si on avait été seuls. » Pour Sarah-Maude, ces échanges entre collègues « ont permis d'amener les discussions plus loin, même si on ne comprenait pas tout, c'était un début. » Parfois, les discussions permettaient de faire ressortir certaines contradictions dans les conceptions. Marianne le confirme, « on confrontait nos conceptions aussi. Ça aidait à clarifier nos idées. Quand tu n'es pas certaine si ce que tu veux faire est correct et quelqu'un de l'équipe arrive et dit " moi, je le comprends aussi de cette façon", c'est rassurant. »

À la lecture de la deuxième activité expérimentale, les enseignants affichaient une plus grande assurance quant à la démarche d'enseignement et aux concepts. Aux dires de ces derniers, les concepts scientifiques de cette activité étaient plus concrets que ceux véhiculés dans la première. Aussi, la planification élaborée par Annie à la suite de la rencontre avec le consultant scientifique a grandement aidé tous les membres de l'équipe. Annie est une jeune enseignante à sa première année dans l'exercice de sa profession. Bien qu'elle n'ait jamais abordé le concept de situation-problème dans sa formation, elle reconnaît que ses connaissances sur l'esprit de la réforme curriculaire l'ont accompagnée. « Moi, j'ai été formée avec la réforme. Je savais que je devais partir des conceptions des élèves et que je devais intervenir le moins possible afin d'amener les élèves à faire des découvertes. Je savais aussi que je devais les questionner et les amener à réfléchir. » Ici encore, le travail collectif des enseignants a contribué au succès de cette activité. À preuve, Benoît qui était absent

lors de la rencontre avec le consultant, a pu mener l'activité et guider ses élèves au même titre que ses collègues l'ont fait.

Les enseignants reconnaissent que le temps accordé pour la planification de ces deux activités a été considérable. Non seulement, ont-ils aménagé des rencontres entre eux afin de discuter de la façon de mener les activités, mais en plus ils devaient assister à des réunions avec le consultant scientifique. Toutefois, il ne fait aucun doute dans leur esprit que le temps accordé à la préparation de ces activités leur permettra de mieux guider leurs élèves dans d'éventuelles activités expérimentales.

De ces discussions, nous retenons l'impact positif que présente une communauté de pratique dans le développement continu des compétences. Nous l'avons évoqué dans la problématique, le problème de la formation scientifique du personnel enseignant est très préoccupant. Bien que les récentes cohortes d'enseignants aient pu bénéficier d'un plus grand nombre de cours en science dans leur baccalauréat en enseignement au primaire et au préscolaire, la situation demeure inquiétante, puisque l'enseignement des sciences et technologies semble délaissé par les enseignants. De plus, la réforme curriculaire exige d'eux qu'ils développent de nouvelles compétences afin de rencontrer les exigences grandissantes des programmes. Comme nous l'avons décrit, ce partenariat entre l'école et *Éclairs de sciences* a permis aux enseignants de tisser des liens avec un acteur de la promotion des sciences et de prendre en charge leur développement professionnel. Dans son avis, *Un nouveau souffle pour la profession enseignante* (2004), le Conseil supérieur de l'éducation reconnaît qu'une appropriation locale de la réforme conduit « le personnel enseignant à s'approprier de nouvelles manières de faire et à transformer ses pratiques dans une perspective d'amélioration continue » (Gouvernement du Québec, 2004c, p. 56). Par les nombreux échanges nourris, les enseignants ont pu revoir leurs pratiques et en tirer des bénéfices sur le plan du développement professionnel. Ainsi, en mettant à l'avant-scène le développement des compétences de l'équipe, les enseignants impliqués dans ce partenariat ont développé des compétences et ont progressivement intégré de nouvelles façons de faire. À la lumière

des apports que nous avons précédemment exposés et à l'instar de l'avis du Conseil supérieur de l'éducation, nous reconnaissons l'importance d'une communauté apprenante dans l'appropriation des orientations de la réforme.

6.10.2 Des éléments de soutien incontournables

Plusieurs éléments de soutien ont été retenus par les enseignants pour la planification et la mise en œuvre des deux activités expérimentales. Dans le cahier des participants 2006, on expose les outils offerts par *Éclairs de sciences* : les guides, le consultant scientifique et le site Internet. Également, on mentionne qu'un animateur doit diriger les discussions lors de ces rencontres. Comme nous l'avons exposé précédemment, le partenariat modifié que nous avons présenté aux enseignants comportait également un guide de l'enseignant adapté selon l'approche en sept moments, une fiche d'élaboration d'une situation-problème et une formation de trois heures à l'intention des enseignants.

D'abord, lors de la planification des rencontres avec le consultant, les guides de l'univers matériel (première et deuxième partie) mis à la disposition des enseignants par *Éclairs de sciences* ont permis aux enseignants de faire un premier survol des concepts et de la démarche à préconiser tout au long de l'activité. Interrogés sur la manière dont ils avaient mis à profit les guides d'activités *Éclairs de sciences*, les enseignants reconnaissent les avoir consultés au tout début pour avoir une idée globale de l'activité et à la fin pour rédiger le savoir de référence. Dans les faits, puisque le consultant scientifique proposait des documents qui semblaient pertinents et qu'il répondait à toutes leurs questions, les enseignants ont vite mis le guide de côté. Selon Benoît : « le guide d'activités [*Éclairs de sciences*] servait principalement à donner une idée du genre d'expérience à faire, il me permettait de me dire "cette activité a l'air intéressante". Ça nous donnait une idée de départ, le reste on le modelait à notre façon. » Marianne reconnaît également avoir utilisé le guide seulement qu'au départ et met en lumière la place qu'à joué le consultant dans ce partenariat. « Le soutien de Monsieur Audet était suffisant, je ne voyais pas la

nécessité de l'utiliser [le guide d'activités]. Mais, sans le soutien du consultant, peut-être que je serais allée lire davantage pour voir comment on propose de mener l'activité. » Annie situe également la démarche proposée par *Éclairs de sciences* : « le guide *Éclairs de sciences* nous donnait le thème général à aborder, mais on est allé compléter avec d'autres éléments pour respecter une démarche d'enseignement moins directive. »

Comme nous l'avons relaté au cours de ce chapitre, le partenariat entre le consultant et les enseignants a eu un impact déterminant sur le recours aux démarches à caractère scientifique. D'une part, il a permis aux enseignants d'améliorer leur appropriation des concepts scientifiques. Puis, il a influencé le déroulement des activités en proposant différentes entrées dans les activités expérimentales. Certes, comme nous l'avons vu, les interventions proposées dans le cadre du partenariat ne rejoignaient pas toutes les attentes formulées par les programmes de sciences. Par exemple, lorsqu'il a proposé l'observation du mouvement brownien des particules. Cette activité de départ ne permettait pas de faire émerger les conceptions des élèves mais plutôt de leur faire réaliser des apprentissages sur les propriétés des molécules. En plus, cette activité ne tenait pas compte des prérequis des élèves du deuxième cycle du primaire.

Néanmoins, un élément de soutien a pu être mis à profit afin d'assurer une meilleure mise en œuvre des stratégies d'enseignement. Dans le cahier des participants 2006, on mentionne que « l'organisation et l'animation des rencontres est sous la responsabilité d'une personne ressource de la commission scolaire à laquelle est rattachée l'école (par exemple un conseiller pédagogique) » (*Éclairs de sciences*, 2006b, p. 7). Plus loin, on précise davantage le rôle de l'animateur. Cette personne ressource doit « faciliter la communication entre le consultant scientifique et les enseignants et encourager la compréhension mutuelle des réalités professionnelles de chacun » (*Ibid.*, p. 14). Selon Monsieur Audet, le rôle de cet animateur ne devrait pas se limiter à encadrer la tenue des rencontres, il devrait également collaborer avec le

consultant scientifique afin d'aider les enseignants à mettre en œuvre les stratégies d'enseignement. Il explique :

« à mon avis, je suis la personne qui amène les connaissances sur un sujet précis et le rôle de l'animateur est de faire le lien. Bien souvent le consultant n'est pas un professeur, c'est quelqu'un qui vient du marché du travail, il peut être un scientifique, donc il ne connaît pas nécessairement les moyens de transmettre les connaissances aux élèves. C'est là que le conseiller pédagogique de la commission scolaire intervient. Il fait le pont entre les connaissances scientifiques apportées par le consultant et la pédagogie. »

Comme nous l'avons mentionné au troisième chapitre de cet essai, nous avons assumé le rôle de cet animateur lors des trois rencontres. Précisément et comme il est prescrit dans le cahier des participants 2006, nous avons présenté les enseignants au consultant, nous avons dirigé et facilité les trois rencontres, répondu aux questions des enseignants et du consultant concernant le programme et avons proposé certaines avenues afin de permettre aux enseignants de mieux guider leurs élèves au cours des deux activités expérimentales. Pour Annie, comme le consultant connaissait peu l'enseignement primaire, la présence d'un conseiller pédagogique était très importante afin d'adapter le contenu des activités au niveau des apprenants.

« Moi, je considère que le soutien d'un intervenant du milieu de l'enseignement est important parce que le consultant ne connaît pas l'enseignement au primaire, il ne connaît pas les ressources disponibles dans notre milieu, le temps alloué, etc. C'est important d'avoir l'intervention de quelqu'un qui connaît bien la réforme et les façons de transmettre les connaissances. »

Cécile en rajoute : « je considère que la présence d'un conseiller pédagogique est importante car cela m'a permis de me sentir mieux outillée pour pouvoir enseigner les concepts que le consultant nous a présentés. » Ainsi, pour que le conseiller pédagogique puisse être un réel levier dans ce travail collectif, il nous apparaît pertinent qu'on définisse mieux le rôle de celui-ci et qu'on lui donne un statut plus important afin qu'il agisse en complémentarité avec le consultant scientifique.

Tel que précisé antérieurement, les enseignants reconnaissent également l'utilité des documents proposés par le consultant dans l'appropriation des concepts scientifiques. Certaines activités expérimentales proposées dans ces documents ont fait l'objet d'adaptation et ont permis aux enseignants de concevoir comment ils pourraient faire vivre des situations d'apprentissage à leurs élèves. Cécile avance : « toutes ces activités préparatoires, qu'elles soient là, toutes détaillées, j'ai trouvé ça génial. » Afin de compléter leur quête d'informations, Marianne affirme avoir navigué sur différents sites Internet de son choix³⁷ et Sarah-Maude a utilisé son dictionnaire à l'occasion pour vérifier certaines définitions.

Lors des trois rencontres avec le consultant, les documents préparés par celui-ci ont été au cœur des discussions et ont servi de base pour la planification des activités expérimentales. Toutefois, à la deuxième activité, les enseignants ayant réalisé les limites associées à la planification proposée par le consultant, ils ont décidé de recourir à la fiche d'élaboration d'une situation-problème (annexe B) que nous leur avons remis en début d'année scolaire une fois la rencontre avec le consultant terminée. En effet, à la première activité expérimentale, les enseignants n'ont pas réussi à compléter la première partie de la grille (la situation de départ et l'obstacle), puisqu'ils n'arrivaient pas à trouver une situation de départ qui présentait un obstacle qui induirait une rupture dans les conceptions des élèves. Comme nous l'avons vu, Benoît a avancé une situation intéressante lorsqu'il a proposé à ses élèves de déterminer le matériau le plus entre la céramique et le bois. La conception classique qu'un objet semble plus chaud ou froid au toucher révèle un indice de sa température réelle a été identifié par ses élèves. Au moyen d'un thermomètre, l'enseignant a pu démontrer que ces deux objets étaient à la même température, ce qui a permis aux élèves de déterminer l'obstacle. Toutefois, ce n'est pas sur la base de cette situation de départ que l'enseignant a proposé à ses élèves de formuler leurs conceptions, mais bien après les trois activités proposées par le consultant (l'observation du mouvement

³⁷ Bien qu'*Éclairs de sciences* propose différents liens d'intérêt sur son site Internet, les enseignants n'ont pas retenu cet élément de soutien, considérant que le matériel proposé par le consultant scientifique répondait à leurs besoins.

brownien, l'observation de la vitesse de dispersion de cristaux à différentes températures et l'activité physique où on propose aux élèves d'imiter les molécules). Qui sait ce qu'il serait advenu de cette situation de départ si le rôle de l'animateur avait été bonifié afin qu'il puisse réellement intervenir en tant qu'acteur expert en stratégies d'enseignement?

La fiche d'élaboration d'une situation-problème que les enseignants avaient mis de côté lors de la première activité a permis de planifier la mise en œuvre de la deuxième activité. De l'aveu des enseignants, cette fiche a été un élément de soutien important. Contrairement au guide de l'enseignant qui a été peu consulté par les enseignants, la fiche d'élaboration, plus concise et pratique, a été utilisée lors de la deuxième activité expérimentale. Annie s'est inspirée de l'activité présentée dans le guide *Éclairs de sciences* et du document remis par le consultant pour remplir cette fiche. Sur cette dernière, chaque moment important est suivi d'un court énoncé présentant l'intention pédagogique, l'enseignante n'a donc pas eu à consulter le guide de l'enseignant pour revoir chaque moment de l'approche. Par exemple, pour la situation de départ, on note « introduire une discussion ou poser des questions aux élèves afin de les amener à confronter leurs conceptions ». Annie se rappelle : « je me suis servie de la fiche pour me guider. Elle me disait où nous devons amener les élèves ». Comme Benoît était absent lors de la rencontre avec le consultant, cette fiche lui a été d'une très grande utilité. « Cette feuille-là était très importante car elle m'a permis de savoir ce que je devais faire à chaque cours. »

La formation de trois heures offerte au début de l'année a également été relatée par les enseignants comme un élément de soutien important dans ce partenariat. Lors de cette formation, la situation-problème que nous avons proposée aux enseignants (*Comment distinguer un fruit d'un légume?*) leur a permis d'identifier les moments forts d'une telle approche. À la situation de départ, lorsque nous avons demandé aux enseignants lesquels parmi plusieurs aliments étaient des légumes, les enseignants ont été très déstabilisés d'apprendre qu'ils en faisaient tous partis. Faisant eux-mêmes face à un obstacle, ils ont été particulièrement interpellés

par l'impact de la rupture chez l'apprenant. « La rupture que tu nous avais présentée lors de la formation, c'est ce qui a fait la différence. Quand on planifiait l'activité sur l'énergie calorifique, je n'arrêtais pas de répéter que ça prenait une rupture. » Pour Benoît, « ce moment précis là, amenait l'intérêt des élèves. » Marianne poursuit : « d'expérimenter par moi-même la démarche, de voir à quel point ça créé un intérêt pour moi, j'ai voulu recréer le même climat d'apprentissage avec mes élèves. Si je n'avais pas eu cette formation, j'aurais probablement eu une démarche [d'enseignement] plus traditionnelle. » Sarah-Maude reconnaît elle aussi l'impact qu'a eu cette formation sur sa démarche d'enseignement. « Je crois que j'aurais enseigné d'une manière plus magistrale. Mais, vivre des expériences [des activités expérimentales] en prenant d'abord le temps de faire une rupture dans leurs idées, c'est beaucoup plus intéressant. » Pour Cécile, Benoît et Annie, cette formation a permis de découvrir qu'on peut mener une activité scientifique en classe sans trop d'artifices techniques.

« Moi, ça m'a montré que les sciences, ça pouvait être simple et que ça pouvait être fait avec des objets de tous les jours. Quand tu es arrivé avec des fruits et des légumes et que tu nous as demandé lesquels étaient des légumes, je me suis dit "c'est ça des sciences?" Et bien oui, c'est ça. Ce n'est pas juste la démarche scientifique, c'est d'abord [souvent] en partant de l'observation d'objets banals autour de nous qu'on peut faire des apprentissages. Ça m'a donné le goût d'en faire avec mes élèves » se rappelle Cécile.

Cette affirmation traduit bien comment les enseignants ont su tirer profit des éléments de soutien mis à leur disposition afin de s'appropriier progressivement les démarches à caractère scientifique.

6.11 Des retombées significatives sur le recours aux démarches à caractère scientifique

À partir des commentaires formulés par les enseignants lors des trois entretiens de groupe³⁸ réalisés avant, pendant et après les activités, nous avons été à

³⁸ Il y a eu six entretiens de groupe d'une durée approximative d'une heure chacun. Une rencontre avant, une pendant et une après chaque activité scientifique. Chaque rencontre comportait une dizaine de questions.

même de comprendre le cheminement des enseignants tout au long de ce partenariat. Au départ, les inquiétudes véhiculées par les enseignants à la lecture de la première activité se sont rapidement estompées lors des deux premières rencontres avec le consultant scientifique. Ces rencontres leur ont permis de répondre à leurs questions et de se rassurer sur leurs compétences à mener une telle activité d'apprentissage. À cet égard, il faut souligner le fait que certaines craintes étaient ancrées dans de fausses conceptions. Selon Cécile, les nombreux commentaires du consultant lui ont permis de comprendre qu'il « existe plusieurs façons d'aborder les apprentissages des concepts scientifiques » contrairement à ce qu'elle croyait initialement. Rassurée, Cécile a eu plus de facilité à s'impliquer dans le guidage de ses élèves. Bien qu'au début Marianne et Sarah-Maude partageaient l'impression que l'activité était d'un niveau de difficulté trop élevé, elles ont changé d'avis en constatant les apprentissages réalisés par les élèves. « Je trouve que l'activité est biaisée par nos craintes personnelles. Quand tu la mènes en classe, les élèves s'investissent et font des liens. Au départ, mon niveau de stress était très élevé. Je me disais, ils ne pourront pas faire de lien. Je ne m'attendais pas aux résultats obtenus » se rappelle Marianne.

Il est clair que les enseignants ont dégagé de nombreux apprentissages d'ordre pédagogique, didactique et disciplinaire lors de la première activité qu'ils ont réinvestis à la deuxième. Entre autres, ils ont amélioré leur compréhension du rôle de chaque intervenant dans ce partenariat. Alors qu'ils s'en remettaient exclusivement au consultant scientifique pour la planification de la première activité expérimentale, les enseignants ont réalisé que s'ils voulaient rejoindre les attentes du programme de sciences et permettre aux élèves de construire eux-mêmes leurs savoirs, ils devaient prendre en charge la mise en œuvre de l'activité. Ainsi, lors de la planification de la deuxième activité, les enseignants ont questionné le consultant sur les concepts scientifiques et Annie a, par la suite, élaboré un scénario pédagogique que tous les enseignants ont suivi.

Aussi, les commentaires exprimés par les enseignants pendant et après la dernière activité, présentent des indices pertinents démontrant les apports d'un tel partenariat sur le recours aux démarches à caractère scientifique. Benoît trace un portrait de ses apprentissages après le défi technologique :

« si je compare [mes acquis] au début de l'année par rapport à aujourd'hui, je réalise qu'ils sont nombreux. Au début de l'année, je ne savais pas du tout comment enseigner les sciences. Par l'approche qui nous a été proposée, c'est bien clair pour moi [maintenant] comment je dois guider mes élèves pour qu'ils fassent des apprentissages en science. Il faut d'abord confronter les élèves à leurs fausses croyances et une fois cela fait, on leur pose une question et leur réponse constituera leur hypothèse de travail. Par la suite, on leur demande d'élaborer leurs stratégies, d'énumérer la liste du matériel et selon l'expérience, de faire un croquis, un schéma ou un plan. Puis, ils pourront vérifier si leur hypothèse est vraie ou pas en expérimentant et ils feront un bilan de leur expérimentation. J'ai aussi aimé faire un retour sur les concepts scientifiques appris, même si je considère qu'on initie aux concepts. Plus tard, ils vont entendre poussée d'Archimède et ils vont avoir une idée plus claire de ce que c'est. »

Si les enseignants s'accordent pour affirmer qu'ils pourraient aborder une nouvelle activité expérimentale sans l'aide d'un consultant scientifique, Cécile reconnaît quant à elle qu'elle se sentirait « plus à l'aise de défricher les concepts avec un consultant. » Annie affirme avoir beaucoup appris à travers ce partenariat.

« À la suite des deux activités, j'ai fait des apprentissages. Je sais que si je dois planifier une activité, je sais qu'il doit y avoir une rupture. Je pourrais facilement refaire les deux activités et pour planifier d'autres expériences, je sais que je ne suis pas dans le brouillard, j'ai un canevas de base [la fiche d'élaboration d'une situation-problème]. [...] Au début, je ne savais pas comment l'utiliser, alors qu'avec la deuxième activité, c'est devenu beaucoup plus concret et ça ne peut aller qu'en s'améliorant. »

Aussi, ce partenariat a permis aux enseignants d'expérimenter une pédagogie centrée sur la découverte. Marianne évoque : « je me rends compte que les élèves en savent plus qu'on pense et trop vouloir leur tenir la main [en recourant à une démarche d'enseignement plus directive], ce n'est pas nécessairement une bonne chose. » Engagés au cœur d'activités d'apprentissage où l'élève était le principal

acteur, les enseignants ont dû négocier avec un rapport différent avec l'apprentissage. Ainsi, les enseignants ont adapté leur niveau de guidage afin de permettre aux élèves de cheminer. Entre une pédagogie plus directive et une absence d'intervention, ils ont appris à s'adapter. D'une part, ils ont réalisé que pour bien guider les élèves, ils devaient pouvoir être à leur écoute soit en circulant librement dans les équipes, sans être indisposés par la distribution du matériel. Puis, ils devaient questionner leurs élèves, plutôt que de leur dire ce qu'ils devaient faire.

À la lumière des nombreux acquis dégagés par les enseignants, nous reconnaissons que le partenariat proposé par *Éclairs de sciences* et adapté dans le contexte de cet essai a permis aux enseignants d'amener leurs élèves à recourir aux démarches à caractère scientifique. Comme ce partenariat apportait des solutions à des problèmes inhérents à leur pratique, les enseignants ont dégagé de nombreux apprentissages. Nous nous interrogeons également à savoir si d'autres éléments de soutien pourraient contribuer à améliorer l'enseignement en sciences et technologies. Puisque les connaissances en didactique des sciences sont en constante évolution, un meilleur arrimage entre la recherche et l'enseignement apparaît souhaitable. En effet, selon un rapport du Conseil supérieur de l'éducation (2005)³⁹, les enseignants ne sont pas fermés à la recherche dans leur domaine. Ils participent pour la majorité « à des activités liées à la recherche, consultent les résultats de recherche et bon nombre d'entre eux les utilisent dans leur pratique professionnelle » (p. 56). Malgré le manque de temps attribuable à la lourdeur de leur tâche, les enseignants se disent néanmoins motivés à utiliser les informations issues de la recherche. Entre autres, ils souhaitent porter une réflexion sur la pratique enseignante (69,8%), tenter des expériences pédagogiques innovatrices (60,1%) et aider à faire face aux problèmes engendrés par l'implantation de la réforme (57,7%). Toutefois, s'ils semblent ouverts aux résultats de la recherche, ils identifient certaines conditions qui militent pour l'utilisation des connaissances issues de la recherche. Ainsi, 86,7% des enseignants

³⁹ Le Rapport sur *L'accès à la recherche en enseignement et son utilisation dans la pratique : résultats d'une enquête auprès des enseignants et des enseignantes du préscolaire, du primaire et du secondaire* (2005).

interrogés mentionnent que les résultats de la recherche devraient avoir une dimension très pratique pour qu'ils soient utilisés dans leur enseignement. Parallèlement, près de la moitié des répondants suggèrent qu'un des éléments qui les incite davantage à utiliser les connaissances issues de la recherche est la suggestion par d'autres professionnels du milieu scolaire. Parmi les acteurs du milieu scolaire qui apparaissent les mieux placés pour diffuser les données de la recherche et accompagner les enseignants, les répondants identifient à 72,4% le conseiller pédagogique. Nous y reviendrons plus loin.

6.12 Des apports pour tous les acteurs

Dans ce partenariat entre des enseignants et un consultant scientifique, nous nous sommes interrogés sur les apports respectifs des différents intervenants impliqués. Les propos recueillis auprès des enseignants ne font aucun doute sur les effets d'un tel travail collectif sur le recours aux démarches à caractère scientifique, mais également sur les représentations des enseignants à l'égard des sciences et technologies. En effet, malgré toutes les craintes exprimées par les enseignants concernant les concepts scientifiques qu'ils ne maîtrisaient pas suffisamment, ils ont pu surmonter leurs difficultés et ont fait évoluer leurs conceptions de départ. Cécile évoque : « j'ai pris le goût d'enseigner les sciences. J'ai envie de les amener à se dépasser et à découvrir les trésors de la science. » Les fausses conceptions de côté et rassurés sur leurs propres compétences à mener une activité scientifique, les enseignants ont été à même de reconsidérer une matière scolaire qui semblait à l'origine presque inaccessible à leurs yeux.

De son côté, le consultant scientifique, un professeur du collégial en biologie récemment retraité, affirme s'impliquer auprès d'enseignants afin de « garder un lien avec l'enseignement, sans avoir à donner un enseignement formel. » Porté par le désir de partager sa passion pour les sciences à des enseignants, cette expérience lui permet de « garder un lien privilégié avec le milieu et de contribuer à transmettre des connaissances » qui feront boule de neige en classe. Monsieur Audet étant conscient

des difficultés éprouvées par les enseignants à transmettre des concepts qu'ils maîtrisent peu, il se sent motivé à l'idée de pouvoir jouer un rôle important auprès d'acteurs directement impliqués auprès des jeunes. Selon ses propos, ce partenariat avec des enseignants « nous fait sentir qu'on est utile et nous rappelle que tout ce qu'on a semé au long de notre vie ne s'éteint pas ».

Depuis qu'il participe au projet *Éclairs de sciences*, Monsieur Audet a « constaté des lacunes au niveau des connaissances scientifiques des enseignants du primaire. » Il est conscient que pour « aborder les activités proposées par *Éclairs de sciences* en classe, cela prend un minimum de connaissances de base en science [...], on travaille avec des enseignants qui ont connu l'ancien programme, certains n'ont jamais abordé les sciences tant dans leur formation que dans leur pratique, le défi est donc souvent important. » Il reconnaît également que pour aider les enseignants à franchir le fossé qui les sépare de la mise en œuvre d'une activité expérimentale, l'appui d'un consultant scientifique et d'un conseiller pédagogique s'impose.

« J'ai recueilli des commentaires d'enseignants dans certaines écoles. Les enseignants me disent qu'ils avaient regardé les guides avant la première rencontre et que ça leur avait semblé une montagne. C'est là que le consultant scientifique et [le conseiller] pédagogique prennent toute leur importance. Il faut toujours adapter les activités du guide en fonction de la réalité de chaque école. Imagine une école où il n'y a pas de soutien, ils [enseignants] partent de loin, ils n'ont aucun concept pour aborder une activité, alors ils finissent par ne pas la faire. »

Monsieur Audet affirme également que la présence d'un conseiller pédagogique aux rencontres lui a permis d'avoir une meilleure compréhension des visées des programmes et des stratégies d'enseignement à mettre de l'avant. Selon lui, « cela aide à pouvoir mieux conseiller les enseignants et m'adapter en fonction des connaissances des élèves du primaire ». Il reconnaît également que si « le conseiller pédagogique a déjà enseigné lui-même, c'est plus facile de trouver des chemins pour expliquer à des élèves du primaire. » Toutefois, il note que les conseillers pédagogiques ont souvent certaines lacunes dans leurs connaissances en science. « Dans beaucoup d'écoles, j'ai rencontré des conseillers pédagogiques qui ne

semblaient pas maîtriser les connaissances scientifiques. Ils connaissaient les moyens de transmettre les connaissances, mais les connaissances en science faisaient parfois défaut. » Dans ce partenariat, comme le chercheur agissait également à titre de personne ressource et avait une formation de base en science, Monsieur Audet affirme qu'il s'est senti appuyé dans son travail puisque nous avons pu répondre aux questions des enseignants. À son avis, si le conseiller « n'avait pas eu cette formation, on aurait plus de mal à aider les enseignants à guider leurs élèves. »

Afin de pallier aux différentes lacunes dans la formation des enseignants et de mieux les soutenir à relever les défis de la réforme, le conseiller pédagogique apparaît comme un acteur important. Aussi, il pourrait être amené à jouer un rôle tout aussi significatif, notamment dans la diffusion des résultats de recherche en enseignement. Selon le Conseil supérieur de l'éducation (2005), un pont s'avère nécessaire afin d'aider les enseignants à traduire les données de la recherche dans leur pratique. En ce sens, « les conseillers pédagogiques jouent peut-être un rôle à cet égard. Il faut souligner que plus de 60,0% des répondants ayant mis en place de nouvelles pratiques au cours des deux dernières années ont utilisé les idées ou l'information obtenue par l'entremise du conseiller pédagogique [...] » (p. 39). Autant de défis qui interpellent à la fois les enseignants que les conseillers pédagogiques.

Ainsi, comme nous l'avons vu, le partenariat proposé par *Éclairs de sciences* et adapté de manière à transformer des problèmes en situations-problèmes a permis aux enseignants d'amener leurs élèves à recourir aux démarches à caractère scientifique. Également, nous avons pu présenter les limites associées à l'adaptation d'activités d'*Éclairs de science* en véritables situations-problèmes. Nous avons aussi énuméré les différents éléments de soutien retenus par les enseignants et les façons dont ils avaient été mis à profit. Puis, nous avons décrit l'influence du consultant scientifique sur l'appropriation des concepts scientifiques et des démarches d'enseignement auprès des enseignants. Nous nous sommes par la suite interrogés sur les apports d'un tel partenariat. D'abord, sur le recours aux démarches à caractère

scientifique puis, d'une manière plus générale, à l'égard de l'ensemble des acteurs impliqués.

Au cours du prochain chapitre, nous mettons ces considérations en relief afin de mener une réflexion sur l'activité d'expérimentation. Nous formulons également certaines recommandations afin de faire bénéficier les différents acteurs impliqués dans la médiation scientifique et la communauté de chercheurs des apports et limites d'un tel partenariat entre l'école et les acteurs de la promotion des sciences.

CINQUIÈME CHAPITRE : CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Dans la présente recherche, nous avons expérimenté un partenariat entre des enseignants et un acteur de la promotion des sciences. À la lumière des propos recueillis auprès des enseignants, nous avons pu déterminer l'influence du consultant scientifique sur l'appropriation des concepts et des stratégies d'enseignement et cerner les limites d'adaptation d'une activité expérimentale en situation-problème. Également, nous avons identifié les éléments de soutien retenus par les enseignants et reconnu les apports de ce partenariat, d'abord en général pour le consultant, puis pour les enseignants, sur le recours aux démarches scientifiques. Dans le présent chapitre, nous revenons sur ces éléments afin de dégager une réflexion sur le partenariat que nous avons adapté. Parallèlement, nous mettons les éléments en relation afin de formuler des recommandations sur le partenariat afin d'en faire bénéficier tous les acteurs impliqués dans la médiation scientifique auprès d'enseignants.

1. DES PROBLÈMES ET DES SOLUTIONS ENVISAGEABLES

Le virage majeur entrepris en 2001 marque la transition entre un programme inspiré d'une approche par objectifs vers une démarche d'inspiration socio-constructiviste centrée sur des compétences. Les démarches d'enseignement et d'apprentissage ne devraient dorénavant plus être prescrites. L'enseignant doit négocier avec une réorganisation de sa tâche centrée non plus sur la transmission de savoirs, mais sur l'accompagnement d'élèves. Conséquemment, la représentation de l'apprentissage et son appropriation par l'élève présentent des défis considérables pour les enseignants qui doivent revoir leurs pratiques.

Au sein de la problématique, nous avons soulevé quelques problèmes éprouvés par les enseignants dans l'enseignement des sciences et des technologies. Un pied dans l'héritage du passé et éprouvé par les défis inhérents à cette réforme, cet enseignement semble délaissé par plusieurs, basé essentiellement sur la transmission des connaissances et l'exercisation plutôt qu'en fonction de réels problèmes. Par

ailleurs, le matériel dont disposent les enseignants ne semble pas rencontrer toutes les attentes véhiculées par le programme de sciences et technologies. De surcroît, nous nous sommes interrogés à savoir si le soutien d'un acteur de la promotion des sciences pouvait permettre aux enseignants d'amener leurs élèves à recourir aux démarches à caractère scientifique.

L'acteur qui a été sélectionné pour participer à cette recherche, *Éclairs de sciences*, propose aux enseignants des activités expérimentales et l'accompagnement d'un consultant scientifique pour aider ceux-ci à planifier leurs activités expérimentales. Afin de permettre aux élèves de construire leurs propres savoirs et de leur faire vivre des activités d'apprentissage qui ont du sens pour eux, nous avons voulu adapter la démarche active d'*Éclairs de sciences*. Ainsi, appuyés par les travaux d'Astolfi, de Fabre, Orange, De Vecchi et Carmona-Magnaldi, nous avons été en mesure d'adapter les ressources proposées par l'acteur. Conscients du défi supplémentaire que cette adaptation présentait, nous souhaitons que ces changements dans les pratiques interpellent l'apprenant, l'amènent à se questionner, à déconstruire ses modèles pour l'amener à construire un nouveau savoir.

1.1 Une formation qui prépare les enseignants à recourir aux démarches à caractère scientifique

Convaincus que pour convier les enseignants à s'investir dans de telles activités d'apprentissage avec leurs élèves, nous devions les amener sur le même chemin, nous leur avons donc proposé une situation-problème dans laquelle ils devaient s'investir, poser le problème et le solutionner. Ainsi, lors d'une activité de formation, les enseignants ont pu identifier les moments forts d'une situation-problème et expérimenter une activité de construction des savoirs. Bien que nous concevions qu'à elle seule cette formation ne permette pas aux enseignants d'amener leurs élèves à recourir aux démarches à caractère scientifique, ni d'adapter les activités en situations-problèmes, nous reconnaissons néanmoins que celle-ci a permis aux enseignants d'amorcer une réflexion et de remettre en cause leurs pratiques passées. Lorsque interrogés sur les apports d'une telle activité de formation,

les enseignants mentionnent avoir été particulièrement interpellés par la rupture que nous avons provoquée dans leurs conceptions. Ainsi, dès leur premier contact avec une situation-problème, ils se sont interrogés sur les moyens de confronter les conceptions des élèves afin de leur donner le goût de s'investir dans une activité d'apprentissage. Également, les enseignants ont reconnu que sans cette formation, ils auraient enseigné les sciences selon un mode plus traditionnel. Ayant validé les apports d'une situation-problème pour eux-mêmes, ils ont voulu tenter l'expérience auprès de leurs élèves.

Par ailleurs, comme le consultant scientifique n'est pas issu du milieu de l'éducation primaire mais du collégial, et qu'il est appelé à suggérer des pistes de recherche, nous croyons que celui-ci devrait pouvoir bénéficier d'une telle formation afin d'assurer que les pistes qu'il propose aux enseignants s'inscrivent dans l'esprit des programmes en sciences et technologies. Nous l'avons évoqué au quatrième chapitre de cet essai, lors de la première activité; le consultant scientifique a proposé une mise en situation (trois activités censées faire découvrir des concepts sur les molécules) qui ne permettait pas aux élèves de faire émerger leurs conceptions et qui ne respectait pas le niveau de conceptualisation des apprenants. Aussi, le conseiller pédagogique, s'il est invité à jouer un rôle significatif auprès des enseignants afin de les aider à orchestrer leurs stratégies d'enseignement, il devrait être familier avec les moments forts d'une situation-problème.

Pour toutes ces raisons, *Éclairs de sciences* gagnerait à offrir, dans le cadre de son programme, une formation sur l'enseignement par problématisation afin de permettre aux enseignants de vivre une situation-problème et d'expérimenter des démarches à caractère scientifique. Celle-ci pourrait être dispensée en début d'année scolaire afin de permettre aux enseignants de s'approprier l'approche. Une telle formation devrait être offerte tant aux consultants scientifiques qu'aux conseillers pédagogiques afin qu'ils puissent mieux appuyer les enseignants.

1.2 Quand l'adaptation va de pair avec l'appropriation

Également, nous nous étions demandés si un tel maillage permettait aux enseignants d'adapter les activités expérimentales d'*Éclairs de sciences* en véritables situations-problèmes. Comme nous l'avons vu lors de la première activité, en absence d'une réelle rupture qui va à l'encontre des conceptions des élèves, il est impossible d'adapter une activité expérimentale en véritable situation-problème. Comme les enseignants n'arrivaient pas à trouver une rupture à induire chez les élèves, ils ont été incapables de les déstabiliser. En plus, les concepts scientifiques abordés dans le guide d'activités ne permettaient pas à l'enseignant de guider l'élève vers la question de départ. Comme la question portait sur la chaleur et la température, il n'était pas indiqué de proposer à l'enseignant de mener une discussion sur la conduction thermique pour initier l'émergence des conceptions. Aussi, le niveau de conceptualisation des activités proposées par le consultant n'était pas adapté au niveau des apprenants. Ainsi, en proposant aux élèves de deuxième cycle de considérer la chaleur sous l'angle de l'agitation des molécules, l'enseignant (sur recommandation du consultant scientifique) n'a pas considéré le niveau de complexité des concepts abordés et les prérequis des élèves. Également, les élèves n'ont pu suivre les stratégies qu'ils avaient élaborées, il n'y avait qu'un seul montage pour toute la classe, la lecture du thermomètre et l'élaboration de tableaux ont été menés par l'enseignant, etc.

Bien que les enseignants n'aient pas réussi à adapter l'activité sur l'énergie calorifique comme ils l'ont fait avec le défi technologique. Ils ont néanmoins réalisé d'importants apprentissages tout au long de ce travail collectif. D'abord, ils se sont appropriés les moments forts d'une situation-problème. Les ayant ciblés lors de l'activité de formation, les enseignants ont pu guider leurs élèves d'un moment à l'autre et mieux saisir le rôle de chacun. Concrètement, les enseignants ont appris à utiliser les conceptions des élèves comme levier afin de les amener à s'investir dans une activité d'apprentissage. Lors de la deuxième activité, en faisant émerger les conceptions des élèves, les enseignants ont repéré les obstacles sous-jacents aux

sujets à l'étude. Puis, ils ont pu créer un déséquilibre en induisant une rupture et amener leurs élèves à vouloir combler leur manque. De ce fait, les enseignants ont compris que « l'élément le plus important qui différencie situations-problèmes des problèmes ouverts, c'est la présence d'une véritable rupture, allant à l'encontre des conceptions initiales, ce qui provoque l'apprenant et, par là, donne du sens à son activité » (De Vecchi et Carmona-Magnaldi, 2002, p.47). Cet apprentissage, qui semble avoir été partagé par tous les enseignants constituant, à lui seul, un apport significatif de ce partenariat.

Nous l'avons vu, l'activité expérimentale sur le défi technologique se rapprochait d'une véritable situation-problème. En recourant à la grille d'élaboration d'une situation-problème, Annie a pu adapter l'activité proposée par *Éclairs de sciences* afin de rencontrer plusieurs exigences d'une situation-problème. Cette enseignante étant issue d'une récente cohorte d'étudiants diplômés, on peut supposer que ses connaissances sur l'esprit de la réforme, son ouverture et son intérêt vis-à-vis des sciences ont pu l'aider dans l'adaptation de l'activité. Quant aux enseignants de son équipe, ils reconnaissent ne pas être tous aussi disposés à adapter une activité et Benoît estime que s'il était encadré pour deux activités supplémentaires, il pourrait y arriver.

À noter, les enseignants ont reconnu que bien que le temps accordé pour la planification des activités expérimentales était considérable, cela leur avait permis d'identifier leurs difficultés et de trouver des moyens concrets de guider leurs élèves. En ce sens, les enseignants sont conscients que lorsqu'ils auront l'occasion de répéter ces deux activités (l'an prochain), ils les appréhenderont avec une plus grande assurance et par conséquent, le temps accordé à la planification sera moindre.

Enfin, lors des deux activités, les enseignants n'ont pas exigé des élèves qu'ils élaborent une production après avoir confronté leurs découvertes. Nous reconnaissons, à l'instar de De Vecchi et Carmona-Magnaldi (2002) le rôle majeur d'une production dans l'appropriation des savoirs par l'élève. Bien que nous ayons

pris soin d'indiquer dans le guide de l'enseignant adapté et la fiche d'élaboration d'une situation-problème, il semble que les enseignants n'ont pas retenu le moment de l'élaboration d'une production. Nous formulons l'hypothèse qu'en omettant d'informer l'enseignant sur ce moment important à l'étape **concepts scientifiques** de chaque activité, ceux-ci n'ont pas encouragé leurs élèves à élaborer une production.

Nous reconnaissons donc qu'un minimum de trois activités expérimentales durant une année scolaire, tel qu'établit par *Éclairs de sciences*, apparaît souhaitable afin de permettre aux enseignants de s'approprier les moments forts d'une situation-problème pour qu'ils puissent éventuellement adapter les activités proposées.

Aussi, nous réitérons l'importance de faire émerger les conceptions des élèves afin de les amener à s'investir dans une activité d'apprentissage. C'est pourquoi nous recommandons à l'acteur de proposer aux enseignants des situations de départ en lien avec les concepts à l'étude et qui permettent de faire émerger les conceptions des élèves et de les confronter.

Enfin, comme toute recherche devrait déboucher à une production, nous recommandons qu'il soit mentionné à l'étape **concepts scientifiques** de chaque activité expérimentale des pistes de productions possibles. Par ailleurs, une attention toute particulière pourrait être apportée à ce moment lors de l'activité de formation afin de rappeler aux enseignants l'importance d'amener l'élève à s'approprier les savoirs acquis.

1.3 Des éléments de soutien, une condition essentielle à une meilleure appropriation

Dans ce partenariat entre l'école et *Éclairs de sciences*, que nous avons adapté, plusieurs éléments de soutien ont été mis à profit à différents degrés. D'abord, les guides *Éclairs de sciences*, aussi bien le guide de l'enseignant que nous avons adapté, que le guide d'activités, n'ont pas été des éléments significatifs pour les enseignants. Bien que nous ayons pris soin de décrire en détail chacun des moments de l'activité dans ce guide, les enseignants y ont peu recouru. En fait, ils expliquent avoir principalement suivi les indications du consultant scientifique lors de la première activité. À la deuxième, ils ont lu l'activité proposée et s'en sont inspirés pour élaborer une situation-problème. En somme, les enseignants estiment avoir pris connaissance des activités dans le guide et avoir utilisé le texte à la fin de l'activité

qui regroupe les concepts scientifiques afin d'élaborer le savoir de référence. L'accompagnement des enseignants par le consultant a joué un rôle important dans leur recours aux différents éléments de soutien. Ainsi, les enseignants affirment que s'ils n'avaient pas été appuyés dans leur planification par le consultant, ils auraient probablement suivi le déroulement prévu dans chaque activité. Toutefois, comme il leur proposait des ressources complémentaires, des pistes de réflexion, des idées d'activités d'apprentissage, les enseignants ont privilégié les éléments qui répondaient davantage à leurs questions et qui permettaient de planifier une activité concrète pour leurs élèves.

Par le fait même, les enseignants sont unanimes sur l'apport significatif du consultant scientifique dans ce travail de partenariat. Celui-ci a su répondre à leurs questions, les aider à s'approprier les concepts scientifiques, tout en leur suggérant des entrées dans les différentes activités. Bien que la première activité scientifique fût réalisée en grande partie par les enseignants, ils ont dégagé des apprentissages de cette activité. Par exemple, après avoir réalisé que la première activité ne permettait pas aux élèves de construire un savoir, Annie a élaboré une situation d'apprentissage qui présentait plusieurs points communs avec une situation-problème pour la deuxième activité. Les enseignants de son équipe ont reconnu la validité de son travail et ont décidé de proposer la situation d'apprentissage à leurs élèves. Benoît, qui était absent lors de la rencontre avec le consultant, a échangé avec ses collègues sur le contenu de la rencontre et a retenu la situation d'apprentissage élaborée par Annie. Ceci démontre bien comment le développement professionnel des enseignants dans ce partenariat revête une dimension collective. C'est à travers les nombreux échanges et les réflexions que les enseignants ont su profiter des forces de chacun afin d'enrichir le travail de l'équipe. Une activité élaborée par une enseignante profitait à l'ensemble du groupe, les enseignants pouvaient faire un retour sur les forces et les faiblesses de leurs interventions, dégager de nombreux apprentissages et les réinvestir dans leur pratique. De son côté, le consultant scientifique pouvait répondre à leurs questions tout en leur proposant des pistes d'activités. Ainsi, nous

reconnaissons donc l'apport majeur du consultant dans ce partenariat, d'une part en ce qui a trait à l'appropriation des concepts scientifiques, mais également dans le développement professionnel des enseignants. Déstabilisés par des concepts scientifiques qu'ils ne maîtrisaient pas au départ, les enseignants ont trouvé dans leurs échanges avec le consultant, l'assurance dont ils avaient besoin pour prendre en charge la planification du scénario pédagogique.

À l'instar d'*Éclairs de sciences*, nous réitérons le rôle primordial du consultant scientifique dans ce partenariat. Recrutés à même les entreprises, les écoles ou les centres de recherche, etc. ces acteurs recèlent des savoirs et une expertise en sciences et technologies d'un grand intérêt pour le personnel enseignant. Leurs interventions qui débordent parfois leur champ disciplinaire permettent aux enseignants de s'approprier des concepts scientifiques qui leur seraient autrement difficilement accessibles.

Si l'appui du consultant a permis aux enseignants d'améliorer leur compréhension des concepts scientifiques, le rôle de l'animateur (ou du conseiller pédagogique) mériterait d'être mieux défini afin qu'il puisse jouer un rôle de premier plan auprès des enseignants. Ainsi, pendant les rencontres, nous nous sommes limités à répondre aux questions des enseignants et du consultant concernant le programme et les moments forts d'une situation-problème. Toutefois, puisque le conseiller pédagogique travaille déjà en concertation avec le personnel enseignant dans le cadre de ses fonctions, qu'il connaît les ressources didactiques et techniques disponibles dans les écoles, les programmes d'enseignement et d'apprentissage, etc., il devrait pouvoir, en plus de répondre aux questions, conseiller les enseignants et le consultant scientifique sur les stratégies d'enseignement et d'apprentissage à mettre en œuvre. Donc, comme le suggérait le consultant scientifique, le rôle du conseiller pédagogique consisterait à faire le pont entre les concepts scientifiques vulgarisés par le consultant et la didactique. Qui plus est, en participant à l'activité de formation proposée par *Éclairs de sciences*, celui-ci pourrait améliorer sa compréhension de l'approche en sept moments et améliorer ses interventions auprès des enseignants.

Nous avons également discuté du rôle du conseiller pédagogique afin d'aider les enseignants à combler les lacunes de leur formation scientifique et à faire face aux défis inhérents à la réforme. Selon le rapport 2005 du Conseil supérieur de l'éducation, « l'accompagnement fourni notamment par les conseillers pédagogiques est l'un des éléments essentiels pour favoriser, entre autres, la diffusion des résultats de la recherche, leur appropriation et leur utilisation par les enseignants. » (Gouvernement du Québec, 2005, p. 55).

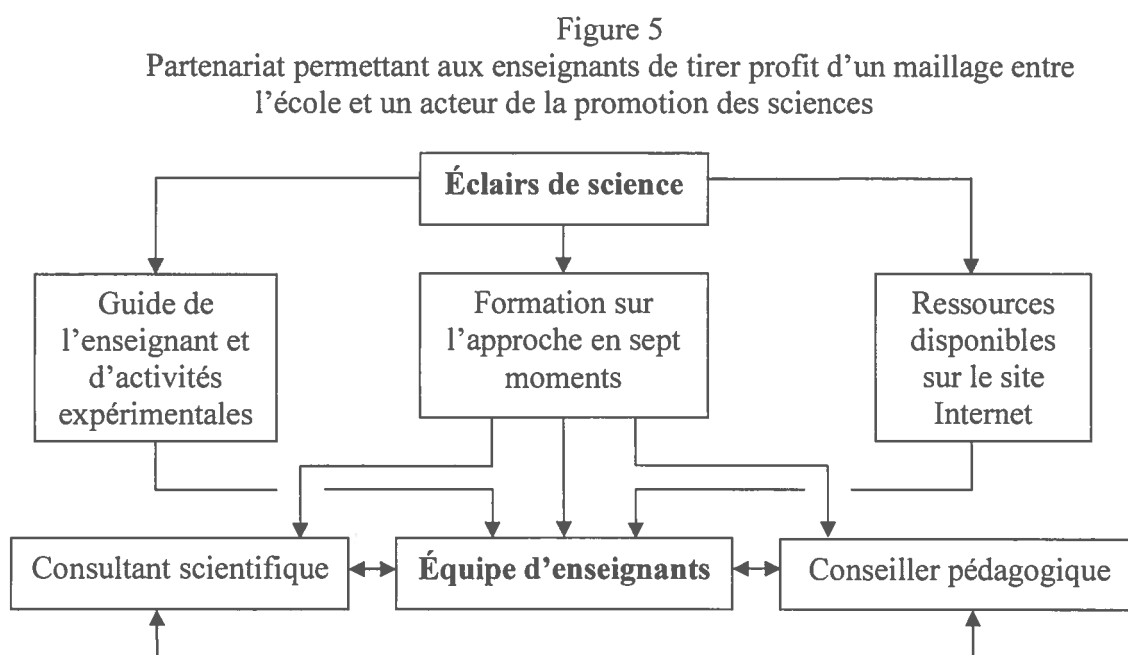
Ainsi, nous recommandons à *Éclairs de sciences* de substituer, dans son guide de l'enseignant, le titre d'animateur pour celui de conseiller pédagogique. Celui-ci pourrait accompagner et soutenir les enseignants en classe et ainsi faire un suivi tout au long de l'activité. Conséquemment, il apparaît important que l'acteur reconnaisse le rôle fondamental du conseiller pédagogique dans ce partenariat. Ainsi, appuyés d'un consultant scientifique et d'un conseiller pédagogique, les enseignants pourraient améliorer leur compréhension des concepts, amener leurs élèves à recourir aux démarches à caractère scientifique tout en améliorant leur compréhension de l'approche en sept moments.

Lorsque nous avons conçu la fiche d'élaboration d'une situation-problème, nous souhaitions faciliter l'adaptation de situations-problèmes par les enseignants. Lors de la première activité expérimentale, les enseignants l'ont utilisée, mais comme ils n'arrivaient pas à identifier une mise en situation qui permettrait d'induire une rupture dans les conceptions des élèves, ils se sont résignés et ont suivi les consignes formulées par le consultant. À la deuxième activité, la fiche fut un élément de soutien majeur et a permis à une enseignante d'adapter l'activité et d'en faire profiter l'équipe d'enseignants. Plus pratique que le guide parce que plus concise, la fiche, avec ses moments forts brièvement définis, a également servi de guide en classe. Puisque chaque détail peut y être méticuleusement décrit par l'enseignant, cette fiche constitue un point de repère utile tant aux fins de planification en amont d'une séance d'enseignement, que pour orienter la démarche de l'enseignant en cours d'activité.

Afin de guider les enseignants dans l'adaptation d'activités expérimentales et dans le but de les accompagner à chaque étape, nous reconnaissons l'importance d'une fiche synthèse. Celle-ci pourrait disposer de courtes

définitions des moments forts et d'un espace destiné à la planification des enseignants. Elle pourrait être remise lors de l'activité de formation et utilisée lors des rencontres avec le consultant scientifique et le conseiller pédagogique.

La figure 5 présente le partenariat permettant aux enseignants de tirer profit d'un maillage entre l'école et un acteur de la promotion des sciences tel que nous le concevons.



Éclairs de sciences proposerait, en plus de ses trois outils énoncés dans son Cahier du participant 2006 (soit les guides *Éclairs de sciences*, le consultant scientifique et le site Internet sur lequel on pourrait notamment rendre accessible une fiche d'adaptation d'une situation-problème), une formation destinée à l'ensemble des acteurs impliqués sur l'approche en sept moments. La commission scolaire impliquée mettrait à la disposition d'*Éclairs de sciences* un conseiller pédagogique dont le rôle ne se limiterait pas à l'animation des rencontres, mais également à l'accompagnement d'enseignants dans les démarches d'enseignement afin que celles-ci rencontrent les attentes véhiculées par le programme de sciences et technologies.

1.4 Quand le recours aux démarches à caractère scientifique passe d'abord par une meilleure conception de ses aptitudes

Nous nous étions également demandés si un tel partenariat pouvait permettre aux enseignants d'amener leurs élèves à recourir aux démarches à caractère scientifique. D'abord, le soutien du consultant scientifique a permis aux enseignants d'améliorer leur confiance en eux et les a amené à briser quelques fausses conceptions concernant notamment, la façon (unique selon eux) de recourir à « la » démarche à caractère scientifique. Puis, ayant compris qu'il n'existait pas seulement une démarche, et qu'ils pouvaient trouver eux aussi des chemins fertiles, les enseignants ont eu moins de réticence à s'engager. Par ailleurs, en considérant les nombreux apprentissages des élèves, les enseignants ont réalisé que leurs premières craintes concernant la difficulté des concepts scientifiques abordées n'étaient pas réellement fondées.

Comme nous l'avons mentionné plus haut, ce partenariat a permis aux enseignants de s'approprier de nombreux concepts scientifiques et d'améliorer leur compréhension des moments forts et leurs habiletés à les mener. Tout au long de ce partenariat, les enseignants ont dégagé d'importants apprentissages qui leur ont permis de prendre en charge la planification de l'activité. Plus confiants devant la perspective d'aborder de nouvelles activités expérimentales avec leurs élèves, plusieurs enseignants considèrent qu'ils pourraient planifier le déroulement d'une activité sans l'aide d'un consultant, mais tous s'entendent que cet appui leur a permis de mieux comprendre les concepts scientifiques abordés. De même, les enseignants ont amélioré leur présence dans les différentes équipes tout au long de l'activité et ils ont adapté leur niveau de guidage. Moins directifs, plus à l'écoute des élèves, recourant avantageusement au questionnement et à la confrontation, les enseignants ont su négocier avec une redéfinition de leur rôle et mettre l'élève au centre des apprentissages. Tenant compte de ces nombreux acquis, nous reconnaissons que le partenariat proposé par *Éclairs de sciences* et adapté dans le cadre de cette recherche permet aux enseignants d'améliorer le recours aux démarches à caractère scientifique.

1.5 Des apports qui dépassent les attentes

De son côté, le consultant scientifique n'est pas en reste, il tire lui aussi des bénéfices de ce partenariat. Considérant les difficultés éprouvées par les enseignants et les lacunes de leurs connaissances scientifiques, il éprouve une grande satisfaction à partager ses compétences auprès d'acteurs directement impliqués avec les élèves. Aussi, les échanges avec les enseignants et le consultant scientifique lui permettent d'améliorer sa compréhension du programme de sciences et technologies au primaire, ce qui l'aide à améliorer les stratégies qu'il propose.

Si ce partenariat a permis aux enseignants d'améliorer leur recours aux démarches à caractère scientifique, il a aussi contribué à changer leurs représentations à l'égard de l'enseignement des sciences et technologies. Conscients que les élèves ont les compétences de construire eux-mêmes leurs savoirs lorsqu'ils sont adéquatement guidés et rassurés sur leurs propres aptitudes à mener de telles activités d'apprentissage, les enseignants ont pris goût à enseigner les sciences. Ainsi, non seulement ce partenariat a-t-il contribué au décloisonnement des perceptions à l'égard des sciences et technologies, mais il a également soufflé un vent de renouveau sur la façon des enseignants d'aborder les sciences et technologies en classe. Qui sait quels impacts ces changements dans les pratiques auront sur les apprenants?

En ce sens, bien que cette recherche ait permis d'améliorer nos connaissances sur le recours aux démarches à caractère scientifique, d'autres questions pourraient être explorées. Notamment, comment les enseignants accompagnent-ils les élèves dans la construction des concepts scientifiques et technologiques? En quoi la formation scientifique du conseiller pédagogique influence-t-elle la qualité de l'encadrement proposé aux enseignants? Comment utiliser les compétences et les savoirs scientifiques des enseignants afin d'en faire bénéficier leur équipe? Quels sont les effets d'un tel maillage sur l'intérêt véhiculé par les élèves pour les activités expérimentales? Également, quels changements durables dans les pratiques enseignantes un partenariat avec un acteur de la promotion des sciences peut-il

engendrer? D'autres types de partenariat entre l'école et des acteurs de la promotion des sciences peuvent-ils soutenir le travail des enseignants autrement?

Est-ce utile de le rappeler, pour renouveler l'enseignement des sciences, l'enseignant doit délaissier son rôle de transmetteur au profit de celui de médiateur. D'endoctrineur, il doit se prêter au rôle de metteur en scène afin d'orchestrer des situations didactiques qui permettront à l'élève de s'approprier des savoirs qu'il aura lui-même construits. Il y a près de deux cent cinquante ans, un grand écrivain et philosophe suisse reconnaissait que pour permettre à l'élève d'inventer la science, le maître devait se restreindre à la mettre à sa portée.

« Rendez votre élève attentif aux phénomènes de la nature, bientôt vous le rendrez curieux, mais pour nourrir sa curiosité, ne vous pressez jamais de la satisfaire. Mettez les questions à sa portée et laissez-les lui résoudre. Qu'il ne sache rien parce que vous le lui avez dit, mais parce qu'il l'a compris par lui-même; qu'il n'apprenne pas la science, qu'il l'invente. Si jamais vous substituez dans son esprit l'autorité à la raison, il ne raisonnera plus; il ne sera plus que le jouet de l'opinion des autres. » (Rousseau, 1762)

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Astolfi, J.-P., Darot, E., Ginsburger-Vogel, Y. et Toussaint, J. (1997). *Mots-clés de la didactique des sciences. Repères, définitions, bibliographies*. Paris : De Boeck.
- Astolfi, J.-P. (2004a). *L'école pour apprendre*. Issy-les-Moulineaux : ESF.
- Astolfi, J.-P. (2004b). *L'erreur, un outils pour enseigner*. Issy-les-Moulineaux : ESF.
- Bachelard G. (1970). *La formation de l'esprit scientifique*. Paris : Presses universitaires de France. (1^{ère} éd. 1938).
- Bouchard, R. (dir.) (2002). *Aventure. Expédition au cœur de la science et de la technologie*. Montréal : Lidec.
- Briaud, P. (2005a). Analyse des compétences en physique des futurs professeurs de sciences, Paris : IUFM. Document téléaccessible à l'adresse <<http://www.ensieta.fr/jecompetence/communication/Briaud%2013.02.06.doc>>.
- Briaud, P. (2005b). Apprentissage scientifique par problématisation en physique en terminale S, Paris : Presses universitaires de France. Document téléaccessible à l'adresse <<http://www.inrp.fr/ardist2005/ressources/contributions/79.pdf>>.
- Brunet, P. (1998). Enseigner et apprendre par problèmes scientifiques dans les sciences de la vie. État de la question. *Aster*, 27, 145-182.
- Caillé, A. et Couture, C. (2000). *Les Fureteurs*. Montréal : Éditions La Chenelière.
- Cariou J.-Y. (2004). La formation de l'esprit scientifique. Paris : *Science et pseudo-science*, 263, 6-14.
- Deslauriers, J.-P. (1991). *Recherche qualitative*. Montréal : Éditions La Chenelière.
- De Vecchi, G. (2001). *Aider les élèves à apprendre*. Paris : Hachette Éducation.
- De Vecchi, G. et Carmona-Magnaldi, N. (2002). *Faire vivre de véritables situations-problèmes*. Paris : Hachette Éducation.
- Éclairs de sciences (2004a). *Guide 2-M- 1^{ère} partie 2^e cycle – l'univers matériel*. Montréal : Centre des sciences de Montréal.

- Éclairs de sciences (2004b). *L'apprentissage des sciences et de la technologie par la démarche active*. Montréal : Centre des sciences de Montréal.
- Éclairs de sciences (2004c). *Guide 2-V- 2^e cycle – l'univers vivant*. Montréal : Centre des sciences de Montréal.
- Éclairs de sciences (2005). *Rapport Bilan cumulatif 2002-2005*. Montréal : Centre des sciences de Montréal.
- Éclairs de sciences (2006a). *Guide 2-M- 2^{ième} partie 2^e cycle – l'univers matériel*. Montréal : Centre des sciences de Montréal.
- Éclairs de sciences (2006b). *Cahier des participants 2006*. Montréal : Centre des sciences de Montréal.
- Fabre, M. (1999). *Situations-problèmes et savoir scolaire*. Paris : Presses universitaires de France.
- Fabre, M. (2005). Deux sources de l'épistémologies des problèmes : Dewey et Bachelard. *Les sciences de l'éducation. Pour l'ère nouvelle*, 38(3), 53-67.
- Fleury, B. et Fabre, M. (2005). Psychanalyse de la connaissance et problématisation des pratiques pédagogiques : la longue marche vers le processus « apprendre ». *Recherche Formation pour les professions de l'éducation*, 48, 75-90.
- Fortin-Debart, C. (2002). Le partenariat école-musée en éducation relative à l'environnement : analyse et perspectives, *Revue Education Relative à l'Environnement : Regards-Recherches-Réflexions*, 3, 107-124.
- Gauthier, B. (1997). *Recherche sociale : de la problématique à la collecte de données*, 3^{ième} édition. Sainte-Foy : Presses de l'Université du Québec.
- Girault, Y. (1999). L'école et ses partenaires scientifiques. *Aster*, 29, 3-8.
- Girault Y. et Lapérouse C. (2005). Dans le modèle d'un partenariat conduire progressivement des élèves à la formulation d'un problème scientifique : un suivi de cohorte du CP au CE2. *Aster*, 40, 95-119.
- Gouvernement du Québec (1979). *L'école québécoise — Énoncé de politique et plan d'action*. S.l. Québec : Ministère de l'Éducation.
- Gouvernement du Québec (1997). *L'école, tout un programme. Énoncé de politique et plan d'action*. Québec : Ministère de l'Éducation.

- Gouvernement du Québec (1997). *Réaffirmer l'école — Prendre le virage du succès*. Québec : Ministère de l'Éducation.
- Gouvernement du Québec (2001). *Programme de formation de l'école québécoise. Éducation préscolaire et enseignement primaire*. Québec : Ministère de l'Éducation.
- Gouvernement du Québec (2003). *La culture scientifique et technique au Québec. Synthèse des consultations*. Québec : Conseil de la science et de la technologie.
- Gouvernement du Québec (2004a). *La culture scientifique et technique une interface entre les sciences, la technologie et la société. Rapport de conjoncture 2004*. Québec : Conseil de la science et de la technologie.
- Gouvernement du Québec (2004b). *Programme de formation de l'école québécoise. Enseignement secondaire, 1^{er} cycle*. Québec : Ministère de l'Éducation.
- Gouvernement du Québec (2004c). *Un nouveau souffle pour la profession enseignante. Avis au ministre de l'Éducation*, Québec : Conseil supérieur de l'éducation.
- Gouvernement du Québec (2005). *L'accès à la recherche en enseignement et son utilisation dans la pratique : résultats d'une enquête auprès des enseignants et des enseignantes du préscolaire, du primaire et du secondaire*. Québec : Conseil supérieur de l'éducation.
- Hasni, A. (2001). *La démarche scientifique véhiculée par les activités de la science et de la technologie dans les manuels scolaires du primaire*. Communication au colloque « discours, représentations et utilisation des matériaux didactiques en milieu scolaire », 69^e congrès de l'Association canadienne-française pour l'avancement des sciences (ACFAS), Sherbrooke, 14-16 mai.
- Hasni A. et Roy P. (2006). Comment les manuels scolaires proposent-ils d'aborder les concepts scientifiques avec les élèves? Cas des concepts de biologie In J. Lebrun, J. Bédard, A. Hasni (dir.), *Matériel didactique et pédagogique: Soutien à l'appropriation ou déterminant de l'intervention éducative* (p.125-162). Ste-Foy : Presses de l'Université Laval.
- Hasni, A. et Samson, G. (à paraître). Développer les compétences en gardant le cap sur les savoirs. - 1^{ère} partie : les démarches à caractère scientifique. *Spectre*.

- Inchauspé, P. (2004). *École et organismes de culture scientifique et technique : une conjoncture nouvelle de concertation*. Communication au colloque « La culture scientifique et technique en chantiers et en concertation », Science pour tous, Montréal, 23-24 novembre.
- Lefrançois, R. (1992). *Stratégies de recherche en sciences sociales : Applications à la gérontologie*. Montréal : Les Presses de l'Université de Montréal.
- Legendre, R. (dir.) (2005). *Dictionnaire actuel de l'éducation 3^e édition*. Montréal : Guérin.
- Lenoir, Y. (1990). Apports spécifiques des sciences humaines dans la formation générale au primaire. In G.-R. Roy (dir.), *Contenus et impacts de la recherche universitaire actuelle en sciences de l'éducation* (Tome 2 – Didactique, p. 681-695). Sherbrooke: Éditions du CRP.
- Lenoir, Y. et Larose, F. (1999). Uma tipologia das representações e das práticas da interdisciplinaridade entre os professores do primário no Quebec. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, 79(192), 48-59.
- Lenoir, Y., Larose, F., Grenon V. et Hasni, A. (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), 483-514.
- Orange, C. (2005). Problème et problématisation dans l'enseignement scientifique. *Aster*, 40, 3-10.
- Orange, C. (2000). Idées et raisons, Mémoire d'habilitation à diriger des recherches, Université de Nantes.
- Paillé, P. (2004). *Vingt devis méthodologiques pour une recherche de maîtrise en éducation (M. Éd.)*, Sherbrooke : Faculté d'éducation, Université de Sherbrooke.
- Paradis, P. (2000), *Flotte ou coule -scénario d'expérimentations scientifiques et technologiques portant sur le concept de flottabilité*, Montréal : École Sainte-Louise-de-Marillac (non publié).
- Popper, K. (1985). *Conjectures et réfutations : la croissance des savoirs scientifiques*. Paris : Payot.
- Quivy R. et Van Campenhoudt L. (1995). *Manuel de recherche en sciences sociales*. Paris : Dunod.

- Rousseau, J.-J. (1762). *Émile ou De l'éducation*. Paris : Garnier Flammarion.
- Sauvé, L. (2002). Le partenariat en éducation relative à l'environnement : pertinence et défis. *Éducation Relative à l'Environnement*, vol. 3, 2001-2002, 21-36.
- Thouin, Marcel. (2006). *Résoudre des problèmes scientifiques et technologiques au préscolaire et au primaire*. Sainte-Foy : Les Éditions MultiMondes.
- Van der Maren, J.-M. (1999). *La recherche appliquée en pédagogie. Des modèles pour l'enseignement*. Bruxelles : De Boeck.

**ANNEXE A —INVITATION À PARTICIPER AU PROJET
DE RECHERCHE**

**ANNEXE B —FICHE D'ÉLABORATION D'UNE
SITUATION-PROBLÈME**

LETTRE D'INFORMATION

Invitation à participer au projet de recherche

Expérimentation d'un partenariat entre l'école et un acteur de la promotion des sciences⁴⁰ permettant aux enseignants d'amener leurs élèves à recourir à des démarches à caractère scientifique

Serge Gagnier, faculté d'éducation, Université de Sherbrooke
Sous la direction de M. Abdelkrim Hasni

Madame,
Monsieur,

Nous vous invitons à participer à une recherche qui consiste à expérimenter un partenariat entre des enseignants et un acteur de la promotion des sciences. Les objectifs de ce projet de recherche sont d'adapter le matériel mis à la disposition par l'organisme afin qu'il permette de rejoindre les attentes véhiculées par une situation-problème. Puis, documenter le recours des enseignants et de leurs élèves aux démarches à caractère scientifique. Ensuite, il s'agira d'identifier les acquis des enseignants, les éléments de soutiens retenus et le rôle du conseiller scientifique. Enfin, nous nous intéresserons aux limites d'adaptation d'une activité en véritable situation-problème et les apports dégagés par chacun des participants à ce partenariat.

En quoi consiste le projet?

Votre participation à ce projet de recherche consiste à vous engager à prendre part à deux activités expérimentales dans le cadre d'un partenariat entre l'école et Éclairs de sciences. Vous devrez également participer à trois entretiens de groupe par activité. La recherche débutera en août 2006 et se terminera en mars 2007.

Qu'est-ce que le chercheur fera avec les données recueillies?

Les données recueillies par cette étude sont **entièrement confidentielles** et ne pourront en aucun cas mener à votre identification. La confidentialité sera assurée en attribuant un nom fictif aux participants. Les résultats de la recherche ne permettront pas d'identifier les participantes et participants. Les résultats seront diffusés dans le cadre d'un essai de maîtrise. Les données recueillies seront conservées sous clé et les seules personnes qui y auront accès sont le chercheur. Elles seront détruites au plus tard en 2010 et ne seront pas utilisées à d'autres fins que celles décrites dans le présent document.

⁴⁰ Les acteurs de la promotion des sciences sont des spécialistes de la médiation scientifique. Ils regroupent des musées, des parcs zoologiques, des bibliothèques, des organismes voués au développement des sciences et des technologies, mais aussi des scientifiques, etc.

Est-il obligatoire de participer?

Non. La participation à cette étude se fait sur une base volontaire. Vous êtes entièrement **libre de participer ou non**, et de vous retirer en tout temps.

Y a-t-il des risques, inconvénients ou bénéfices?

Les risques associés à votre participation sont minimaux et le chercheur s'engage à mettre en œuvre les moyens nécessaires pour les réduire ou les pallier. Le seul inconvénient est le temps passé à participer au projet. La contribution à l'avancement des connaissances au sujet de ce partenariat entre des enseignants et un acteur de la promotion des sciences est le seul bénéfice prévu. Aucune compensation d'ordre monétaire n'est accordée.

Que faire si j'ai des questions concernant le projet?

Si vous avez des questions concernant ce projet de recherche, n'hésitez pas à communiquer avec moi aux coordonnées indiquées ci-dessous.

Serge Gagnier,
Candidat à la maîtrise en enseignement

J'ai lu et compris le document d'information au sujet du projet Expérimentation d'un partenariat entre l'école et un acteur de la promotion des sciences permettant aux enseignants d'amener leurs élèves à recourir à des démarches à caractère scientifique. J'ai compris les conditions, les risques et les bienfaits de ma participation. J'ai obtenu des réponses aux questions que je me posais au sujet de ce projet. J'accepte librement de participer à ce projet de recherche.

Enseignant (e)

date

Fiche d'élaboration d'une situation-problème

Moment	Intention pédagogique	Planification
<p>Situation de départ Émergence des conceptions</p>	<p>Introduire une discussion ou poser des questions aux élèves afin de les amener à confronter leurs conceptions (voir liste d'entrées possibles)</p>	<p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
<p>Détermination des obstacles Définition des objectifs</p>	<p>Les élèves formulent clairement leurs idées Amener les élèves à formuler les conceptions qui bloquent leurs apprentissages.</p>	<p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
<p>Situation-problème</p>	<p>Il faut déstabiliser les élèves (créer une rupture). Rappeler l'objectif, le temps accordé et la production attendue. Amener les élèves à poser le problème et le formuler. <i>La présence de l'enseignant dans les équipes est très importante.</i></p>	<p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
<p>Protocole expérimental</p>	<p>Les élèves imaginent des stratégies d'investigation (en font un plan précis) et choisissent le matériel requis. Ils formulent des hypothèses (au besoin) et planifient le recueil de données approprié.</p>	<p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>

