

Que peut-on apprendre d'interventions visant à soutenir la pratique des devoirs sur les difficultés en sciences et technologie d'élèves du secondaire?

Une étude qualitative portant sur les interactions entre les enseignants d'Alloprof et les élèves



Automne 2019

RAPPORT DE RECHERCHE

Diane Gauthier* et Jonathan Turcotte**

*Professeur titulaire en didactique des sciences et de la technologie, UQAC

** Étudiant à la maîtrise en éducation, UQAC

Avec la collaboration de

Ugo Collard Fortin*, Maxime Boivin**

*Étudiant au doctorat, UQAC

**Étudiant gradué de la maîtrise en éducation, UQAC

Table des matières

Introduction	4
<i>L'enjeu de la pratique des devoirs</i>	4
<i>Alloprof : un service d'aide aux devoirs</i>	5
Pour bien comprendre l'étude	7
<i>Le Programme de formation en science et technologie au secondaire</i>	8
<i>La planification et l'enseignement des S-T selon la notion de PCK de Shulman</i>	11
<i>Le développement professionnel des enseignants</i>	13
Déroulement de la recherche	15
<i>L'échantillonnage et collecte des données</i>	15
<i>Traitement et analyse des données</i>	17
Résultats	19
<i>Analyse des difficultés scolaires des élèves en S-T</i>	19
<i>Difficultés en lien avec l'aspect mathématique des sciences</i>	20
<i>Les différentes catégories de difficultés rencontrées par les élèves</i>	21
<i>Les difficultés d'ordre conceptuel</i>	23
<i>Les difficultés d'ordre expérimental et d'ordre langagier et terminologique</i>	26
<i>Analyse des pratiques enseignantes permettant le soutien aux devoirs en S-T</i>	27
Conclusion	39
Bibliographie	41

Introduction

La formation en sciences-technologie (ST) constitue un domaine d'apprentissage fort névralgique au sein duquel il importe que tout un chacun développe un bagage de connaissances et d'habiletés. Cependant, comme le soulignent de nombreux travaux (Conseil Supérieur de l'Éducation [CSE], 2013; Giordan, 2010), la considération croissante pour ce domaine survient au moment où les formes d'éducation et d'enseignement qui sous-tendent ces disciplines peinent à rencontrer les défis contemporains de la formation scientifique et technologique. À l'instar d'une recommandation formulée par le CSE (2013), il importe donc que l'ensemble des acteurs scolaires et extrascolaires concernés se concertent pour trouver des moyens pour composer avec les défis, à la fois complexes et nombreux, posés par cette formation.

L'enjeu de la pratique des devoirs

La réussite scolaire est l'un des principaux enjeux actuels de l'éducation, notamment en ST, et se voit actuellement conjuguée au débat portant sur la pratique des devoirs. Cette dernière constitue plus que jamais une préoccupation au centre des discussions du monde scolaire. Longtemps, les devoirs ont été considérés dans l'extension de l'école et complémentaires des apprentissages entrepris en salle de classe. Au Québec, cette activité extrascolaire demeure, aux yeux de différents acteurs socioéducatifs, une pratique bien ancrée dans la tradition et la culture de l'École (CSE, 2010). Toutefois, la pertinence de cette tâche pédagogique est actuellement remise en question. En fait, selon un sondage de la Fédération des comités de parents du Québec (2010), même si 90% des parents considéraient les devoirs comme utiles, 46% d'entre eux les percevaient comme une source de stress et de conflits peu compatible avec les conditions familiales actuelles. Quant aux élèves, la littérature scientifique fait état du peu d'intérêt et de l'ennui éprouvés par ces derniers envers leurs devoirs (Karsenti, 2015).

Bien que la pratique des devoirs soit actuellement contestée, il n'en demeure pas moins que celle-ci est aussi décrite par les écrits scientifiques comme une activité ayant potentiellement plusieurs extrants positifs. Chouinard, Archambault et Rheault (2006) ainsi

qu'Hattie (2009) mentionnent que les devoirs scolaires ont un effet positif sur la persévérance et la réussite des élèves (particulièrement au niveau secondaire) et font état d'impacts importants sur les plans cognitif, affectif et comportemental. Le Conseil canadien sur l'apprentissage (2009) souligne que les devoirs favorisent la réussite dans la mesure où ils sont intéressants et pertinents et où ils ont un sens aux yeux des élèves. Les élèves qui rencontrent des difficultés d'apprentissage tireraient particulièrement profit de certaines pratiques associées aux devoirs (Conseil canadien de l'apprentissage, 2009). Une réflexion doit cependant être entreprise sur la « forme » que devrait prendre cette tâche scolaire. D'ailleurs, Zimmerman et Kitsantas (2005) se sont penchés sur la question et ont proposé certaines conditions à mettre en place afin de baliser la pratique des devoirs. Il faudrait :

1. Que ceux-ci ne nécessitent pas trop de temps ;
2. Qu'ils ne soient ni trop simples ni trop difficiles ;
3. Qu'ils permettent aux élèves de développer une plus grande autonomie ;
4. Que les élèves aient accès à de l'aide.

La dernière condition est particulièrement importante en science et technologie (S-T) dans la mesure où l'élève qui réalise ses devoirs sans supervision pédagogique, c'est-à-dire sans le support d'un parent, d'un tuteur ou d'un enseignant, serait plus sujet à développer des conceptions erronées ou encore à utiliser des procédures inadéquates, occasionnant potentiellement un retard dans ses apprentissages (Trautwein, Köller, Schmitz, et Baumert, 2002). Cette dernière recommandation de fournir un support à l'élève fait écho aux propos de Chouinard, Archambault et Rheault (2006) qui précisent que l'impact des devoirs sur la persévérance et la réussite des élèves est positif, en particulier si une aide est fournie. Dans cette optique, il appert qu'étudier les mécanismes d'intervention mis en place pour soutenir les élèves lorsqu'ils font leur devoir se dévoile être une avenue judicieuse pour favoriser la réussite des élèves en S-T. Dans ce contexte, les nombreuses interventions pédagogiques réalisées par l'organisme Alloprof (AP) constituent un terrain idéal pour étudier les principales difficultés des élèves en S-T lors de la pratique des devoirs.

Alloprof : des services d'aide aux devoirs

Né au Québec en 1998, AP est un organisme de bienfaisance qui offre un service d'aide

aux devoirs gratuit pour tous les élèves du primaire, du secondaire et de la formation des adultes ainsi qu'aux parents de ces élèves. Pour remplir sa mission, AP propose aux élèves du Québec huit services qui ont pour objectif de favoriser leur réussite :

1. Service d'aide téléphonique
2. Service d'aide par texto
3. Les forums d'aide
4. La bibliothèque virtuelle
5. Les capsules vidéo
6. Les jeux
7. Les exercices
8. La section *Trucs et conseils pour les parents*

Parmi ces huit services, l'aide téléphonique, l'aide par texto et les forums sont ceux qui impliquent une intervention directe entre un enseignant et un élève. C'est d'ailleurs pour cette raison que la présente recherche s'intéresse uniquement à ces trois services.

AP est composé de trois centres physiques qui accueillent les enseignants des services directs, les enseignants producteurs de contenus et le personnel administratif. D'une part, le centre Alloprof en sciences - Rio Tinto – Saguenay, qui emploie 15 enseignants disciplinaires, est voué exclusivement à l'aide aux devoirs dans le domaine des mathématiques, des sciences et de la technologie. D'autre part, les centres Alloprof de Québec et Montréal sont dédiés à l'ensemble des autres disciplines scolaires. Conséquemment, considérant l'unicité du centre Alloprof en sciences - Rio Tinto – Saguenay par rapport à sa spécificité en sciences, celui-ci constitue une pierre angulaire des interventions pédagogiques visant à soutenir la pratique des devoirs dans le domaine des sciences et technologies au Québec.

En 2015, dans un rapport rédigé par Karsenti, on apprend que 95% des élèves apprécient l'utilisation d'Alloprof. Effectivement, la totalité d'entre eux a plus de facilité à terminer ses devoirs et a obtenu l'aide recherchée après avoir fait appel aux services de l'organisme. Plusieurs élèves ont également mentionné que les enseignants d'AP ne faisaient pas que leur donner la réponse, mais les amenaient à comprendre et à apprendre. Il va sans dire que les résultats obtenus par Karsenti (2015) permettent d'affirmer toute la pertinence et l'efficacité de l'organisme AP comme mesure de soutien à la pratique des devoirs par les élèves du Québec. Néanmoins, il demeure un flou important concernant la nature de l'aide recherchée par les élèves lors de la réalisation de leurs devoirs de S-T à la maison ainsi que sur les difficultés qui en sont à l'origine, les poussant notamment à faire

appel aux services d'AP. À cet égard, il est nécessaire d'investiguer davantage pour non seulement répertorier ces difficultés, mais également de porter un éclairage plus précis sur la forme que prend l'aide fournie aux élèves lors des interventions des enseignants ressources du centre Alloprof en sciences - Rio Tinto – Saguenay.

Le contexte d'AP offre donc une perspective de recherche à la fois originale et singulière, à *fortiori* en matière d'apprentissage en S-T. En effet, les études antérieures (Zimmerman et Kitsantas, 2005) dans ce créneau ont principalement dépeint le phénomène de l'apprentissage dans un contexte plus formel et traditionnellement ancré aux réalités de la salle de classe. En revanche, la perspective offerte par AP est plutôt excentrique à cette dernière situation, les conditions en vigueur étant ici très différentes de celles qui prévalent d'ordinaire en milieu scolaire. À nos yeux, l'analyse des interventions faites par les enseignants d'AP ouvre un espace de recherche permettant, entre autres, l'étude des questions posées par les élèves en S-T lors de la période des devoirs, dévoilant en corolaire de précieux indices sur les principales difficultés rencontrées par ces derniers lorsqu'ils se retrouvent à l'extérieur de la classe.

Cette étude souhaite donc répondre aux deux questions suivantes : *quelles difficultés d'apprentissage en sciences et technologie les élèves du secondaire manifestent-ils par leurs questions posées lors d'interventions visant à soutenir la pratique des devoirs et quelles sont les pratiques enseignantes observées portant sur ces difficultés ?* De façon plus spécifique, les objectifs de cette recherche sont les suivants :

1. Identifier et répertorier les difficultés rencontrées par les élèves du secondaire lors de la pratique des devoirs en S-T ;
2. Identifier et répertorier les pratiques enseignantes mises de l'avant par le centre AP en S-T ;
3. Analyser les liens entre les difficultés des élèves et les pratiques enseignantes répertoriées précédemment.

Pour bien comprendre l'étude

Pour être en mesure de répondre adéquatement aux objectifs de recherche, il importe de préciser quelques éléments de référence afin de pouvoir étayer les éléments observés par des fondements théoriques. Dans un premier temps, il apparaît nécessaire de préciser quelles sont les attentes ministérielles en ce qui concerne les apprentissages à réaliser en S-T. Subséquemment, il sera utile de se doter d'une grille d'analyse théorique pour faire ressortir toute la pertinence des données récoltées. À cet égard, la notion de *Pedagogical content knowledge* (PCK) développée par Shulman (1986 ; 1987) s'avère tout à fait à propos. Enfin, il faudra définir le concept de développement professionnel afin de parvenir à cerner les impacts de l'organisme AP sur le perfectionnement des compétences des enseignants en S-T.

Le Programme de formation en science et technologie au secondaire

Avec l'implantation du Renouveau pédagogique à partir de l'an 2000 au primaire et 2005 pour le secondaire, l'enseignement des sciences à l'école s'inscrit désormais dans une approche pédagogique axée sur le développement de compétences. Cette approche recommande dorénavant un décloisonnement nécessaire des différentes matières mathématiques, scientifiques et technologiques, car le développement des compétences nécessite la mobilisation de connaissances pluridisciplinaires qui ne s'inscrit pas *ipso facto* dans une logique disciplinaire (MEQ, 2003 ; MELS, 2005 ; MELS, 2007). En effet, l'astronomie, la biologie, la chimie, la géologie, la physique et la technologie sont désormais regroupées en une seule discipline parce que le besoin de recourir aux connaissances et aux méthodes de ces divers champs disciplinaires favorise un développement global des trois compétences du domaine de la science et de la technologie (MELS, 2007). Les figures 1, 2 et 3 montrent les trois compétences ainsi que l'ensemble des composantes à développer en S-T lors du parcours de formation générale au Québec pour le niveau secondaire.

Figure 1 : Compétence 1 et ses composantes en science et technologie (MELS, 2007)

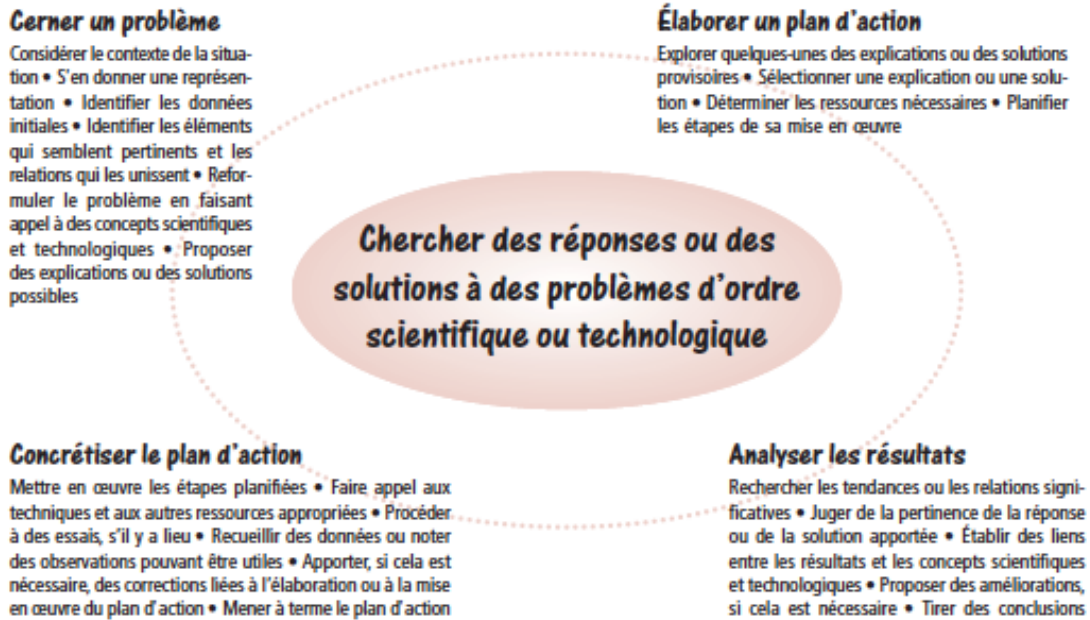


Figure 2 : Compétence 2 et ses composantes en science et technologie (MELS, 2007)

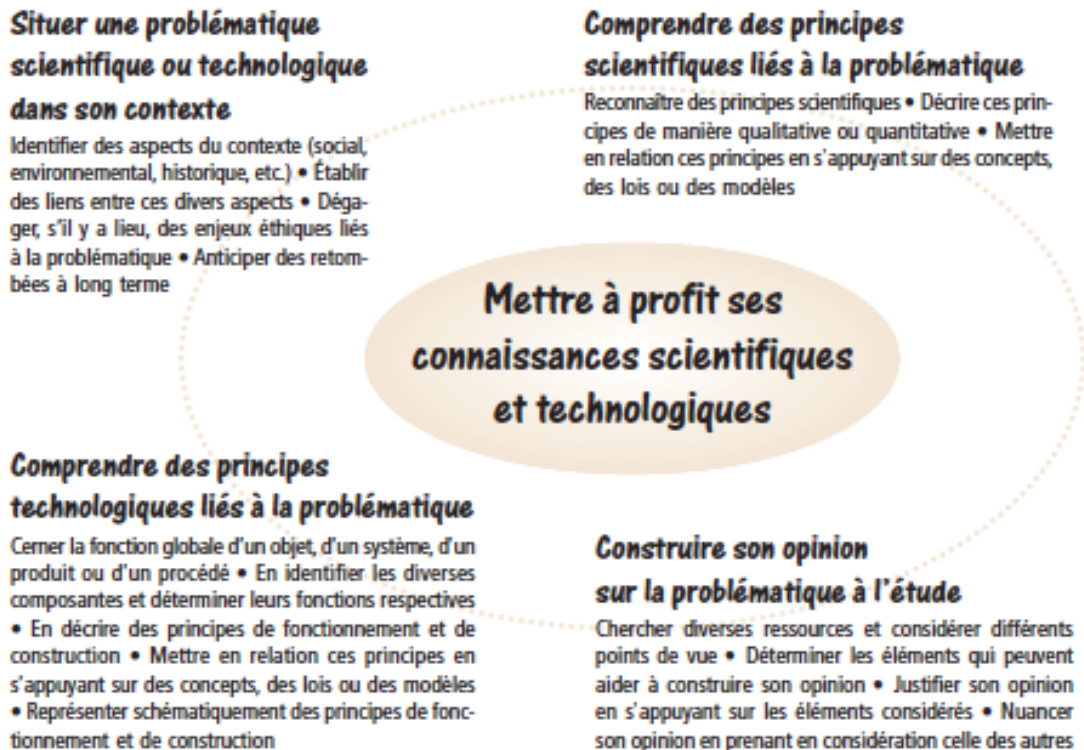
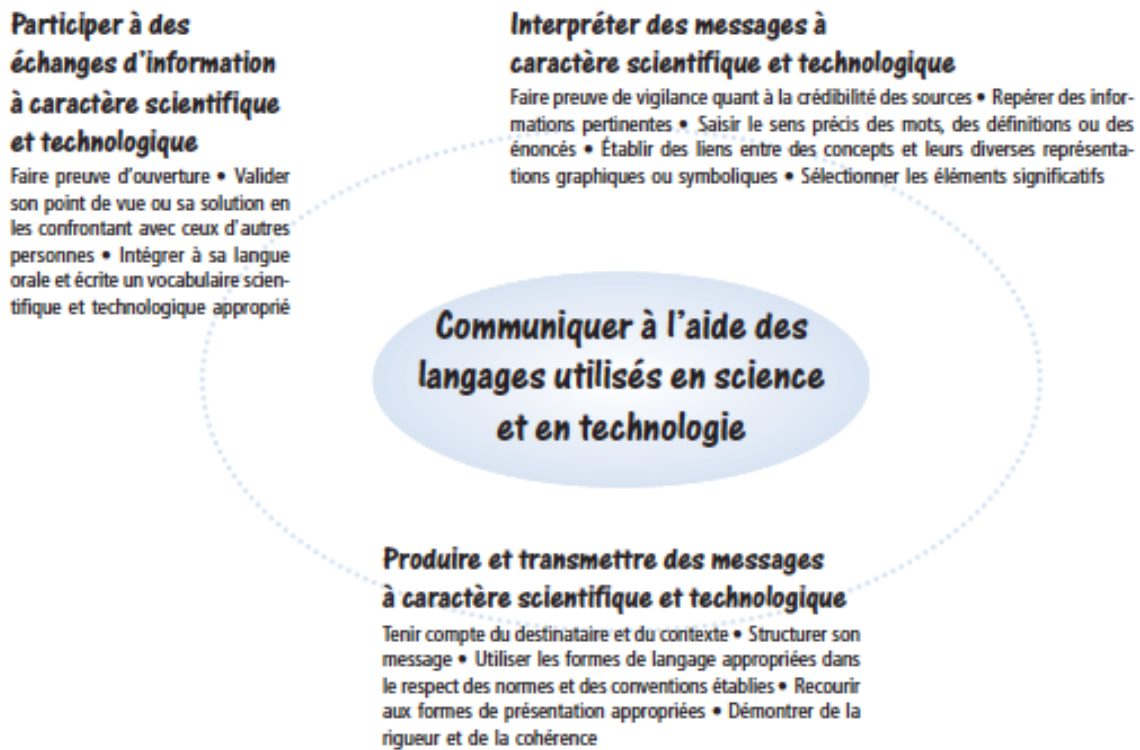


Figure 3 : Compétence 3 et ses composantes en science et technologie (MELS, 2007)



Évidemment, ces trois compétences et les composantes qui s'y rattachent se construisent de la première à la quatrième année du secondaire et sont indissociables des quatre univers suivants : l'univers vivant, l'univers matériel, la terre et l'espace ainsi que l'univers technologique. Pour la cinquième année du secondaire, l'apprentissage des sciences peut se poursuivre avec les cours optionnels de chimie et de physique. En chimie, ce sont les concepts de gaz, d'aspects énergétiques des transformations, de vitesse de réaction, d'équilibre chimique et de techniques qui sont au programme, alors qu'en physique, on aborde les concepts de cinématique, de dynamique, d'équilibre et résultante de plusieurs forces, de transformation de l'énergie ainsi que d'optique géométrique.

La planification et l'enseignement des S-T selon la notion de PCK de Shulman

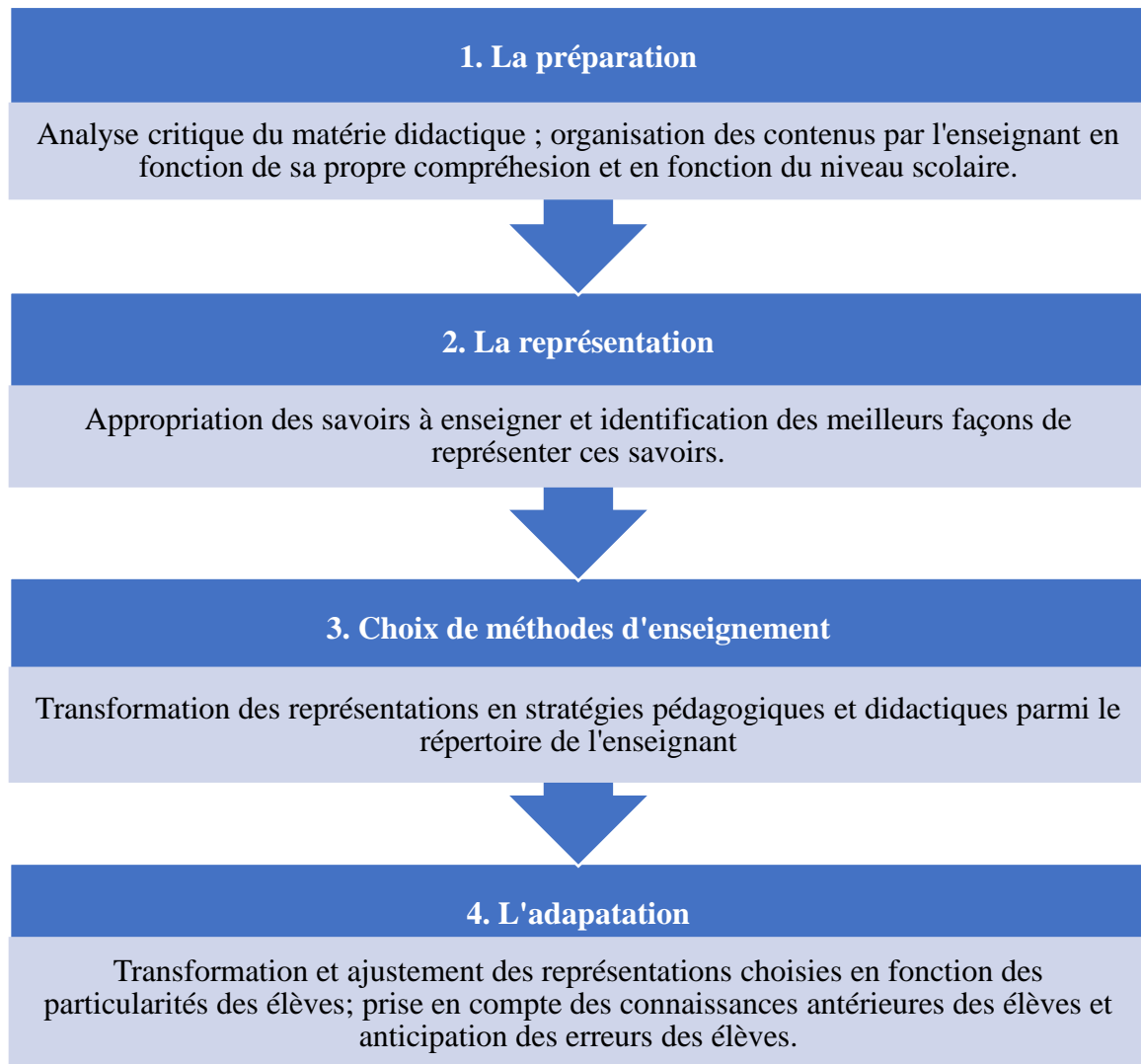
Shulman (1986; 1987) a développé ses recherches sur le rôle qu'avait les connaissances disciplinaires des enseignants sur la planification et l'enseignement de ces connaissances au niveau secondaire. Son intérêt pour ce sujet venait de son insatisfaction quant à la place accordée aux connaissances disciplinaires dans les recherches en enseignement, mais aussi à son regard critique de l'idée largement répandue que la seule maîtrise des connaissances disciplinaires est suffisante pour enseigner adéquatement (Raymond, 1998).

C'est dans ce contexte que Shulman (1986) propose de catégoriser les savoirs liés à l'acte d'enseigner en trois groupes :

1. La connaissance des contenus (*content knowledge*) ;
2. Le *pedagogical content knowledge* (PCK) ;
3. La connaissance des programmes d'enseignement (*curricular knowledge*).

La première catégorie, la connaissance des contenus, réfère évidemment à l'ensemble des savoirs disciplinaires (p. ex. faits, concepts, règle, principe, etc.) et à l'organisation de ces savoirs, mais également aux mécanismes épistémologiques permettant de réguler la production de ces savoirs. Le PCK, quant à lui, renvoie à la connaissance des contenus en fonction de leur enseignement, c'est-à-dire les savoirs qui permettent à l'enseignant de rendre des notions disciplinaires compréhensibles pour les élèves. Concrètement, cela se traduit par des savoirs qui concernent le niveau de difficulté quant à l'apprentissage de certaines notions, les préconceptions erronées de certains concepts, la connaissance de stratégies permettant de bien faire comprendre un concept à un élève, un répertoire d'anecdotes ou d'exemples qui serve à éclaircir certaines notions, etc. Enfin, la dernière catégorie désigne non seulement la composition du programme de formation de la discipline enseignée, mais également les connaissances portant sur le matériel didactique et les façons d'utiliser ce matériel. En outre, le *curricular knowledge* inclut les savoirs relatifs aux autres disciplines scolaires qui permettent de faire le pont entre la matière enseignée et le contenu provenant de ces autres disciplines (Shulman, 1986).

Le PCK intervient donc principalement lorsque l'enseignant doit transformer les savoirs disciplinaires en savoirs à enseigner. Pour Shulman (1987), cette transformation s'effectue selon le processus suivant :



Ces quatre étapes constituent une modélisation du mécanisme par lequel les enseignants parviennent à transformer des savoirs disciplinaires en savoirs enseignables. Il faut néanmoins préciser qu'il peut être difficile de séparer complètement le PCK des autres savoirs pédagogiques généraux dans la mesure où l'acte d'enseigner est complexe (Raymond, 1998). Gardons tout de même à l'esprit que le PCK nécessite une mise en relation des savoirs disciplinaires et des pratiques enseignantes, alors que les savoirs

pédagogiques plus généraux font abstraction de cette relation afin d'être davantage généralisables à un ensemble de disciplines. Considérant que cette étude s'intéresse spécifiquement aux difficultés d'apprentissage et aux pratiques enseignantes lors de la pratique des devoirs en science et technologie, il est essentiel d'étudier à la fois les savoirs pédagogiques généraux et le PCK des enseignants en contexte de soutien aux devoirs.

Le développement professionnel des enseignants

Considérant que l'un des enjeux principaux de cette recherche nécessite de comprendre l'orchestration des pratiques enseignantes permettant le soutien aux devoirs en S-T, la précision des concepts de développement professionnel et de communauté de pratique s'avère être une étape essentielle de cette recherche.

Dans les recherches portant sur le développement professionnel, deux perspectives principales s'affrontent : la vision développementale et la vision axée sur la professionnalisation. La vision développementale considère le cheminement professionnel comme une succession d'étapes. Par exemple, Fessler (1992) propose que le développement professionnel s'effectue selon les étapes suivantes : formation initiale, entrée dans la profession, consolidation des compétences, enthousiasme, frustration, stabilité, désengagement et départ de la profession. La deuxième perspective, axée sur la professionnalisation, est davantage pertinente, surtout en ce qui a trait à l'enseignement, parce qu'elle met l'accent sur l'engagement des professionnels dans leur processus d'apprentissage et de recherche d'amélioration de leurs pratiques (Uwamariya et Mukamurera, 2005). Day (1999) définit le développement professionnel comme un

processus par lequel, individuellement et collectivement, les enseignants révisent, renouvèlent et augmentent leur engagement en tant qu'agents de changement, aux fins morales de l'éducation. Grâce à ce processus, ils acquièrent et développent de façon critique le savoir, les habiletés et l'intelligence émotionnelle qui sont essentiels à une pensée, à une planification et à une pratique de qualité, tout au long de la vie professionnelle. (p. 4)

Brodeur, Feudelin et Bru (2005) ajoutent que l'objectif du développement professionnel est de favoriser, en fin de compte, l'apprentissage des élèves.

Parallèlement au concept de développement professionnel, il importe de définir quels sont les espaces favorables permettant développement.

Les communautés de pratiques sont des groupes de personnes qui se rassemblent afin de partager et d'apprendre les uns des autres, face à face ou virtuellement. Ils sont tenus ensemble par un intérêt commun dans un champ de savoir et sont conduits par un désir et un besoin de partager des problèmes, des expériences, des modèles, des outils et les meilleures pratiques. Les membres de la communauté approfondissent leurs connaissances en interagissant sur une base continue et à long terme, ils développent un ensemble de bonnes pratiques. (Wenger, McDermott et Snyder, 2002)

Lave et Wenger (1991) précisent que l'engagement et la collaboration des enseignants sont les éléments constitutifs clés qui permettent la construction de connaissances au sein de la communauté de pratique. Ils ajoutent que la formation d'une communauté de pratique repose sur 4 principes fondamentaux : l'engagement mutuel des membres, une entreprise commune, la participation périphérique commune (c'est-à-dire le processus d'intégration des nouveaux membres dans la communauté et un répertoire partagé. Enfin, pour Schussler (2003) la communauté d'apprentissage se révèle utile parce qu'elle permet à un groupe de se réunir dans le but d'apprendre, de se soutenir les uns les autres et de développer une vision commune de l'école.

Bref, il s'agira non seulement de comprendre comment le centre Alloprof en sciences - Rio Tinto – Saguenay constitue une ressource visant le soutien aux devoirs, mais également d'établir dans quelle mesure ce centre permet le développement et l'amélioration des pratiques pédagogiques des enseignants qui y travaillent.

Déroulement de la recherche

Pour s'assurer d'atteindre les objectifs de cette recherche, qui s'intéresse aux difficultés d'apprentissage des élèves en science et technologie et aux pratiques mobilisées par les enseignants-ressources pour pallier ces difficultés dans un contexte d'enseignement personnalisé à distance, il importe de s'appuyer sur un cadre méthodologique permettant la découverte de réalités complexes. On ne saurait décrire adéquatement les difficultés vécues par les élèves ainsi que les mécanismes d'interventions pédagogiques mis en place par des enseignants d'AP par un simple portrait statistique. C'est pourquoi cette étude de type exploratoire s'inscrit dans une posture de recherche qualitative/interprétative axée sur l'analyse et l'interprétation des difficultés des élèves et des pratiques des enseignants (Merriam, 2009). Une telle méthodologie s'intéresse aux pratiques et nécessite une compréhension profonde des phénomènes humains. Savoie-Zajc (2011) précise que le chercheur employant une méthodologie qualitative interprétative s'engage dans un processus comprenant trois phases : 1) l'échantillonnage théorique, 2) la collecte des données et 3) l'analyse inductive des données. Ce cycle est répété jusqu'à ce que le chercheur juge que les nouvelles données n'apportent plus rien à la compréhension du phénomène observée. Cette méthodologie aboutit sur une recherche qui peut être qualifiée d'émergente puisqu'elle est guidée graduellement par le sens que le chercheur attribue aux données et par son contact avec les participants. À des fins de triangulation, les données proviennent, d'une part, des interactions entre un enseignant-ressource et un élève ayant recours au service d'AP et, d'autre part, d'entrevues semi-dirigées réalisées auprès d'enseignants du centre Alloprof en sciences - Rio Tinto – Saguenay.

L'échantillonnage et collecte des données

En ce qui a trait à l'échantillonnage pour les interventions réalisées auprès d'élèves du secondaire ayant recours au service d'AP, les données prennent trois formes différentes :

1. Des enregistrements audios des interventions téléphoniques (n=38) ;

2. Des retranscriptions des conversations par messagerie texte entre les enseignants ressources d'AP et les élèves (n=100) ;
3. Des retranscriptions d'interventions réalisées sur le forum d'AP où un enseignant-ressource participait obligatoirement à l'échange (n=100).

Le processus de sélection des interventions s'est fait de façon aléatoire à partir de la banque de données d'AP¹. Il importe de préciser qu'un critère de saturation de données a été appliqué afin d'interrompre la collecte des données concernant les interventions réalisées par les enseignants-ressources d'AP. Ce critère de validation (la saturation des données) désigne le moment où l'ajout de données nouvelles n'entraîne pas une meilleure compréhension du phénomène étudié, mais plutôt une redondance de ce qui a déjà été observé. Cela indique que la collecte de données supplémentaires n'est pas nécessaire (Savoie-Zajc, 2009). Le tableau suivant présente la répartition des 238 interventions analysées.

Tableau 1 : Répartition des sources de données analysées selon le niveau et la provenance

Niveau et matière	Appels téléphoniques	Messagerie texte	Forums en ligne	Total
1 ^{re} secondaire (S1)	2	4	7	13
2 ^e secondaire (S2)	1	7	8	16
3 ^e secondaire (S3)	4	14	18	36
4 ^e secondaire (S4)	11	38	25	74
Physique 5 ^e secondaire (P5)	6	18	17	41
Chimie 5 ^e secondaire (C5)	14	17	22	53
Non assigné (N/A)	0	2	3	5
Total	38	100	100	238

On remarque d'entrée de jeu que plus de 70 % des élèves qui font appel aux services d'AP en science et technologie proviennent de la 4^e et de la 5^e secondaire, ce qui est sans doute

¹ AP dispose de l'enregistrement de chaque intervention effectuée par le biais de ses services, constituant la banque d'interventions. Les enregistrements ne permettent en aucun temps de retracer les élèves qui y ont participé et ont été obtenus avec l'aval d'un comité éthique.

lié à une augmentation évidente du niveau de difficulté des concepts scientifiques au 2^e cycle du secondaire.

Dans un autre ordre d'idées, l'usage de l'entrevue semi-dirigée est une excellente façon de vérifier la validité de résultats obtenus par d'autres moyens (Boutin, 1997). Dans le cadre de la présente recherche, cette triangulation des données s'est fait grâce à la participation volontaire de neuf enseignants-ressources du centre Alloprof en sciences - Rio Tinto – Saguenay. Le but de ce type d'entretien est évidemment de comprendre, à l'aide d'une démarche exploratoire, le cadre relationnel, organisationnel et pédagogique qui mène à l'apprentissage, et ce, du point de vue des enseignants interrogés (Thierney et Dilley, 2001). Plus précisément, il apparaissait nécessaire d'identifier le profil des enseignants d'AP, de comprendre le déroulement et la nature des interventions réalisées ainsi que les étapes qui permettent de solutionner les problèmes rencontrés par les jeunes utilisant le service. Le profil des neuf participants aux entrevues est relativement homogène. Cinq d'entre eux ont une formation d'enseignant au secondaire en science et technologie, alors que les quatre autres proviennent du baccalauréat en enseignement au secondaire en mathématique. La totalité d'entre eux fait également de la suppléance ou est sous contrat (d'enseignement). Ils ont tous terminé leur baccalauréat entre 2009 et 2016 et les deux tiers poursuivent des études en éducation ou dans un autre domaine.

Traitement et analyse des données

Par l'entremise d'un logiciel d'analyse qualitative, les données ont été codées en utilisant une procédure d'analyse dite « inductive » (Blais & Martineau, 2006), c'est-à-dire permettant de générer des catégories émergentes. Les six étapes suivantes ont été respectées afin d'extraire le maximum d'informations pertinentes des données récoltées :

1. Organiser et préparer les données pour l'analyse ;
2. Prendre connaissance de l'ensemble des données pour en comprendre le sens général ;
3. Conduire l'analyse détaillée par codage ;
4. Utiliser le codage pour générer des descriptions, des catégories ou des thèmes et faire des liens entre ces thèmes ;
5. Représenter les données à l'intérieur du présent rapport de recherche ;
6. Interpréter les données pour leur donner du sens (Creswell, 2007)

Ces étapes ont été réalisées à la fois pour l'analyse des interventions effectuées par les enseignants-ressources d'AP et pour l'analyse des entretiens conduits auprès d'eux.

Résultats

Comme la question de recherche concerne à la fois les difficultés scolaires des élèves du secondaire en science et technologie lors de la pratique des devoirs ainsi que les pratiques enseignantes qui y sont liées, il importe d'analyser chacun de ces deux aspects. D'une part, les difficultés scolaires seront répertoriées de deux façons : selon les types de savoirs rencontrés dans le programme de science et technologie au niveau secondaire et selon la nature même de la difficulté rencontrée par l'élève. D'autre part, les pratiques enseignantes seront regardées sous l'angle des types d'interventions réalisées, mais aussi en ce qui a trait à la gestion de ces interventions et à l'amélioration des pratiques.

Analyse des difficultés scolaires des élèves en S-T

D'abord, il est intéressant d'observer la répartition des difficultés observées en fonction de la progression des apprentissages habituels en science et technologie au niveau secondaire. Le tableau 2 indique justement le nombre d'occurrences liées à un savoir essentiel particulier selon le programme en science et technologie.

Tableau 2 : Répartition des savoirs avec lesquels les élèves éprouvent des difficultés lors de la réalisation des devoirs

Champs disciplinaire	Nombre d'interventions en lien avec le savoir (n=238)	Nombre d'occurrences
Chimie	39	47
• Gaz	13	17
• Aspect énergétique des transformations	6	6
• Vitesse de réaction	9	12
• Équilibre chimique	10	11
• Techniques	1	1
Physique	37	39
• Cinématique	16	16
• Dynamique	12	14
• Transformation de l'énergie	1	1
• Optique géométrique	8	8
Univers matériel (sec 1 à 4)	13	133
• Propriétés	28	29
• Transformations	43	56
• Organisation	17	31

• Fluides	1	1
• Ondes	3	3
• Électricité et électromagnétisme	11	13
Univers vivant	23	26
• Diversité de la vie	4	4
• Maintien de la vie	6	6
• Systèmes	11	14
• Perpétuation des espèces	2	2
La terre et l'espace	13	14
• Caractéristiques de la terre	8	8
• Phénomènes géologiques et géophysiques	2	3
• Phénomènes astronomiques	3	3
Univers technologique	10	15
• Langage des lignes	2	2
• Ingénierie mécanique	7	9
• Ingénierie électrique	1	1
• Matériaux	1	2
• Fabrication	1	1
Techniques	6	6
• Technologie	1	1
• Science	1	1
• Techniques communes à la science et à la technologie	2	2

Difficultés en lien avec l'aspect mathématique des sciences

Un premier élément à souligner par rapport aux types de savoirs qui posent davantage de problèmes aux élèves est la prépondérance des contenus liés à l'application des mathématiques à des concepts scientifiques. Effectivement, les transformations en quatrième secondaire (p. ex. stœchiométrie), les propriétés des gaz (p. ex. loi des gaz parfaits), les équations liées à la cinématique (p. ex. le mouvement d'un corps sur un plan incliné) et *tutti quanti* nécessitent tous des savoirs ayant une teneur mathématique. Les entrevues effectuées auprès des enseignants pointent dans la même direction : les sujets des questions concernent fréquemment des savoirs en science nécessitant une bonne compréhension des

mathématiques. D'ailleurs, les élèves doués en mathématique ont rarement des difficultés avec l'aspect mathématique des sciences et c'est davantage la compréhension des relations qui pose problème (Maloney, 1994). Autrement dit, à l'exception des jeunes pour qui les mathématiques sont particulièrement difficiles, la difficulté ne provient pas tant de l'application des mathématiques aux concepts de sciences, mais plutôt d'une difficulté à transférer des connaissances procédurales et conditionnelles d'une discipline scolaire à une autre, surtout dans la mesure où l'on exige que l'élève parvienne à appliquer ces connaissances dans un contexte nouveau et original (Maloney, 1994). À cet égard, il semble qu'un maillage plus fort entre l'explicitation des concepts en science et la compréhension des mathématiques sous-jacentes serait potentiellement bénéfique en vue d'améliorer la compréhension des élèves du secondaire en S-T. Ainsi, pour rendre ce transfert possible, il ne suffit pas de simplement rappeler la présence d'un lien entre les mathématiques et les sciences.

Le transfert est aussi lié à la reconnaissance de ce qui est nécessaire pour passer d'un contexte à un autre. Or, cette reconnaissance ne se produit pas spontanément chez l'élève, mais elle est facilitée si l'enseignant attire son attention sur celle-ci et l'exerce par la réalisation de plusieurs expériences d'apprentissage semblables. D'après les chercheurs, l'élève n'est pas en mesure de décontextualiser par lui-même les apprentissages réalisés dans des tâches sources pour les transférer dans des tâches cibles. Il a besoin pour cela du soutien de l'enseignant. (Gauthier, Bissonnette et Richard, 2013, p. 225)

Il semble donc qu'une attention toute particulière doit être portée lors du transfert d'apprentissages mathématiques en science et technologie puisque cela paraît particulièrement difficile pour les élèves du secondaire lors de la réalisation de leurs devoirs.

Les différentes catégories de difficultés rencontrées par les élèves

Par ailleurs, l'analyse des 238 interventions réalisées a permis de dégager 13 sous-catégories de difficultés rencontrées par les élèves qui peuvent être regroupées en trois catégories principales, soit d'ordre conceptuel, d'ordre expérimental et d'ordre terminologique/langagier.

La catégorie *conceptuelle* s'avère être la plus saillante au sein des questions posées par les élèves. Celle-ci fait intervenir principalement des questions (qualitatives) de compréhension et de validation d'un concept scientifique ainsi que de questionnements

(quantitatifs) liés à la résolution d'exercices. Cette catégorie regroupe les éléments suivants : le besoin d'avoir un exemple, les problèmes liés à la compréhension d'un concept, la demande d'exercices supplémentaires, des problèmes rencontrés lors de la validation avec le corrigé, les difficultés à résoudre un problème qui leur est posé ainsi que des questions posées par les élèves afin de vérifier s'ils ont bien compris la matière. À titre d'exemple, un élève souhaitait avoir plus d'explications sur les types de rayonnement électromagnétique tandis qu'un second élève voulait savoir ce qu'il adviendrait si des sœurs jumelles tombaient toutes deux enceintes de pères qui sont eux aussi jumeaux. Évidemment, cette catégorie est directement liée à la deuxième compétence *Mettre à profit ses connaissances scientifiques et technologiques* (MELS, 2005, 2007).

La deuxième grande catégorie est celle d'ordre *expérimental* et fait intervenir principalement des questions liées à la réalisation de laboratoires. Cette catégorie regroupe les problèmes liés à la mise en pratique des concepts théoriques. Les difficultés qui ont été rencontrées sont rattachées à la formulation d'une explication à la suite de la réalisation d'un laboratoire ou encore de la conception d'un protocole de laboratoire. Par exemple, un élève avait de la difficulté à lier les résultats de l'expérience qu'il avait réalisée en classe aux concepts scientifiques inhérents. Cette catégorie touche sans équivoque la première compétence du programme de formation en science et technologie, c'est-à-dire *Chercher des réponses ou des solutions à des problèmes d'ordre scientifique ou technologique* (MELS, 2007).

Enfin, la dernière catégorie concerne les difficultés d'ordre langagier et terminologique. Les difficultés rattachées à cette catégorie peuvent se présenter sous la forme d'une différence concernant la terminologie utilisée par l'enseignant d'Alloprof par rapport à celle utilisée par l'enseignant de l'élève ou encore à des problèmes liés à la compréhension d'une question. Concrètement, plusieurs élèves n'arrivaient pas à bien comprendre la question qui leur était posée ou encore éprouvaient de la difficulté à s'approprier l'explication à cause d'une différence concernant la terminologie utilisée. Sans surprise, cette dernière catégorie se réfère à la troisième compétence en science et technologie : *Communiquer à l'aide des langages utilisés en science et en technologie* (MELS, 2005, 2007). Le tableau 3 dresse un portrait de la fréquence des difficultés en fonction de ces trois catégories ainsi que du format

d'intervention (appels, textos ou forums).

Tableau 3 : Fréquence des difficultés éprouvées par les élèves selon les catégories et le format d'intervention

Catégorie	Format d'intervention			Total
	Appels	Textos	Forums	
Conceptuel	35	93	80	208
Expérimental	3	4	10	17
Langagière et terminologique	0	0	7	7
Total	38	97	97	238

On constate donc une forte dominance des difficultés d'ordre conceptuel, c'est-à-dire résolument en lien avec la deuxième compétence *Mettre à profit ses connaissances scientifiques et technologiques* (MELS, 2005, 2007). Il appert donc pertinent de spécifier la nature de ces difficultés plus en profondeur.

Les difficultés d'ordre conceptuel

D'abord, on constate que la principale difficulté vécue, qui concerne près de la moitié des élèves de l'ensemble de l'échantillon, est la compréhension des concepts scientifiques. Par exemple, voici ce que des élèves faisant appel un au service d'AP demandaient aux enseignants-ressources :

Élève 1 : *Bonjour ! Je ne comprends pas la différence entre une terminaison nerveuse libre et un corpuscule. ☺*

Élève 2 : *Bonjour, Demain j'ai mon examen final de sciences et technologies et je n'arrive pas à saisir la différence et les principales caractéristiques des roches ignées détritiques et chimiques même après avoir relu plusieurs fois mes notes de cours et la bibliothèque virtuelle du site, pourriez-vous m'expliquez s'il-vous-plait car il faut absolument que je sache les différencier et les expliquer par moi-même pour l'examen.*

Élève 3 : *On est dans le chapitre de la vitesse de la réaction, pis des fois y'a des exercices qui nous demandent de classer les équations en ordre croissant de leur vitesse de réaction, par rapport au nombre de liaisons à briser. Et moi je ne comprends pas [...] comment ça marche. Comment je détermine le nombre de liaisons à briser.*

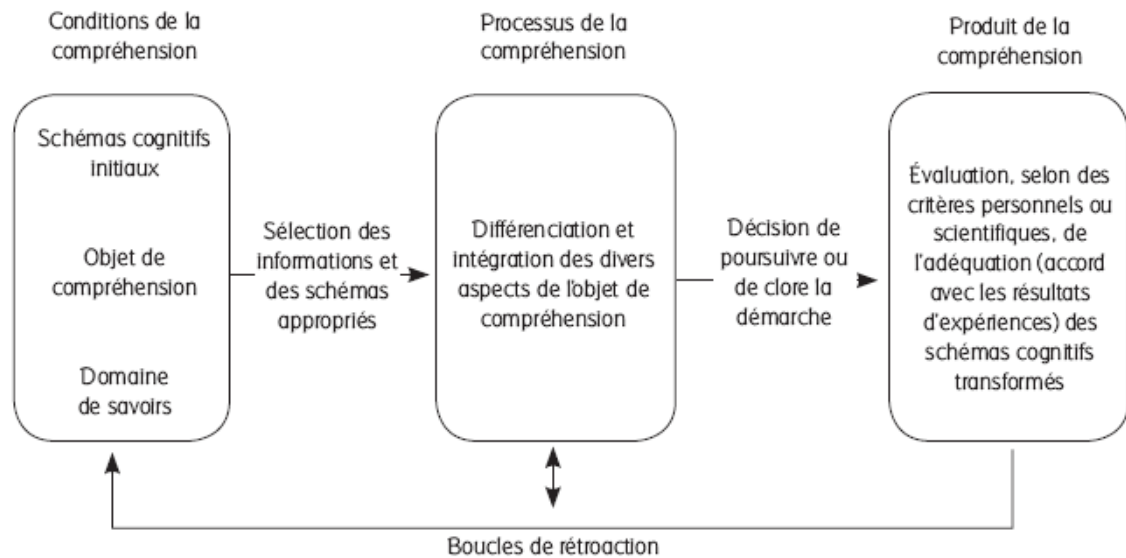
Tableau 4 : Principales difficultés d'ordre conceptuel ayant amené les élèves à utiliser le service Alloprof

Difficultés d'ordre conceptuel	Format d'intervention			Total
	Appels	Textos	Forums	
Compréhension d'un concept	15	53	43	111
Résoudre un problème	16	37	27	80
Autres difficultés	4	3	10	17
Total	35	93	80	208

Ce type de difficultés est intrinsèque aux savoirs, ce qui signifie que la conception que ce fait l'élève du savoir en question est soit erroné ou soit incomplète. L'élève se retrouve donc en difficulté parce qu'il ne maîtrise pas suffisamment les concepts vus en classe. Pour Biggs (1993), la démarche de compréhension d'un concept scientifique s'opère en trois étapes : les conditions de la compréhension, le processus de la compréhension et le produit de la compréhension (Figure 4).

Brièvement, les conditions de la compréhension sont la disposition cognitive de l'élève et les savoirs scientifiques à apprendre ; le processus de compréhension réfère à la construction de sens et à l'appropriation du savoir en question ; le produit de la compréhension définit si l'état final de la compréhension répond aux exigences (Biggs, 1993). De toute évidence, pour la plupart des élèves ayant eu recours à Alloprof, la difficulté survient lors du processus de compréhension d'un concept scientifique.

Figure 4 : Schéma de la démarche de compréhension des concepts scientifiques (Trudel Parent et Métioui, 2009).



Dans le tableau 4, on remarque qu'une partie relativement importante des difficultés concerne également la résolution de problème, c'est-à-dire lorsque l'élève est confronté à une question sans savoir comment procéder pour y répondre alors qu'il est en train de faire ses devoirs. Voici des exemples de questions auxquelles sont confrontés les enseignants ressources d'AP dans environ le tiers de leurs interventions :

Élève 4 : *Ma dernière question: soit la neutralisation de NaOH par du HCl. Quelle devra être la concentration de 250 mL de HCl pour qu'il y ait une réaction complète avec 500mL de NaOH d'une concentration de 0,5 mol/L ?*

Élève 5 : *On a une ampoule de 80 watts qui fonctionne sur un circuit de 220 volts. Quelle est l'intensité du courant qui la traverse et si l'ampoule demeure allumé en moyenne deux heures par jour. Quelle est sa consommation d'énergie annuelle en kilowatts ?*

Élève 6 : *Ok. On veut détruire une maison en briques... Pour ce faire on utilise une grue sur laquelle on attache avec une chaîne de trois mètres.... une longue boule d'acier. [...] La grue permet de faire osciller la boule comme un pendule. [...] La boule peut atteindre un angle maximal de 40 degrés par rapport à la verticale. [...] À quelle vitesse maximale la boule peut-elle frapper le mur de briques ?*

Que ce soit la compréhension d'un concept scientifique ou la résolution d'un problème qui pose des difficultés à l'élève, c'est la compétence 2 (*Mettre à profit ses connaissances scientifiques et technologiques*) du programme de formation en science et technologie et plus spécifiquement de la composante *comprendre des principes scientifiques liés à la problématique* qui est sollicité par ces types de difficultés d'ordre conceptuel. Plus précisément, cette composante demande à l'élève qu'il parvienne à :

- Reconnaître des principes scientifiques ;
- Décrire ces principes de manière qualitative ou quantitative ;
- Mettre en relation ces principes en s'appuyant sur des concepts, des lois ou des modèles (MELS, 2007).

Les difficultés d'ordre expérimental et d'ordre langagier et terminologique

Les difficultés d'ordre expérimental se déclinent en deux sous-catégories : la difficulté à formuler une explication dans un rapport de laboratoire et la difficulté à concevoir un protocole de laboratoire. Le tableau 5 montre qu'environ 7 % des élèves ayant fait appel aux services d'AP éprouvent ce type de difficultés et que la plupart d'entre eux demandent de l'aide via le forum.

Difficultés	Format d'intervention			Total
	Appels	Textos	Forums	
Formulation d'une explication dans un rapport de laboratoire (ordre expérimentale)	2	3	6	11
Concevoir un protocole de laboratoire (ordre expérimentale)	1	1	4	6
Total	3	4	10	17

Tableau 5: Les difficultés d'ordre expérimental et d'ordre langagier et terminologique

Typiquement, les questions provenant de cette catégorie ressemblent à ceci :

Élève 7 : Bonsoir! Comme labo j'ai dû fabriquer du dentifrice avec carbonate de calcium, bicarbonate de soude, sel, glycérine, fécule de maïs, savon et de l'essence de menthe. Puis maintenant, je dois trouver tous les concepts scientifiques relatifs à cette expérience.

Concernant les difficultés liées au langage scientifique, cette catégorie est faiblement représentée dans l'échantillon des 238 interventions. *Grosso modo*, il s'agit de difficultés relatives à l'incompréhension du sens de certains mots ou groupes de mots utilisés en S-T.

Élève 8 : *C'est quoi un médium ? On a jamais appris ce mot ?*

Élève 9 : *C'est quoi ça le point de sortie ?*

Ces deux catégories de difficultés (ordre expérimental ; ordre langagier et terminologique), bien qu'elles soient marginales en termes d'occurrences, nécessitent tout de même qu'on les mentionne, notamment parce qu'elles réfèrent sans équivoque aux compétences 1 et 3 du programme de formation en S-T (MELS, 2007).

Analyse des pratiques enseignantes permettant le soutien aux devoirs en S-T

Les 238 échanges entre les enseignants-ressources du centre Alloprof en sciences - Rio Tinto – Saguenay et des élèves de niveau secondaire du Québec ainsi que les neuf entrevues réalisées auprès d'enseignants de ce même centre ont permis de répertorier un ensemble diversifié d'interventions pédagogiques visant à soutenir ces élèves pendant qu'ils faisaient leurs devoirs en S-T.

Un premier élément observé concerne la durée des interventions. En moyenne, chaque échange entre l'enseignant et l'élève dure de 10 à 15 minutes, ce qui représente un temps considérable si l'on fait la comparaison avec le temps de soutien individuel qu'un enseignant peut raisonnablement accorder à ses élèves en contexte de classe. Or, comme la nature des difficultés des élèves concerne principalement une incompréhension ou du moins une compréhension partielle des concepts scientifiques, il appert que ce temps est indispensable pour permettre, d'une part, à l'enseignant de fournir les explications nécessaires et d'autre part, à l'élève d'intégrer ces nouvelles informations pour en dégager du sens et ainsi améliorer sa compréhension.

Un autre élément qui saute aux yeux tant dans les interventions que dans les entrevues est la préoccupation constante des enseignants pour s'assurer de la compréhension de l'élève. À cet égard, les enseignants interviewés font usage de plusieurs stratégies :

- Ils vérifient si l'élève parvient à obtenir la bonne réponse ;
- Ils demandent à l'élève de formuler une synthèse de l'explication donnée ;
- Ils demandent directement à l'élève s'il a compris les explications ;
- Ils questionnent l'élève au cours de l'échange afin de réguler sa compréhension.

Voici comment deux enseignants décrivaient qu'ils vérifiaient la compréhension des élèves :

Enseignant 1 : *En me rendant jusqu'à la fin du problème pour voir s'il arrive à terminer. Je le questionne tout au long pour savoir s'il me suit, Je le sens dans sa voix.*

Enseignant 2 : *Je demande à l'élève de résumer les étapes qu'on a réalisées ensemble. Je le questionne, je reprends ce que je crois qu'il n'a pas compris.*

Par ailleurs, considérant le vaste répertoire d'interventions mobilisées par les enseignants-ressources œuvrant chez AP, il apparaissait pertinent de condenser la présentation de ces interventions. Le tableau 6 expose ces interventions en précisant, par une description et des exemples, leur nature.

Tableau 6 : Description des interventions pédagogiques rencontrées lors de l'analyse

Interventions	Description	Exemples
1. Explique un concept	L'enseignant fournit à l'élève une explication sur une notion qui lui cause problème à la suite d'une question de l'élève ou de l'observation d'une difficulté par l'enseignant.	<p><u>Texto (S1)</u>: « Le volume, c'est l'espace que de la matière occupe. C'est la grosseur. La masse, c'est la quantité de matière. Dans le langage courant, on parle du poids. Poids n'est pas un bon terme mais c'est pour t'aider à comprendre. [...]»</p> <p><u>Appel (P5)</u>: « Ok excuse moi j'étais en train de revérifier quelque chose. Donc globalement ce qu'il faut comprendre, c'est que la force de frottement est proportionnelle à la force normale. Plus la force normale va être grande, plus la force de frottement va être grande. Jusque-là tu me suis ? »</p> <p><u>Forum (C5)</u>: « La capacité de réducteur et d'oxydant dépend d'un élément à l'autre et est considérée comme une propriété caractéristique. Ainsi, le choix des deux éléments influencera le potentiel de la pile. »</p>
2. Réfère ou utilise une aide extérieure	L'enseignant réfère l'élève à une aide extérieure pour appuyer son explication. Exemple d'aide extérieure : site d'Alloprof, autre site	<p><u>Texto (S3)</u>: « Les explications que tu cherches se trouvent sur notre bibliothèque virtuelle, voici le lien qui t'intéresse: http://www.alloprof.qc.ca/BV/Pages/s1557.aspx »</p> <p><u>Appel (C5)</u>: « Vas sur Google tape acide sulfurique, puis tout de suite je l'ai vu apparaître la molécule dans Wikipédia puis je vois comment elle est faite. »</p>

	internet, manuel scolaire, ...	<u>Forum (S4)</u> : « Je te conseille d'aller lire notre [Lien BV] sur la chaleur et la température pour t'inspirer. »
3. Énumère les étapes de la démarche à réaliser	L'enseignant fournit à l'élève la séquence d'opérations qu'il doit réaliser pour obtenir la solution à un exercice ou à un problème.	<u>Texto (P5)</u> : « En identifiant ta force à l'équilibre, tu pourras utiliser la formule $F=MG$. Tu trouveras la valeur minimum pour qu'il n'y ait pas de mouvement :) [...] Donc tu peux trouver la masse pour qu'il n'y ait pas de mouvement $137N= m* 9.8$. » <u>Appel (C5)</u> : « Ok. Donc là, il va falloir que tu trouves : 0.01 mole de zinc ça pèse combien [...] avec ta masse totale de zinc du départ bien tu vas soustraire la masse que tu vas avoir trouvé de ça. Fait qu'il va y avoir du zinc de trop j'imagine. » <u>Forum (C5)</u> : « Tu peux d'abord déterminer combien de moles d'aluminium il y a dans 0,54g avec sa masse molaire. Utilise la relation $N = m/M$. Une fois ce nombre de moles connu, utilise le rapport entre le H2 et l'aluminium dans ton équation balancée pour déterminer le N de ton H2. C'est une fois cette dernière étape complétée que tu devras appliquer la relation des gaz parfaits. »
4. Valide la compréhension de l'élève (as-tu compris ?)	L'enseignant questionne l'élève pour savoir s'il a bien compris avec une question semblable à : « as-tu compris ? ».	<u>Texto (S3)</u> : « Est-ce que c'est clair pour toi ? » <u>Appel (S4)</u> : « Donc, est-ce que tu as bien compris ce qu'on a fait ensemble ? » <u>Forum(S2)</u> : « Est-ce c'est plus clair maintenant Jasmine ? »
5. Donne la réponse	L'enseignant donne la réponse à l'élève. Ces situations arrivent parfois comme point de départ à une explication. Elles peuvent aussi arriver dans des moments où l'enseignant évite à l'élève d'avoir à faire un calcul.	<u>Texto (S4)</u> : « Électricité statique, car il a défini qu'il y avait des particules chargées dans le noyau. » <u>Appel (S4)</u> : « Deux multiplié par 3600 ça veut dire 7200 secondes. [...] Donc ça donne 25 920 000 joules. Mais tu le mets en kilojoules, tu divises par 1000. Ça te donne 25920 kilojoules. »
6. Questionne sur l'énoncé du problème	L'enseignant demande davantage de détails à l'élève sur le problème avant de se lancer dans ses explications ou dans son accompagnement.	<u>Texto (S4)</u> : « Salut! Alors c'est quoi le contexte de ton problème ? Quelles sont les valeurs qu'on te donne ? » <u>Appel (C5)</u> : « La réaction chimique n'était pas donnée dans le problème ? » <u>Forum (P5)</u> : « Il semble manquer des informations dans ton problème. Est-ce qu'on connaît l'orientation des vecteurs ? »
7. Vérifie la compréhension (pose une question)	L'enseignant pose une question à l'élève afin de vérifier s'il a bien compris un concept avant ou après une explication.	<u>Texto (S4)</u> : « Salut! Sais-tu il y a combien de particules dans 1 mole ? » <u>Appel (P5)</u> : « C'est lequel des deux endroits où j'ai le plus de moles de gaz ? Réaction inverse ou réaction directe ? »
8. Questionne l'élève sur ce qu'il a fait jusqu'à maintenant	L'enseignant questionne l'élève quant à savoir ce qu'il a fait jusqu'à maintenant pour	<u>Texto (S4)</u> : « Salut! As-tu commencé une démarche ? » <u>Appel (S4)</u> : « Ok. Est-ce que tu avais compris un peu le problème ? Ou pas du tout. Tu avais commencé, tu t'es arrachée les cheveux tu as appelé Alloprof, je ne sais pas ? Tu étais rendu où là-dedans. »

	<p>résoudre son problème. Il peut aussi le questionner uniquement pour savoir s'il a été en mesure de faire quelque chose.</p>	<p><u>Forum (C5)</u>: « Afin de valider ta réponse, j'aimerais avoir plus de détails concernant le système algébrique que tu as élaboré, c'est-à-dire les 2 équations avec 2 inconnues que tu as posées. Ainsi, je pourrai davantage t'aider pour la résolution de ce problème. »</p>
<p>9. Questionne l'élève avant de lui donner l'explication ou la démarche.</p>	<p>L'enseignant pose une ou des questions à l'élève avant de se lancer dans son explication ou dans l'accompagnement.</p>	<p><u>Texto (S4)</u>: « Que comprends-tu jusqu'à présent sur les degrés de libertés ? »</p> <p><u>Appel (S4)</u>: « Ok ouais. Le soleil qu'est-ce qui se passe là-dedans... Qu'est-ce qui fait l'énergie dans le soleil. »</p> <p><u>Forum (S3)</u>: « Vous a-t-on fournit un vade-mecum ? »</p>
<p>10. Valide la proposition ou l'explication d'un autre élève</p>	<p>L'enseignant valide l'information apportée par un autre élève sur le forum.</p>	<p><u>Forum (C5)</u>: « Merci Jean-Paul pour la précision des explications! »</p>
<p>11. Utilise un exemple</p>	<p>L'enseignant utilise un exemple pour appuyer son explication. Les exemples utilisés semblent être inventés par les enseignants en cours d'explication.</p>	<p><u>Texto (S2)</u>: « Un exemple serait une dissolution. Tu prends du lait dans lequel tu dissous de la poudre de chocolat chaud. La poudre va se dissoudre dans le lait. La conservation de la matière explique que les atomes dissous ne disparaîtront pas même si on les voit plus. Ils sont juste transformés en autre chose. »</p> <p><u>Appel (P5)</u>: « Bien oui. C'est que si tu pointes une lampe de poche à la surface de l'eau ou un laser, encore mieux, tu vas voir le laser qui va réfléchir au plafond, mais tu vas avoir aussi le laser qui va aller au fond de l'aquarium. C'est qu'il y a toujours un peu de réfraction, il y a toujours un peu de réflexion. »</p> <p><u>Forum (S1)</u>: « Pour bien comprendre cette propriété, je crois qu'il serait bien de le voir avec un exemple. J'ai sur ma table 3 cubes de même grosseur, donc de même volume. Cependant, je sais que mes trois cubes ne sont pas faits de la même substance. Il y en a un en bois, un en aluminium et un en cuivre. En les prenant un à la suite de l'autre dans ma main, je me rends compte que les cubes n'ont pas la même masse. Il y en a donc qui sont plus lourds que d'autres! Comment expliquer cela ? C'est à cause de la masse volumique. Les 3 cubes ont le même volume, mais étant donné qu'ils sont de natures différentes, ils n'ont pas la même masse. »</p>
<p>12. Réfère à son enseignant(e)</p>	<p>L'enseignant d'Alloprof suggère à l'élève de questionner son enseignant. Dans certains cas il s'agit d'un manque de précision dans la question ou parce que la question représente un défi et que l'enseignant de l'élève est le mieux qualifié pour y répondre.</p>	<p><u>Texto (S4)</u>: « Selon moi, tu es mieux de demander à ton enseignant car il connaît plus le laboratoire que moi. »</p> <p><u>Appel (S4)</u>: « Comme je te dis, au niveau du volume de O₂, nous on a cherché dans nos livres... puis on a trouvé la correspondance que 22,4 litres étaient pour une mole, donc par la suite 44,8 est pour deux moles. Donc tu pourras quand même vérifier auprès de ton enseignant si c'est bien la bonne méthode à suivre... Et te renseigner pour trouver la réponse. »</p> <p><u>Forum (C5)</u>: « D'accord. Je te conseil d'aller voir ton enseignant avec ta question. C'est une bonne question défi. Elle va pouvoir t'expliquer le lien entre le nitrox et la pression partielle des gaz (est-ce qu'elle a déjà parlé du nitrox et as-tu des notes sur le sujet ?). »</p>

<p>13. Place l'élève en attente le temps de lire ou de solutionner le problème.</p>	<p>L'enseignant a besoin d'un moment pour réfléchir sur le problème avant de pouvoir accompagner l'élève.</p>	<p><u>Texto (S4)</u>: « Je réfléchis de mon côté, je te réponds dans un instant. »</p> <p><u>Appel (S3)</u>: « Excuse-moi là je suis en train de chercher, je dois avouer que moi aussi j'ai comme un petit blanc. Puis j'avoue qu'il n'est pas marqué nulle part... Laisse-moi chercher encore un petit peu, je te reviens, ça sera pas long. »</p>
<p>14. Retour sur les connaissances antérieures</p>	<p>L'enseignant questionne l'élève sur les préalables à l'explication ou à un problème.</p>	<p><u>Texto (S4)</u>: « D'accord. Premièrement es-tu confortable avec les isotopes, tu les comprends ? »</p> <p><u>Appel (S4)</u>: « Ok. Combien de réactions nucléaires est-ce que tu connais toi ? »</p>
<p>15. Oriente l'élève dans sa réflexion</p>	<p>L'enseignant guide l'élève dans sa réflexion pour trouver une réponse à sa question.</p>	<p><u>Forum (S1)</u>: « Tu pourrais axer sur le fait que certaines substances ont chauffé plus rapidement que d'autres. Sinon, que ce n'est pas la totalité de l'énergie fournie par la plaque-chauffante qui s'est transmise à ton eau puisqu'il y a eu des pertes dans l'air. Bref, tout ce qui pourrait pousser ta réflexion un peu plus loin! »</p>
<p>16. Réfère au service téléphonique</p>	<p>L'enseignant réfère l'élève au service téléphonique, soit parce qu'il trouve le niveau de difficulté de la question trop élevé, soit parce qu'il se rend compte en cours de route que ce service serait préférable pour l'élève.</p>	<p><u>Texto (C5)</u>: « Bonsoir, nous pourrions beaucoup mieux t'aider par téléphone, est-ce que ce serait possible pour toi de nous appeler ? »</p> <p><u>Forum (C5)</u>: « Ha d'accord. Je te conseille alors de téléphoner à un enseignant, ça sera plus facile pour nous avec une discussion car par texte on finit par s'y perdre un peu. »</p>
<p>17. Questionne l'élève sur ce qu'il veut dire</p>	<p>L'enseignant demande à l'élève de clarifier ses propos.</p>	<p><u>Texto (S4)</u>: « Donc c'est plus quoi ta difficulté ? »</p> <p><u>Forum (S3)</u>: « Ok. Quand tu parles des propriétés des solutions, tu parles de quoi ? Tu veux dire par exemple : Leur concentration ou leur solubilité ? »</p>
<p>18. Explication de la question</p>	<p>L'enseignant clarifie la question à laquelle l'élève doit répondre.</p>	<p><u>Texto (P5)</u>: « D'accord, si ce n'est pas spécifié, on va considérer le problème comme s'il avait lancé sa balle obliquement vers le haut. »</p> <p><u>Appel (P5)</u>: « Ouais bien, ils veulent la distance entre le point de sortie et le point d'entrée. Ça veut dire qu'ils veulent la valeur à la surface. »</p> <p><u>Forum (S4)</u>: « C'est important de savoir ce qui se passe à 0 et 100 °C pour l'eau, mais comme c'était écrit dans ta question, tu dois décrire ce qui se passe jusqu'au point de fusion. Arrête à ce point. Pour ton numéro, tu ne t'occupes pas du point d'ébullition. »</p>
<p>19. Félicite l'élève</p>	<p>Encourage l'élève en le félicitant ou en lui spécifiant que ce qu'il a fait était bien.</p>	<p><u>Appel (P5)</u>: « Bien regarde, bravo parce que c'est la première chose qui faut faire habituellement. Ça l'aide beaucoup. »</p> <p><u>Forum (S3)</u>: « C'est une très bonne remarque Marianna. La différence dans le composé, c'est qu'il y a la création d'une liaison chimique entre les différents atomes. »</p>
<p>20. Identifie une erreur dans la</p>	<p>Lors de l'accompagnement de l'élève, dans la</p>	<p><u>Texto (S4)</u>: « Ton hydrogène n'est pas balancé correctement. [...] Tu ne peux pas faire de la stœchiométrie avec des masses. »</p>

	démarche de l'élève	résolution de son problème, l'enseignant identifie une erreur commise par l'élève.	<p><u>Appel (P5)</u>: « Ouais, mais ce n'est pas à l'échelle ça, tu ne peux pas prendre ta règle. »</p> <p><u>Forum (P5)</u>: « Pourquoi as-tu utilisé la fraction 1/6 dans ton calcul ? Dans la question, il est mentionné que l'image est le dixième de l'objet. Ta fraction devrait donc être de 1/10. »</p>
21.	Donne un truc (méthode de travail)	L'enseignant donne une astuce à l'élève pour l'aider dans les futures situations qu'il rencontrera.	<p><u>Appel (S4)</u>: « Donc, ce que je te conseille dans ces situations-là, écris-toi. Bien en fait, ce que je fais en ce moment, puis ce que je te conseille de faire. Récris-toi ton équation »</p> <p><u>Forum (P5)</u>: « Je te suggère de placer ton signe négatif devant la mesure en cm et non devant la fraction. [...] J'espère que cette méthode de calcul te permettra d'éviter des erreurs. »</p>
22.	Réflexion sur le phénomène (qualitatif)	L'enseignant réfléchit avec l'élève au phénomène concerné puisqu'il n'est pas en mesure de fournir une réponse ou une explication.	<p><u>Texte (C5)</u>: « [lien internet] Quand même complexe la saturation. Il faut se situer. Réfléchissons ensemble. Comment calculer un taux de saturation. As-tu eu des infos à ce sujet ? »</p> <p><u>Appel (C5)</u>: « J'en ai aucune idée. Bien moi j'ai l'impression que si la température est plus élevée ça va aller plus vite. En fait j'en ai une idée, c'est ce que je pense. Puis probablement que si ta concentration de solution est plus élevée ça devrait aller plus vite aussi. »</p>
23.	Aide l'élève à formuler son explication (Rapport de laboratoire)	Accompagne l'élève dans sa réflexion lors de la formulation d'une explication dans son rapport de laboratoire.	<p><u>Texte (C5)</u>: « Donc c'est possible qu'il y ait une petite différence entre ta couleur et celle du témoin mais pas assez pour que tu voies la différence ce qui pourrait être une cause d'erreur également. Je ne suis pas certaine de ce que je vais avancer, mais il est possible que durant la réaction tu aies trop manipulé tes échantillons où qu'ils aient été soumis à une source de chaleur ce qui aurait pu fausser les résultats de ton équilibre chimique. »</p> <p><u>Appel (S4)</u>: « Ok. Bien dans le fond, tu as vraiment la réponse. Puis ton affirmation elle est bonne. Tout ce qui te reste c'est à la formuler, puis tu peux dire n'importe quoi du genre : Puisque la température à l'intérieur de la bouteille. [...] a augmenté, nous pouvons déduire que l'ampoule a fourni de la chaleur au système... Tu peux aussi faire un lien avec la [Inaudible]. »</p> <p><u>Forum (S3)</u>: « Par exemple, si votre cylindre gradué était gradué au millilitre près. Tu sais qu'un instrument n'est pas plus précis que la moitié de sa plus petite division (ici : 0.5 ml). Il se peut que, malgré toute la minutie que vous avez mis à mesurer 20 ml, vous en aviez peut-être 19.5 ml. Ça a pu être assez pour faire varier vos résultats. Et c'est normal. Vous devez en discuter dans la discussion du rapport de lab... »</p>
24.	Utilise une image	Sur le forum, l'enseignant utilise une image pour accompagner son propos.	<p><u>Forum (P5)</u>: « Analysons l'image suivante pour comprendre les forces en jeu sur un plan incliné. [IMAGE JPG] Comme on peut le voir, la force gravitationnelle (flèche noire) se décompose en deux composantes, une force qui sera parallèle à la surface (flèche rouge) et une autre qui sera perpendiculaire au plan incliné (flèche bleue). »</p>
25.	Réfère vers une autre page du forum	L'enseignant mentionne à l'élève d'aller voir une autre page du forum où une	<p><u>Forum (P5)</u>: « J'ai répondu à ta question dans le forum précédent, voici le lien pour consulter la réponse. Si tu as d'autres questions, n'hésite pas! »</p>

	réponse à une question semblable a été postée.	
26. Identifie ce qui cause problème pour l'élève	Lors de l'accompagnement de l'élève, l'enseignant identifie un élément problématique dans la compréhension ou dans la démarche de l'élève.	<u>Texto (S4)</u> : « Ton erreur est ici. Il faut que les unités des volumes soient les mêmes. » <u>Appel (P5)</u> : « Bien, c'est parce que ton problème c'est que tu as de la misère à faire la différence entre un angle critique puis un angle incident. C'est deux choses différentes. »
27. Aide à l'élaboration d'un protocole de laboratoire	L'enseignant accompagne l'élève dans la conception de son protocole de laboratoire.	<u>Appel (C5)</u> : « Bin ta première étape ça serait de choisir ta première concentration. De réactif à 0,25 mole par litre. [...] Dans le fond, quand tu fais ton protocole, il faut que tu t'imagines entrain de la faire l'expérience. Il faut que tu sois comme sur un petit nuage au-dessus de ta personne puis que tu te regardes faire. Puis là tu dis c'est quoi qu'il faut que je fasse. » <u>Forum (NA)</u> : « Cela dépend beaucoup de ton enseignant(e). Certains exigent que les lunettes de sécurité s'y retrouvent, d'autres non. Toutefois, il est nécessaire d'y inclure l'ensemble du matériel qui te sera utile lors de ton laboratoire. Par contre, il ne faut pas abuser et inscrire des objets indirectement impliqués dans tes manipulations, par exemple, le sarreau ou le crayon de plomb. »
28. Attend que l'élève réalise un calcul	L'enseignant demande à l'élève de réaliser une tâche et attend qu'il ait terminé pour continuer.	<u>Texto (S4)</u> : « Ok! Essaie de la balancer, et envoie-moi ta réponse, comme cela, si tu as encore de la difficulté je vais t'aider »
29. Rappelle à l'élève que les services sont dédiés aux élèves du primaire ou du secondaire	L'enseignant clarifie la clientèle visée par les services d'Alloprof.	<u>Forum (P5)</u> : « Les services d'Alloprof, notamment notre forum, sont destinés aux élèves du primaire et du secondaire. Nous ne pouvons se permettre de répondre aux interrogations des étudiants de niveau collégial puisque nos effectifs ne pourraient plus répondre à la demande! Je t'invite donc à consulter ton enseignant(e) ou de poser ta question sur un forum comme celui-ci : [site internet]. »
30. Relance dans la compréhension	L'enseignant questionne l'élève pour le faire évoluer dans sa compréhension.	<u>Texto (S2)</u> : « Pourrais-tu trouver un autre questionnaire sur la mélanine ? Tu pourrais faire une recherche pour savoir où d'autre on pourrait retrouver de la mélanine. » <u>Forum (S3)</u> : « Tu as fait une petite erreur dans ton premier calcul. Si tu as 250mL de concentré dans ta canne de jus et que tu rajoutes 750mL d'eau, quel est ton volume final ? »
31. Reformulation	L'enseignant reformule ses propos ou ceux de l'élève.	<u>Appel (C5)</u> : « Tu veux dire la réaction inverse la réaction directe. »
32. Demande le numéro de téléphone pour rappeler	L'enseignant prend les coordonnées de l'élève pour pouvoir le rappeler (soit après avoir reçu un courriel ou après avoir consulté un collègue).	<u>Appel (C5)</u> : « Eh. Je ne veux pas te garder. J'aimerais consulter avec un de mes collègues. Est-ce que je peux prendre ton numéro ? »
33. Donne une piste de	L'enseignant donne une information susceptible d'aider	<u>Texto (S3)</u> : « Les indicateurs sont des substances chimiques diluées dans l'eau. Est-ce que ça te donne un indice ? Il faut que tu reviennes à la définition même du pH. »

réponse (indice)	l'élève à trouver la réponse à sa question.	<u>Forum (C5)</u> : «Petit indice : La nitroglycérine est liquide et les produits de réactions sont gazeux. Donc on produit beaucoup de moles de gaz d'un coup, qui veulent occuper tout l'espace disponible ;) Si jamais tu n'es pas certaine, reviens avec un autre message.»
34. Question ouverte	L'enseignant partage un questionnement avec l'élève.	<u>Appel (C5)</u> : «Ouais, mais moi j'ai une... une affaire que je pense que j'ai jamais résolu, je me suis posé la question il y a très longtemps. Qu'est-ce qui arrive quand on a un solide puis un aqueux ensemble ? Est-ce que ça réagi vite ou moins vite. Est-ce que ça réagi plus vite que deux gaz... J'avoue que je ne le sais pas. J'ai comme jamais trouvé la réponse à ma question.»
35. Utilisation d'un jeu	L'enseignant amène l'élève à comprendre un concept en utilisant un jeu de devinettes.	<u>Texte (S1)</u> : «Pour comprendre ce qu'est une propriété caractéristique, il faut jouer au jeu de la devinette...veux-tu jouer ? [...] Qui suis-je ? Je suis rouge [...] Mais le jeu est de deviner la chose qui est dans ma tête, cela peut être un objet ou une substance ou une personne :P [...] Aurais-tu pu trouver la réponse du premier coup juste avec la caractéristique : je suis rouge ?»
36. Réfère vers un autre enseignant d'Alloprof	L'enseignant réfère l'élève à un autre enseignant d'Alloprof susceptible d'être davantage en mesure de l'aider.	<u>Appel (P5)</u> : «Ok. Alors, juste au cas, pour qu'un enseignant t'explique ça un peu mieux.»
37. Précise qu'Alloprof n'est pas un service de vérification des devoirs	L'enseignant clarifie le rôle d'Alloprof avec l'élève.	<u>Forum (C5)</u> : «Tu comprends que nous ne pouvons s'attarder à l'ensemble de ta démarche pour t'indiquer si elle est parfaitement complétée ou non. Les services d'Alloprof doivent s'orienter à répondre aux questions précises des élèves et non pas de corriger les démarches de ces derniers. Pour ces différentes raisons, je t'invite à insister sur un élément que tu voudrais qu'on vérifie et ainsi mieux cibler ta question.»

Le tableau 7, quant à lui, vient préciser le nombre d'occurrences pour chacune des interventions répertoriées précédemment. Évidemment, on remarque qu'il y a plus que 238 interventions au total puisque lors d'un échange avec un élève, un enseignants-ressources peut avoir recours à plus d'un type d'intervention.

QUE PEUT-ON APPRENDRE D'INTERVENTIONS À SOUTENIR LA PRATIQUE DES DEVOIRS SUR LES DIFFICULTÉS EN SCIENCES ET TECHNOLOGIE D'ÉLÈVES DU SECONDAIRE?

Tableau 7 : L'occurrence des interventions pédagogiques réalisées selon le niveau, la discipline et le format.

Interventions	Niveau et discipline							Total	Format		
	C5	P5	S4	S3	S2	S1	NA		Appel	Texto	Forum
Explique un concept	28	22	45	23	9	8	1	136	30	62	44
Réfère ou utilise une aide extérieure	9	11	29	14	5	4	1	73	7	32	34
Énumère les étapes de la démarche à réaliser	17	19	19	3			1	59	13	31	15
Valide la compréhension de l'élève (as-tu compris)	12	11	6	8	1	1	1	40	13	22	5
Donne la réponse	11	2	13	3	1	1	1	32	16	16	0
Questionne sur l'énoncé du problème	10	10	9		2			31	11	13	7
Vérifie la compréhension (pose une question)	6	5	13	4		1		29	14	15	0
Questionne l'élève sur ce qu'il a fait jusqu'à maintenant	9	6	6					21	4	15	2
Questionne l'élève avant de lui donner l'explication ou la démarche		4	6	5	3	3		21	6	14	1
Valide la proposition ou explication d'un autre élève	5	5	4	2	1	3	1	21	0	0	21
Utilise un exemple	5	4	5	3	1	1		19	10	5	4
Réfère à son enseignant ou enseignante	7	2	3	1	1		1	15	2	6	7
Place l'élève en attente le temps de lire ou de solutionner le problème	2	6	5	1				14	4	10	0
Retour sur les connaissances antérieures	2	3	6	1				12	8	4	0
Orienté l'élève dans sa réflexion	4	1	2	1		1	1	10	0	0	10
Réfère au service téléphonique	5		4					9	0	8	1
Questionne l'élève sur ce qu'il veut dire	1	3	3	1				8	4	4	0

QUE PEUT-ON APPRENDRE D'INTERVENTIONS À SOUTENIR LA PRATIQUE DES DEVOIRS SUR LES DIFFICULTÉS EN SCIENCES ET TECHNOLOGIE D'ÉLÈVES DU SECONDAIRE?

Explication de la question	1	1	3	1				6	2	2	2
Félicite l'élève	3	1		2				6	2	0	4
Identifie une erreur dans la démarche de l'élève		3	1	1				5	1	2	2
Donne un truc (méthode de travail)		2	1	2				5	1	0	4
Réflexion sur le phénomène (qualitatif)	2		2					4	3	1	0
Aide l'élève à formuler son explication (rapport de laboratoire)	2		1	1				4	2	1	1
Utilise une image	1	1	1	1				4	0	0	4
Réfère vers une autre page du forum	1	1		2				4	0	0	4
Identifie ce qui cause problème pour l'élève		2	1					3	1	2	0
Aide à l'élaboration d'un protocole de laboratoire	1						2	3	1	0	2
Attend que l'élève réalise un calcul	1		2					3	0	3	0
Rappelle à l'élève que les services sont dédiés aux élèves du primaire et du secondaire	1	2						3	0	0	3
Relance dans la compréhension				1	1			2	0	1	1
Reformulation	1	1						2	2	0	0
Demande le numéro de téléphone pour rappeler	2							2	2	0	0
Donne une piste de réponse (indice)	1			1				2	0	1	1
Question ouverte	1							1	1	0	0
Utilisation d'un jeu						1		1	0	1	0
Réfère vers un autre enseignant d'Alloprof		1						1	1	0	0
Précise qu'Alloprof n'est pas un service de vérification des devoirs	1							1	0	0	1

C'est sans surprise que l'on constate que la principale intervention, expliquer un concept,

est en adéquation avec la principale difficulté vécue par les élèves qui est la compréhension de concepts scientifiques. Or, pour expliquer ces concepts, les enseignants ont nécessairement recours au *Pedagogical content knowledge* (PCK), soit aux savoirs qui leur permettent de transformer leurs connaissances en S-T en savoir enseignables favorisant ainsi la compréhension des élèves. D'ailleurs, plusieurs autres interventions mobilisées par les enseignants (utiliser un exemple, donner un truc, énumérer les étapes de la démarche à réaliser, etc.) ont cette fonction de faciliter l'apprentissage puisque l'enseignant tente de rendre le savoir accessible à l'élève (Shulman, 1986). Plus spécifiquement, en reprenant le processus suivant : la préparation; la représentation; le choix des méthodes d'enseignement; l'adaptation, il devient possible d'expliquer les principales interventions mises en place par les enseignants d'AP (Shulman, 1987).

1. La préparation

Les enseignants d'AP prennent connaissances de nombreuses ressources didactiques en science et technologie. Ils collaborent également entre eux pour s'aider mutuellement à répondre aux questions plus difficiles. Le superviseur est également là pour ça.

2. La représentation

Les enseignants identifient les meilleurs façon d'expliquer les concepts scientifiques aux élèves. Ils pense à utiliser un jeu, à référer l'élève à du matériel didactique existant, à des exemples pertinents ou tout simplement à une façon claire d'expliquer un concept.

3. Choix de méthodes d'enseignement

Selon les questions des élèves, les enseignants d'AP choisissent la stratégie d'enseignement appropriée. Ce choix repose également sur les deux étapes précédentes. Par exemple, l'enseignant choisira de décomposer la tâche en étapes s'il s'agit d'un problème à résoudre. Son choix s'appui sur sa préparation et sa représentation du problème.

4. L'adaptation

L'enseignant vérifie la compréhension de l'élève et adapte ses interventions en conséquence. Il peut également identifier les erreurs de l'élève ou encore reformuler ses propos pour en faciliter leur compréhension. Le contexte individuelle des interventions chez AP facilite grandement la réalisation de cette étape puis que chaque intervention cible spécifiquement une difficulté de l'élève.

Un dernier aspect observé en ce qui a trait aux pratiques enseignantes chez Alloprof concerne la mise en place de conditions favorables au développement professionnel. Effectivement, les entrevues ont permis de constater que le fait de réunir tous les enseignants de S-T d'Alloprof en un seul centre était propice à la formation d'une communauté de pratique permettant le développement professionnel. On constate en effet que l'engagement

et la collaboration des enseignants sont les éléments constitutifs du centre Alloprof en sciences - Rio Tinto – Saguenay. On remarque également que les 4 principes fondamentaux des communautés de pratique, c'est-à-dire l'engagement mutuel des membres, une entreprise commune, la participation périphérique commune et un répertoire partagé (Lave et Wenger, 1991), sont partie intégrante de ce même centre.

Enseignant 3 : Tous les soirs, on s'entraide pour les exercices difficiles, les matières qu'on est le moins à l'aise. C'est un travail d'équipe. On ne pourrait pas le faire de la maison et c'est très facilitant.

Enseignant 4 : On se consulte surtout pour les questions qu'on trouve difficiles à répondre ou quand on ne voit pas trop la démarche à utiliser pour le niveau de l'élève.

Dans le même ordre d'idées, les enseignants-ressources d'AP témoignent aussi de l'aspect positif en ce qui concerne le développement de leurs pratiques enseignantes.

Enseignant 5 : Je suis meilleur dans certaines choses. On devient plus polyvalent, on voit la progression au cours de l'année.

Enseignant 6 : Ça a une influence sur ma capacité augmentée à répondre aux questions rapidement et spontanément.

Ultimement, dans le contexte d'Alloprof, l'amélioration des pratiques enseignantes permet de favoriser l'apprentissage des élèves, ce qui est, en soi, l'objectif même du développement professionnel (Brodeur, Feaudelin et Bru, 2005).

Conclusion

Pour conclure, il semble qu'environ 80% des difficultés expérimentées par les élèves ayant recours au service d'AP soit directement liés à la maîtrise de la composante *comprendre des principes scientifiques liés à la problématique* de la compétence 2 du programme en S-T. En outre, il appert que le transfert de savoirs mathématiques lors de la réalisation de devoirs en S-T constitue une difficulté supplémentaire pour les élèves du secondaire. Bien que marginal en comparaison des difficultés d'ordre conceptuel, on note tout de même la présence de difficultés d'ordre expérimental ainsi que d'ordre langagier et terminologique. Il semble d'ailleurs que le forum soit le type de service privilégié pour ces catégories de difficultés.

Devant ce constat, il apparaissait nécessaire de poursuivre notre analyse du côté des interventions réalisées par les enseignants ressources d'AP pour répondre adéquatement aux catégories de difficultés précédemment répertoriées. Il est intéressant de constater que la principale intervention utilisée par les enseignants d'AP, expliquer un concept, est en parfaite conformité avec la principale difficulté des élèves, soit la compréhension de concepts scientifiques. Il faut aussi noter que les enseignants-ressources d'AP font preuve d'une attention toute particulière en ce qui a trait à la régulation de la compréhension des élèves qui font appel à leurs services. Il va de soi que cette attention est rendue possible par un temps d'intervention relativement long (12 à 15 minutes) en comparaison avec ce qui peut se faire en salle de classe. Enfin, il appert que les pratiques enseignantes mobilisées s'inscrivent pertinemment dans un processus de transformations des savoirs disciplinaires en PCK, ce qui a pour effet de favoriser la réussite des élèves. Il est alors envisagé que les résultats de cette étude servent de repère aux enseignants de sciences et technologie souhaitant mieux accompagner et aiguiller leurs élèves dans la réalisation de leurs travaux effectués à l'extérieur de la salle de classe.

Par ailleurs, cette recherche assure le développement d'une compréhension plus détaillée et holistique des difficultés rencontrées par les élèves du secondaire et d'élaborer

des stratégies éducatives novatrices et cohérentes à l'égard de ces dernières. À titre d'exemple, les retombées immédiates pourraient permettre aux enseignants d'observer avec plus de précision les problèmes possibles à partir des questions posées, d'offrir à cet égard des interventions pédagogiques mieux adaptées et plus efficaces, et ce, à la fois pour les enseignants-ressources d'Alloprof et pour ceux œuvrant plus largement dans le milieu scolaire.

Concernant les limites de cette recherche, il faut préciser que le centre Alloprof en sciences - Rio Tinto – Saguenay comporte des caractéristiques qui lui sont propres (Enseignants-ressources peu nombreux, centre situé en région, centre spécialisé en S-T, etc.) ce qui signifie qu'il faut se montrer prudent lors de la transférabilité des résultats présentés à d'autres contextes.

Enfin, considérant les effets positifs du centre Alloprof en sciences - Rio Tinto – Saguenay en tant que communauté de pratique, il serait intéressant, dans le cadre de futures recherches, de s'intéresser à l'impact d'une intégration d'étudiants et d'étudiantes en enseignement des sciences au secondaire à un tel environnement sur le développement de leurs compétences, particulièrement en ce qui concerne l'acte d'enseigner.

Bibliographie

- Blais, M., et Martineau, S. (2006). L'analyse inductive générale: description d'une démarche visant à donner un sens à des données brutes. *Recherches qualitatives*, 26(2), 1-18.
- Biggs, J. (1993). What do inventories of students' learning process really measure ? A theoretical review and clarification. *British journal of educational* Chouinard, R., Archambault, J., & Rheault, A. (2006). Les devoirs, corvée inutile ou élément essentiel de la réussite scolaire ? *Revue des sciences de l'éducation*, 32(2), 307-324. doi: <http://dx.doi.org/10.7202/014410ar>
- Boutin, G. (1997). *L'entretien de recherche qualitatif*. Sillery : Presses de l'Université du Québec.
- Brodeur, M., Deaudelin, C., et Bru, M. (2005). Introduction : Le développement professionnel des enseignants : apprendre à enseigner pour soutenir l'apprentissage des élèves . *Revue des sciences de l'éducation*, 31(1), 5-14.
- Chouinard, R., Archambault, J., Rheault, A., Noël-Gaudreault, M., et Kalubi, J.-C. (2006). Les devoirs, corvée inutile ou élément essentiel de la réussite scolaire ? *Revue des sciences de l'éducation*, 32(2), 307-324.
- Conseil canadien sur l'apprentissage. (2009). *Les devoirs contribuent à la réussite, la plupart du temps*. Repéré à : <http://www.ccl-cca.ca/CCL/Reports/LessonsInLearning-/LinL200900430Homework-2.html>.
- Conseil supérieur de l'éducation. (2013). *L'enseignement de la science et de la technologie au primaire et au premier cycle du secondaire*. Québec: Gouvernement du Québec.
- Conseil supérieur de l'éducation. (2010). *Pour soutenir une réflexion sur les devoirs à l'école primaire*. Québec: Gouvernement du Québec. Repéré à <http://www.cse.gouv.qc.ca/fichiers/documents/publications/Avis/50-0467.pd>.
- Creswell, J. W. (2009). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (3^e ed.). Los Angeles: Sage Publications, Inc.
- Fédération des comités de parents du Québec (2010). Rapport. Sondage : les devoirs et les leçons. Fédération des comités de parents du Québec. Repéré à http://www.fcpq.qc.ca/data/userfiles/files/Recherche_Developpement/Rapports-Ã-avis-Ã-sondages/Rapport_FCPQ_sondage_devoirslecons_V18-Ã-03Ã-2010.pdf
- Fessler, R. (1992). The teacher career cycle. Dans R. Fessler, et J. Christensen (Éds), *The teacher career cycle : Understanding and guiding the professional development of teachers* (pp. 21-44). Boston, MA: Allyn and Bacon.
- Giordan, A. (2010). Nouveaux contenus, nouvelles pratiques: peut-on mutualiser les problèmes et les acquis? Dans A. Hasni et J. Lebeaume (Eds.), *Enjeux*

- contemporains de l'éducation scientifique et technologique* (pp. 17-49). Ottawa: Les presses de l'Université d'Ottawa.
- Hanson, B. (2013). The Homework Trap: How to Save the Sanity of Parents, Students et Teachers. *Canadian Journal of Education*, 36(4), 449-450.
- Hattie, J. (2009). *Visible learning. A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. Oxon, UK: Routledge.
- Karsenti, T. (2015). *Quel est le rôle d'Allô prof dans la persévérance et la réussite scolaires des élèves? Étude auprès de 6659 acteurs scolaires (élèves, enseignants, directions et parents). Rapport synthèse de recherche*. Montréal, Qc: CRIFPE.
- Lave, J. et Wenger, E. (1991). *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Maloney, D. P. 1994. « Research on problem solving: physics », dans D. L. Gabel (Ed.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*, Toronto, Mac William Publishing Company, p.327-354.
- Merriam, S. B. (2009). *Qualitative Research: A guide to Design and Implementation*. San-Francisco (Ca): Jossey-Bass.
- MELS. (2005). Le nouveau pédagogique: ce qui définit le "changement" : préscolaire, primaire, secondaire. Québec: Ministère de l'éducation, du loisir et du sport.
- MELS. (2007). Programme de formation de l'école québécoise. Enseignement secondaire, 2e cycle. Québec: Ministère de l'éducation, du Loisir et du Sport (MELS).
- MEQ. (2003). Programme de formation de l'école québécoise. Enseignement secondaire, 1er cycle. Québec: Ministère de l'éducation du Québec (MEQ).
- Raymond, D., La notion de « pedagogical content knowledge ». Repéré à : <https://core.ac.uk/download/pdf/52976005.pdf>
- Savoie-Zajc, L. (2009). Saturation. Dans A. Mucchielli (Dir.) : *Dictionnaire des méthodes qualitatives en sciences humaines et sociales*. Paris, France : Armand Colin.
- Savoie-Zajc, L. (2011). La recherche qualitative/interprétative en éducation. Dans T. Karsenti et L. Savoie-Zajc (dir.) *La recherche en éducation. Étapes et approches* (3e éd.). Saint-Laurent : Erpi.
- Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Shulman, L. (1987). Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-23. doi:10.17763/haer.57.1. j463w79r56455411
- Schussler, D. L. (2003). Schools as learning communities: Unpacking the concept. *Journal of School Leadership*, 13(5), 498–528.
- Tierney, W. G. et Dilley, P. (2001). Interviewing in education. Dans Gubrium, J. F. et Holstein, J. A. *Handbook of interview research* (pp. 453-471). : SAGE Publications Ltd.
- Trautwein, U., Köller, O., Schmitz, B., et Baumert, J. (2002). Do Homework Assignments Enhance Achievement? A Multilevel Analysis in 7th-Grade Mathematics. *Contemporary Educational Psychology*, 27, 26-50.

- Trudel, L., Parent, C. et Métioui, A. (2009). Démarche, cheminement et stratégies : une approche en trois phases pour favoriser la compréhension des concepts scientifiques. *Revue des sciences de l'éducation*, 35(3), 149–172. doi:10.7202/039860ar
- Uwamariya, A., et Mukamureja, J. (2005). Le concept de « développement professionnel » en enseignement : approches théoriques. *Revue des sciences de l'éducation*, 31(1), 133-155.
- Wenger, É. (2005). *La théorie des communautés de pratique*. Québec : Presses de l'Université du Québec.
- Zimmerman, B. J., et Kitsantas, A. (2005). Homework practices and academic achievement: The mediating role of self-efficacy and perceived responsibility beliefs. *Contemporary Educational Psychology*, 30(4), 397-417.

