

S.V.P. Diffuser l'URL et non pas le PDF

URL = http://www.cdc.qc.ca/parea/787316_langlois_corriveau_shawinigan_PAREA_2009.pdf
Rapport PAREA, Cégep de Shawinigan, 2008, 156 p. en PDF.

ÉTUDE DE L'ENGAGEMENT SELON LE GENRE DANS LES LABORATOIRES DE PHYSIQUE

Rapport de recherche PAREA

2007-2009

Simon Langlois, M.A.

Guy Corriveau, M.A.



Collège Shawinigan

Juin 2009

**ÉTUDE DE L'ENGAGEMENT SELON LE GENRE DANS
LES LABORATOIRES DE PHYSIQUE**

Rapport de recherche PAREA 2007-018

Simon Langlois, M.A.

Guy Corriveau, M.A.

Collège Shawinigan

Juin 2009

La présente recherche a été subventionnée par le ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport dans le cadre du Programme d'aide à la recherche sur l'enseignement et l'apprentissage (PAREA).

Le contenu du présent rapport n'engage que la responsabilité de l'établissement et des auteurs.

Dépôt légal – Bibliothèque national du Québec, 2009

Dépôt légal – Bibliothèque national du Canada, 2009

ISBN 978-2-9811289-1-1

Résumé

L'engagement des étudiants pendant les expériences de laboratoire est abordé en tenant compte des trois composantes de l'engagement, soit l'engagement affectif, l'engagement comportemental et l'engagement cognitif. L'analyse des données est tirée d'une méthode mixte, ce qui permet une analyse systématique et globale des modes d'engagement adoptés par les étudiants.

Nos résultats montrent que les garçons et les filles possèdent des modes d'engagement différents au laboratoire de physique. L'intégration d'expériences de laboratoire ouvertes semble quant à elle favoriser un meilleur engagement cognitif chez les deux genres et un meilleur engagement affectif chez les garçons.

Abstract

Student engagement during experimentation is studied, with his three components (affective, behavioural and cognitive). Results are analysed with a mixed methodology, to have an in depth comprehension of the engagement mode adopted by the student.

Our results shows that boys and girls possess different engagement modes in the physics laboratories. Open-ended laboratories tend to favorise a better student cognitive engagement of both genders and enhance affective engagement for the boys.

Mise en contexte

Cette recherche donne suite au mémoire de maîtrise de M. Simon Langlois (Langlois, 2008) qui traite du raisonnement scientifique à l'intérieur des expériences de laboratoire.

Certaines interrogations sont restées en suspens après la rédaction du mémoire. C'est par un travail de collaboration entre le département de physique et le SADP (Service d'animation et de développement pédagogique) du Collège Shawinigan qu'a émergé l'idée d'étudier les modes d'engagement des étudiants au laboratoire.

Depuis 2004, le département de physique explore et varie les stratégies pédagogiques en contexte de laboratoire afin de favoriser l'engagement, l'apprentissage et la réussite des étudiants. C'est à partir de l'élaboration de nouvelles expériences de laboratoire (ouvertes ou par investigations) que le département croit avoir trouvé une avenue prometteuse afin de favoriser l'engagement du plus grand nombre de personnes au laboratoire.

Ce rapport veut présenter les retombées de ces dernières années de recherche et de développement pédagogique en décrivant la majorité des modes d'engagement répertoriés au laboratoire de physique. Il veut aussi poser un regard critique sur le lien qui existe entre contexte pédagogique expérimental et engagement, en portant une attention particulière au genre de l'étudiant.

Mots-clés :

Mode d'engagement, engagement cognitif, expériences de laboratoire, garçons, physique.

Remerciements

Nous tenons à remercier les enseignants Stéphane Cayouette, Louis Tessier et Alain Wilkin du Collège Shawinigan pour leur aide en tant qu'enseignants experts de la pratique, qui ont effectué une des validations de la grille d'observation. Nous remercions également Jean-Marie Miron et Sylvie Fréchette, de l'UQTR, qui ont accompagné notre réflexion dans l'élaboration de la grille.

Cette recherche n'aurait pu voir le jour sans la contribution du département de physique, en particulier l'enseignant et le technicien qui ont été en contact direct avec les étudiants pendant les trois sessions qu'a duré cette étude et qui nous ont fourni des renseignements précieux sur les étudiants observés.

Merci également à Philippe Dionne, du Cégep du Vieux Montréal, pour la traduction d'un questionnaire, le LBS et à Nathalie Martel, du Collège Shawinigan, pour les analyses statistiques qu'elle a produites.

On ne peut passer sous silence le travail des auxiliaires de recherche Stéphanie Pellerin, Frédéric Harvey-Lavergne, Benoît Guy-Perron, Gabriel De la Chevrotière, Karol-Ann Dupont, Philippe Trudel, Annie Martineau et François-Xavier Huot-Daneault.

Finalement, des remerciements sont adressés aux étudiants du programme de sciences de la nature de la cohorte 2006-2008 et 2007-2009 qui ont accepté de participer à cette recherche.

Table des matières

| | |
|---|-----------|
| 1. Problématique | 1 |
| 1.1 Pour un idéal démocratique en éducation | 1 |
| 1.2 Parcours scolaire et engagement et des filles et des garçons | 2 |
| 1.3 Les laboratoires scientifiques en sciences de la nature | 3 |
| 1.4 Question de recherche..... | 5 |
| 1.5 Objectifs de la recherche..... | 5 |
| 1.6 Importance de la recherche | 6 |
| | |
| 2. Cadre conceptuel..... | 7 |
| 2.1 Le laboratoire scientifique | 7 |
| 2.2 L'engagement scolaire | 10 |
| 2.3 Les modes d'engagement au laboratoire de physique : modèle d'interprétation.... | 16 |
| 2.4 Les facteurs scolaires qui influencent l'engagement | 22 |
| | |
| 3. Méthodologie..... | 24 |
| 3.1 Mise en contexte et déroulement de la collecte de données | 24 |
| 3.2 Type de recherche | 25 |
| 3.3 Questionnaires associés à l'engagement comportemental | 28 |
| 3.4 Sentiment de compétence et intérêt pour la discipline..... | 31 |
| 3.5 Grille d'interprétation des modes d'engagement..... | 32 |
| 3.6 Entrevues semi-dirigées | 41 |
| 3.7 Collecte de données complémentaires | 42 |

| | |
|--|-----------|
| 4. Présentation des résultats et première analyse..... | 43 |
| 4.1 Questionnaires à analyse quantitative..... | 43 |
| 4.2 Grille d'interprétation des modes d'engagement..... | 48 |
| 4.3 Entrevues semi-dirigées..... | 58 |
| | |
| 5. Discussion des résultats | 71 |
| 5.1 Modes d'engagement selon le genre..... | 71 |
| 5.2 Engagement dans les laboratoires fermés..... | 74 |
| 5.3 Engagement dans les laboratoires ouverts..... | 76 |
| 5.4 Discussion complémentaire des facteurs qui influencent l'engagement..... | 77 |
| | |
| 6. Conclusion..... | 83 |
| 6.1 Synthèse des apports de la recherche..... | 83 |
| 6.2 Limites de la recherche..... | 86 |
| 6.3 Pistes de recherche et application pédagogique..... | 87 |
| | |
| 7. Références bibliographiques..... | 88 |
| | |
| 8. Annexes..... | 93 |

Liste des Tableaux

| | |
|--|----|
| Tableau 1 : Méthodes d'expérimentation fermées et ouvertes | 8 |
| Tableau 2 : Concepts, types d'instruments et instruments de collecte | 27 |
| Tableau 3 : Échelle de Likert pour le LBS | 28 |
| Tableau 4 : Échelle de Likert pour le TRSSA | 29 |
| Tableau 5 : Échelle du degré d'engagement | 38 |
| Tableau 6 : Échelle du type de régulation de l'engagement | 38 |
| Tableau 7 : Énumération des expériences de laboratoire retenues pour la collecte de données..... | 40 |
| Tableau 8 : Résultats des comportements d'apprentissage et de la participation selon le genre dans les laboratoires d'électricité..... | 44 |
| Tableau 9 : Nombre de questions posées au laboratoire selon le genre..... | 45 |
| Tableau 10 : Consistance interne et différence selon le genre pour le questionnaire QAA-QEP | 46 |
| Tableau 11 : Moyenne des scores de l'intérêt envers la physique et les expériences de laboratoire dans ce domaine..... | 46 |
| Tableau 12 : Sentiment de compétence en physique exprimé selon le genre..... | 47 |
| Tableau 13 : Scores d'engagement en fonction du type de laboratoire | 56 |
| Tableau 14 : Moyenne des modes d'engagement en fonction du genre pour les six expériences de laboratoire retenues | 56 |
| Tableau 15 Préférence du type de laboratoire: | 66 |
| Tableau 16 : Préférence du type de laboratoire selon le genre | 66 |
| Tableau 17: Résultats obtenus au regard de l'engagement en fonction du genre..... | 71 |

Liste des figures

| | |
|--|----|
| Figure 1 : Adaptation du modèle de Corno et Mandinach (1983;1985)..... | 19 |
| Figure 2 : Adaptation complétée du modèle de Corno et Mandinach (1983;1985)..... | 21 |
| Figure 3 : Distribution des cours de physique dans le programme de sciences de la nature selon la session | 24 |
| Figure 4 : Codage du mode d'engagement d'un étudiant | 34 |
| Figure 5 : Engagement d'un étudiant dans un mode attentif-passif..... | 35 |
| Figure 6 : Engagement d'un étudiant dans plusieurs laboratoires | 36 |
| Figure 7 : Engagement d'un groupe d'étudiants pour une expérience de laboratoire | 37 |
| Figure 8 : Détermination des scores d'engagement à partir des modes d'engagement | 39 |
| Figure 9 : Répartition des modes d'engagement d'une étudiante pour quatre expériences de laboratoire | 49 |
| Figure 10 : Répartition des modes d'engagement pour une deuxième étudiante dans quatre expériences de laboratoire | 50 |
| Figure 11 : Variation du degré d'engagement et du type de régulation..... | 52 |
| Figure 12 : Engagement polarisé chez un étudiant pendant une expérience de laboratoire | 53 |
| Figure 13 : Mode d'engagement du laboratoire sur les condensateurs (A) | 54 |
| Figure 14 : Modes d'engagement du laboratoire sur la conception d'un moteur (B)..... | 55 |
| Figure 15 : Engagement d'un étudiant dans quatre expériences (cas 1)..... | 81 |
| Figure 16 : Engagement d'un étudiant dans quatre expériences (cas 2)..... | 82 |

1. Problématique

1.1 Pour un idéal démocratique en éducation

À n'en pas douter, l'effort de démocratisation de l'enseignement qui anime le monde contemporain de l'éducation a permis un accès plus large aux savoirs scolaires. Cependant, le défi auquel il fait maintenant face est de taille : favoriser la persistance et la réussite du plus grand nombre d'étudiants. C'est dans cet esprit que le Conseil supérieur de l'éducation du Québec a formulé des recommandations visant à augmenter le nombre de diplômes décernés, notamment pour le secondaire et le collégial (CSÉ, 2002). La réussite de tous constitue désormais un des mandats sociaux confiés à notre système d'éducation.

De nombreux indicateurs inclinent à considérer les garçons comme étant une clientèle moins adaptée que les filles au contexte scolaire actuel. Selon de récentes données, on trouverait dans le réseau collégial 9254 étudiants de moins que d'étudiantes (SRAM, 2008). Cet écart est d'autant plus alarmant qu'il s'accroît au fil des années, si bien que les garçons sont moins nombreux sur les bancs du collégial depuis 1997.

En matière de diplomation, les statistiques ministérielles pour les années 2001-2006 montrent que 51 % des filles parviennent à obtenir un premier diplôme collégial, contre 29 % des garçons (SRAM, 2008). Moins nombreux que les filles au niveau collégial, les garçons obtiennent aussi moins de diplômes.

De manière générale, tout indique que les déterminants de la réussite scolaire jouent distinctement pour les filles et les garçons. Des auteurs influents proposent une redéfinition de la réussite scolaire et militent en faveur d'une pédagogie différenciée, à savoir une pédagogie capable de prendre en compte les différents modes d'apprentissage des étudiants, notamment au niveau du genre (Perrenoud, 1999; Meirieu, 1990).

1.2 Parcours scolaire et engagement et des filles et des garçons

Les ressemblances et les différences entre les garçons et les filles sont de plus en plus documentées dans la littérature vouée à l'éducation. Elles sont étudiées sous divers angles, que ce soit le fonctionnement du cerveau, la façon d'aborder un problème, les habiletés en lecture ou en mathématiques, les patrons motivationnels, l'intérêt pour certains domaines, les rôles sociaux, les logiques sociales, etc.

Malgré d'apparentes contradictions, qui ne sont peut-être que des imprécisions liées à l'état actuel de nos connaissances, il ressort néanmoins que les filles adoptent généralement des comportements et des attitudes favorables au cheminement scolaire dans un contexte d'apprentissage plus traditionnel. Ainsi, Presseau et coll. (2004), à la suite du Conseil supérieur de l'éducation (1999), recensent diverses caractéristiques des garçons et des filles à l'école et affirment au passage que certaines caractéristiques avantagent les filles dans le système scolaire actuel. Sont mentionnées notamment leur tendance à aller chercher l'aide dont elles ont besoin (enseignant, autres élèves) ou leur meilleure capacité d'organisation et de planification.

Ces différences dans les caractéristiques touchent aux comportements d'apprentissage aussi bien qu'aux attitudes ou aptitudes. Elles sont cependant observées dans une perspective plus large depuis quelques décennies, c'est-à-dire à l'intérieur d'un concept relativement complexe qui englobe toutes ces considérations, à savoir l'engagement scolaire.

L'impact de l'engagement sur la réussite dans les études supérieures est de plus en plus pris en compte dans les recherches (Pirrot et De Ketele, 2000). De fait, l'influence de l'engagement scolaire sur l'apprentissage et la réussite est maintenant bien établie (Russell et coll., 2005; Bélanger et coll., 2005; CSÉ, 2008). Cependant, on sait maintenant que garçons et filles s'engagent différemment dans leurs études et en classe.

Voilà plus de vingt ans déjà, Corno et Mandinach (1985) ont trouvé que les différences d'aptitudes et d'habiletés observées entre les filles et les garçons peuvent être reliées à la façon dont chacun des deux genres s'engage dans une tâche d'apprentissage et aux stratégies d'engagement cognitif que chaque genre adopte.

Par ailleurs, si les filles présentent un plus grand engagement dans les activités de lecture, les garçons, en contrepartie, présentent en mathématiques de meilleurs scores liés à la motivation et à l'engagement (Russell et coll., 2005).

Bien qu'ils n'aient pas mené leur recherche en fonction des genres, Lee et Anderson (1993) ont néanmoins obtenu des résultats inclinant à croire que les garçons et les filles ne s'engagent pas avec le même degré d'intérêt devant les explications scientifiques de phénomènes naturels.

Récemment, les travaux de Bélanger et coll. (2005) ont permis de constater que les garçons et les filles manifestent leur engagement différemment, les garçons paraissant plus enclins à s'engager dans la vie étudiante et les filles dans la vie scolaire.

En somme, tout indique que l'étude de l'engagement des garçons et des filles dans une situation d'apprentissage spécifique permettrait de prendre en considération de nombreuses variables et de mieux comprendre les distinctions qui caractérisent les modes d'apprentissage des deux genres.

1.3 Les laboratoires scientifiques en sciences de la nature

Notre champ de travail et nos recherches antérieures nous ont amenés à nous intéresser plus particulièrement au rôle des laboratoires dans l'apprentissage des sciences (Langlois, 2006). Depuis quelques années déjà, nous regardons comment les laboratoires en enseignement de la physique peuvent s'inscrire dans le cadre du renouveau pédagogique introduit en Sciences de la nature en 1996, afin de répondre aux visées ministérielles

concernant « l'apprentissage d'un processus plutôt que d'un contenu dans les classes de sciences » (DGEC, 1996).

Comme on le sait, toute réforme envisage de corriger les lacunes observées dans la formation. Cantin, Lacasse et Roy (1996) relèvent chez nombre d'étudiants en sciences au collégial une attitude passive, un manque d'autonomie dans leur apprentissage et un manque d'intérêt et de motivation à l'égard de leurs études. Dans la mesure où ce sont toutes là des manifestations de désengagement scolaire (Connell et Wellborn, 1991), on comprend que le programme de sciences de la nature n'échappe pas aux préoccupations qui entourent la réussite scolaire.

Dans l'ensemble du réseau collégial, les laboratoires de sciences soumis traditionnellement aux étudiants sont directifs et séquentiels, suivant une culture pédagogique répandue (Seré, 2003). À court de défis, les étudiants ne trouvent que peu d'intérêt et n'ont souvent pas à comprendre les concepts mis en cause dans l'expérimentation. Beaucoup de chercheurs remettent en question cette façon d'entrevoir le laboratoire (Psillos et coll., 2002) : désincarnée et stérile, comment pourrait-elle favoriser l'engagement et l'apprentissage des étudiants?

Devant un tel constat, notre réponse a été d'entreprendre la conception de laboratoires centrés sur les étudiants et leurs préoccupations, en y intégrant les nouvelles technologies (système d'acquisition de données). La littérature donne à ce type d'expérimentation le nom de laboratoires ouverts, car ils permettent à l'étudiant une liberté d'action importante par rapport aux laboratoires traditionnels (Lewis, 2002; Morin, 1997).

Après la conception de laboratoires, une première étape de recherche sur leur potentialité a permis de montrer qu'il est possible de mettre en évidence des différences cognitives, au sens défini par Przesmycki (1991). Plus directement, il a été montré que les étudiants n'arrivent pas tous avec les mêmes connaissances au laboratoire, surtout au niveau des préconceptions (Langlois, 2006). Les processus mentaux, tels que les raisonnements scientifiques, varient aussi d'un étudiant à l'autre (Langlois, 2008).

S'appuyant sur le fait que les étudiants engagent des processus cognitifs différents dans un contexte de laboratoire ouvert, il apparaît maintenant pertinent d'élargir la problématique à notre préoccupation actuelle. De manière plus générale, dans quelle mesure les laboratoires ouverts permettent-ils aux garçons comme aux filles d'y trouver un intérêt nouveau, de s'engager et d'apprendre selon des modes différents?

1.4 Question de recherche

C'est dans l'optique développée précédemment que cette recherche propose d'étudier l'engagement des filles et des garçons au laboratoire de sciences. Plus précisément, dans le contexte du programme de sciences de la nature, les laboratoires ouverts en physique permettent-ils d'observer un changement positif dans les modes d'engagement des deux genres, et plus particulièrement chez les garçons?

1.5 Objectifs de la recherche

Pour déterminer si les expérimentations de forme ouverte proposées au laboratoire de physique en sciences de la nature favorisent un meilleur engagement chez les étudiants des deux genres, cette recherche poursuit les objectifs spécifiques suivants :

Premier objectif :

Établir si l'engagement des garçons au laboratoire prend une forme différente de celle des filles.

Deuxième objectif :

Déterminer si, étant donné leur forme directive et fermée, les laboratoires actuels traditionnels favorisent davantage l'engagement propre aux filles.

Troisième objectif :

Vérifier si, de par leur nature différenciée, les laboratoires ouverts influencent de manière positive l'engagement chez les deux genres, et plus particulièrement chez les garçons.

1.6 Importance de la recherche

Cette recherche propose d'étudier l'engagement au laboratoire de physique avec les étudiants du programme de sciences de la nature. Peu de recherches touchent ce groupe d'étudiants quant à leurs modes d'apprentissage, et il y en a encore moins en lien avec l'activité au laboratoire.

Comme les laboratoires ouverts rencontrent les principes de la pédagogie différenciée, les comportements d'apprentissage et l'engagement seront observés selon le genre. Bien que le thème de la réussite au collégial ait occupé une place centrale dans la réflexion pédagogique des dernières années, de nombreux chercheurs, au moment d'élaborer leur conclusion, mentionnent l'importance d'explorer des formes d'interventions pédagogiques de niveau collégial plus adaptées aux garçons. Dans le cadre du PAREA, le ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport encourage toujours, en 2009, la recherche qui tend à évaluer les effets d'une pédagogie différenciée sur la réussite, notamment celle des garçons. C'est d'abord à ce besoin que notre recherche propose d'apporter sa contribution. Rappelons qu'il ne s'agira pas ici d'expliquer l'écart entre les filles et les garçons ou de voir à quoi tient la spécificité des genres (que nous tenons en prémisses pour acquise), mais de recourir à une pédagogie différenciée au laboratoire dont les effets permettront d'observer l'évolution des comportements d'apprentissage et de l'engagement selon le genre. Il s'agira aussi de voir comment les laboratoires ouverts peuvent être le lieu d'un apprentissage plus engagé chez les garçons, tout en recadrant l'apprentissage de tous dans un rapport plus significatif avec les sciences.

2. Cadre conceptuel

Pour mieux délimiter l'objet de cette étude, le cadre conceptuel décrit d'abord la notion de laboratoire scientifique dans ses versions dites ouvertes et fermées. Puis, il situe et définit le phénomène de l'engagement scolaire en soulignant ses principaux attributs critiques. Il explique ensuite la grille des modes d'engagement qui a permis de catégoriser les observations rapportées au chapitre des résultats et répertorie les facteurs scolaires qui influencent l'engagement des étudiants. Enfin, il présente les objectifs de recherche que poursuit cette étude.

2.1 Le laboratoire scientifique

Dans le cadre de la physique expérimentale, la notion d'expérience au laboratoire fait référence à une situation didactique dans laquelle deux ou trois étudiants placés en équipe réalisent un montage expérimental permettant de faire le lien entre la théorie et la pratique (Gauch, 2003; Millar et coll., 2002). Pour arriver à tirer des conclusions scientifiquement valables, une méthode expérimentale (ou scientifique) devra être utilisée (Gauch, 2003; Giordan, 1998).

Chaque type de laboratoire requiert des compétences et attitudes qui lui sont propres. Il existe plusieurs façons d'entrevoir les laboratoires comme situation didactique. La grande caractéristique permettant de catégoriser les approches se situe au niveau du degré de liberté dans l'expérimentation.

De ce point de vue, Herron (1971) a catégorisé le laboratoire en quatre niveaux allant de 1 à 4 (voir le Tableau 1 à la page suivante). Au niveau 1, le problème, la procédure et la conclusion sont spécifiés à l'avance, tandis qu'au niveau 4, ils sont laissés libres. Morin (1997) parle à ce propos de deux méthodes d'expérimentation : ouvertes et fermées.

Tableau 1

Méthodes d'expérimentation fermées et ouvertes

| Éléments | Méthodes d'expérimentation fermées | | Méthodes d'expérimentation ouvertes | |
|---|------------------------------------|------------|-------------------------------------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Identifier et décrire l'objet de l'expérience | Professeur | Professeur | Professeur | Étudiant |
| Formuler l'hypothèse de l'expérience | Professeur | Professeur | Étudiant | Étudiant |
| Élaborer la procédure expérimentale | Professeur | Professeur | Étudiant | Étudiant |
| Analyser et tirer des conclusions | Professeur | Étudiant | Étudiant | Étudiant |

2.1.1 L'expérimentation fermée

Dans les méthodes d'expérimentation fermées, le laboratoire est séquentiel et l'accent est mis sur le produit final de l'expérience, par exemple sur la validation d'une loi. Certains chercheurs américains parlent de laboratoires se rapprochant d'une recette de cuisine, dans lesquels l'étudiant doit suivre une recette pour arriver à observer et comprendre un phénomène naturel (Bybee, 2002). Ce type de laboratoire met beaucoup l'accent sur le fait de pouvoir suivre rigoureusement des étapes. Les bonnes manipulations devraient permettre de reproduire les théories existantes en démontrant à nouveau leur validité. Ils sont associés à une vision positiviste des sciences.

2.1.2 L'expérimentation ouverte

Ce type de laboratoire laisse l'étudiant beaucoup plus libre dans son apprentissage d'une démarche scientifique. Par exemple, il doit lui-même établir un protocole d'action, et bien que différents thèmes aient été choisis par l'enseignant, on ne lui fixe pas une voie

unique à suivre (Lewis, 2002; Roth et coll., 1993). L'étudiant est amené à se poser des questions et à trouver ses propres réponses en effectuant les manipulations qu'il juge adéquates pour y arriver, tout cela, guidé par l'enseignant. Ce type de laboratoire place donc l'étudiant au centre de son apprentissage, ce qui assure un laboratoire porteur de sens pour lui, tout en lui permettant de développer sa créativité et son autonomie.

À l'aide d'une mise en situation, les étudiants peuvent choisir parmi différentes possibilités d'études selon leurs préoccupations et les problèmes qui les touchent particulièrement. Cela explique à nouveau le terme « ouvert », en ce sens que plusieurs voies peuvent être empruntées par les étudiants dans leur acquisition du savoir scientifique.

Certains préféreront faire plus de manipulations afin de visualiser les phénomènes, alors que d'autres voudront plutôt établir un cadre théorique formel avant de s'attaquer à leur mise en situation. Au niveau de la problématique du laboratoire, certains voudront poser et démontrer leurs hypothèses avec des résultats et une analyse plus qualitative, et d'autres, avec une analyse plus quantitative. Certains feront des expériences assistées par ordinateur, alors que d'autres préféreront des manipulations tactiles.

Comme on peut le constater, bien que l'objectif du laboratoire ouvert soit le même pour tous, la façon de l'aborder est propre à chaque individu. L'environnement pédagogique du laboratoire ouvert permet aux divers modes d'apprentissage des étudiants de s'extérioriser, ce qui devrait favoriser l'engagement et l'apprentissage du plus grand nombre.

La suite de notre cadre conceptuel circonscrit la portée du concept d'engagement dans la mesure où, étant la manifestation d'une interaction entre un individu et son environnement, il invite à décrire les comportements d'apprentissage dans le contexte précis du laboratoire de sciences.

2.2 L'engagement scolaire

La question de l'engagement scolaire occupe un territoire modeste dans le champ de la recherche pédagogique francophone. Des travaux importants, comme ceux de Pirot et De Ketele (2000), restent assez peu connus et isolés, si bien qu'il n'est pas possible de parler de courant de recherche. Au Québec, les écrits les plus récents qualifient encore l'engagement de « concept à circonscrire » et soulignent unanimement son caractère polysémique dans l'entendement populaire de la communauté éducative (Bélanger et coll., 2005; CSÉ, 2008; Tremblay et coll., 2006).

Dans la littérature anglophone, par contre, la recherche traitant de l'engagement scolaire s'appuie sur une tradition remontant à plus de vingt-cinq années. Le concept n'y recoupe pas moins des réalités variables et multiples. Depuis les travaux fondateurs des années soixante-dix jusqu'à aujourd'hui, les études qui éclairent le phénomène sont à ce point nombreuses qu'un effort de synthèse s'avère nécessaire pour qui veut en dégager les principaux traits et apports. À cette fin, deux articles publiés il y a peu retiennent particulièrement l'attention (Fredricks, Blumenfeld et Paris, 2004; Russell et coll, 2005). Faisant le point sur plus de 160 études, les auteurs circonscrivent le concept en décrivant les trois formes d'engagement qui ont intéressé la recherche pédagogique à ce jour : l'engagement comportemental, l'engagement affectif et l'engagement cognitif.

Dans cette étude portant sur l'engagement des étudiants au laboratoire de physique en sciences de la nature, de quoi au juste est-il question? Que recouvre ici le concept d'engagement et quels en sont les attributs? C'est ce que nous allons maintenant poser.

2.2.1 Attributs critiques et définition opérationnelle de l'engagement au laboratoire de sciences

Dans le milieu scolaire, l'idée d'engagement évoque généralement celle d'implication, d'investissement personnel et d'intérêt envers l'école; elle est aussi associée à l'idée de persévérance et d'efforts consacrés dans les études (Fredricks et coll., 2004; CSÉ, 2008).

Comme la notion d'engagement est souvent confondue avec la notion de motivation, plusieurs auteurs prennent soin de les distinguer. La motivation scolaire, selon la conception la plus répandue, est décrite comme un état psychologique interne créé par un désir ou un besoin devant une situation d'apprentissage. Qu'elle soit intrinsèque ou extrinsèque, c'est la motivation d'un étudiant qui incite ce dernier à s'engager dans une activité et à persévérer dans son accomplissement. Si la motivation concerne l'*énergie* et la *direction* et les raisons d'agir, l'engagement, pour sa part, concerne l'*énergie en action* et le *lien entre la personne et l'activité* (Russell et coll., 2005). La motivation, « *moteur de l'action, est donc une condition nécessaire, mais non suffisante de l'engagement* » (Piro et de Ketele, 2000). En quelque sorte, l'engagement serait la manifestation comportementale de cet état psychologique qu'est la motivation (Astin, 1984, cité dans CSÉ, 2008).

Ainsi, l'engagement peut être vu comme un comportement, au sens que l'on donne en psychologie à ce mot, c'est-à-dire comme une manière globale de répondre à une situation dans laquelle on se trouve. Dans leurs efforts pour définir l'engagement scolaire, la plupart des auteurs soulignent qu'il s'observe dans l'interaction d'un étudiant avec l'environnement scolaire et qu'il est sensible aux variations de cet environnement (Connell, 1990, Finn & Rock, 1997, cités dans Fredricks, 2004). Dès lors, il apparaît difficile de décrire et de caractériser l'engagement scolaire en dehors d'une situation précise. Fredricks et coll. (2004) ont par ailleurs mentionné la limite méthodologique des études qui n'ont pas pu associer la mesure de l'engagement, quand elle est faite par questionnaire, à des tâches spécifiques. Puisque la forme que prend l'engagement est fortement déterminée par la situation, en parler en termes d'engagement étudiant,

d'engagement scolaire ou d'engagement dans les études reste insuffisant et ne contribue qu'à entretenir l'ambiguïté qui entoure le concept.

D'emblée, il importe donc de délimiter les deux contextes où l'engagement scolaire intéresse la recherche en éducation : l'engagement institutionnel, lié à l'implication des étudiants dans les activités sociales et parascolaires de l'établissement, et l'engagement scolaire, lié à la participation active des étudiants dans leurs études (Willis, 1993). C'est à ce dernier champ de la recherche qu'appartient cette étude, dans la partie spécifique qu'occupe l'engagement en présentiel (Pirrot, 1995), c'est-à-dire l'investissement de l'étudiant dans les activités d'apprentissage organisées en classe par l'enseignant¹.

Comme phénomène à étudier, l'engagement scolaire reste relativement complexe. La plupart des auteurs s'accordent maintenant pour dire qu'il fait intervenir diverses dimensions. Fredricks et coll. (2004) remarquent que ce caractère multidimensionnel est reflété dans la littérature anglophone consultée, où l'engagement de l'étudiant est un phénomène défini de trois façons.

L'*engagement comportemental* désigne soit le fait d'avoir une conduite positive à l'école, de suivre les règles et d'adhérer aux normes, soit le fait de se plonger dans les tâches d'apprentissage en manifestant des efforts, de la persévérance, de l'attention et une participation active en classe. Il peut aussi désigner la participation à des activités parascolaires (l'engagement institutionnel).

L'*engagement affectif* réfère aux réactions positives et négatives de l'étudiant devant les activités d'apprentissage ou la matière (l'intérêt, l'ennui, la joie, l'anxiété, etc.). Il réfère aussi à l'attitude de l'étudiant envers l'enseignant, envers les autres étudiants dans la classe ou, de façon plus générale, envers l'école.

¹ L'engagement peut aussi être hors présentiel, désignant en cela l'investissement de l'étudiant dans ses études en dehors des heures de cours (Pirrot, 1995).

L'*engagement cognitif* concerne la qualité et le degré d'effort mental investi dans la compréhension et la réalisation d'une tâche. Il concerne le désir d'apprendre, d'aller au-delà des attentes et de relever des défis. Un autre pan de la recherche mesure l'engagement cognitif par les stratégies autorégulatrices d'apprentissage de l'étudiant, c'est-à-dire son utilisation de stratégies comme la planification, la validation, l'évaluation et la régulation dans l'accomplissement d'une tâche. Dans cette optique, une distinction qualitative souligne le fait que les étudiants recourant à des stratégies d'étude en profondeur sont cognitivement plus engagés que les étudiants recourant à des stratégies d'étude en surface.

Pour les chercheurs qui s'appuient aujourd'hui sur les travaux ayant touché l'une ou l'autre de ces trois formes d'engagement, il ne fait aucun doute qu'elles sont étroitement reliées et qu'elles peuvent difficilement être étudiées séparément. À certains égards, elles se recoupent, tandis qu'à d'autres égards, elles se complètent. Quoi qu'il en soit, nombre de chercheurs intéressés par l'engagement en classe accordent à l'engagement cognitif une attention particulière. Pour paraphraser une observation de Corno et Mandinach (1983), faite à l'occasion de travaux régulièrement cités : pendant que les étudiants peuvent sembler attentifs et consacrer beaucoup de temps à la tâche (*engagement comportemental*), pendant qu'ils peuvent paraître concentrés et intéressés (*engagement affectif*), ils ne sont pas forcément en train de faire un effort mental ni d'apprendre quoi que ce soit (*engagement cognitif*). L'étude de l'engagement dans une situation d'apprentissage ne peut donc négliger le fait qu'il existe chez les étudiants différents degrés d'engagement cognitif, degrés qu'il apparaît incontournable de caractériser.

Cette étude ne peut non plus omettre l'idée que les manifestations comportementales de l'engagement dans une situation d'apprentissage varient d'un étudiant à l'autre. Elles peuvent aussi varier dans le temps chez un même étudiant, c'est-à-dire être stables et observables à long terme ou n'être observables qu'à court terme dans des situations spécifiques (Corno et Mandinach, 1985; Lee et Anderson, 1993; Fredricks et coll., 2004). Ainsi, avec l'objectif de décrire l'engagement propre à un étudiant ou à un groupe d'étudiants dans une situation d'apprentissage donnée, il importe de caractériser l'activité

observée chez ce ou ces étudiants dans le temps : dans une même situation d'apprentissage, sur quoi chacun porte-t-il son attention et à quels moments, quels moyens chacun utilise-t-il aux différentes étapes de réalisation de la tâche d'apprentissage, quelles difficultés doit-il résoudre, à l'aide de quelles ressources et en sollicitant quelle ampleur de ses ressources cognitives personnelles, avec quel degré de persévérance?

Pour récapituler, la littérature permet de dégager les principaux attributs critiques suivants de l'engagement en classe :

- l'engagement en classe d'un étudiant ou d'un groupe d'étudiants ne peut être significativement décrit et caractérisé que dans le contexte d'une situation d'apprentissage spécifique;
- l'engagement en classe se manifeste dans des comportements propres à chacun;
- l'engagement en classe fait intervenir une dimension affective;
- pour une même situation d'apprentissage, l'engagement dans la classe se caractérise par des degrés variables d'engagement cognitif entre les étudiants;
- l'engagement en classe d'un étudiant peut varier d'une tâche d'apprentissage à l'autre ou à l'intérieur d'une même tâche d'apprentissage.

En conséquence, dans le contexte particulier de cette recherche, nous voulons décrire et caractériser l'engagement au laboratoire de physique par *le type d'activité et le degré d'effort cognitif que l'on observe chez un étudiant dans son interaction avec la tâche expérimentale et les ressources de l'environnement.*

Dans cette définition de l'objet de recherche, la *tâche expérimentale* désigne la forme d'expérience proposée par l'enseignant (expérimentation fermée avec un protocole établi ou expérimentation ouverte), les caractéristiques du matériel rendu disponible aux étudiants pour effectuer le montage expérimental et les caractéristiques du système d'acquisition et de traitement des données de l'expérimentation.

Les *ressources de l'environnement* auxquelles peut faire appel l'étudiant pour accomplir la tâche sont diverses : l'enseignant ou le technicien présent au laboratoire, le coéquipier, les autres équipes, les notes de cours théoriques, Internet. Le montage expérimental et le système d'acquisition de données peuvent aussi être considérés comme des ressources quand l'étudiant les utilise pour surmonter une difficulté, quand il manipule pour parvenir à résoudre un problème ou comprendre un aspect de l'expérimentation (nous précisons cette idée au point suivant).

Dans le cadre de cette recherche, décrire *le type d'activité* de l'étudiant au laboratoire consiste essentiellement à caractériser son engagement du point de vue comportemental. Quelles tâches assume-t-il la plupart du temps comparativement à son coéquipier? Comment s'y prend-il pour accomplir l'expérience et comment fait-il face aux difficultés rencontrées : se tourne-t-il vers une recherche d'information écrite (dans le protocole quand il est fourni, dans ses notes, dans son livre de physique, sur Internet, etc.), manipule-t-il le montage ou gère-t-il le système d'acquisition de données, échange-t-il avec le coéquipier ou avec les autres équipes, pose-t-il des questions, à qui les pose-t-il et à quelle fréquence? Dans quelle mesure, au sein de son équipe, contribue-t-il à la réalisation de l'expérimentation : est-il surtout engagé, passif voire désengagé?

Parce que l'acte de penser n'est pas directement observable, décrire le *degré d'effort cognitif* suppose une inférence à partir de plusieurs manifestations. Ainsi, l'observation de ce qui semble être un moment de forte réflexion chez un étudiant apparaît insuffisante, bien que la persévérance puisse se révéler significative en soi. Cependant, dans le contexte du laboratoire de physique, le niveau des propos qu'échangent les étudiants entre eux, les paroles que chacun prononce, la nature des questions que chacun adresse (au coéquipier, à l'enseignant, etc.) sont les premiers indices du degré d'engagement cognitif. À son plus haut degré, l'engagement cognitif d'un étudiant montrera qu'il connaît bien les objectifs de l'expérimentation et que sa démarche est stratégique. Le degré de contribution à résoudre une difficulté est également une manifestation intéressante. Le désengagement cognitif, à l'opposé, s'observe chez un étudiant dont

l'attention, les propos, les comportements se portent à l'extérieur du cadre de l'expérimentation en cours.

Il va de soi que décrire le type d'activité d'un étudiant (l'engagement comportemental) et son degré d'effort cognitif (l'engagement cognitif) se fait de concert, à partir de l'ensemble des observations et données recueillies à son égard. C'est à cette seule condition qu'il devient possible de construire un profil de l'engagement de l'étudiant au laboratoire de physique, ce que nous appelons le mode d'engagement observé chez un étudiant ou un groupe d'étudiants, et que nous allons définir au point suivant. D'emblée, toutefois, mentionnons que la dimension cognitive de l'engagement est une préoccupation centrale de cette recherche.

Dans cette optique, la dimension affective de l'engagement au laboratoire reste une dimension intéressante, mais d'arrière-plan. Les principaux aspects de l'engagement affectif que cette étude considérera touchent à l'intérêt et au sentiment de compétence de l'étudiant pour le domaine à l'étude ou pour l'activité proposée.

2.3 Les modes d'engagement au laboratoire de physique : modèle d'interprétation

Le modèle d'interprétation retenu pour décrire les modes d'engagement des étudiants au laboratoire de physique est inspiré du modèle de Corno et Mandinach (1983, 1985). Au cours de leurs travaux sur l'engagement cognitif, les deux chercheuses américaines ont distingué quatre approches qualitativement différentes, ou *forms of engagement*, que les étudiants peuvent adopter quand ils apprennent en classe. Ces quatre modes d'engagement, que nous traduisons en vertu d'une logique expliquée plus loin, se présentent selon des degrés d'effort cognitif décroissants : autorégulation (*self-regulated learning*), régulation empirique (*task focus*), régulation par les ressources externes (*resource management*) et attention passive (*recipience*).

Selon le modèle de Corno et Mandinach, l'autorégulation (*self-regulated learning*) correspond au plus haut degré d'engagement cognitif. Ce mode d'engagement suppose un

effort de l'étudiant pour approfondir et traiter une situation d'apprentissage (pas nécessairement limitée à du contenu théorique), et un effort pour gérer et améliorer ce processus d'apprentissage. Il est ici question de stratégies autorégulatrices (planification, validation, évaluation et régulation), voire de régulation métacognitive.

La régulation empirique (*task focus*) désigne un mode d'engagement dans lequel l'étudiant tente d'accomplir une tâche sans d'abord rechercher des indications extérieures sur la façon d'y parvenir. Ici, l'étudiant s'appuie plutôt sur les caractéristiques de la tâche qu'il décèle de lui-même, il porte son attention sur les détails significatifs qu'il relève, sur sa capacité à distinguer l'information utile de celle qui ne l'est pas. Ce mode est plus approprié pour certaines tâches, notamment les problèmes techniques, les tests d'habiletés spatiales ou la résolution de problèmes.

Comme autre mode d'engagement, la régulation par les ressources externes (*resource management*) est caractéristique de l'étudiant qui réalise une tâche en sollicitant constamment l'aide des ressources disponibles pour obtenir de l'information : manuels, coéquipiers, enseignant, etc. Ce mode d'engagement marque un affaiblissement de l'effort cognitif dans la mesure où l'étudiant évite ainsi délibérément de s'appuyer sur ses propres moyens.

Enfin, et à l'opposé de l'autorégulation, l'attention passive (*recipience*) correspond au plus faible degré d'engagement cognitif. Ce mode d'engagement désigne une approche passive où l'acte de penser est pour ainsi dire « court-circuité ». Il peut s'observer dans une situation où l'étudiant peut suivre les instructions qu'on lui donne et exécute la tâche en investissant l'effort cognitif minimum.

Au cours de leurs observations, Corno et Mandinach ont remarqué que les étudiants pouvaient alterner d'un mode d'engagement à l'autre, aussi bien entre différentes tâches d'apprentissage qu'à l'intérieur d'une même tâche. Ce changement de mode est souvent lié aux exigences de la tâche et aux caractéristiques de l'enseignement. Toutefois, il semble que les étudiants capables d'autorégulation soient en mesure d'adopter tous les

modes d'engagement, variation qui dépendrait de leur niveau de motivation et des exigences de la tâche.

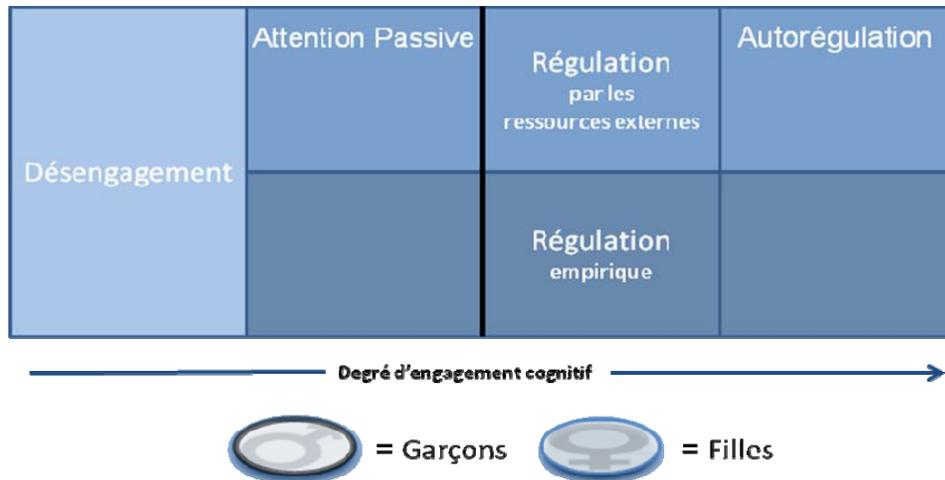
Dans la décennie qui a suivi, ce modèle (parfois appelé *self-regulation model*) a abondamment appuyé les travaux d'autres chercheurs, lesquels ont chaque fois conclu à sa validité et à son utilité dans la recherche sur l'engagement cognitif (Howard-Rose et Winne, 1993). Encore récemment, l'étude de Rogers et Swan (2001), menée avec des élèves engagés dans des activités de recherche sur Internet, a fait une démonstration supplémentaire de son applicabilité.

Ce modèle est donc tout indiqué pour caractériser les modes d'engagement des étudiants au laboratoire de physique. Toutefois, il est apparu important de procéder à quelques adaptations et quelques précisions de manière à obtenir un modèle qui correspond mieux à l'étude de l'engagement au laboratoire et à la compréhension que nous avons dégagée du phénomène en question.

Une première adaptation a consisté à organiser le modèle de manière à ce qu'il soit possible d'y localiser le mode d'engagement d'un étudiant, d'où la schématisation ci-après. On remarque d'abord à l'extrême gauche l'ajout d'un degré zéro de l'engagement, soit le désengagement.

Figure 1

Adaptation du modèle de Corno et Mandinach (1983;1985)



L'attention passive marque donc le degré 1 de l'engagement. D'après notre modèle, le désengagement et l'attention passive, situés à gauche, sont tous deux distincts des trois autres modes d'engagement, situés à droite. Dans ces derniers modes, les étudiants font activement en sorte de « maintenir leur engagement » dans l'expérimentation faite en laboratoire. Pour nous, maintenir son engagement consiste à prendre les moyens pour surmonter les différents types de difficultés qu'il est possible de rencontrer dans l'accomplissement de la tâche. On peut donc dire que dans l'un ou l'autre des trois modes identifiés dans la partie de droite, l'étudiant maintient son engagement en *régulant* sa démarche devant les exigences qu'il rencontre pour mener l'expérimentation jusqu'au bout. C'est donc à la fois pour souligner le caractère *actif* de l'étudiant engagé dans un de ces trois modes que nous avons utilisé le terme « régulation » dans notre traduction des modes décrits par Corno et Mandinach, et à la fois pour souligner le fait que l'étudiant se régule pour *maintenir* son engagement dans l'expérimentation en cours.

De la gauche vers la droite à l'intérieur des trois modes faisant intervenir la régulation, l'engagement cognitif varie du plus bas au plus haut degré. Au plus haut degré, ainsi, un étudiant qui s'autorégule mobilise d'abord et surtout ses ressources cognitives personnelles et il le fait de façon stratégique (planification, validation, évaluation), ce qui

n'est pas le cas chez les étudiants se régulant à l'aide des ressources externes ou de manière empirique.

Dans ces deux derniers modes de régulation, l'étudiant n'arrive pas au même degré d'autonomie cognitive que les étudiants capables d'autorégulation. Dans le mode de régulation par les ressources externes, l'étudiant maintient son engagement cognitif en utilisant l'aide des ressources disponibles (coéquipier, enseignant, protocole, manuel, etc.). Dans le mode de régulation empirique, l'étudiant se sert du matériel (montage, système d'acquisition de données), pour obtenir l'information nécessaire pour poursuivre sa démarche sans nécessairement engager une réflexion d'aussi haut niveau que les étudiants capables d'autorégulation.

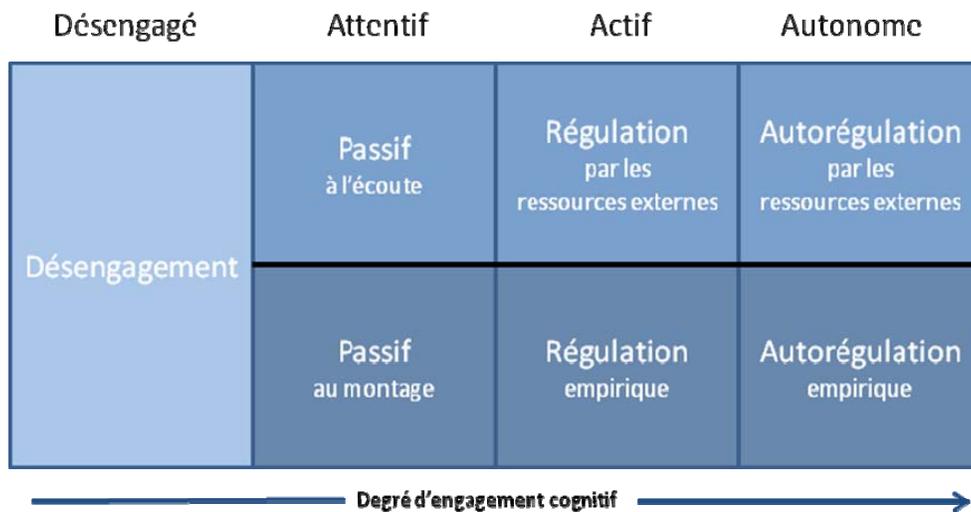
Là où cette modélisation marque une distance avec le modèle de Corno et Mandinach, c'est particulièrement à l'intérieur des modes de régulation par les ressources externes ou de régulation empirique. Selon nous, et contrairement à ce que suggèrent Corno et Mandinach, il n'existe pas de progression de l'engagement cognitif quand on passe du mode de régulation par les ressources externes au mode de régulation empirique : il existe plutôt un continuum et une progression de l'engagement cognitif à l'intérieur de chacun de ces deux modes.

D'après notre compréhension du phénomène, chacun de ces deux modes peut solliciter un engagement cognitif de degré variable, depuis un bas degré jusqu'à un plus haut degré. Par exemple, un étudiant qui maintient son engagement en questionnant l'enseignant sur la façon de faire une tâche (régulation par les ressources externes) fait beaucoup moins appel à ses propres ressources cognitives que s'il demande à l'enseignant de valider sa façon de s'y prendre, ou encore s'il lui demande ce qu'il pense d'une hypothèse qui lui vient à l'esprit au cours de l'expérimentation. Par exemple, encore, un étudiant qui maintient son engagement en manipulant le montage (régulation empirique) à coups d'essais aléatoires et sans observation mobilise beaucoup moins ses propres ressources cognitives que s'il fait des essais et réfléchit aux résultats qu'il obtient ainsi.

Dans le modèle proposé, on peut maintenant préciser que l'engagement cognitif au laboratoire est de plus en plus élevé et autonome quand on se déplace des catégories de gauche vers celles de droite. On peut en outre considérer qu'à l'intérieur d'un même mode d'engagement, l'engagement cognitif peut varier selon la façon dont les ressources sont mobilisées.

Figure 2

Adaptation complétée du modèle de Corno et Mandinach (1983;1985)



Une autre précision distingue les aires situées dans la moitié supérieure du schéma et celles de la moitié inférieure. Dans le bas, on retrouve les étudiants de quelque mode que ce soit qui s'appuient surtout sur des ressources empiriques, tandis qu'on pourra situer dans le haut les étudiants qui utilisent surtout des ressources externes et théoriques.

Comme l'ont observé Corno et Mandinach, les étudiants peuvent alterner d'un mode d'engagement à l'autre, aussi bien à l'intérieur d'une même tâche d'apprentissage qu'entre différentes tâches. C'est pourquoi il nous apparaît important de distinguer, dans les observations qu'il est possible de faire au laboratoire de physique, ce que nous appelons « unité de comportement », « mode d'engagement secondaire » et « mode d'engagement dominant ».

Dans l'ensemble des manifestations liées à l'engagement que l'on peut observer au laboratoire, une « unité de comportement » désigne une manifestation significative (poser une question ou chercher dans son livre, manipuler le montage, parler de toute autre chose, etc.), manifestation qu'il est possible d'associer à un mode d'engagement en particulier. Toutefois, la désignation d'un mode d'engagement propre à un étudiant ne peut reposer sur une seule unité de comportement, mais sur l'observation d'un ensemble d'unités de comportement. Comme il est possible de voir chez un même étudiant des manifestations relevant parfois d'un mode, et parfois d'un ou de plusieurs autres modes, nous désignons par « mode d'engagement secondaire » le ou les modes que manifeste occasionnellement un étudiant, et par « mode d'engagement dominant », celui qu'un étudiant manifeste le plus souvent.

2.4 Les facteurs scolaires qui influencent l'engagement

Selon la littérature consultée, le degré d'engagement des étudiants en classe peut être déterminé par certains aspects de l'environnement mis en place par l'enseignant. Parmi ces aspects, retenons les suivants :

Les caractéristiques de la tâche

Les étudiants s'engagent plus activement dans des tâches qu'ils trouvent intéressantes, importantes et qui présentent des défis (Russell et coll., 2005). Fredricks et ses collaborateurs (2004) trouvent chez Newmann (1991, 1992) l'idée qu'une tâche influencera favorablement l'engagement si elle est authentique, si elle permet aux étudiants de prendre des initiatives et de collaborer, si elle permet diverses formes d'apprentissage et si elle donne l'occasion d'avoir du plaisir.

La relation et le soutien de l'enseignant avec les étudiants

La qualité des relations qu'entretient l'enseignant avec ses étudiants influence l'attitude des étudiants en classe (engagement affectif) aussi bien que leur degré d'attention (engagement comportemental, voire cognitif). Cette qualité dans les relations tient à l'attention et à la considération dont fait preuve l'enseignant, au respect et à l'écoute qu'il manifeste, au soutien qu'il offre quand son aide est requise (Russell et coll., 2005). L'enseignant qui, dans le soutien qu'il donne, encourage l'autonomie et force la compréhension des étudiants favorise un plus haut degré d'engagement cognitif (Fredricks et coll., 2004).

La pédagogie

Le choix d'une pédagogie active influence positivement l'engagement (Fredricks et coll., 2004). Cette pédagogie favorise l'apprentissage expérientiel, l'authenticité, la variété. Elle permet l'exploration et donne des occasions de soutenir sa pensée personnelle, de discuter avec les autres, et elle encourage la prise en charge par l'étudiant des différentes étapes d'accomplissement d'une tâche. Une pédagogie différenciée exerce aussi une influence favorable sur l'engagement, dans la mesure où elle reconnaît les différences de besoins et de capacités des étudiants et permet à chacun de cheminer selon son mode propre.

Le climat de classe

La littérature fait ressortir l'importance d'un climat positif dans cet environnement d'apprentissage qu'est la classe (Russell et coll., 2005). À cet égard, la communication par l'enseignant de règles de vie explicites, de consignes précises et d'attentes claires favorise un meilleur engagement des étudiants. L'enseignant a aussi un rôle influent sur le mode d'interaction qui s'établit entre pairs dans la classe. Quand il encourage et développe le respect mutuel parmi les étudiants, ceux-ci s'engagent d'autant plus.

Les aspects scolaires qui viennent d'être décrits ne sont pas spécifiquement étudiés par cette recherche. En fait, le chapitre de la méthodologie porte plutôt sur la présentation de la collecte de données qui s'est effectuée autour de la notion d'engagement.

3. Méthodologie

Le chapitre de la méthode commence par la mise en contexte de la collecte de données. Ensuite, chacun des quatre instruments retenus pour mesurer l'engagement est présenté, soit le questionnaire sur les comportements d'apprentissage et la participation, le questionnaire sur l'intérêt et le sentiment de compétence, la grille d'interprétation des modes d'engagement et les entrevues semi-dirigées.

3.1 Mise en contexte et déroulement de la collecte de données

La collecte de données a été effectuée auprès des étudiants de la cohorte 2006-2008 (N = 79) et 2007-2009 (N = 65) du programme de sciences de la nature du Collège Shawinigan. Tous les étudiants de 2006-2008 ont signifié leur accord pour participer à cette recherche. Pour les étudiants de 2007-2009, le taux de participation s'élève à 95 %. Une lettre éthique a expliqué à tous les étudiants en quoi consistait leur implication. Cette lettre est disponible en annexe 1.

La collecte de données a duré trois sessions, de l'automne 2008 à l'automne 2009. Elle a été réalisée à l'intérieur des trois cours de physique du programme, soit ceux de mécanique (203-NYA-05), d'électricité et magnétisme (203-NYB-05) ainsi que celui d'ondes, optique et physique moderne (203-NYC-05).

Figure 3

Distribution des cours de physique dans le programme
de sciences de la nature selon la session

| Automne 2008 | Hiver 2009 | Automne 2009 |
|---------------------------|--|--|
| Mécanique (203-NYA-05) | Électrique et magnétisme (203-NYB-05) | Ondes, optique et physique moderne (203-NYC-05) |

Durant la session d'automne 2008, une collecte de données préalable a servi à valider certains instruments de mesure. La collecte principale s'est déroulée pendant les sessions d'hiver 2009 et d'automne 2009 avec quatre instruments de mesure majeurs.

3.2 Type de recherche

Les quatre instruments retenus dans la collecte de données permettent de mesurer et décrire l'engagement sous plusieurs facettes. Le choix de procéder par une méthode mixte s'est avéré indispensable afin de mesurer avec précision et validité toutes ses dimensions.

La plupart des mesures sur l'engagement comportemental se fait à partir de questionnaires sur la participation et les comportements d'apprentissage qui nécessitent une analyse quantitative (Buhs et Ladd, 2001; Schaefer et McDermott, 1999). Afin de pouvoir comparer nos résultats avec ceux de la littérature, ce type de questionnaire a été choisi. Par ailleurs, un traitement quantitatif permet d'obtenir un portrait de groupe avec l'obtention des moyennes et ainsi procéder à une comparaison selon le genre.

Le questionnaire sur l'intérêt et le sentiment de compétence est aussi traité quantitativement, car ses résultats sont comparés avec ceux de l'engagement comportemental. De plus, ce choix est justifié car l'intérêt pour la tâche et le sentiment de compétence sont difficilement observables en laboratoire. Une mesure autoévaluative à l'aide d'une échelle semble plus appropriée.

Le mode d'engagement, concept développé dans cette recherche, est étudié à partir d'une grille d'interprétation. Le choix d'ajouter des observations en laboratoire provient d'indications chez plusieurs auteurs à l'effet que l'engagement doit être mesuré par l'observation simultanée de ses trois composantes (Fredricks et coll., 2004). Or, un traitement qualitatif des données permet d'identifier des unités de comportements qui possèdent à la fois un aspect affectif, comportemental et cognitif.

Pour compléter l'étude de l'engagement, les entrevues semi-dirigées veulent étudier l'engagement selon le genre et le type de tâche proposé. L'analyse qualitative du discours des étudiants s'avère la meilleure avenue pour cette étude, compte tenu du détail des informations présentes dans ce type de discours.

En résumé, l'engagement comportemental, l'intérêt et le sentiment de compétence sont mesurés quantitativement et comparés entre eux. Ceci permet de poser un regard sur l'ensemble des étudiants à propos de composantes précises de l'engagement. Pour enrichir les résultats de ces questionnaires, la grille d'interprétation et les entrevues semi-dirigées veulent répondre aux objectifs de la recherche en regardant de manière plus nuancée le phénomène de l'engagement.

Le Tableau 2 résume les concepts, les variables ainsi que les instruments de collecte utilisés dans le cadre de la présente étude.

Tableau 2

Concepts, types d'instruments et instruments de collecte

| Engagement | Composantes de l'engagement | Sous-composantes de l'engagement | Types d'instruments | Instruments de collecte |
|--------------------|-----------------------------|----------------------------------|--|---|
| | Engagement comportemental | - Participation académique | Questionnaire (Quantitatif) | <i>Teacher Rating Scale of School Adjustment (TRSSA)</i> Birch et Ladd (1997) |
| | | - Comportements d'apprentissage | Questionnaire (Quantitatif) | <i>Learning Behavior Scale (LBS)</i> McDermott & Schaefer, (1998) |
| Modes d'engagement | Engagement comportemental | | Grille d'interprétation des modes d'engagement (Qualitatif) | <i>Grille d'interprétation des modes d'engagement au laboratoire</i> Langlois et Corriveau (2008) |
| | Engagement affectif | | | |
| | Engagement cognitif | | | |
| | Engagement affectif | | Entrevues semi-dirigées menées auprès des étudiants (Qualitatif) | <i>Influence du genre et du type de laboratoires sur l'engagement</i> Langlois et Corriveau (2008) |
| | Engagement cognitif | | | |

Dans les prochaines sections, chacun des instruments sera abordé dans le contexte des besoins associés à la présentation de la recherche.

3.3 Questionnaires associés à l'engagement comportemental

Les instruments choisis dans le but de mesurer l'engagement comportemental incluent des mesures liées à la participation (Buhs & Ladd, 2001) ainsi qu'aux comportements d'apprentissage (McDermott et Schaefer, 1999).

Comportements d'apprentissage

Le questionnaire sur les comportements d'apprentissage se nomme LBS (*Learning Behavior Scale*). Les échelles retenues sont les suivantes : motivation/compétence (8 items); attention/persévérance devant une difficulté (7 items); attitude envers les apprentissages (9 items); capacité d'adaptation/stratégie (7 items).

Cet outil, qui est le résultat d'un quart de siècle de recherches américaines, permet de pondérer les comportements d'apprentissage en fonction de l'âge et du genre (Birrell, et coll., 1985; Glutting et McDermott, 1988; McDermott et Beitman, 1984; McDermott & Glutting, 1997; Phillips et coll, 1987; Stott 1985; Stott, Green et Francis, 1983; Buchanan et coll., 1998; McDermott, 1999; Schaefer et McDermott, 1999). Le LBS comporte 29 items pour lesquels l'enseignant ou l'intervenant livre ses perceptions à l'aide d'une échelle de Likert.

Tableau 3

Échelle de Likert pour le LBS

| 0 | 1 | 2 |
|-------------------|--------------------|--------------------------------|
| ne s'applique pas | s'applique parfois | s'applique la plupart du temps |

Dans ce questionnaire, 23 items décrivent des comportements dits *négatifs* et six éléments, des comportements dits *positifs* (Yen et coll., 2004). D'utilisation simple, le questionnaire a été validé auprès d'élèves de 5 à 17 ans (Canivez et coll., 2006). Les coefficients de consistance interne qu'ils ont obtenus pour les différentes échelles

(motivation/compétence, l'attention/persévérance et l'attitude envers les apprentissages) ont toutes des valeurs comprises entre 0,75 et 0,85, et leur fiabilité (test-retest) est de 0,92-0,93. Comme le rapporte les auteurs Buchanan et coll. (1998), les coefficients de cohérence inter-codeur varient entre 0,68 et 0,91.

Participation académique

Le questionnaire sur la participation se nomme le TRSSA (*The Teacher Rating Scale of School Adjustment*) et comporte cinq catégories. Trois d'entre elles ont été retenues, soit la participation coopérative (Coopérative Participation) (7 items), la participation autonome (Independent Participation) (4 items) et la relation avec l'enseignant (Confort with Teacher) (5 items). Les 16 énoncés sélectionnés sont remplis par l'enseignant ou l'intervenant, qui exprime ses perceptions de l'étudiant selon une échelle de Likert identique au LBS.

Tableau 4

Échelle de Likert pour le TRSSA

| 0 | 1 | 2 |
|-------------------|--------------------|--------------------------------|
| ne s'applique pas | s'applique parfois | s'applique la plupart du temps |

Les éléments liés à une participation positive sont au nombre de 14, alors que ceux liés à une participation négative sont au nombre de deux.

Ce questionnaire résulte de plusieurs années de recherche (Buhs et Ladd, 2001; Ladd, Buhs et Seid, 2000; Birch et Ladd, 1997) et a été validé à plusieurs reprises (Daneault, 2007; Ladd et Burgess, 2001). La consistance interne des échelles de participation coopérative ($\alpha=0,92$) et de participation autonome ($\alpha=0,91$) est particulièrement élevée (Birch et Ladd, 1997).

Validation des questionnaires sur l'engagement comportemental

Pour assurer davantage de précision dans les résultats obtenus à l'aide des questionnaires sur l'engagement comportemental, l'enseignant qui l'a rempli a préalablement reçu une formation sur le contenu des questionnaires. Cela a permis de répondre à un critère important dans l'évaluation des comportements d'apprentissage, soit la compétence de l'évaluateur (Buchanan et coll., 1998).

De plus, tout comme le suggèrent Buchanan et coll. (1998), le questionnaire a été rempli à la fin des sessions, soit après trois mois d'interaction avec les étudiants, afin de s'assurer que l'enseignant possédait une connaissance suffisante des comportements à évaluer.

Une validation inter-juge des deux questionnaires a été effectuée sur la première cohorte (2006-2008). La validation est possible, car le chercheur a enseigné à ces étudiants lors d'une session antérieure. Cela lui permet de remplir les critères d'immersion dans le milieu et de compétence nécessaires à l'évaluation. Le chercheur et l'enseignant ont ainsi pu évaluer l'engagement comportemental des étudiants au même moment, rendant le comparatif des évaluations significatives. Cette validation inter-juge est importante, car elle permet de s'assurer que les résultats sont indépendants de l'évaluateur.

Avant d'interpréter les résultats, une validation avec la littérature a été effectuée, entre autres, avec des tests de consistance interne et de comparaison des moyennes (T-Test).

Une autre validation a été effectuée au niveau de la fidélité. Les tests de consistance interne réalisés en mécanique (203-NYA-05) ont été repris en électricité (203-NYB-05), c'est donc dire que la période de validation s'est étalée sur six mois.

3.4 Sentiment de compétence et intérêt pour la discipline

L'intérêt et le sentiment de compétence des étudiants face aux expériences de laboratoire ont été mesurés à l'aide d'un questionnaire. L'étudiant s'autoévalue à l'aide de 14 questions, soit six qui utilisent une échelle de Likert, et huit qui sont à court développement. Trois de ces questions touchent le sentiment de compétence et trois autres sont liées à l'intérêt des étudiants (pour les sciences, la physique et les expériences de laboratoire). Le questionnaire, qui peut être consulté à l'annexe 2, a été conçu pour obtenir des informations particulières sur le profil de chacun des étudiants et pour déceler une différence significative des résultats en fonction du genre de l'étudiant.

3.5 Grille d'interprétation des modes d'engagement

Présentation générale de la grille d'interprétation des modes d'engagement et validité des critères retenus

C'est par l'observation des comportements des étudiants effectuée à l'aide d'une grille que nous avons décidé d'entreprendre l'étude des modes d'engagement. Une des forces de cet instrument est de prendre en compte le niveau d'engagement cognitif. Nous prenons comme prémisse que l'engagement cognitif ne peut être observé indépendamment des autres composantes de l'engagement et qu'il doit donc être observé à l'intérieur des modes d'engagement privilégiés par l'étudiant.

La grille d'interprétation des modes d'engagement permet le traitement et l'analyse des enregistrements vidéo en fonction des unités de comportements significatives repérées selon les critères qui définissent chacun des modes. Ces critères sont issus des indicateurs d'engagement comportemental et cognitif. Parmi ceux-ci, mentionnons la persévérance devant une difficulté, l'évaluation du contenu des questions et des raisonnements, la dynamique lors de l'appel à des ressources externes et l'interaction avec le matériel expérimental.

L'élaboration de ces critères et des catégories qu'ils définissent s'est appuyée sur la littérature ayant trait à l'engagement ainsi que sur les connaissances pratiques des chercheurs. L'expertise respective des enseignants en physique et de conseiller pédagogique pour le programme de sciences de la nature a été mise à profit.

Dans sa première version, la grille a été validée par des experts au niveau théorique. Deux chercheurs universitaires indépendants ont validé la construction théorique de la grille en regardant particulièrement l'étanchéité des catégories et la précision des termes utilisés.

La grille d'interprétation a par la suite été validée par des experts de la pratique en deux temps. Une première entrevue a été menée auprès d'un enseignant expérimenté en biologie. Par la suite, une seconde entrevue a été conduite avec un enseignant de chimie et un deuxième enseignant de biologie pour vérifier le contenu des catégories.

À la suite de ces entrevues, la grille a été utilisée par les chercheurs auprès de quelques étudiants de la première cohorte pendant leurs expériences de laboratoire, pour vérifier la possibilité de l'appliquer et s'assurer de la couverture complète de tous les comportements observables de l'engagement.

Validité du codage

Pour illustrer la méthode qui entoure le codage des unités de comportements significatives des étudiants sur la carte des modes d'engagement, des exemples pour chacune des catégories sont présentés en annexe 3.

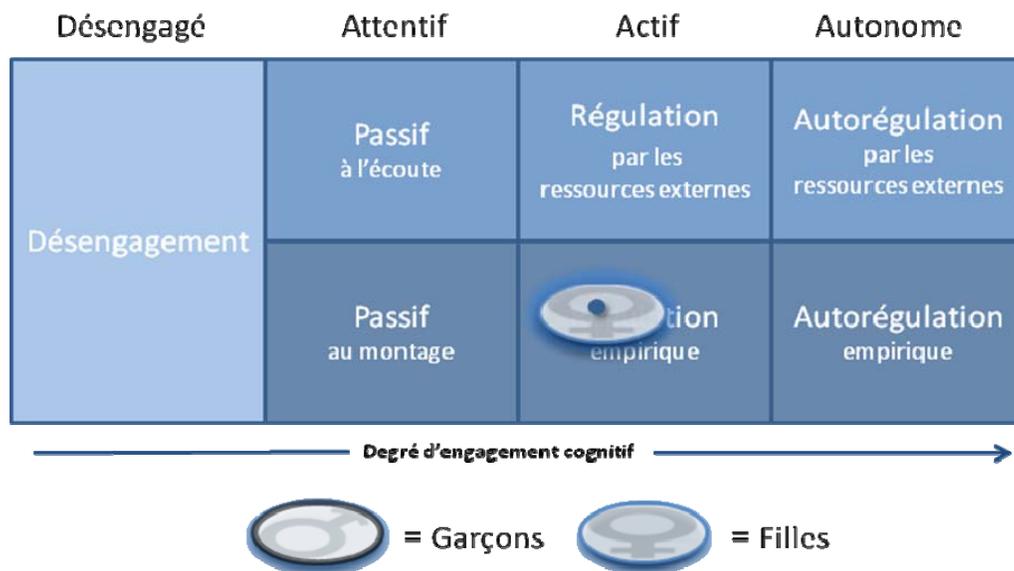
C'est en regardant l'ensemble des unités de comportements significatifs d'un enregistrement vidéo qu'il est possible de dégager un mode d'engagement dominant pour un étudiant pendant une expérience de laboratoire. Au départ, pour s'assurer de l'objectivité des catégories, les deux chercheurs ont confronté leur codage réalisé indépendamment auprès de la 1^{ère} cohorte afin de s'assurer que le même étudiant était codé dans le même mode (validation inter-juge).

Codage d'un étudiant

Le codage d'un étudiant suite à l'observation de l'ensemble de ces unités de comportements significatifs permet de poser un regard de synthèse sur son mode et son niveau d'engagement cognitif pendant les différentes expériences de laboratoire pour lesquelles des données ont été colligées. À la Figure 4 des modes d'engagement, cela est traduit par un point qui situe le mode d'engagement dominant de l'étudiant. Une ellipse est ensuite tracée autour de ce point afin d'indiquer une zone d'engagement. Les filles et les garçons sont représentés par leurs symboles traditionnels, dont la légende se trouve en dessous de la grille.

Figure 4

Codage du mode d'engagement d'un étudiant

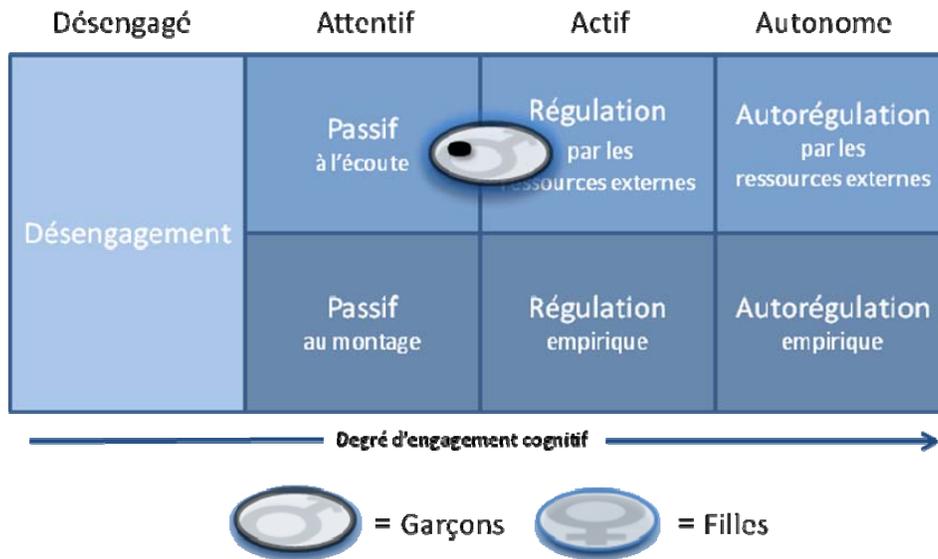


À la Figure 4 ci-dessus, le mode d'engagement principal de l'étudiante est une régulation active par l'expérience dite régulation empirique. La zone d'engagement informe que l'étudiante est restée très majoritairement dans ce mode, mais que certaines unités de comportement ont permis une meilleure régulation que d'autres.

Il est possible que le point central soit dans un mode donné et que la zone d'engagement chevauche deux catégories.

Figure 5

Engagement d'un étudiant dans un mode attentif-passif



Cet étudiant possède un mode dominant attentif-passif aux explications reçues, mais certaines unités de comportements indiquent la présence occasionnelle d'une régulation active par les ressources externes (mode secondaire).

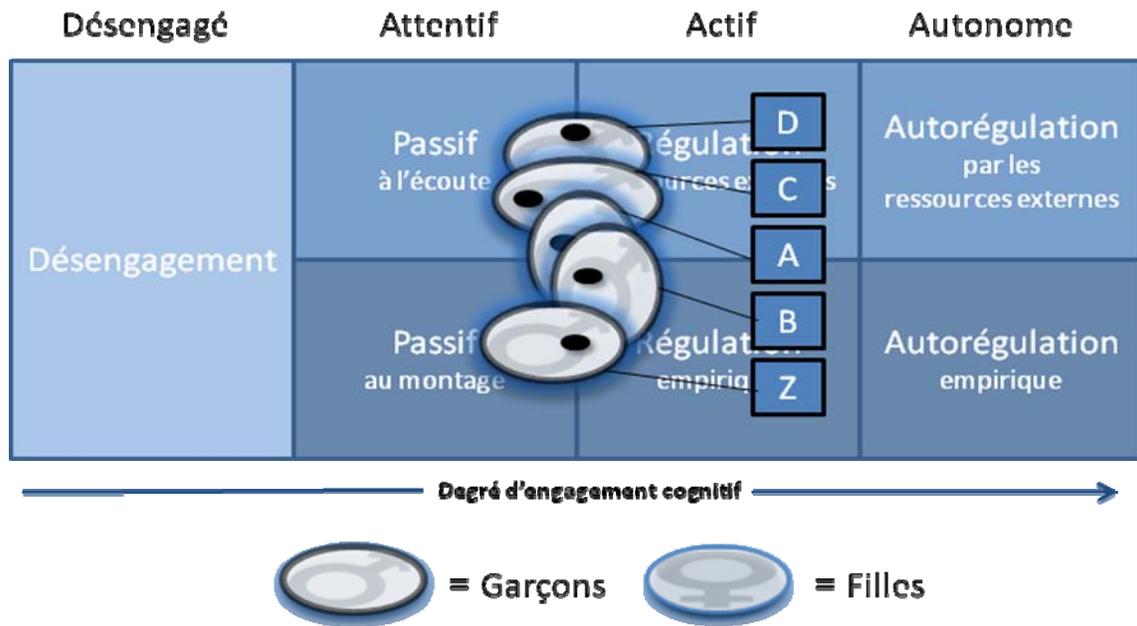
Codage pour un étudiant dans plusieurs laboratoires

Une fois l'étudiant codé dans un mode d'engagement, il est possible de répéter le codage pour d'autres expériences de laboratoire afin d'étudier l'influence de la stratégie pédagogique sur l'engagement des étudiants. L'objectif est double : permettre tout d'abord de vérifier si la tâche proposée aux étudiants a une incidence sur leur engagement et, si c'est le cas, de déterminer quels aspects des expériences de laboratoire semblent favoriser leur engagement ou lui nuire.

Les résultats sont toujours présentés dans la grille d'interprétation des modes d'engagement, cette fois-ci, avec la présence de toutes les expériences de laboratoire dans lesquelles l'étudiant a été observé.

Figure 6

Engagement d'un étudiant dans plusieurs laboratoires



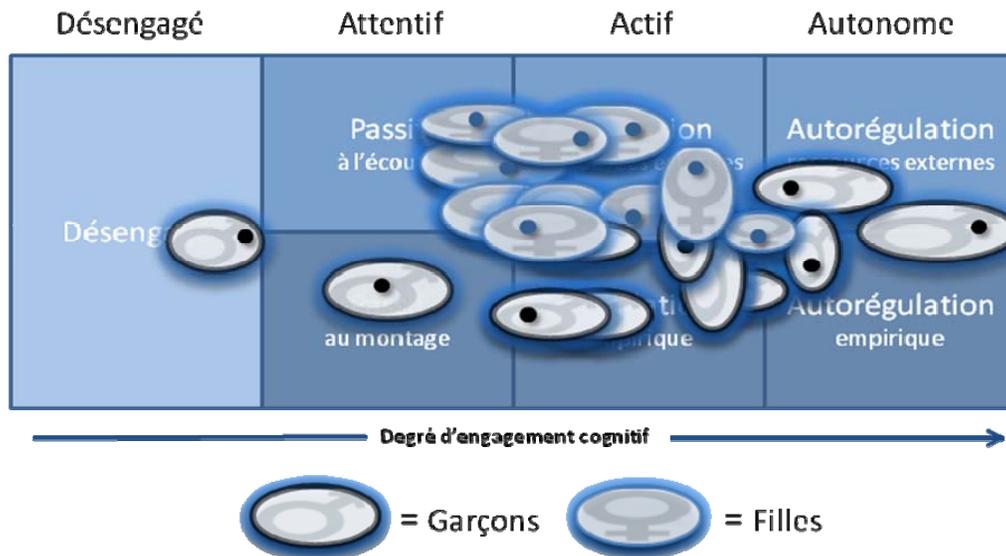
Dans le cas ci-dessus, on voit que le niveau d'engagement de cet étudiant semble constant, mais qu'il régule son engagement différemment selon l'expérience. Dans les expériences A, C et D, il se régule par les ressources externes, et dans les expériences B et G, on parle plutôt d'une régulation par le montage expérimental (régulation empirique).

Codage qualitatif pour un groupe

Il est possible de faire la cartographie d'une expérience de laboratoire pour plusieurs étudiants en tenant compte du genre, comme le montre la Figure 7 ci-dessous.

Figure 7

Engagement d'un groupe d'étudiants pour une expérience de laboratoire



Ce type de présentation permet une comparaison entre les étudiants pour une même expérience de laboratoire et rend également possible la comparaison d'un laboratoire à l'autre. Dans le cas présent, on pourrait par exemple dire que les filles semblent se réguler davantage par les ressources externes et que seuls les garçons réussissent à être autorégulés.

La cartographie des modes d'engagement permet de dresser un portrait des modes d'engagement utilisés par les étudiants. Par contre, elle ne permet pas de comparer leur catégorisation avec les résultats sur l'engagement comportemental. Pour cette raison, il devient essentiel de traduire le codage qualitatif des modes d'engagement en scores d'engagement qui pourront être traités quantitativement.

Score d'engagement

Les scores associés aux modes d'engagement sont divisés en deux composantes, soit celle du niveau d'engagement cognitif (de gauche à droite, soit la composante horizontale) et celle du type de régulation (moitié supérieure et inférieure, soit la composante verticale). Le score du niveau d'engagement peut prendre une valeur croissante de 1 à 8 par intervalle de 1, tandis que le score du mode de régulation peut prendre une valeur de -1 à 1 par intervalle de 0,5. Lorsque le score du mode de régulation est négatif, il indique une régulation par la tâche, alors que s'il est positif, il indique une régulation par les ressources externes. S'il est nul, la régulation se fait équitablement par les deux modes.

Tableau 5

Échelle du degré d'engagement

| Degré d'engagement | | | | | | | |
|--------------------|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |

Tableau 6

Échelle du type de régulation de l'engagement

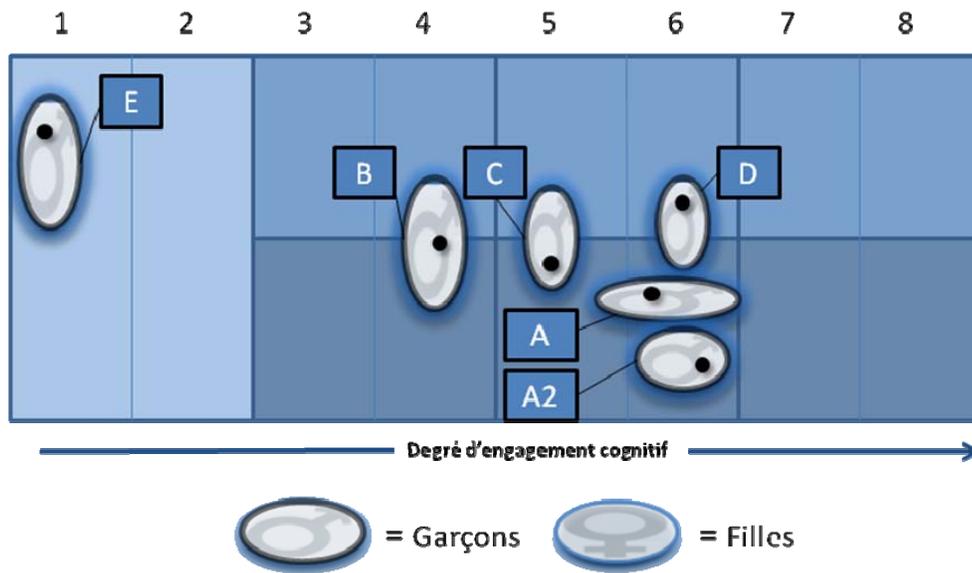
| Type de régulation de l'engagement | | | | |
|------------------------------------|------|---|-----|---|
| -1 | -0,5 | 0 | 0,5 | 1 |

Chaque mode d'engagement correspond à un score quantitatif précis. Par exemple, un étudiant A pourra avoir un score de (6;-1), comme dans la Figure 8 ci-dessous. Même si le point et l'ellipse de l'étudiant A2 (Figure 8) ne sont pas au même endroit dans la grille qualitative, le score associé est identique étant donné qu'il se trouve dans le même mode d'engagement.

Le score du niveau d'engagement est déterminé par la valeur du point (mode dominant). Dans le cas où il se trouve à l'intersection de deux niveaux, la valeur supérieure est retenue.

Figure 8

Détermination des scores d'engagement à partir des modes d'engagement



Pour le score associé au type de régulation, le point (mode dominant) indique si le score est positif ou négatif. Si l'ellipse se trouve complètement dans un des deux types de régulation, le score est de ± 1 . Cependant, lorsque le point est dans un mode et l'ellipse en partie dans l'autre, le score est de $\pm 0,5$. Finalement, si le point et l'ellipse sont centrés au milieu des deux types de régulation, le score est de 0. C'est ainsi que l'étudiant B obtient un score de (4;0), l'étudiant C, de (5;-0,5) et l'étudiant D, de (6;0,5).

Lorsque l'étudiant a un score de niveau d'engagement de 1 ou 2, comme celui de l'étudiant E, il est considéré comme désengagé. Pour cette raison, il ne peut avoir de score de type de régulation (moitié supérieure ou inférieure). Ces étudiants sont exclus des moyennes du type de régulation.

Codage quantitatif pour un groupe

Avec cette méthode, il est possible d'obtenir un score pour chaque étudiant lors d'une expérience de laboratoire donnée. Cela permet d'obtenir des renseignements sur la moyenne du niveau d'engagement du groupe pendant l'expérience et sur la moyenne du mode de régulation privilégié. Avec les moyennes calculées, il devient possible de comparer les expériences entre elles en termes de capacité à influencer l'engagement des étudiants.

Six expériences de laboratoire ont été retenues afin d'être comparées. Elles sont présentées dans le Tableau 7 ainsi que leurs principales caractéristiques.

Tableau 7

Énumération des expériences de laboratoire retenues pour la collecte de données

| | Nom | Cours | Description |
|---|-----------------------------|-------------|-------------|
| A | Les condensateurs | Électricité | Fermé |
| B | Le moteur électrique | Électricité | Ouvert |
| C | Le champ magnétique | Électricité | Fermé |
| D | Les instruments de musique | Ondes | Ouvert |
| E | Interférence et diffraction | Ondes | Ouvert |
| F | Spectroscopie | Ondes | Ouvert |

L'annexe 4 permet de voir le protocole ou la mise en situation associé à chacun de ces six expériences. Une expérience fermée sur la notion de potentiel électrique n'a pas été retenue pour les analyses statistiques, car le nombre d'étudiants observés n'était pas suffisant. Il s'agit de l'expérience G.

Codage quantitatif pour un étudiant dans plusieurs expériences de laboratoire

Les scores obtenus pour un étudiant dans plusieurs expériences de laboratoire peuvent être additionnés afin d'obtenir sa moyenne d'engagement. Cette moyenne donne un score d'engagement global pour chacun des étudiants. Étant donné qu'il s'agit d'une moyenne, cette valeur sera plus fiable pour une comparaison avec d'autres composantes de l'engagement.

3.6 Entrevues semi-dirigées

Le quatrième moyen de collecte de donnée, l'entrevue semi-dirigée, a permis de valider et d'approfondir des résultats obtenus avec les trois autres instruments de mesure. Deux entrevues d'une durée de 75 minutes ont eu lieu. Cette subdivision visait à recueillir des données auprès du groupe de garçons et du groupe de filles. Cette manière de procéder vise à caractériser davantage l'engagement selon le genre et le type de tâche proposée. Des questions posées en ce sens demandaient de comparer les deux types de laboratoire du point de vue de l'engagement affectif et cognitif. Le canevas est disponible à l'annexe 5.

3.7 Collecte de données complémentaires

Un questionnaire qui vise à comprendre les motivations des étudiants à entreprendre une formation scolaire (Romano, 1995) leur a été distribué. Il traite entre autres des *buts d'apprentissage*, *du désir de comprendre en profondeur* et des *buts de performance*. Ces éléments d'informations supplémentaires peuvent renseigner sur les motivations des étudiants à s'engager dans la tâche. À la suite d'un comparatif des scores moyens obtenus, il est possible de voir s'il existe une différence selon le genre.

Les résultats scolaires des étudiants ont été obtenus, soit la moyenne générale au secondaire (MGS), la cote de rendement au collégial (cote R), les résultats théoriques pendant les trois cours de physique et les résultats associés aux expériences de laboratoire. Certains résultats montrés en annexe 6 établissent un lien entre engagement et résultats scolaires.

Le prochain chapitre présente les résultats de ces informations complémentaires et ceux des questionnaires principaux.

4. Présentation des résultats

La présentation des résultats est divisée en trois sections. La première partie présente les questionnaires à analyse quantitative, comme ceux de l'engagement comportemental et de l'intérêt. La seconde partie traite des modes d'engagement des étudiants. Puis, le chapitre se termine par la présentation des entrevues semi-dirigées.

4.1 Questionnaires à analyse quantitative

Les résultats présentés dans cette section sont ceux des questionnaires qui portent sur les comportements d'apprentissage (LBS), de la participation (TRSSA), des buts d'apprentissage (QAA-QEP) et de l'intérêt. Ils nécessitent tous un traitement quantitatif.

Comportements d'apprentissage et participation

Les questionnaires des comportements d'apprentissage et de la participation sont applicables pour une population de 17-18 ans de niveau collégial en Sciences de la nature. Il est possible de consulter l'annexe 6 du présent document pour voir le détail de l'analyse de consistance interne et de fidélité effectuée.

Le Tableau 8 présente les scores moyens avec leur écart-type des comportements d'apprentissage et de la participation, divisés selon le genre. Le symbole Valeur_{max} indique la valeur maximale que peut prendre chacune des échelles.

Tableau 8

Résultats des comportements d'apprentissage et de la participation selon le genre dans les laboratoires d'électricité

| | Électricité (N=58) | | | |
|--------------------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|---------|
| | Valeur _{max} | Filles (moy ± é.t.) | Garçons (moy ± é.t.) | P-value |
| Comportements d'apprentissage | | | | |
| Attention | 50 | 47,42 (6,065) | 48,96 (7,155) | 0,378 |
| Persévérance | 58 | 47,52 (10,29) | 48,70 (8,883) | 0,642 |
| Compétence-motivation | 65 | 50,42 (11,22) | 54,07 (8,398) | 0,163 |
| Score total | 65 | 49,32 (9,271) | 50,67 (8,062) | 0,561 |
| Participation | | | | |
| Participation coopérative | 14 | 11,45 (2,85) | 10,30 (2,686) | 0,119 |
| Score total | 28 | 20,06 (3,36) | 20,41 (5,70) | 0,831 |

Si l'on compare les scores moyens aux valeurs maximales de chaque échelle, ils semblent élevés. Cela suppose que les étudiants en sciences de la nature sont attentifs et participent beaucoup aux activités de classe.

Selon ces résultats, il n'y aurait pas de différences significatives entre les garçons et les filles pour ce qui est de leur comportement d'apprentissage (attention, persévérance, compétence-motivation) et de leur participation (coopérative) aux laboratoires de physique. Si l'on regarde les valeurs de significiance, elles sont toutes élevées, particulièrement pour les scores totaux ($p_{LBS-Stot}=0,561$, $p_{TRSSA-Stot}=0,831$).

Ces résultats contrastent avec ceux de la littérature, qui ont été obtenus auprès d'autres groupes d'âge dans d'autres contextes scolaires. Par exemple, Daneault (2008) obtient des scores plus élevés auprès d'élèves du niveau primaire pour la compétence-motivation ($p=0,026$), pour l'attention-persévérance ($p=0,008$) et pour le score total ($p=0,001$).

Une des hypothèses qui peut expliquer ces différences est le contexte dans lequel sont évalués les étudiants. Serait-il possible que l'évaluation des comportements d'apprentissage et de la participation doive se faire dans un contexte général, et que ces instruments n'aient pas la sensibilité requise pour évaluer l'engagement comportemental pour une tâche précise? D'autres résultats à venir permettront d'alimenter la discussion autour de cette hypothèse.

Étude de la fréquence des questions posées au laboratoire

Pour compléter les données sur l'engagement comportemental, les questions posées par chacun des étudiants ont été comptabilisées durant six laboratoires.

Tableau 9

Nombre de questions posées au laboratoire selon le genre

| | Filles | Garçons |
|--|-----------------|-------------------|
| Nombre de questions | 1008 | 457 |
| Moyenne de questions par expérience de laboratoire | M=16,8; ET=8,38 | M=9,93; ET = 5,31 |

Le Tableau 9 montre que les filles posent en moyenne 16,8 questions par laboratoire comparativement à 9,93 pour les garçons, ce qui représente 1,7 fois plus de questions pour les filles. Les résultats au questionnaire sur la participation ne semblent pas traduire cette réalité, alors qu'aucune différence n'est observée entre les garçons et les filles pour la catégorie de la participation coopérative.

Questionnaire sur les buts d'apprentissage et de performance (QAA-QEP)

Le questionnaire sur les buts d'apprentissage et de performance permet d'obtenir des informations sur les motivations des étudiants à s'engager dans la tâche. Le tableau 10 présente les valeurs obtenues au QAA-QEP en fonction du genre. Pour la validation des échelles du questionnaire, il est possible de consulter l'annexe 7.

Tableau 10

Consistance interne et différence selon le genre pour le questionnaire QAA-QEP

| Catégories | p-value |
|--------------------------|---------|
| Buts d'apprentissage | p=0,04 |
| Buts de performance | p=0,62 |
| Comprendre en profondeur | p=0,52 |

Les scores des catégories des buts de performance et de compréhension en profondeur ne montrent pas de différences significatives selon le genre. Par contre, la moyenne du score des *buts d'apprentissage* est significativement plus élevée chez les garçons que chez les filles (p=0,04).

Ces résultats indiquent que les garçons amorcent une expérience de laboratoire en physique avec l'objectif d'apprendre, et ce, de manière plus importante que les filles. Ces dernières sont davantage poussées par le désir d'obtenir de bons résultats scolaires.

Questionnaire sur l'intérêt et le sentiment de compétence

Le Tableau 11 présente les premiers résultats du questionnaire sur l'intérêt et le sentiment de compétence, avec deux énoncés sur l'intérêt. Les scores s'échelonnent d'une valeur minimale de 1 (en total désaccord) à une valeur maximale de 5 (totalement d'accord)

Tableau 11

Moyenne des scores de l'intérêt envers la physique et
les expériences de laboratoire dans ce domaine

| Questions | Moyennes (N=50) | | P-value |
|---|-----------------|------------------|---------|
| | Filles | Garçons | |
| Intérêt pour la physique | M=2,61, ET=0,92 | M=3,81, ET= 0,93 | 0,000 |
| Intérêt pour les laboratoires de physique | M=3,17, ET=1,10 | M=3,81, ET=0,68 | 0,010 |

L'intérêt pour la physique en tant que discipline est significativement plus élevé chez les garçons que chez les filles (p=0,000). Les garçons disent avoir un intérêt pour cette

discipline ($M_{\text{Garçons}}=3,81$), alors que les filles sont en désaccord avec cette affirmation ($M_{\text{Filles}}=2,61$).

Il en va de même pour la tâche spécifique que représentent les expériences de laboratoire en physique, alors que les garçons obtiennent une moyenne significativement plus élevée que les filles ($p=0,010$). Par contre, les deux genres disent être intéressés par cette tâche ($M_{\text{Filles}}=3,17$; $M_{\text{Garçons}}=3,81$).

Le prochain tableau présente les énoncés en lien avec le sentiment de compétence par rapport à la physique, exprimé en fonction du genre.

Tableau 12

Sentiment de compétence en physique exprimé selon le genre

| Questions | Moyennes (n=50) | | p |
|---|-----------------|-----------------|-------|
| | Filles | Garçons | |
| Sentiment de compétence pendant les cours de physique | M=2,78, ET=1,26 | M=3,60, ET=1,05 | 0,035 |
| Sentiment de compétence pendant un laboratoire de physique | M=2,83, ET=1,15 | M=3,67, ET=1,11 | 0,027 |
| Sentiment de compétence pour manipuler pendant un laboratoire | M=2,94, ET=0,87 | M=3,76, ET=1,04 | 0,012 |

Dans chacun des énoncés, les filles disent se sentir moins compétentes, que ce soit lors des cours théoriques ($p=0,035$), pendant les expériences de laboratoire ($p=0,027$) ou lorsque vient le temps de réaliser des manipulations au laboratoire ($p=0,012$).

Il semble donc que des différences apparaissent selon le genre, que ce soit par les buts poursuivis, l'intérêt ressenti ou le sentiment de compétence. En fait, seuls les buts de performance et le désir de comprendre en profondeur sont similaires chez les garçons et chez les filles.

En somme, les résultats de la première section sur les questionnaires à analyse quantitative indiquent que l'engagement comportemental semble le même pour les garçons et pour les filles, sauf pour le nombre de questions posées. Une différence importante peut être notée au niveau des déterminants de l'engagement, alors que plusieurs sont plus élevés chez les garçons que chez les filles.

Pour aller plus loin dans cette réflexion, les résultats de la prochaine section sur les scores d'engagement permettront de trianguler les résultats sur l'engagement comportemental.

4.2 Grille d'interprétation des modes d'engagement

Cette section est singulière par rapport à la précédente, car elle permet d'observer simultanément les composantes affectives, comportementales et cognitives de l'engagement décrites dans le cadre conceptuel. L'observation globale de ces composantes permet de déterminer un mode d'engagement privilégié par l'étudiant, à l'aide de critères préétablis.

Résultats associés aux modes d'engagement

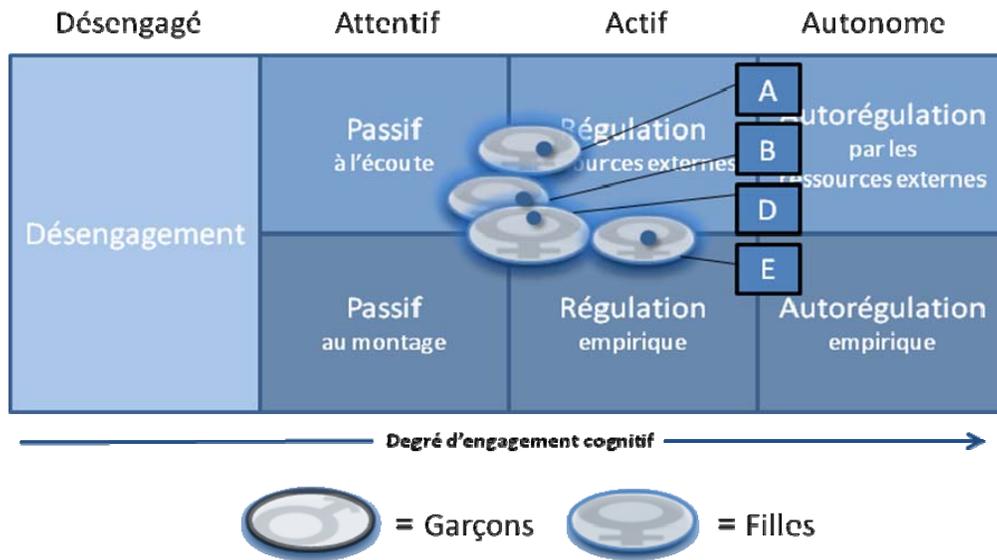
Les cas présentés montrent la variation possible des modes d'engagement selon le type d'expérience de laboratoire. D'autres exemples de modes d'engagement sont amenés afin d'étudier le degré d'engagement et le type de régulation.

Mode d'engagement selon l'expérience de laboratoire

Pour la plupart des étudiants, le mode d'engagement varie faiblement en fonction de l'expérience de laboratoire.

Figure 9

Répartition des modes d'engagement d'une étudiante pour quatre expériences de laboratoire



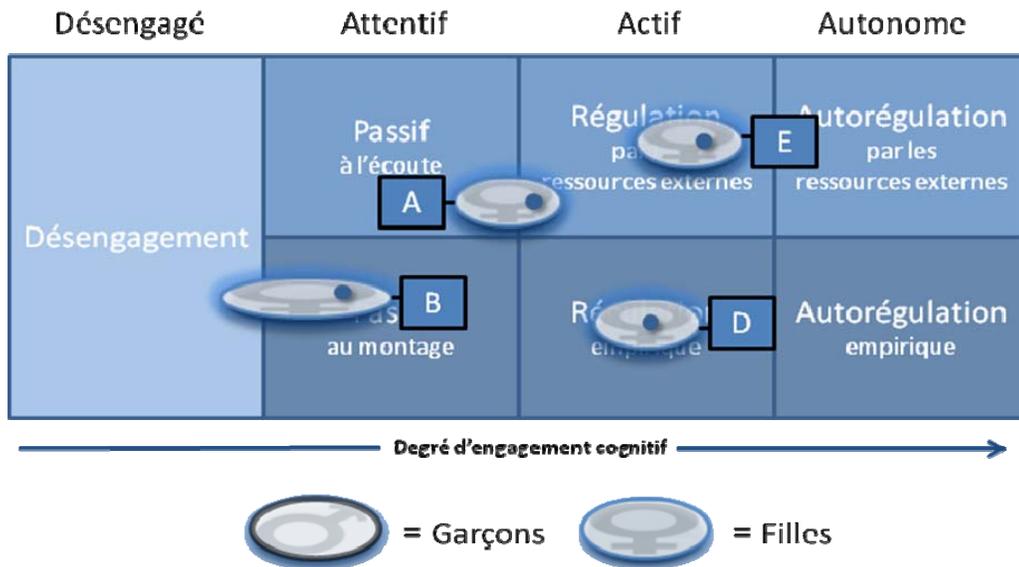
La Figure 9 ci-dessus montre une étudiante qui s'engage toujours dans le même mode. Elle est active au laboratoire et se régule en faisant appel au coéquipier ou à l'enseignant. Cela étant dit, on observe tout de même une variation de l'engagement selon le laboratoire, tant en termes de degré d'engagement cognitif que de type de régulation.

Le laboratoire B amène chez elle un degré d'engagement cognitif plus élevé que le laboratoire E. Sa régulation se fait davantage par les ressources externes dans le laboratoire D que dans le laboratoire E.

Malgré ces fluctuations, on peut considérer comme négligeable la variation de l'engagement chez cette étudiante en comparaison avec l'étudiante ci-dessous.

Figure 10

Répartition des modes d'engagement pour une deuxième étudiante dans quatre expériences de laboratoire



Les quatre mêmes laboratoires ont été repris, pourtant l'engagement de cette étudiante varie selon l'expérience de laboratoire. Le degré d'engagement est plus élevé dans le cas des laboratoires ouverts D et E, tandis qu'il est plus faible pour A et F. De même, le type de régulation s'effectue majoritairement par le montage dans l'expérience B et D, alors qu'il s'effectue plutôt par les ressources externes dans les laboratoires A et E.

Ce deuxième cas démontre bien que le mode d'engagement, le type de régulation et le degré d'engagement peuvent varier selon la tâche proposée.

Si l'on compare les deux étudiantes entre elles, il est possible d'observer que le mode d'engagement choisi par chacune des étudiantes dans les expériences B et D n'est pas le même. Cela confirme que deux étudiants peuvent choisir de s'engager différemment pour une même tâche.

Ces résultats démontrent que le mode d'engagement ne peut être considéré comme constant et indépendant de l'expérience de laboratoire. Autrement dit, la stratégie pédagogique choisie par l'enseignant peut influencer la façon dont les étudiants s'engagent dans leur apprentissage.

Cela met une limite sur les questionnaires liés aux comportements d'apprentissage et à la participation. Leurs résultats ne peuvent s'appliquer pour évaluer une stratégie pédagogique précise. L'enseignant les remplit pour une situation globale de classe et les questions ne sont pas assez ciblées pour tenir compte des spécificités d'une tâche. Leur objectif est avant tout d'avoir un portrait global de la situation pour un étudiant ou un groupe d'étudiants.

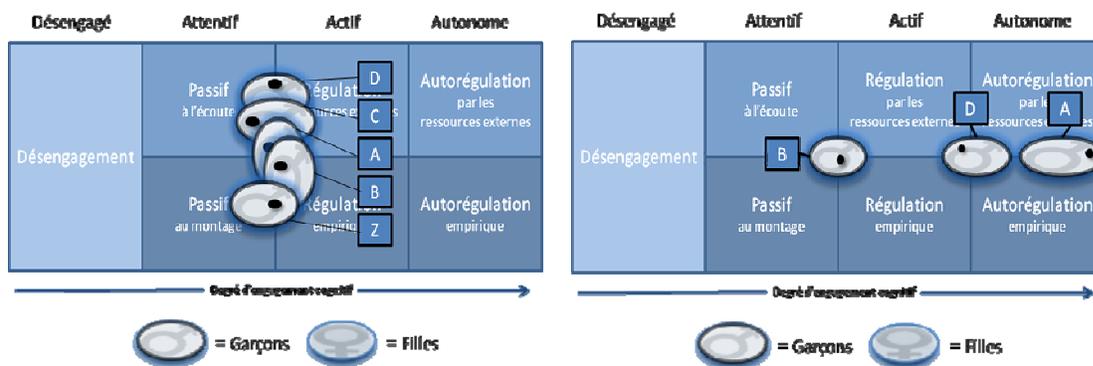
Cela veut aussi probablement dire que l'engagement comportemental, mesuré à l'aide de ces questionnaires, ne renseigne que très peu sur l'engagement de l'étudiant. Prise indépendamment des autres composantes de l'engagement, cette composante de l'engagement possède des limites importantes. Cela a déjà été relevé par Fredricks (2004), qui mentionne le besoin d'une évaluation simultanée des composantes de l'engagement. Pour ces raisons, la discussion des résultats se concentrera surtout sur les modes d'engagement.

Variation du degré d'engagement cognitif et du type de régulation

Chaque mode d'engagement possède un degré d'engagement et un type de régulation. Les deux cas suivants présentent une variation unidirectionnelle du degré d'engagement (à gauche) et du type de régulation (à droite) chez deux étudiants différents.

Figure 11

Variation du degré d'engagement et du type de régulation



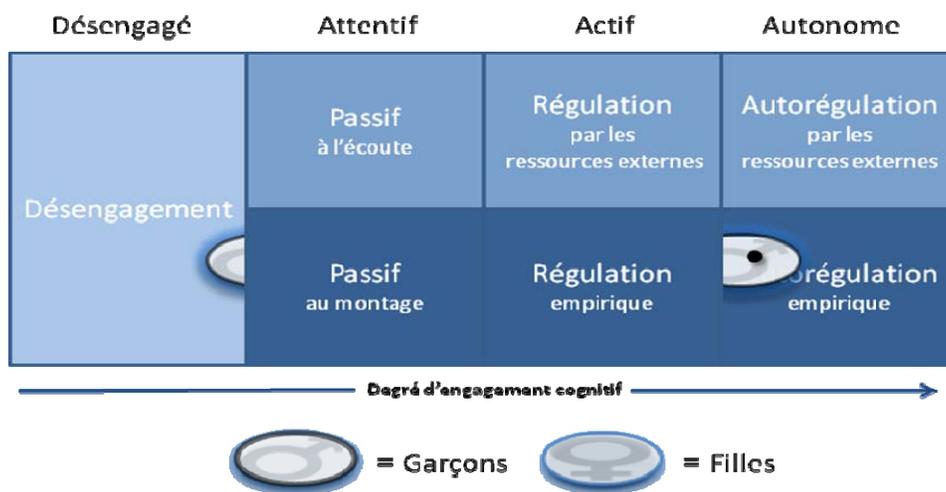
Ces exemples montrent que le degré d'engagement et le type de régulation peuvent varier indépendamment l'un de l'autre. Dans le cas de gauche, l'étudiant s'engage toujours au même degré en utilisant des moyens différents pour se réguler selon l'expérience. L'étudiant de droite se régule de la même façon, mais en atteignant un degré d'engagement différent. Le choix de caractériser le mode d'engagement selon deux composantes apparaît ici judicieux.

Variation rapide de l'engagement

Un étudiant dont les résultats scolaires sont très élevés a été observé dans un mode autorégulé. Toutefois, malgré cette évaluation, son niveau d'engagement est très inégal pendant une expérience de laboratoire. Il passe constamment de l'autorégulation au désengagement et vice-versa, d'où le demi-cercle dans la Figure 12 ci-dessous.

Figure 12

Engagement polarisé chez un étudiant pendant une expérience de laboratoire



L'explication que l'on peut donner au regard de cette situation provient du niveau de difficulté de la tâche, qui n'est pas assez élevé pour lui. Ainsi, il n'a pas à s'impliquer de manière constante, seulement lors des étapes plus difficiles. Il décroche lorsqu'il n'est plus stimulé intellectuellement.

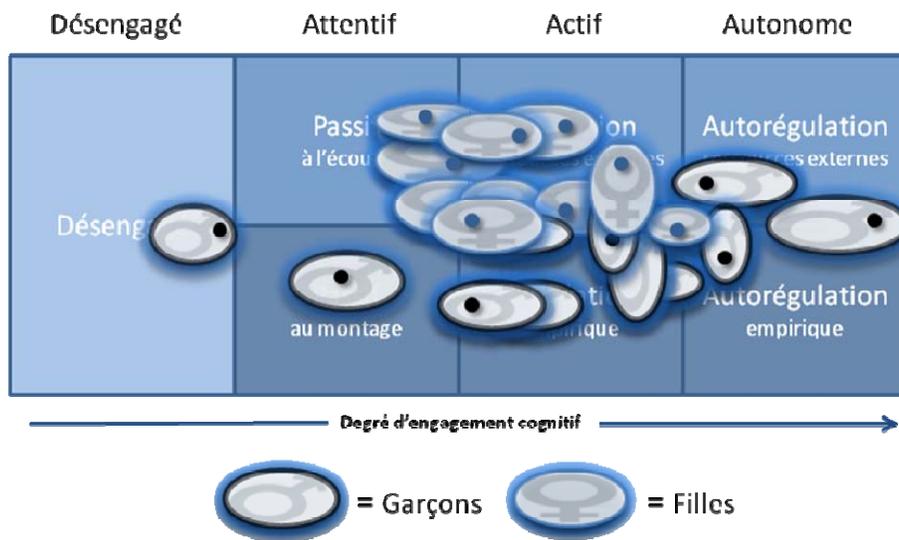
Cet étudiant est le seul qui a obtenu un engagement aussi variable pour une même expérience de laboratoire. Il vient montrer le caractère unique de chaque étudiant dans la façon dont il s'engage.

Résultats pour chacune des expériences de laboratoire

Les modes d'engagement ont été trouvés dans six expériences de laboratoire. Les résultats de deux expériences sont présentés dans ce chapitre. La première expérience étudiée est celle sur les condensateurs, qui possède une structure fermée.

Figure 13

Mode d'engagement du laboratoire sur les condensateurs (A)

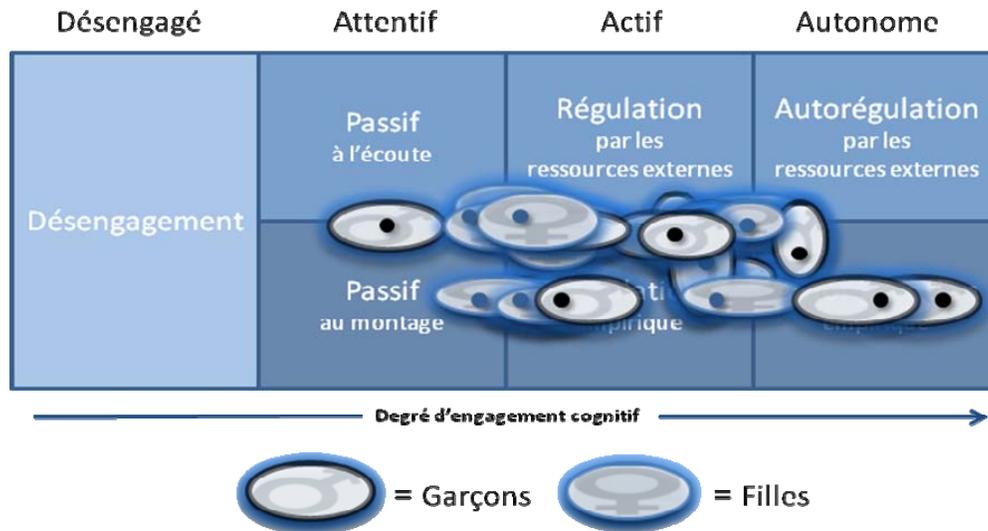


La plupart des étudiants sont actifs dans ce laboratoire. La distribution des modes d'engagement semble montrer une préférence pour la régulation par les ressources externes pour les filles et par le montage pour les garçons. D'autre part, le degré d'engagement apparaît plus localisé chez les filles et plus dispersé chez les garçons. Cette dernière observation s'avère pour la plupart des expériences de laboratoire.

La deuxième expérience présentée est celle de la conception d'un moteur, qui possède une structure ouverte. Une variation des modes d'engagement peut être observée par rapport à l'expérience des condensateurs, visible à la Figure 14.

Figure 14

Modes d'engagement du laboratoire sur la conception d'un moteur (B)



On observe un déplacement des modes d'engagement vers le bas, que ce soit pour les garçons ou pour les filles. Cela veut dire que le type de régulation varie entre les deux expériences. On peut expliquer cette différence par le fait que les étudiants n'avaient pas de protocole pour se réguler dans l'expérience ouverte du moteur, ce qui les a contraints à utiliser le matériel mis à leur disposition. À l'opposé, la présence d'un protocole détaillé dans les laboratoires fermés favorise la régulation par les ressources externes.

Pour pousser cette analyse plus loin, des scores d'engagement ont été obtenus à partir des modes d'engagement afin de comparer les laboratoires ouverts et fermés entre eux et selon le genre (voir méthodologie, p. 38).

Présentation des scores d'engagement selon le genre et le type de laboratoire

Le Tableau 13 présente les scores d'engagement en fonction du type de laboratoire (ouverts ou fermés). Il faut rappeler que ces résultats ne représentent plus des modes d'engagement, mais bien un degré moyen d'engagement obtenu à partir d'une échelle croissante (1 à 8) et d'un type de régulation (-1 à 1).

Tableau 13

Scores d'engagement en fonction du type de laboratoire

| Type de laboratoire | Degré moyen d'engagement cognitif | Moyenne du type de régulation |
|---------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| Fermés | 5,20 | 0,35 |
| Ouverts | 5,73 | -0,07 |

La moyenne du degré d'engagement cognitif dans les laboratoires ouverts est plus élevée que dans les laboratoires fermés (5,73 et 5,20). Le type de régulation diffère également (0,35 et -0,07). Il semble donc que le mode d'engagement moyen ne soit pas le même selon le type de laboratoire.

Les résultats précédents sont maintenant séparés selon le genre dans le Tableau 14.

Tableau 14

Moyenne des modes d'engagement en fonction du genre
pour les six expériences de laboratoire retenues

| Type de laboratoire | Degré moyen d'engagement cognitif | | Moyenne du type de régulation | |
|---------------------|-----------------------------------|--------|-------------------------------|--------|
| | Garçons | Filles | Garçons | Filles |
| Fermé | 5,35 | 5,03 | 0,06 | 0,69 |
| Ouvert | 5,82 | 5,62 | -0,38 | 0,29 |
| Moyenne | 5,66 | 5,42 | -0,23 | 0,56 |

Les garçons préfèrent réfléchir à partir du montage plutôt qu'à l'aide de ressources externes dans la plupart des expériences, comme le montre leur score moyen de -0,23. En contrepartie, les filles obtiennent une moyenne de 0,56, ce qui indique leur préférence à se référer au protocole ou à l'enseignant pour avancer dans l'expérience. Pour le degré d'engagement cognitif, la moyenne est à peine plus élevée chez les garçons que chez les filles (5,66 et 5,42).

L'introduction de laboratoires ouverts semble favoriser l'engagement cognitif des garçons et des filles, avec une variation respective de +0,47 points et de +0,59 points. Pour le type de régulation, les laboratoires ouverts favorisent une régulation empirique chez les garçons (-0,38 et 0,06) et une régulation moins grande par les ressources externes chez les filles (0,29 et 0,69).

En résumé, ces résultats indiquent que les laboratoires ouverts favorisent l'engagement cognitif des garçons et des filles et qu'ils les amènent à se réguler davantage avec le montage.

4.3 Entrevues semi-dirigées

Les entrevues semi-dirigées ont permis de faire émerger quatre caractéristiques propres aux garçons et aux filles. Elles amènent aussi d'autres éléments de réponse sur l'impact que peuvent avoir les laboratoires fermés et ouverts sur l'engagement des garçons et des filles.

Caractéristiques au laboratoire selon le genre

Cette première partie traite des caractéristiques propres aux garçons et aux filles pendant les expériences de laboratoire en physique.

Loin de vouloir être un comparatif péjoratif pour l'un ou l'autre des genres, l'attribution de caractéristiques globales chez les garçons et chez les filles a pour but de comprendre leur dynamique d'engagement au laboratoire de physique, afin de favoriser le degré d'engagement maximal chez chacun. L'étude aurait tout aussi bien pu s'effectuer en fonction du profil de sortie (Sciences de la santé ou Sciences pures).

Caractéristiques particulières aux garçons

Chez les garçons, quatre éléments émergent des entrevues : un intérêt marqué pour les laboratoires de physique, un sentiment de compétence élevé, un désir d'explorer les possibilités expérimentales et une fierté de trouver par soi-même sans poser de questions.

La fierté de trouver par soi-même sans poser de questions

Les garçons expliquent le fait qu'ils posent moins de questions par orgueil ou pour préserver leur image dans le groupe.

Premièrement, tu aimes mieux chercher par toi-même, c'est plus le fun. Aussi, je pense qu'il y a une grosse question d'orgueil.

Et tu ne veux pas passer pour un têtard de prof non plus.

Ainsi, pour plusieurs garçons, poser une question est la dernière option, qu'ils utilisent seulement si toutes les autres ressources ont été épuisées. Comme le disent deux étudiants, il s'agit d'un constat d'échec lorsqu'ils sont rendus à ce point.

Quand tu es rendu à poser une question, il y a un certain constat d'échec en quelque part. C'est que tu n'as pas trouvé pourquoi. [...] La dernière solution est le prof. Le prof c'est vraiment la dernière option.

Quand on a une question à poser, on est vraiment dans la merde. Si tu ne réponds pas à cette question-là, il n'y a pas vraiment moyen d'avancer. C'est parce que tu as vraiment épuisé toutes les ressources.

Une des étudiantes corrobore les propos de ses collègues. Selon ce qu'elle a affirmé en entrevue, les garçons ont un jeu qui consiste à ne pas poser de questions au laboratoire. Chaque question posée correspond à une perte de points, le gagnant est donc celui qui pose le moins de questions.

Avant, il faut dire que les gars se sont tous passé le mot que si tu poses des questions, tu perds des points, entre eux. Ils ne l'ont sûrement pas dit, mais eux autres, ils ne veulent pas poser de questions, c'est un défi entre gars. Nous autres, on s'en fou de leur petit jeu, on perd des points. Tu perds de l'estime face à un autre gars parce que tu poses une question...

Ces commentaires expliquent bien pourquoi les garçons posent moins de questions au laboratoire. Cette caractéristique peut être vue positivement ou négativement, selon l'angle à partir duquel on l'envisage. Certes, ne pas poser de question lorsque l'équipe est vraiment embourbée peut être considéré comme de l'entêtement ou de l'orgueil mal placé. Par contre, ne pas vouloir poser de question parce que l'on est intéressé et que l'on veut réussir à faire l'activité par soi-même est un indicateur fort de persévérance et d'engagement envers la tâche.

Cette caractéristique des garçons a été validée par les observations en laboratoires, en plus d'être corroborée par les enseignants interviewés. On peut donc affirmer avec confiance que les garçons posent moins de questions au laboratoire de physique parce

qu'ils veulent réussir à le faire par eux-mêmes, parce qu'ils perçoivent le fait de poser une question comme un échec ou parce qu'ils ne veulent pas nuire à leur image sociale.

Intérêt élevé pour le sujet et la discipline

La majorité des garçons interviewés disent avoir un fort intérêt pour le domaine de la physique.

Ce qui arrive aussi, comme discipline, j'aime mieux la physique. On trouve des lois qui s'appliquent pour tout, tandis qu'en chimie, il faut que tu saches chaque petit phénomène. Et ça se répercute dans les laboratoires.

Moi c'est pas mal physique. Tout ce que l'on utilise quasiment c'est physique.

Un seul étudiant dit préférer les laboratoires de chimie. Son commentaire apporte une autre dimension à l'analyse, soit celle du lien entre engagement et intérêt pour la discipline.

Mon implication va venir plus de mon intérêt, si j'ai de l'intérêt pour la matière, je vais plus m'impliquer. Si je ne suis pas intéressé, je ne travaillerai pas. [...] Moi, je n'aime pas la physique. Je suis plus impliqué en chimie, j'aime plus faire les manipulations, tandis qu'en physique, je laisse plus faire les manipulations.

D'autres garçons établissent plutôt un lien entre intérêt pour le sujet du laboratoire et leur engagement :

Comme je joue de la musique, moi, le laboratoire de la musique, j'aimais bien ça. Je comprends plus, je peux faire plus de liens.

Des fois, l'intérêt ne vient pas nécessairement du fait qu'il soit ouvert ou fermé, mais plus s'il y a quelque chose qui t'intéresse plus qu'une autre. En tout cas, moi je le vois pas mal au niveau de mon engagement cognitif.

Ces propos renforcent la distinction entre l'intérêt pour la discipline et l'intérêt pour le sujet abordé. Ainsi, un étudiant qui n'aime pas la physique et qui veut devenir opticien

pourrait être engagé ponctuellement pendant une expérience sur les principes optiques appliqués à l'œil humain.

Les résultats sur l'intérêt des garçons rejoignent ceux du questionnaire sur l'intérêt et le sentiment de compétence. Un intérêt significativement plus fort pour la discipline et la tâche a aussi été obtenu chez les garçons.

Sentiment de compétence élevé

Le sentiment de compétence des garçons s'est manifesté implicitement pendant l'entrevue semi-dirigée, alors qu'aucune question n'a été posée à ce sujet. Il s'exprime par une plus grande confiance en leurs moyens.

Un gars, ça a plus d'assurance.

Moi j'étais à l'aise dans les deux laboratoires. Peu importe, je n'ai jamais eu de problèmes.

Certaines filles perçoivent une plus grande facilité chez les garçons à tenter de manipuler, ce qui peut être un autre signe d'un plus grand sentiment de compétence.

Je regardais mon coéquipier, mon Dieu, il savait déjà comment faire. Il n'avait jamais vu ça de sa vie. Je ne sais pas, peut-être ils l'ont juste mieux.

Les propos recueillis vont dans le sens des résultats du questionnaire sur l'intérêt et le sentiment de compétence, alors que les garçons se sentent plus compétents par rapport au laboratoire de physique et aux manipulations à effectuer.

Exploration expérimentale

Les garçons essaient de manipuler davantage, au risque de se tromper. Cela rejoint leur dernière grande caractéristique, c'est-à-dire la capacité qu'ils ont de sortir des balises établies et d'explorer par l'expérimentation. Ces commentaires de deux étudiants résument bien leur pensée par rapport à ce sujet.

Ça me dérangeait moins de m'être retrouvé à côté de la « track ». Tu te dis, oui, je suis arrivé à côté de la « track », je ne suis pas arrivé à ce que le prof voulait, mais je suis quand même arrivé à un résultat intéressant.

Tu peux faire des choses même si tu ne les mets pas dans ton rapport de laboratoire, c'est plaisant de patenter pour essayer d'autres choses.

Un des enseignants interviewés parle de cette caractéristique en disant que les garçons sont plus libéraux, c'est-à-dire qu'ils sont plus à l'aise à sortir du protocole et des sentiers battus.

Le profil général des garçons peut donc se résumer par des personnes qui se perçoivent comme compétentes par rapport à la physique et intéressées par cette dernière. Ils disent par ailleurs vouloir réussir à faire les laboratoires par eux-mêmes, en posant le moins de questions possible. Ils osent également beaucoup sortir du cadre établi pour comprendre et essayer d'autres choses.

Caractéristiques des filles

Chez les filles, quatre caractéristiques ont également émergé : un sentiment de compétence faible, un besoin de validation constant, une réticence à manipuler pendant l'expérience et un souci d'efficacité dans la collecte de données.

Sentiment de compétence faible

Le sentiment de compétence faible est apparu plus explicitement chez les filles comparativement au sentiment de compétence chez les garçons.

Les filles l'expriment en avouant un manque de confiance en leurs moyens. Des étudiantes le disent d'ailleurs explicitement :

On est moins en confiance.

Tu sais que c'est complexe, tu ne te fais pas confiance, tu te dis, je ne suis pas sûre.

(Étudiante qui parle à sa coéquipière) : *Fais-toi confiance.*

Ce manque de confiance en leurs moyens est présent partout, mais particulièrement lors des manipulations.

Difficultés avec le matériel expérimental

Ce manque d'aisance au niveau des manipulations est probablement lié à leur difficulté à s'approprier les instruments de mesure. Cela est particulièrement vrai lorsque les manipulations incluent du matériel plus technologique, comme l'acquisition de données à l'aide d'un ordinateur.

En tout cas, moi, quand je voyais Data Studio, je n'étais vraiment pas contente.

Là, tu ne comprends pas, et tu demandes à quelqu'un d'autre et il te dit « pèse là, là, là. J'arrive à l'autre lab, je ne m'en souviens plus, c'est tout le temps à recommencer.

On perçoit les étudiantes déconcertées par rapport au matériel à utiliser. Avec un sentiment de compétence déjà faible, cette difficulté supplémentaire affecte également leur sentiment de contrôle sur la tâche.

Avec le sentiment de compétence et de contrôle sur la tâche atteint, elles auront tendance à se référer aux ressources externes pour réaliser leur expérimentation. Ce raisonnement est confirmé par les scores d'engagement, qui montrent que les filles préfèrent ce mode de régulation à la régulation par le montage.

Besoin de validation

Pour avancer, les filles ont donc besoin de poser des questions pour comprendre et assurer l'exactitude de leur démarche. Les étudiantes l'indiquent ouvertement pendant l'entrevue semi-dirigée.

On a besoin de se faire valider.

On a besoin de se faire confirmer si on est dans le champ.

On avait toujours la main levée!

Un des enseignants interviewés résume à sa façon cette caractéristique des filles au laboratoire en affirmant qu'elles sont plus angoissées, plus inquiètes et que c'est pour cette raison qu'elles ont un besoin plus grand de se faire valider et d'anticiper leur succès.

Souci d'efficacité dans la réalisation des laboratoires

La dernière grande caractéristique des filles est leur souci de ne pas manquer de temps dans leur expérimentation.

En partant, on est toutes des personnes qui ne veulent pas perdre de temps.

Des fois, on « capote » un peu plus, on a la pression du temps.

Avec les labos fermés, ça allait mieux, parce que l'on était capable de « geager » le temps pour être capable d'arriver comme faut.

Durant les observations, les filles ont souvent été observées à lire leur protocole en début de laboratoire et à poser des questions afin de mieux planifier leur temps et pour s'assurer de recueillir tous les résultats nécessaires.

On peut penser que cette caractéristique provient du fait qu'elles sont moins en confiance. De plus, les filles ont parfois un plus grand besoin de se conformer aux exigences de l'autorité (Aubé, 2002). Ces deux facteurs mis ensemble expliquent peut-être la pression supplémentaire qu'elles s'imposent pour réaliser le laboratoire dans les temps.

On peut dresser un premier portrait des filles en disant qu'elles ont généralement moins d'intérêt pour la physique et qu'elles se sentent moins aptes à manipuler le matériel expérimental de ce domaine. Cela a pour conséquence qu'elles posent plus de questions et qu'elles ont un besoin plus grand de se faire encadrer et valider. Sachant cela, elles ont une préoccupation plus grande pour la gestion du temps disponible.

Impact du type de laboratoire sur l'engagement selon le genre

Indépendamment du genre, le type de laboratoire peut avoir un impact sur l'engagement des étudiants. Des résultats statistiques sont tout d'abord amenés en ce sens, suivi d'une présentation des caractéristiques des laboratoires ouverts et fermés qui influencent l'engagement.

Du point de vue de leur préférence, les étudiants choisissent les laboratoires ouverts en grande majorité, comme le montre le Tableau 15. Il est à noter que ces données ont été colligées en physique, mais auprès d'une autre cohorte.

Tableau 15

Préférence du type de laboratoire

| Moyenne groupe (n=50) | | |
|-----------------------|---------|---------|
| Fermées | Ouverts | Indécis |
| 14 | 29 | 7 |
| 28,57 % | 59,18 % | 12,24 % |

Ces mêmes résultats, divisés selon le genre, indiquent une préférence nette des garçons pour les laboratoires ouverts, alors que chez les filles, il ne semble pas y avoir de préférence apparente.

Tableau 16

Préférence du type de laboratoire selon le genre

| Moyenne garçons (N=30) | | | Moyenne filles (N=38) | | |
|------------------------|---------|---------|-----------------------|---------|---------|
| Fermés | Ouverts | Indécis | Fermés | Ouverts | Indécis |
| 2 | 16 | 1 | 12 | 13 | 6 |
| 10,53 % | 84,21 % | 5,26 % | 40 % | 43,33 % | 16,67 % |

En entrevue, un sondage à main levée a été effectué et le même genre de proportion a été identifié.

Laboratoire fermé

Les étudiants qui préfèrent le laboratoire fermé aiment bien le fait de ne pas perdre de temps. La présence d'un protocole qui structure les étapes à franchir leur apporte une structure.

J'aimais mieux les laboratoires fermés, surtout parce que tu n'es jamais coincé à ne rien faire vu que tu as toutes les étapes.

D'autres expliquent leur préférence par le fait de pouvoir connaître à l'avance la loi à valider. Cela leur permet d'identifier si leurs résultats sont conformes et de se réajuster si ce n'est pas le cas.

Dans un laboratoire fermé, on peut s'attendre au résultat à arriver. Donc si tu as un problème et que ça ne marche pas, tu peux le corriger.

Du point de vue de l'engagement cognitif, la plupart des étudiants affirment qu'il est faible, mais constant tout au long de l'expérience.

Dans le laboratoire fermé, il y a moins d'engagement cognitif, sauf qu'il est là plus longtemps, tout le long.

Selon certains, l'engagement se fait plutôt après le laboratoire, avec la rédaction du rapport.

Dans le laboratoire fermé, tu as moins de questions à te poser pendant le laboratoire, mais après, quand tu arrives à faire le rapport, là, il faut que tu penses pourquoi j'ai fait ça, pourquoi toutes les étapes, donc l'engagement est là, mais plus tard.

Pour expliquer leur engagement cognitif, des étudiants utilisent l'analogie du robot, qui se rapproche de la définition d'un engagement attentif-passif au montage.

Si tu n'es pas attentif, dans le laboratoire fermé, ça ne change pas grand-chose.

Tu fais comme un robot et à la fin, tout est fait.

En résumé, le laboratoire fermé permet un engagement cognitif constant, mais peu relevé. Il permet de rester engagé, grâce à la présence d'un protocole qui structure et encadre le cheminement des étudiants. Ceux qui préfèrent ce type de laboratoire ne sont pas nécessairement les étudiants qui obtiennent de plus faibles résultats scolaires, mais plutôt ceux qui ont un moins grand intérêt et un moins grand sentiment de compétence envers les laboratoires de physique.

Laboratoire ouvert

Les étudiants préfèrent le laboratoire ouvert entre autres parce qu'ils peuvent choisir le sujet à l'étude et poser leurs propres hypothèses.

Pour les laboratoires ouverts, le fait que c'est toi qui faisais ton hypothèse, c'est toi qui t'en allais comme tu le voulais, ça me motivait vraiment.

Dans le même sens, comme ils doivent poser leur hypothèse et élaborer leur protocole, le développement de l'autonomie est favorisé.

Il faut que tu cherches dans tes livres. C'est plus d'autonomie, il faut que tu te débrouilles.

On peut regrouper ces arguments autour du fait que les laboratoires ouverts proposent un processus centré sur les étudiants. Cela entraîne une plus grande compréhension, car ils sont obligés de s'investir pour progresser dans la tâche. Autrement dit, la tâche est coercitive pour les étudiants, ce qui les oblige à s'adapter et à mobiliser leurs ressources.

Dans les labs ouverts, tu n'as pas le choix de comprendre, car tu n'as pas accès au professeur et il n'y a pas de protocole. D'une manière ou d'une autre, tu arrives à des conclusions. [...] Ça t'oblige.

Je trouvais que ça amenait une meilleure compréhension de ce que je faisais que de juste suivre le protocole sur papier.

Aussi, de par la présence d'une situation problème au départ de l'expérience, les étudiants sont placés en situation de défi. Ils aiment bien cet aspect de la tâche, car ils peuvent exprimer leur créativité.

Moi ce que je j'aimais, c'est le défi d'avoir à faire quelque chose, d'avoir à se creuser la tête, c'est plaisant. Je suis quelqu'un d'assez créatif, qui aime ça penser.

Je trouve que dans les laboratoires ouverts, il y a plus d'accomplissement, il y a plus de défis.

Pour les rapports de laboratoire, la plupart considèrent qu'ils sont faciles à réaliser, étant donné qu'ils ont compris davantage pendant le laboratoire.

Dans les laboratoires ouverts, c'est vraiment, vraiment intense, mais après, il n'y a pas vraiment de travail à faire, parce que tu as compris.

Pendant le laboratoire, l'engagement cognitif se produit par « pointes », aux dires de plusieurs.

Dans les laboratoires ouverts, en tout cas mon équipe, on se forçait par coup.

Un étudiant explique ce phénomène par un manque de disponibilité des intervenants, qui sont sollicités par un nombre important de questions. Un décrochage se produit alors par les équipes qui sont en attente (mains levées).

Dans le laboratoire ouvert, il y avait plus d'engagement cognitif, mais quand arrivait le temps de poser une question, et qu'en même temps il y avait 10 autres équipes qui avaient des questions, là, tu cherches dans tes affaires, parce que tu ne veux pas perdre de temps, mais là, si tu ne trouves pas la réponse, tu décroches.

Une étudiante compare globalement son engagement cognitif dans les deux types de laboratoire, ce qui synthétise bien la situation.

Moi, je trouve que dans le laboratoire fermé, il y a moins d'engagement cognitif, sauf qu'il est là plus longtemps, tandis que dans le laboratoire ouvert, on était dedans moins longtemps, mais plus fort.

En résumé, l'engagement cognitif des étudiants semble plus fort dans les laboratoires ouverts chez les deux genres. Avec un meilleur soutien, l'engagement pourrait être constant et élevé. Les étudiants ont également l'impression de mieux comprendre, car le processus est centré sur eux. De plus, le fait de pouvoir élaborer leur problématique et réaliser leurs propres manipulations amène un meilleur sentiment de contrôle sur la tâche. Finalement, leur préférence est aussi expliquée par le défi que propose un laboratoire ouvert, avec un aspect créatif non négligeable.

Le prochain chapitre de la discussion veut réunir les résultats des instruments de mesure qui viennent d'être présentés en vue de répondre directement aux objectifs de la recherche. Autrement dit, une synthèse de l'engagement des étudiants en fonction du genre et du type de laboratoire sera effectuée.

5. Discussion des résultats

Le chapitre débute par une synthèse des résultats afin de répondre aux objectifs de la recherche. Il se conclut par une discussion ouverte sur d'autres facteurs qui peuvent influencer l'engagement des étudiants au laboratoire.

5.1 Modes d'engagement selon le genre

Le premier objectif de cette recherche est *d'établir si l'engagement des garçons au laboratoire prend une forme différente de celle des filles*. Le Tableau 17 présente une synthèse des résultats de l'analyse quantitative qui répondent à cet objectif.

Tableau 17
Résultats obtenus au regard de l'engagement en fonction du genre

| Résultats obtenus | Garçons | Filles | Similitudes |
|---|----------|----------|--|
| Résultats scolaires en physique (/100) | 75,5 % | 72 % | Élevés pour les deux genres |
| Comportements d'apprentissage (/63) | 49,32 | 50,67 | Positifs pour les deux genres |
| Participation (/28) | 20,06 | 20,41 | Élevée pour les deux genres |
| Degré d'engagement cognitif (/8) | 5,66 | 5,42 | Élevé pour les deux genres |
| Buts de performance (/20) | 15,7 | 16,7 | Importants pour les deux genres |
| Résultats obtenus | Garçons | Filles | Différences |
| Buts de compréhension (/20) | 16,6 | 14,5 | Plus importants chez les garçons que chez les filles |
| Intérêt pour la physique et les laboratoires de physique (/5) | 3,81 | 2,61 | Plus élevés chez les garçons que chez les filles |
| | 3,81 | 3,17 | |
| Sentiment de compétence pour la physique et les laboratoires de physique (/5) | 3,60 | 2,78 | Plus élevé chez les garçons que chez les filles |
| | 3,67 | 2,83 | |
| Nombres de questions posées (moyenne par laboratoire) | 9,93 | 16,80 | Plus nombreuses chez les filles que chez les garçons |
| Dispersion degré d'engagement cognitif moyen (/8) | ET= 1,05 | ET= 0,89 | Plus dispersé pour les garçons et plus centré autour de la même valeur pour les filles |
| Mode d'engagement privilégié (-1 à 1) | -0,23 | 0,56 | Régulation empirique pour les garçons et par les ressources externes pour les filles |

**Les scores bruts complets peuvent être consultés dans les tableaux présentés au chapitre 5 du présent rapport de recherche.*

Les premiers résultats du Tableau synthèse 17 sont similaires selon le genre. Ainsi, le niveau d'engagement cognitif moyen, la participation, les comportements d'apprentissage et les buts de performance ne divergent pas selon le genre.

À la lumière de ces résultats, les étudiants de sciences de la nature apparaissent comme un groupe relativement homogène : ils ont de bons résultats scolaires, veulent performer, désirent comprendre et s'engagent fortement pour y arriver. Cela correspond bien à l'image que l'on peut se faire de ces étudiants. Par contre, certains de ces résultats sont nuancés par les résultats qualitatifs obtenus.

Par contre, il faut prendre en compte que les données ont été recueillies auprès d'étudiants de deuxième et de troisième session. Comme on sait que le taux d'abandon le plus élevé situe en première session, ceci contribue à expliquer, en partie, l'homogénéité décrite.

Le Tableau synthèse 17 montre ensuite les différences observées entre les garçons et les filles. En termes d'engagement affectif, on remarque que les garçons possèdent un intérêt plus élevé pour la discipline et pour la tâche, comparativement aux filles. De même, ils ont un plus grand sentiment de compétence envers la discipline et la tâche et ils poursuivent des objectifs de compréhension plus élevés. Les entrevues semi-dirigées vont dans le même sens, alors que les garçons mentionnent une confiance et un intérêt plus grand pour la physique.

Une autre différence, cette fois-ci en termes d'engagement comportemental, provient du nombre de questions posées. En effet, les garçons en posent moins que les filles. À cet égard, on peut supposer que les garçons préfèrent chercher et trouver la réponse par eux-mêmes à l'aide du montage, si l'on se fie aux résultats des entrevues semi-dirigées. De plus, les scores d'engagement indiquent clairement que les garçons préfèrent se réguler par la tâche et par le coéquipier avant de recourir au protocole ou à l'enseignant.

Concernant le degré d'engagement cognitif, bien qu'il soit similaire, les scores des garçons apparaissent plus dispersés que ceux des filles si l'on se fie aux Figures 13 et 14 présentées dans les résultats. Cette situation se traduit par la présence de scores polarisés chez les garçons. Autrement dit, ils sont plus nombreux à s'autoréguler, mais ils sont aussi plus nombreux à être passifs et désengagés.

On peut supposer que les garçons plus passifs ne trouvent pas leur compte au laboratoire, même avec un intérêt marqué pour la discipline. Bien que cela soit moins vrai dans les laboratoires ouverts, il reste que cette situation est préoccupante. Cela amène à conclure que la clientèle à surveiller attentivement au laboratoire de physique est surtout les garçons faibles. Les expériences de laboratoire développées dans le futur devraient tenir compte de cette réalité et tenter de les aider à atteindre un engagement plus actif.

En résumé, la plupart des garçons ont un intérêt fort pour la physique et se croient compétents dans cette discipline. Ils se régulent de manière empirique et essaient de poser le moins de questions possible. Cela est un problème pour les garçons plus passifs qui doivent se faire aider et qui n'osent pas poser leurs questions.

Les filles démontrent, pour leur part, un engagement assez différent de celui des garçons. En effet, la plupart ne sont pas dans leur champ d'études préféré, ce qui les amène à adopter des comportements qui favorisent chez elles un sentiment de sécurité ou de stabilité. Leur forte motivation extrinsèque les garde active et les incite à poser plusieurs questions afin d'assurer la mise à terme de l'expérimentation. Leur sentiment de compétence plus faible accentue le besoin qu'elles ont de poser des questions.

Les résultats obtenus montrent que les garçons et les filles ne s'engagent pas de la même façon au laboratoire de physique. Entre autres, leur engagement affectif et leur sentiment de compétence divergent, et ce, peu importe le type de laboratoire. Leur type de régulation diffère également : les garçons se régulent par le montage, tandis que les filles préfèrent se référer à l'enseignant ou au protocole. Pour favoriser l'engagement et l'apprentissage du plus grand nombre, il apparaît que les garçons devraient apprendre à

poser plus de questions au laboratoire de physique et les filles gagneraient à se servir davantage du montage pour restées engager.

5.2 Engagement dans les laboratoires fermés

Le deuxième objectif consiste à *déterminer si, étant donné leur forme directive, les laboratoires fermés favorisent davantage l'engagement propre aux filles.*

En première analyse, on pourrait penser que l'engagement des filles est plus élevé dans les laboratoires fermés étant donné leur fort besoin d'être guidé et soutenu. Pourtant, les résultats scolaires et les scores d'engagement ont été les mêmes que chez les garçons.

Comme les filles le mentionnent elles-mêmes dans le cadre des entrevues semi-dirigées, ce type de laboratoire ne leur permet pas de bien comprendre les concepts en jeu, ce qui affecte leur sentiment de compétence et leur sentiment de contrôle sur la tâche. Par ailleurs, il est possible pour elles de faire les manipulations sans vraiment comprendre et tout de même réussir à obtenir de bons résultats scolaires. Comme l'obtention de résultats académiques élevés constitue le facteur principal qui les motive, elles ne s'engagent pas à un niveau plus élevé.

En contrepartie, les garçons réussissent à s'engager davantage que ce que l'on aurait pu croire. Bien que la structure fermée et la forme d'évaluation ne semblent pas leur convenir, leur intérêt pour la tâche et leur facilité à manipuler parviennent à compenser. Par ailleurs, leur degré d'engagement cognitif est le même que celui des filles, et même un peu supérieur (5,66 c. 5,42). Bien que ce type de laboratoire ne comporte pas de défis, les garçons y trouvent leur compte dans la nature expérimentale de la tâche.

En considérant le portrait global de la situation, on ne peut donc pas conclure que les filles sont favorisées par une approche fermée en laboratoire, entre autres, à cause d'un engagement affectif plus faible lié à la discipline dans laquelle s'effectue l'expérimentation.

Ce résultat étonne par rapport à ce que l'on aurait pu penser, car la structure linéaire et encadrée des laboratoires fermés assure un minimum de repères pour des étudiantes moins intéressées et qui se sentent moins compétentes. Or, c'est justement cette présence de repères séquentiels, avec un enseignant disponible pour répondre rapidement aux questions, qui nuit à l'engagement des filles. Elles peuvent obtenir les résultats scolaires qu'elles souhaitent sans avoir à s'engager fortement : elles n'ont qu'à faire une gestion des ressources efficaces.

5.3 Engagement dans les laboratoires ouverts

Le dernier objectif consiste à *étudier dans quelle mesure des laboratoires ouverts permettent un changement positif dans l'engagement chez les deux genres, et plus particulièrement chez les garçons.*

Tout d'abord, il convient de dire que le degré d'engagement cognitif des laboratoires ouverts est plus élevé que celui des laboratoires fermés, et ce, peu importe le genre de l'étudiant ($E_{\text{cogOuv}}=5,73$ et $E_{\text{cogFer}}=5,20$). La nature coercitive de ce type de laboratoire centre le processus sur les étudiants et les oblige à s'engager pour obtenir des résultats à analyser dans le cadre de leurs expérimentations. Elle amène également une plus grande compréhension des phénomènes, selon ce que disent les étudiants. La mise en situation, sous forme de problématique, amène quant à elle les étudiants à utiliser leurs connaissances antérieures, ce qui favorise aussi un meilleur engagement cognitif.

Selon les résultats, on ne peut pas dire que l'amélioration de l'engagement cognitif chez les garçons est plus importante que celle des filles. Les résultats montrent une variation positive du degré d'engagement chez les deux genres (+0,47 et +0,59). Par contre, les garçons et les filles plus douées sont favorisés par cette approche au niveau de leur engagement affectif. Ils indiquent dans les entrevues semi-dirigées préférer fortement ce type d'expérience, étant donné la présence de défis et la possibilité d'être autonome et de sortir des sentiers battus.

En somme, les laboratoires ouverts semblent favoriser l'engagement cognitif des deux genres. Cependant, l'engagement affectif des garçons semble particulièrement favorisé dans le cadre des laboratoires ouverts.

Considérant le fait que les résultats obtenus montrent des différences entre l'engagement des garçons et celui des filles, que l'approche préconisée dans le cadre des laboratoires ne semble pas favoriser singulièrement un genre et que les laboratoires ouverts semblent favoriser l'engagement cognitif des deux genres, il semble pertinent de porter plus loin la

réflexion amorcée. À ce titre, la suite de la discussion propose trois facteurs généraux qui peuvent influencer l'engagement.

5.4 Discussion complémentaire des facteurs qui influencent l'engagement

Les trois facteurs discutés sont les caractéristiques de la tâche, le rôle de l'enseignant et l'influence du coéquipier sur l'engagement.

Autres caractéristiques de la tâche

Maintenant que l'objectif de comparer l'engagement dans les laboratoires ouverts et fermés est effectué, il est possible d'élaborer sur les autres caractéristiques de la tâche qui influence l'engagement.

Entre autres, Le choix du matériel utilisé en laboratoire est une dimension qu'il s'avère important de considérer. Les instruments de mesure doivent être maîtrisés par les étudiants avant qu'ils ne les utilisent dans leurs manipulations. Dans les entrevues semi-dirigées, les étudiants mentionnent que les logiciels d'acquisition de données peuvent être des outils intéressants qui facilitent la compréhension des phénomènes, mais seulement s'ils en comprennent le fonctionnement. Cet aspect apporte une nuance intéressante dans la compréhension des processus en cours dans le cadre des apprentissages effectués.

La tâche de son côté doit susciter l'intérêt que ce soit par le biais d'une énigme, d'une mise en situation ou d'un sujet accrocheur. Cette préoccupation et particulièrement le recours aux moyens identifiés semblent favoriser l'engagement. Les garçons en ont fait mention à plusieurs reprises dans l'entrevue semi-dirigée, alors qu'ils indiquent un engagement plus fort lorsque la tâche les intéresse.

Les difficultés conceptuelles et procédurales présentes dans la tâche ont aussi un impact. Une étudiante mentionne qu'en général, elle est engagée dans les laboratoires de physique. Par contre, pour une expérience en particulier (celle des lentilles), elle ne

comprenait pas les concepts et a vite décroché. En ce sens, une tâche trop difficile ou trop facile entraîne souvent un désengagement de la part des étudiants.

Le temps accordé pour les manipulations semble aussi jouer un rôle sur l'engagement. Pour un étudiant, les quatre heures de manipulations en laboratoire ne sont pas nécessaires, car ces dernières diluent l'engagement cognitif. Toujours selon ce même étudiant, les laboratoires pouvaient se faire sur deux heures en se forçant. À l'opposé, une étudiante indique que quatre heures de manipulations permettent de prendre le temps de comprendre et d'enlever une partie du stress lié à collecter des données.

Finalement, le type d'évaluation associé au laboratoire influence l'engagement. L'utilisation du cahier de laboratoire dans les laboratoires ouverts permet la consignation des résultats par les étudiants au fur et à mesure que se poursuit l'expérimentation, ce qui favorise un engagement plus continu. À l'inverse, les rapports de laboratoire amènent un engagement plus fort après le laboratoire. Considérant ces dimensions, il est souhaitable que l'enseignant se penche sur les répercussions liées au choix de ses modes d'évaluation sur l'engagement de ses étudiants.

Enseignant

Des données ont été recueillies quant au lien qui existe entre l'encadrement de l'enseignant et l'engagement des étudiants. D'après les propos tenus lors des entrevues semi-dirigées, le soutien apporté par l'enseignant semble avoir un impact sur leur engagement. À ce sujet, certaines participantes indiquent que le manque de soutien a nui à leur engagement.

Les garçons ont vu leur engagement diminué, étant donné la mauvaise répartition du temps des questions. Comme les filles accaparent la ressource enseignante, les garçons peuvent vivre des frustrations et se désengager, car ils ne peuvent poser leurs questions lorsqu'ils en ont. Cet étudiant résume bien la situation.

Les gars, quand on veut poser une question ou deux dans tout le laboratoire, le prof ne vient pas te voir parce que les filles passent leur temps avec le professeur. Une question, une autre question, et il y a ça aussi... Finalement, le professeur ne décolle jamais de ce groupe-là et tu attends et tu n'avances pas pendant ce temps-là.

À la lumière de ce commentaire, il appert que l'enseignant doit répartir équitablement son temps de réponse aux questions à travers l'ensemble des membres de sa classe. Même si certaines personnes sont plus insistantes ou revendicatrices, il revient à l'enseignant de faire la part des choses et d'offrir une aide équitable à tous.

Des observations ont aussi été retenues sur le type d'intervention effectuée par un enseignant en fonction des questions qui lui sont adressées. Un des intervenants observés expliquait rapidement aux étudiants afin de pouvoir répondre à un plus grand nombre possible de questions. Ses réponses étaient directes et ne favorisaient pas toujours une réflexion de haut niveau cognitif chez les étudiants. Au même titre que pour le protocole, les étudiants peuvent poser des questions à l'enseignant chaque fois qu'ils sont bloqués. On peut dire que ce type d'encadrement est fermé, au même titre que le laboratoire.

L'autre intervenant observé répondait à un moins grand nombre de questions, mais prenait plus de temps avec chaque équipe pour les interroger, sans leur donner de réponse. Cette approche avec encadrement ouvert mérite d'être approfondie. *Est-ce le meilleur soutien que l'on peut offrir pour soutenir l'engagement?* Le fait qu'un intervenant ait une approche fermée et l'autre, une approche ouverte est aussi à questionner. *Est-ce souhaitable que l'étudiant puisse avoir deux types d'encadrement?*

Coéquipier

Le coéquipier a aussi été identifié comme étant un facteur pouvant influencer l'engagement. Comme on pourrait s'y attendre, un coéquipier qui s'engage dans la tâche favorise l'engagement. À l'inverse, un coéquipier qui décroche favorise le désengagement. Deux étudiants l'ont mentionné directement.

Si la personne avec qui je suis en laboratoire a tendance à décrocher, moi aussi je vais décrocher. Si la personne ne décroche pas, ça a vraiment un impact.

C'est vrai aussi que le partenaire influence beaucoup. Tsé, quand l'autre a décroché, tu veux là, mais si elle te parle de sa fin de semaine, là arrête, il faut travailler. Mais des fois, ce n'est pas évident de revenir.

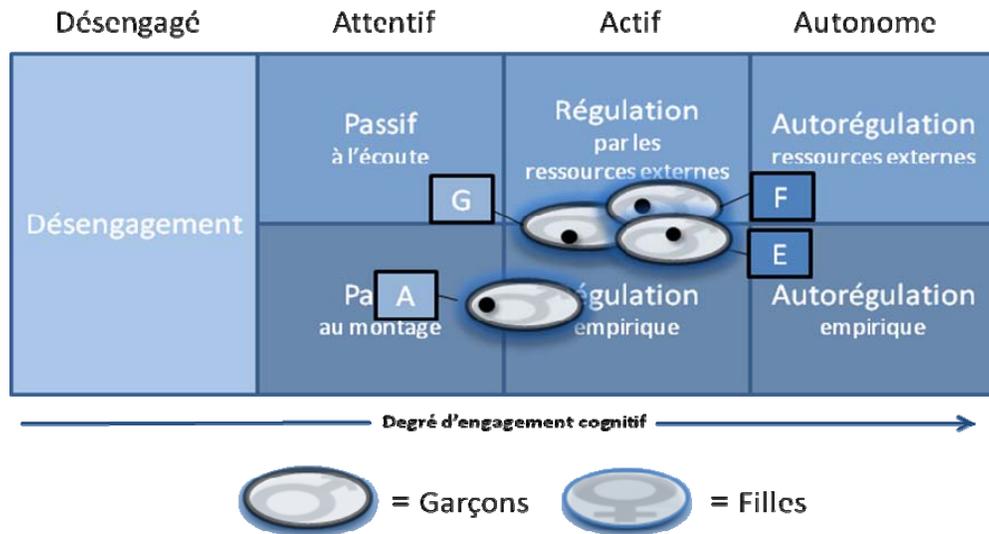
Pour mieux comprendre l'effet du coéquipier sur l'engagement, deux cas de changements de partenaire qui se sont produits entre le cours d'électricité (203-NYB-05) et d'optique (203-NYC-05) sont présentés. Il faut cependant prendre en compte que le type de laboratoire a également changé entre les deux cours.

Cas 1

L'étudiant 1, observé pendant les expériences de laboratoire d'électricité et magnétisme (203-NYB-05), obtient un engagement passif (expérience A) et actif de bas niveau (expérience G). Dans les résultats prélevés à partir de la grille d'interprétation, il a clairement été vu que l'étudiant 1 ne s'exprimait pas beaucoup et ne discutait pratiquement pas avec son coéquipier. Devant les difficultés rencontrées, l'équipe ne sait quoi faire et démontre peu d'initiative.

Figure 15

Engagement d'un étudiant dans quatre expériences (cas 1)



Mis en équipe avec une étudiante possédant un meilleur engagement, l'étudiant 1 discute avec elle et prend des initiatives. Il commence même à effectuer des hypothèses et à travailler avec le montage pour résoudre les problèmes auxquels il est confronté. Comme l'indique son engagement de haut niveau dans les expériences E et F, l'étudiant A a su augmenter son implication dans l'expérience.

Ce cas rejoint les propos précédents selon lesquels un coéquipier engagé favorise l'engagement.

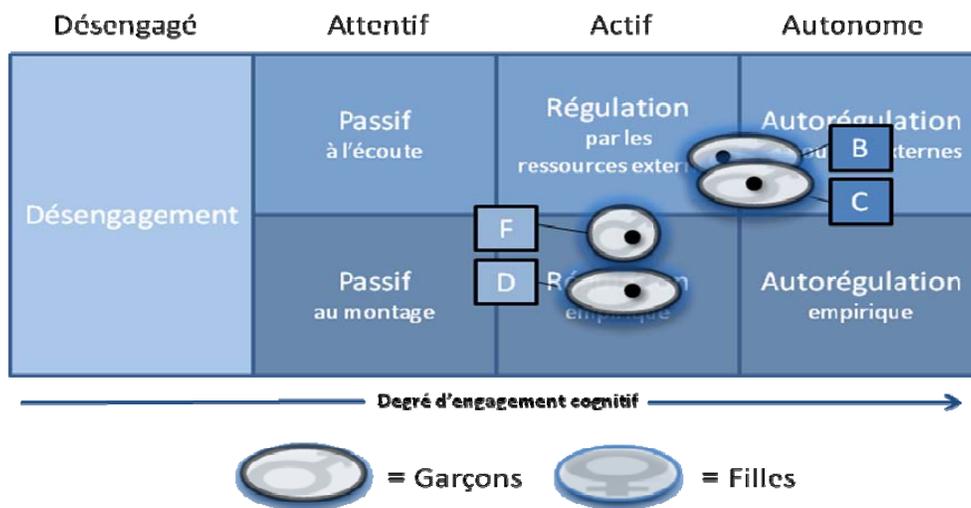
Cas 2

L'étudiant 2 a été jumelé avec deux coéquipiers qui possèdent un engagement très fort. Son premier coéquipier en électricité et magnétisme (203-NYB-05) a été catégorisé comme autorégulé par le montage. L'étudiant 2 s'est adapté en regardant dans le livre et en posant des questions à l'enseignant (expérience B et C). Ces deux expériences ont constitué ses valeurs maximales d'engagement. Il a utilisé énormément ses connaissances antérieures pour effectuer des raisonnements et a été appuyé par les manipulations de son partenaire.

Pendant les expériences de laboratoire du cours d'ondes, optique et physique moderne (203-NYB-05), l'étudiant a été jumelé à une étudiante qui possède beaucoup d'initiative et un leadership certain. L'étudiant 2 s'est adapté en se régulant davantage par le montage, étant donné que sa coéquipière se régulait par les ressources externes. On peut supposer que ce mode ne lui permet pas autant de s'engager, comme en fait foi son score pour les expériences D et F.

Figure 16

Engagement d'un étudiant dans quatre expériences (cas 2)



Dans les deux cas, l'étudiant s'est adapté à des personnalités qui possèdent un fort leadership et un haut niveau d'engagement. Le coéquipier peut donc changer le niveau d'engagement, mais également le type de régulation.

La personnalité de l'étudiant, son degré d'affinité avec son coéquipier, sa capacité de s'affirmer constituent d'autres facteurs à explorer afin de bien comprendre l'influence du coéquipier sur l'engagement. Comme dans n'importe quelle situation qui amène une interaction sociale et un travail d'équipe, chacun des membres doit pouvoir y trouver son compte en fonction des habiletés et du mode d'engagement qu'il préfère.

6. Conclusion

6.1 Synthèse des apports de la recherche

La notion d'engagement suscite un intérêt croissant dans la littérature scientifique et dans les interventions gouvernementales (Pirot et De Ketele, 2000; Frederiks, 2004; CSE, 2008). Cet engouement provient d'un concept encore à circonscrire et rempli de potentiel pour des interventions ciblées auprès des étudiants afin de favoriser la réussite scolaire.

La présente recherche amène plusieurs contributions pour alimenter les réflexions autour de cette question dont une grille d'interprétation des modes d'engagement, un éclairage nouveau sur la participation et l'engagement comportemental ainsi que certains facteurs qui déterminent l'engagement. Ces aspects seront ici abordés de manière succincte.

Grille d'interprétation des modes d'engagement

La grille d'évaluation des modes d'engagement constitue un outil précieux pour évaluer l'engagement d'un étudiant en situation d'apprentissage. Elle prend en compte les trois dimensions de l'engagement répertoriées dans la littérature et permet à la fois d'évaluer le degré d'engagement cognitif et le type de régulation.

Le mode d'engagement de l'étudiant en laboratoire fluctue constamment, même pendant une seule période de laboratoire. À certains moments, un étudiant peut manipuler et réfléchir sur la manière de brancher son condensateur, et l'instant d'après, il peut parler de l'examen de la période précédente avec son coéquipier. Malgré ces fluctuations, la plupart des cas étudiés montrent qu'il est possible d'obtenir un mode d'engagement moyen pour un étudiant, en regardant les unités de comportements significatives et en les considérant sur une durée déterminée.

Les résultats des modes d'engagement en fonction du genre au laboratoire de physique indiquent des degrés d'engagement cognitif similaires, mais avec des types de régulation distincts. Contrairement à ce que l'on aurait pu penser, le type de laboratoire (fermé ou ouvert) ne favorise pas de manière importante un genre plutôt qu'un autre. En fait, les laboratoires ouverts favorisent l'engagement des deux genres.

La recherche a aussi montré que les garçons qui possédaient un engagement passif au laboratoire devaient faire l'objet d'une attention particulière. Le fait qu'ils n'osent pas poser de questions alors qu'ils en ont besoin est très préoccupant. Il est suggéré que les enseignants s'adaptent à cette réalité en laboratoire, en changeant leur façon de répondre aux questions.

Par ailleurs, les filles sont aussi à surveiller dans les laboratoires fermés, car leur engagement cognitif n'est pas favorisé, contrairement à ce qu'il peut y paraître par la seule observation de leurs comportements. Elles sont toutes actives, elle rencontre bien les attentes, mais qu'en est-il de leur apprentissage?

Participation et engagement comportemental

Les questionnaires utilisés pour obtenir des données en lien avec les comportements d'apprentissage et la participation ont pu être validés auprès de participants âgés de 17 et 18 ans de niveau collégial, ce qui élargit leur domaine d'applicabilité. Par contre, il a été montré que ces questionnaires ne semblent pas adéquats pour obtenir une mesure d'engagement comportemental contextualisée, comme pour le cas des expériences de laboratoire. Ils s'appliquent davantage pour obtenir un diagnostic global d'un groupe d'étudiants en classe, indépendamment de la situation étudiée.

Résultats scolaires et engagement

Bien que ces résultats n'aient pas été centraux dans cette recherche, il reste qu'une corrélation significative de 38 % a été trouvée entre le score total des comportements

d'apprentissage et le résultat scolaire. De même, une corrélation significative de 35 % est établie entre le score total de participation et le résultat scolaire.

L'apport particulier de cette recherche est d'inclure l'engagement comme prédicteur de résultat scolaire. À l'aide du modèle multivarié disponible en annexe 8, qui inclut ces trois variables (engagement, participation et comportements d'apprentissage), la corrélation avec les résultats scolaires augmente à 51,1%. Autrement dit, le mode d'engagement est un bon prédicteur de réussite scolaire.

Déterminants de l'engagement

Finalement, trois déterminants de l'engagement ont émergé des résultats. À cet effet, les caractéristiques de la tâche expérimentale, l'encadrement de l'enseignant et la complémentarité avec le coéquipier dans l'engagement ont été traités dans la discussion.

6.2 Limites de la recherche

Une première limite concerne l'audition des enregistrements vidéos. Bien qu'un grand nombre d'heures d'enregistrement aient été collectés, certaines parties de vidéos étaient difficilement audibles, ce qui a compliqué le traitement de données.

Une des principales limites de la recherche a été de ne pas pouvoir comparer quantitativement les expériences de laboratoire une à une, faute d'un nombre suffisant de modes d'engagement pour y arriver. Il faut comprendre que pour établir un mode d'engagement pour deux étudiants dans un laboratoire, deux heures d'observations sont nécessaires chaque fois².

Maintenant que l'instrument pour déterminer le mode d'engagement chez un étudiant est élaboré, il devient envisageable et souhaitable de refaire une collecte de données avec un plus grand nombre d'étudiants dans une recherche ultérieure afin d'effectuer des comparaisons statistiques.

Aussi, comme l'échantillon pour les questionnaires des comportements d'apprentissage et de la participation était assez restreint (N=58), certaines des échelles de ces questionnaires n'ont pas été retenues, étant donné que leurs consistances internes n'étaient pas suffisamment élevées. Il serait bon de refaire cette partie de la collecte de donnée avec un échantillon plus grand.

² Pour catégoriser un étudiant, étant donné qu'il s'agit de la première collecte de données avec cet outil, deux heures d'observations étaient minimalement requises par étudiant. Au total, pour cette recherche, cela signifie environ 500 heures d'écoute vidéo.

6.3 Pistes de recherche et application pédagogique

Cette recherche pose des jalons importants dans la poursuite de l'étude de l'engagement. Une piste de recherche peut être énoncée pour orienter les futures recherches sur le sujet.

Il serait intéressant d'étudier les modes d'engagement dans d'autres domaines d'expérimentation scientifique (Chimie, Biologie), dans d'autres types de tâches (en cours magistral, en enseignement par les pairs) et dans d'autres disciplines. Ceci permettrait d'approfondir la grille en fonction du domaine et de la tâche étudiée, en vue de la rendre la plus générale possible.

On peut aussi penser que la grille des modes d'engagement peut être utilisée par des enseignants en laboratoire pour évaluer l'engagement des étudiants afin de leur donner une rétroaction. De même, un étudiant pourrait s'autoévaluer et une discussion avec l'enseignant pourrait suivre pour discuter de la façon dont l'étudiant pourrait s'engager davantage.

7. Références bibliographiques

- Astin, A.W. (1984). *Student Involvement : A Developmental Theory for Higher Education : An Empirical Typology of College Students*. Journal of College Student Personnel. vol. 25, no 4, pp.297-308.
- Aubé, R. (2002). *La réussite scolaire des garçons au collégial, des pistes concrètes pour favoriser la réussite scolaire des garçons*. Résumé de recherche, Cégep Beauce-Appalaches.
- Bélanger, M.-F., Besette, S., Grenier, H. et Lemire, G. (2005). *Engagement dans les études : une réalité plurielle*. Rapport PAREA, Cégep de Sherbrooke.
- Birch, S.L. et Ladd, G.W. (1997). *The teacher-child relationship and children's early school adjustment*. Journal of School Psychology, vol 35, no 1, pp. 61-79.
- Birrell, H.V., Philipps, C.J. et Stott, D.H. (1985). *Learning style and school attainment in young children : A follow-up study*. School Psychology International, vol 6, pp.207-218.
- Buchanan, H.H., McDermott, P.A. et Shaefer, B.A. (1998). *Agreement among classroom observers of children's stylistic learning behaviours*. Psychology in the Schools, vol. 35, no 4, pp. 355-361.
- Buhs, E. et Ladd, G. W. (2001). *Peer rejection in kindergarten: Relational processes mediating academic and emotional outcomes*. Developmental Psychology, vol. 37, pp. 550-560.
- Bybee, R. (2002). *Learning Science and the Science of Learning*. Science educator's essay collection. Édition NTSA press.
- Canivez, G., Willenborg, E. et Kearney, A. (2006). *Replication of the Learning behaviors Scale Factor Structure With an Independent Sample*. Journal of Psychoeducational Assessment, V4, N2, pp. 97-111.
- Cantin, R., D. Lacasse et L. Roy. (1996). *Apprentissage par problème, activité de synthèse et épreuve synthèse*. Pédagogie collégiale, 10 (2) : 5-10.
- Connell, J.P., Wellborn J.G. (1991). *Competence, autonomy, and relatedness: a motivational analysis of self-system processes*, dans M.R. Gunnar et L. A. Sroufe (dir.), *Self processes and development*, The Minnesota Symposia on Child Development (vol. 23, pp. 43-77). Chicago: University of Chicago Press.
- Corno, L. (1986). *The metacognitive control components of self regulated learning*. *Contemporary Educational Psychology*, vol 11, pp. 333 - 346.

- Corno, L. et Mandinach, E.B. (1983). *The Role of Cognitive Engagement in Classroom Learning and Motivation*. Educational Psychologist, vol 18, no 2, pp.88-108.
- Corno, L. et Mandinach E.B. (1985). *Cognitive Engagement Variations Among Students of Different Ability Level and Sex in a Computer Problem Solving Game*. Sex Roles, vol 13, no 3-4, pp.241-251
- CSE (1999). *Pour une meilleure réussite scolaire des garçons et des filles*. Avis au ministre de l'Éducation. Conseil supérieur de l'éducation.
- CSE (2002). *Rapport annuel sur l'état et les besoins en éducation. La gouverne de l'éducation : priorité pour les prochaines années*. Conseil supérieur de l'éducation du Québec.
- CSE, (2008). *Au collégial- l'engagement de l'étudiant dans son projet de formation : une responsabilité partagée avec les acteurs de son collège*. Avis à la ministre de l'éducation, du loisir et du sport. Conseil supérieur de l'éducation du Québec.
- Daneault, E. (2007). *Amitiés réciproques, comportements d'apprentissage et participation académique en début de scolarisation*. Mémoire de maîtrise. UQTR.
- DGEC (1996). *Projet de programme en sciences de la nature : rapport présenté au comité de liaison de l'enseignement supérieur (CLES)*. Québec : Publications du Québec.
- Finn, J.D et Rock, D.A. (1997). *Academic success among students at risk for school failure*. Journal of Applied Psychology, vol 82, pp.221-234.
- Fredericks, J. A., Blumenfeld, P.C. et Paris, A.H.(2004). *School Engagement : Potential of the Concept, State of the Evidence*. Review of Educational Research, vol. 74, no 1, pp.59-109.
- Gauch, H. G. Jr. (2003). *Scientific Method in Practice*. Cambridge University press.
- Giordan, A. (1998). *Une didactique pour les sciences expérimentales*. Guide Belin de l'enseignement. Édition Belin.
- Herron, M.D. (1971). *The nature of scientific enquiry*. School Review, vol. 79, no 2, pp.171-212.
- Howard-Rose, D. et Winne, P.H. (1993). *Measuring Component and Sets of Cognitive Processes in Self-Regulated Learning*. Journal of Educational Psychology, v 85, n4, pp.591-604.

- Ladd, G. W., Buhs, E. & Seid, M. (2000). *Children's initial sentiments about kindergarten: Is school liking an antecedent of early classroom participation and achievement?* Merrill-Palmer Quarterly, vol. 46, pp.255-279.
- Ladd G.W. et Burgess, K.B. (2001). *Do relational risks and protective factors moderate the linkages between childhood aggression and early psychological and school adjustment?* Child Development, vol 72, no 5, pp.1579-1601.
- Langlois, S. (2006). *Apportez votre instrument de musique*. Dans « Étincelles pédagogiques », Vol. 4. Produit par le Saut Quantique.
- Langlois, S. (2008). *Raisonnement scientifique et changement conceptuel dans un contexte de laboratoire scientifique ouvert*. Mémoire en cours de rédaction, UQTR.
- Lee, O. et Anderson, C.W. (1993). *Task engagement and conceptual change in middle school science classroom*. American Educational Research Journal, vol. 20, pp.585-610.
- Lewis, J. (2002). *The Effectiveness of Mini-Projects as a Preparation for open-ended Investigations*. Dans *Teaching and Learning in the Science Laboratory*. Science & Technology Education Library, Kluwer Academic Publishers.
- McDermott, P.A., Beitmann, B.S. (1984). *Standardization of a scale for the Study of Children's Learning Styles : Structure, stability, and criterion validity*. Psychology in the Schools, vol. 21, pp. 5-14.
- McDermott, P. A., Glutting, J. J. (1997). *Informing stylistic learning behavior, disposition, and achievement through ability subtests—Or, more illusions of meaning?* School Psychology Review, vol. 26, pp.163–175.
- McDermott, P.A. (1999). *National scales of differential learning behaviour among American children and adolescents*. School Psychology Review, vol 28, pp.280-291.
- Meirieu, P. (1990). *Enseigner, scénario pour un métier nouveau*, Paris, édition ESF.
- Millar, R., Tiberghien A. et Le Maréchal, J.-F. (2002). *Varieties of Labwork : A Way of Profiling Labwork Tasks*. Dans *Teaching and Learning in the Science Laboratory*. Science & Technology Education Library, Kluwer Academic Publishers.
- Morin, M. (1997). *Les croyances de professeurs du collégial à l'égard de l'applicabilité des contenus d'apprentissage et des méthodes d'enseignement de la méthode scientifique au laboratoire dans le programme sciences de la nature*, Thèse de doctorat, UQAM et UQAR.
- Newmann, F. (1991). *Student engagement in academic work : Expanding the perspective on secondary school effectiveness*. Dans J.R. Bliss et W.A. Firestone (Ed), *Rethinking*

- effective schools : Research and practice (pp.58-76). Englewood Cliffs, NJ : Prentice-Hall.
- Newmann, F. (1992). *Higher-order thinking and prospects for classroom thoughtfulness*. Dans F. Newmann (Ed), *Student engagement and achievement in American secondary schools* (pp.62-91), New-York : Teachers College Press.
- Perrenoud, P. (1999). *Pédagogie différenciée, des intentions à l'action*. Pédagogies recherche, édition ESF.
- Presseau, A. (2004). *Intégrer l'enseignement stratégique dans sa classe*. Édition Chenelière McGraw-Hill.
- Philipps, C.J., Stott, D.H. et Birrell, H.V. (1987). *The effect of learning style on progress towards literacy and numeracy*. *Educational Review*, vol 39, pp.31-40.
- Pirot, L. (1995). *L'engagement académique de l'étudiant comme facteur de réussite à l'université. Étude comparative de deux échantillons UCL*. Mémoire de licence. Université catholique de Louvain, Louvain-la-neuve.
- Pirot, L. et De Ketele, J.M. (2000). *L'engagement académique de l'étudiant comme facteur de réussite à l'université*. Étude exploratoire menée dans deux facultés contrastées. *Revue des sciences de l'éducation*, Vol. 26, no2, pp.367-394.
- Przesmycki, H. (1991). *Pédagogie différenciée*. Pédagogies pour demain, nouvelles approches, édition Hachette Éducation.
- Psillos, D. et Niedderer, H. (2002). *Issues Questions Regarding the Effectiveness of Labwork*. Dans *Teaching and Learning in the Science Laboratory*. Science & Technology Education Library, Kluwer Academic Publishers.
- Rogers, D. et Swan, K. (2001). *An Investigation of Components in Corno and Mandinach's Self-Regulated Learning Model Applied to Internet Navigation*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association (Seattle, WA, 10-14 Avril).
- Romano, G. (1995). *Environnement pédagogique et apprentissage au niveau collégial*. PAREA, Collège François-Xavier-Garneau.
- Roth, W.-M. et Roychoudhury, A. (1993). *The Development of Science Process Skills in authentic Contexts*. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 30, no 2. pp.127-152.
- Russell, V., Ainley, M. et Frydenberg, E. (2005). *Student motivation and engagement*. Department of Education, Employment and Workplace Relations. Consulté le 3 Mars

2008 au : http://www.dest.gov.au/sectors/school_education/publications_resources/schooling_issues_digest_motivation_engagement.htm.

Schaefer, B.A. et McDermott, P.A. (1999). *Learning behaviour and intelligence as explanations for children's scholastic achievement*. Journal of School Psychology, vol 37, pp.299-313.

Séré, M.-G. (2003). *Towards Renewed Research Questions from the Outcomes of the European Project Labwork in Science Education*, Wiley Periodicals.

SRAM (2008). *Rapport annuel 2007-2008*. Service d'admission du Montréal métropolitain.

Stott, D.H. (1985). Learning style or « intelligence »? School Psychology International, vol 6, pp.167-174.

Stott, D.H., Green, L.F., Francis, J.M. (1983). *Learning style and school attainment*. Human Learning, vol 2, pp.61-75.

Tremblay, G., Bonnelli, H., Larose, S., Audet, S. et Voyer, C. (2006). *Recherche-action pour développer un modèle d'intervention favorisant l'intégration, la persévérance et la réussite des garçons aux études collégiales*. Rapport final soumis au Fonds québécois de recherche sur la société et la culture.

Willis, D. (1993). *Academic involvement at university*. Higher Education, vol 25, pp.133-150.

Yen, C., Timothy, R. Konold et McDermott, Paul. A. (2004). *Does learning behaviour augment cognitive ability as an indicator of academic achievement?* Journal of School Psychology vol. 42, pp.157-169.

ANNEXE 1 : Lettre éthique



Shawinigan, le 26 janvier 2008

Pour construire l'avenir
ensemble!

Objet : Recherche dans le cadre des cours de physique du programme de sciences de la nature

Bonjour,

Au cours des deux prochaines sessions, nous sollicitons votre participation à un projet de recherche qui se déroulera durant la présente session (hiver 2007) et celle d'automne 2008.

Il s'agit d'une belle occasion pour vous de participer au développement des sciences de l'éducation. Sans aucune obligation de participation de votre part, cette recherche se déroulera en deux parties distinctes :

1. Hiver 2007 : Dans le cadre du cours « Électricité et magnétisme », répondre à un premier questionnaire portant sur vos comportements au laboratoire, et ensuite permettre que vous soyez observés durant la réalisation des laboratoires.

2. Automne 2008 : Dans le cadre du cours « Ondes, optique et physique moderne », répondre à un deuxième questionnaire à la fin de la session et permettre que vous soyez observés durant la réalisation des laboratoires.

Sachez que votre participation est entièrement libre et que vous pouvez l'arrêter à tout moment, sans que la note obtenue à ce cours en soit affectée.

Les documents analysés porteront un code pour protéger l'anonymat des répondants. Les enregistrements recueillis aux entrevues seront détruits à la fin de l'étude, au plus tard le 30 novembre 2010.

Merci à l'avance de votre contribution à cette recherche.

Simon Langlois
Collège de Shawinigan
2263, rue du Collège, Shawinigan
Tél. : 819-539-6401, poste 6221

Guy Corriveau
Collège de Shawinigan
2263, rue du Collège, Shawinigan
Tél. : 819-539-6401, poste 22??

| |
|---|
| J'accepte de répondre à deux questionnaires portant sur mes comportements d'apprentissage au laboratoire dans le cadre des cours de physique II (NYB-203-05) et |
|---|

physique III (NYC-203-05).

Nom en lettres moulées :

Signature : **Date :**

J'accepte que les chercheurs observent mes comportements d'apprentissage dans le cadre des deux cours précédemment mentionnés (physique II et physique III)

Nom en lettres moulées :

Signature : **Date :**

ANNEXE 2

Questionnaire sur l'intérêt et le sentiment de compétence

Nom : _____

Question 1 : Qu'est-ce qu'une expérience de laboratoire pour vous?

Question 2 : Qu'est-ce que vous appréciez dans les expériences de laboratoire?

Question 3 : Qu'est-ce que vous appréciez moins?

| | |
|---|--|
| 4 : Les sciences de la nature sont un domaine qui m'intéresse | |
| 5 : Le domaine de la physique m'intéresse | |
| 6 : Les laboratoires sont une activité qui m'intéresse | |
| 7 : Les laboratoires de physique sont une activité qui m'intéresse | |
| 8 : Les laboratoires de physique traditionnels (comme en mécanique et en électricité) m'intéressent | |
| 9 : Je me sens compétent dans le domaine des sciences de la nature | |
| 10 : Je me sens compétent (bon, en contrôle) pendant un cours de physique | |
| 11 : Je me sens compétent (bon, en contrôle) pendant un laboratoire en physique | |
| 12 : Les laboratoires sont faciles à exécuter pour moi (manipulations) | |
| 13 : Les rapports de laboratoire sont faciles à rédiger pour moi | |
| 14 : Les rapports de laboratoire m'apportent dans mon apprentissage de la physique | |
| | |

Répondre aux questions suivantes en cotant de 1 à 5 (5 : tout à fait en accord, 4 : en accord, 3 : moyennement en accord, 2 : en désaccord, 1 : en total désaccord).

15. Quel est votre degré de certitude quant à votre futur choix de carrière (1 à 5)?

16. Même si votre choix n'est pas complètement fixé, vers quoi penchez-vous pour le moment?

ANNEXE 3

Cartographie des comportements significatifs

Le tableau ci-dessous synthétise les cas présentés afin que le lecteur puisse s'appropriier et juger de la rigueur qui entoure le codage des unités de comportements significatives.

CARTOGRAPHIE DES COMPORTEMENTS SIGNIFICATIFS

| DÉSENGAGEMENT | ATTENTION PASSIVE | RÉGULATION PAR LES RESSOURCES EXTERNES | AUTORÉGULATION |
|---|----------------------------------|--|---|
| MC et AU (unité de comportement) A (unité de comportement) | MP (unité de comportement) | EL et EH (mode dominant) K (unité de comportement) AL (unité de comportement) | MC (mode dominant) A et M |
| S (mode dominant) AN (mode dominant) | M (unité de comportement) | RÉGULATION EMPIRIQUE R (unité de comportement) O (mode dominant) | (mode dominant) F (mode dominant) |

COMPORTEMENTS REPRÉSENTATIFS

AUTORÉGULATION

ÉTUDIANT F MODE DOMINANT

LAB 11 SUR LE CONDENSATEUR

Observé dans plusieurs expériences en laboratoire, F manifeste toujours un engagement cognitif de haut niveau, qu'il maintient essentiellement par régulation empirique. Une première observation est révélatrice du mode par lequel F maintient son engagement.

Dans l'avant-dernier laboratoire de la session d'hiver (*Électricité et magnétisme*), les étudiants sont placés devant le défi de fabriquer un moteur à l'aide du matériel dont ils disposent et sans indications précises. L'enseignant explique aux équipes qu'il leur fournira une pile pour actionner leur moteur quand ils en seront à cette étape. À ce moment, F demande à l'enseignant pourquoi ils ne pourraient avoir la pile pour tester leur moteur au fur et à mesure. Comme l'enseignant s'oppose à la demande de F, celui-ci tente de trouver de l'alimentation sur le panneau électrique à sa table.

Ce comportement indique que l'étudiant aimerait pouvoir se valider au fur et à mesure par régulation empirique. De fait, le maintien de l'engagement de F par régulation empirique atteint un tel degré d'efficacité et mobilise des ressources cognitives telles qu'il confine à l'autorégulation, ce qui se trouve illustré par l'observation que voici :

Dans un laboratoire tenu à la session d'hiver (*Électricité et magnétisme*), les étudiants doivent monter un circuit électrique sur une protoplaquette conçue à cet effet. Le coéquipier de F se tient un peu en retrait derrière lui et suit attentivement les manipulations qu'effectue F en s'appuyant sur le schéma du circuit à monter. F sait manifestement ce qu'il doit faire (le problème est bien identifié et il anticipe ce qui doit être obtenu). F parle constamment à son coéquipier comme à lui-même. Il verbalise ce qu'il fait et ce qu'il voit sur le schéma, comment il se questionne et se valide à l'aide du schéma (régulation constante), etc. À un certain moment, F observe un problème dans le montage par le fait qu'il ne fonctionne pas. Il essaie différentes possibilités sans cesser de verbaliser ses questions, ses hypothèses et les résultats qu'il obtient. Les échanges entre coéquipiers restant infructueux, F lève la main pour obtenir l'aide de l'enseignant, sans toutefois cesser de regarder le circuit et de l'analyser : il reste engagé cognitivement. Main levée, il touche le montage de sa main libre, pense à essayer une autre possibilité (il se fait une hypothèse) et baisse la main. Il fait les corrections, vérifie si le circuit fonctionne. Il a trouvé la solution et poursuit l'expérience.

Cette équipe est constituée de deux étudiants particulièrement doués et que l'on voit toujours très engagés cognitivement, donc autonomes et capables d'autorégulation. Visiblement, tous deux entreprennent les laboratoires en se représentant bien la démarche, ils ont les acquis conceptuels pour anticiper le résultat à atteindre et évaluer périodiquement où ils en sont. Continuellement en échange, ils s'interrogent et se valident, recourant bien aux termes conceptuels d'usage. Ces deux étudiants se complètent bien : de façon autonome, M s'appuie souvent sur la ressource externe qu'est le protocole et encadre la démarche de l'équipe; A, plus enclin à se réguler de façon empirique, est souvent au montage et aux manipulations. Dans la séquence qui suit, A vient de compléter une partie de l'élaboration du circuit électrique à faire sur une protoplaquette. M vérifie où ils en sont et la communication entre les deux coéquipiers devient très animée, visant essentiellement à valider la progression de leur démarche.

M consulte le schéma électrique et demande à son coéquipier si le condensateur est branché.

A (montre et explique ce qu'il a fait) : Là, il est en parallèle, il reste à mettre l'interrupteur. (Il désigne une pièce électrique qui est sur la table et demande : « C'est quoi ça? »)

M : L'interrupteur. Tu le branches dedans [le circuit] puis là... tu tasses la « pin ».

A : Puis le courant passe ou il ne passe pas?

M : C'est ça. Il va passer dans le bord qu'il est [du côté où est la « pin »].

A : Puis pour que ça relie à la batterie, c'est où que je le mets après? Dans n'importe quel?

M : Attends une minute. (Il se penche sur la protoplaquette et veut comprendre le circuit que A vient de réaliser.) C'est quoi ça?

A (explique le circuit tel qu'il l'a élaboré et M manifeste son écoute attentive par des monosyllabes) : Là vois-tu je suis arrivé ici, j'ai fait ça ici, là je n'en ai pas mis. Ici, je l'ai mis en parallèle. Premier parallèle, on arrive au condensateur... Le condensateur est relié après ça, ici, OK? Après ça, j'ai mis le « del » [diode].

M : Oui. (Il verbalise ce qu'il voit sur le circuit.) Euh...il est en parallèle avec la... euh non! Il est en série avec la résistance.

A : Il est en série, tu es d'accord avec moi?

M : Oui.

A : Après ça, finalement c'est l'interrupteur. [...] C'est juste ça, je ne sais pas où le connecter après.

M invite son coéquipier à attendre une minute et installe l'interrupteur dans le montage.

A : Tu le mets comme ça?! Bien non! Je suis sûr que ce n'est comme ça, moi. S'il y a de quoi ça doit être...

M (explique) : C'est parce que là, il faut le mettre pour que quand il sera dans une place, puis qu'on tasse l'interrupteur d'un bord, il n'y a rien qui se rend...

A (observe et comprend comment est fait l'interrupteur) : Ah! il y a trois... OK, c'est bon, ça marche. Il n'y a rien ou il y a de quoi, c'est ça?

M : Oui, c'est ça.

A : Ça marche. J'ai compris le principe.

M : Puis quand il y a de quoi, il faut ça aille dans le condensateur et dans la résistance avec la lumière.

A : C'est beau. [...] Là, OK, le courant passe là, puis il s'en va là.

M (enchaîne rapidement) : Puis il va se séparer soit dans la lumière, soit dans le condensateur.

A : Oui, c'est ça.

Un temps.

M (anticipe) : Ça fait que là, il va falloir vérifier pour qu'on ait 9 volts.

Quelques instants plus tard, M demande à l'enseignant de vérifier si leurs branchements sont corrects pour cette première partie de l'expérience. Son équipe a mis trois minutes à réaliser ce que la plupart des autres équipes mettent environ 20 minutes, parfois 30, à réaliser.

ÉTUDIANT MC

MODE DOMINANT LAB 13 FABRIQUER UN MOTEUR

Cette étudiante est particulièrement douée, du moins, on observe chez elle une très bonne compréhension des démarches proposées en laboratoire. Devant les difficultés, son engagement cognitif est généralement très intense et procède à une régulation par les ressources externes de haut niveau : ainsi, son mode habituel est de recourir au livre ou au protocole de façon autonome, d'activer et de diriger la réflexion de l'équipe (la coéquipière devient une ressource), de recourir occasionnellement à l'enseignant. C'est ce que nos observations ont retrouvé encore une fois dans l'expérience que voici :

Dans cet avant-dernier laboratoire de la session d'hiver (*Électricité et magnétisme*), les étudiants sont placés devant le défi de fabriquer un moteur à l'aide du matériel dont ils disposent et sans indications précises. Pendant les quarante premières minutes du laboratoire, MC passe le plus clair de son temps à lire et chercher dans son livre de physique. Toute son attention est portée vers le livre, même quand sa coéquipière commence à étaler le matériel remis par l'enseignant. Pendant toute cette durée de l'expérience, MC regarde à peine les différentes pièces remises et n'y touche que très peu. Elle ne tente aucune manipulation par essai et erreur, aucune régulation de nature empirique. Elle lit.

Sa recherche par la lecture vise essentiellement à bien se représenter le résultat à atteindre, c'est-à-dire à bien identifier les composantes d'un moteur et les conditions à reproduire pour qu'il fonctionne. Cette approche (chaînage arrière) se distingue des approches observées dans la plupart des autres équipes (chaînage avant), qui prennent d'abord en compte les possibilités et contraintes du matériel remis et cherchent par des manipulations plus ou moins stratégiques (régulation empirique) à obtenir un résultat.

Plongée dans sa lecture, MC manifeste dans cette activité la persistance et l'autonomie qu'on lui connaît. Elle devient très souvent immobile et réfléchit intensément. Chaque fois qu'elle tient des informations qu'elle reconnaît comme importantes, des idées clés, elle les énonce pour sa coéquipière : « *Regarde, ici (lisant) : si on place un fil conducteur dans un champ magnétique.... (regardant sa coéquipière) ça veut dire que, si on a deux aimants, puis qu'on enroule le fil, bien, on a notre fil conducteur puis notre champ magnétique.* » Ce faisant, MC sollicite les ressources de l'équipe en formulant les questions qui lui viennent : « *Pourquoi on a deux aimants?* »

Au fil des quarante premières minutes de l'expérience, sa compréhension du but à atteindre se précise. On la voit tourner les pages d'avant en arrière, étudier des illustrations. Très occasionnellement, MC cherche aussi à construire progressivement une solution, ce que l'on observe par des énoncés où elle attribue une fonction aux différentes pièces disponibles : elle propose ainsi d'utiliser, comme axe du moteur, un tube, ensuite un court fil très rigide, etc.

Dans la plupart des expériences où MC est observée, son mode de prédilection (régulation par les ressources externes) confine à l'autorégulation. Dans ces cas, MC cerne bien les objectifs de l'expérience, elle planifie la démarche de l'équipe et réévalue régulièrement le cheminement pour le corriger si nécessaire. Dans l'expérience dont il est ici question, toutefois, et dont le problème ne peut être résolu sans le recours à la régulation empirique, les ressources habituelles de MC maintiennent son engagement pendant toute la première partie du laboratoire, mais restent insuffisantes à obtenir des résultats.

Le laboratoire en est au milieu de sa durée et MC manifeste encore beaucoup de persistance. Elle ne demandera l'aide de l'enseignant (qui peut remettre un indice, moyennant la perte de points) qu'au bout de la 45^e minute.

Très engagée cognitivement, MC est donc parvenue d'elle-même à bien cerner le but à atteindre. En ce sens, dans toute cette phase (représentation du problème), elle procède par autorégulation en s'appuyant d'abord sur les ressources externes que sont le livre et sa coéquipière.

RÉGULATION PAR LES RESSOURCES EXTERNES

EL ET EH MODE DOMINANT LAB 9

Dans cette observation (d'une durée d'environ 9 minutes), les deux étudiantes s'appuient continuellement sur les ressources externes pour cheminer : sur une autre équipe, sur le protocole de l'expérience (qu'elles suivent de façon séquentielle) et sur l'enseignant (dont elles sollicitent l'aide dès qu'une difficulté de nature empirique survient). On note quelques manifestations et tentatives d'autorégulation, mais celles-ci n'aboutissent pas, faute de compréhension. Ainsi, l'utilisation des ressources externes reste ici de bas niveau dans la mesure où elle engage très peu les ressources cognitives des deux coéquipières et court-circuite la persévérance et la réflexion. Sans aide extérieure, cette équipe n'arriverait sans doute pas à avancer.

Au début de l'expérience, EL sort du matériel et montre le protocole à EH en disant : « Là, il faut faire ça. » Les coéquipières cherchent à se mettre en train. EL entreprend de faire le montage et EH la regarde faire, avec devant elle le protocole.

EL n'arrive pas à se rappeler comment elles avaient fait au laboratoire précédent pour faire les premiers branchements et regarde à la table de l'équipe située derrière pour voir comment s'y prendre. Elles poursuivent, reviennent occasionnellement voir à l'autre table, puis EL demande l'aide de l'enseignant quelques minutes plus tard : « Est-ce comme ça qu'il faut faire ça? » L'enseignant fait les ajustements nécessaires et s'éloigne.

Une dizaine de minutes plus tard, elles sont à poursuivre l'élaboration du montage, toutes deux manipulant. Elles s'appuient sur le protocole, qu'elles étudient très attentivement. EL, en suivant le schéma du protocole, verbalise ce qu'elle croit être la circulation du courant dans le circuit qu'elles sont à élaborer. Pendant qu'elle parle, EH écoute.

EL : Là, admettons, il [le courant] s'en vient ici... Ici, il vient là, s'il continue... (elle réfléchit)... il y a deux options... (elle ne semble pas pouvoir continuer sa réflexion, s'arrête, devient immobile).

Comme le silence dure, EH lève la main. L'enseignant vient les voir.

ENSEIGNANT : Oui.

EH (les yeux rivés sur le montage) : Là, on est bloquées. On ne sait même pas si ça va marcher.

Le prof explique ce qui est à faire en appuyant son explication sur le schéma.

EL (pour dire qu'elle a compris) : Ouain. C'est ça qu'on veut faire mais on ne sait pas... genre...

EH : On ne sait pas comment les placer.

Le prof le leur montre, manipule le montage puis s'éloigne momentanément, appelé à une autre table, disant qu'il revient. EH interroge EL pour comprendre ce que vient d'expliquer l'enseignant. EL le lui explique, mais EH la questionne pour mieux comprendre, ce qui amène EL au bout de ses ressources. Le silence s'installe et elles attendent le retour de l'enseignant.

Quand celui-ci revient et reprend ses explications tout en refaisant le montage, EH lui pose sa question, à laquelle il répond. Cette question porte sur le chemin que suit le courant dans le circuit. Elle ne comprend pas comment le courant va faire pour passer d'une section de la protoplaquette à une autre.

La question d'EH montre à la fois qu'elle anticipe ce qui doit être, mais aussi qu'elle n'a pas vu que le circuit est incomplet ainsi et qu'il reste des étapes à effectuer.

L'enseignant dit à EH qu'il faudra encore ajouter une section au circuit, puis EL reformule pour EH l'explication de l'enseignant, en sa présence. L'enseignant appuie son explication, mais apporte des nuances tout en manipulant le montage.

NOTE COMPLÉMENTAIRE : Dans le reste de l'expérience, EH paraît plus active. Bien que toutes deux manipulent assez également, EH note et formule des questionnements à sa partenaire pour comprendre. Comme avec EL et leurs ressources communes, elles n'arrivent pas à trouver de réponses, elles lèvent la main à plusieurs reprises pour entendre les explications de l'enseignant ou du technicien. Leurs questions sont de niveau très pragmatique et visent à faire avancer l'expérience. De fait, elles restent toujours très collées au protocole et ne semblent pas s'interroger sur les phénomènes en cause.

ÉTUDIANTS K ET U UNITÉ DE COMPORTEMENT LAB 5

L'étudiante qui fait l'objet de cette observation a pour coéquipière l'étudiante U. U est une étudiante plutôt passive et tient un rôle effacé dans l'équipe. K, qui dirige la démarche de l'équipe, prend pour ainsi dire les initiatives.

Cette expérience demande de tracer différentes configurations du champ électrique créé par des électrodes disposées à plat sur une feuille quadrillée. À l'aide d'une sonde qui mesure le voltage, il s'agit de repérer et d'indiquer une série de points de même potentiel pour obtenir, sur la feuille, une équipotentielle. Cette opération se répète pour différents voltages, donc pour différentes équipotentielles.

L'expérience est commencée depuis une vingtaine de minutes. U lit fixement les valeurs enregistrées par le voltmètre sans rien dire, pendant que K manipule la sonde pour déterminer une première équipotentielle. K aperçoit l'enseignant tout près de la table de son équipe et en profite pour lui adresser une question au passage. Sa question concerne les équipotentielles qu'elle est en train de faire apparaître sur une feuille quadrillée.

K : Est-ce que c'est normal que ça ne soit pas très droit?

L'enseignant regarde les points que K a identifiés et dit sans plus d'explications que dans cette section rapprochée des électrodes, c'est normal.

K : Puis il faut faire ça partout sur la feuille, comme ça?

L'enseignant redonne les consignes qui se trouvent déjà dans le protocole, sans expliquer le sens de ces opérations.

On observe dans cet échange que l'étudiante, malgré des manipulations répétitives et simples, reste engagée cognitivement devant les résultats qu'elle obtient. Sa première question ne vise pas à surmonter une difficulté rencontrée, mais à obtenir au passage une validation de l'enseignant sur la qualité de sa démarche. La réponse de l'enseignant satisfait bien ce besoin, mais on note que K aurait pu chercher à comprendre le phénomène d'incurvation qu'elle observe sur une des équipotentielles, ce qu'elle ne fait pas.

La deuxième question de K semble encore une fois destinée à obtenir une validation de la démarche de la part de l'enseignant. En effet, les indications du protocole sont claires sur la procédure et l'enseignant a résumé verbalement ces indications en début de laboratoire. Un peu de recherche autonome aurait donc suffi. On note que K ne profite pas de l'échange avec l'enseignant pour comprendre mieux ce qu'il y a à faire. C'est pourquoi on peut supposer que cette deuxième question traduit d'abord un besoin de validation plutôt qu'un besoin de compréhension. L'engagement cognitif de K est donc centré sur la validation et malgré des initiatives, reste de niveau plutôt moyen.

AE UNITÉ DE COMPORTEMENT LAB 5 (FABRIQUER UN MOTEUR)

L'étudiant qui fait l'objet de cette observation appartient à une équipe en apparence assez peu engagée, du moins peu efficace. Le principal trait qui caractérise cette équipe est le fait que les deux étudiants s'affairent la plupart du temps sans échanger, de sorte qu'il n'est pas possible par ce moyen de distinguer le degré d'engagement cognitif de chacun. Les deux étudiants n'ont jamais été observés levant la main et prenant l'initiative de solliciter l'aide de l'enseignant. Pourtant, presque à chaque occasion où l'enseignant vient vérifier la démarche de l'équipe, des corrections s'avèrent nécessaires. Cette équipe est donc généralement plutôt passive.

Dans l'échange suivant, toutefois, AE démontre un niveau d'engagement cognitif relativement élevé.

Cette expérience demande de tracer différentes configurations du champ électrique créé par des électrodes disposées à plat sur une feuille quadrillée. À l'aide d'une sonde qui mesure le voltage, il s'agit de repérer et indiquer une série de points de même potentiel

pour obtenir, sur la feuille, une équipotentielle. Cette opération se répète pour différents voltages, donc pour différentes équipotentielles.

Au moment où commence l'observation que voici, l'enseignant est en interaction avec l'équipe tout juste derrière celle de AE. Celui-ci en profite pour lui poser sa question.

AE (à l'enseignant) : PL, on aurait pu toutes les calculer avec la formule pour trouver la distance du rayon [des équipotentielles] à l'électrode?

L'enseignant, après avoir regardé le travail fait jusqu'alors dans l'équipe, confirme à AE qu'il pourrait estimer la position des équipotentielles par un simple calcul de proportions.

AE (qui a compris la nuance mathématique, met son doigt sur la feuille) : Il doit y avoir une équipotentielle à peu près là...

La question de AE à l'enseignant montre qu'il envisage une façon mathématique d'anticiper les résultats et de les valider, façon de procéder qui dépasse les limites du protocole. En ce sens, cet échange illustre bien une régulation par les ressources externes à partir d'un engagement cognitif de haut niveau.

RÉGULATION EMPIRIQUE

ÉTUDIANTS O ET G
MOTEUR)

MODE DOMINANT

LAB 13 (FABRIQUER UN

Dans l'avant-dernier laboratoire de la session d'hiver (*Électricité et magnétisme*), les étudiants sont placés devant le défi de fabriquer un moteur à l'aide du matériel dont ils disposent et sans indications précises. Pendant les trente premières minutes du laboratoire, les deux étudiants en question essaient d'assembler plusieurs des pièces qu'ils ont en main. Ils tentent de les lier une à une, sans référent conceptuel apparent, manifestement par essai et erreur.

Ce mode correspond à une forme de régulation empirique de faible niveau, c'est-à-dire que les deux étudiants sont continuellement occupés, mais sans grand engagement cognitif. Cette façon de faire reste somme toute inefficace et vient le moment où un des deux coéquipiers, dans une manifestation d'autorégulation rudimentaire, propose de la revoir.

G : Là, il faut réfléchir. On a l'air de faire n'importe quoi. Il faut penser.

O : Oui, mais c'est en essayant plein d'affaires qu'on va l'avoir.

G : Oui, mais pas en essayant n'importe quoi.

Par la suite, les deux étudiants continuent pendant quelques minutes leur recherche par tâtonnement jusqu'à finalement demander l'aide de l'enseignant. Cela leur permet d'engager un début de réflexion, réflexion qu'ils maintiennent sporadiquement dans toute l'autre partie du laboratoire par le recours occasionnel à l'enseignant. On les voit même parvenir à faire certaines déductions.

Cette partie de l'expérience illustre au passage comment l'engagement cognitif, quand il n'est pas autonome, peut être maintenu par le recours à la ressource externe que représente l'enseignant.

ÉTUDIANT R
MOTEUR

UNITÉ DE COMPORTEMENT

LAB 13 FABRIQUER UN

Dans les différentes expériences où elle a été observée, l'étudiante R est continuellement au montage, investissant toute sa concentration dans les manipulations qu'elle effectue en relevant rarement la tête.

Dans l'avant-dernier laboratoire de la session d'hiver (*Électricité et magnétisme*), les étudiants sont placés devant le défi de fabriquer un moteur à l'aide du matériel dont ils disposent et sans indications précises. Assez rapidement, au début de l'expérience, R fait remarquer à l'enseignant que son équipe ne dispose pas des piles mentionnées dans la

liste de matériel. Sans plus d'explications, l'enseignant lui dit que les piles ne seront fournies qu'à la fin (c'est-à-dire quand les équipes seront prêtes).

R : On ne peut pas expérimenter?

Enseignant : Non.

R (manifestement contrariée) : Ben là!

Cette réaction suggère que l'étudiante aimerait pouvoir se valider au fur et à mesure par régulation empirique. Cela dit, nos observations ont montré que ce mode, effectivement présent chez elle, conduit à un engagement cognitif de niveau moyen, c'est-à-dire que R sait faire appel à certaines ressources internes, mais ne dispose pas d'un degré d'analyse suffisant pour tirer profit avec autonomie de ses interactions avec le montage. Elle supplée ses difficultés en se régulant grâce aux ressources externes, notamment l'enseignant.

ATTENTION PASSIVE

ÉTUDIANTS MP ET AY UNITÉ DE COMPORTEMENT
15'50''

LAB 9 (de 12'30'' à

Dans la séquence qui va suivre (d'une durée d'environ 3 minutes), MP n'élève jamais son engagement à un plus haut niveau que celui de l'attention. Passive devant une difficulté, elle se repose sur sa coéquipière et engage très peu ses ressources cognitives. Il lui arrivera de solliciter l'aide de l'enseignant au nom de l'équipe, ce qui pourrait être une forme de régulation par les ressources externes de bas niveau, mais comme elle laisse sa coéquipière formuler la question et participer à l'échange avec l'enseignant, même son initiative reste de nature passive.

Cette expérience de la session d'hiver (*Électricité et magnétisme*) demande de mesurer la tension aux bornes du circuit que viennent de monter les deux coéquipières. AY, qui est visiblement plus à l'aise en laboratoire et prend plus d'initiatives, branche deux fils au voltmètre et les approche des bornes. Elle hésite à brancher le fil rouge sur la borne rouge, dit à sa coéquipière (MP) qu'elle ne se rappelle plus comment brancher le voltmètre. MP, qui bâille, indique d'un geste qu'elle ne le sait pas. AY cherche à se souvenir et redit à sa coéquipière qu'elle ne sait pas.

MP (aux étudiantes de la table d'en avant, gênée et riant jaune) : Ne regardez pas ce qu'on fait, ce n'est pas une bonne idée. (Un temps. Craintive, elle met AY en garde de ce qui, selon elle, pourrait arriver si les branchements étaient mal faits.) Si ça fait boum, là...?

AY ne dit plus rien, devient hésitante.

MP : Attends, je vais me moucher pendant ce temps-là.

AY entreprend de chercher dans ses notes (**Ce comportement correspond à un effort autonome de régulation par les ressources externes.**). Elle les parcourt une première fois, une deuxième, puis au bout de 50 secondes, dit comme pour elle-même qu'elle ne le trouve pas. Toutes deux se penchent vers le montage sans plus rien dire.

AY (cherche à se rappeler) : On l'avait fait l'autre jour...

MP : Pourquoi on ne lèverait pas notre main?

MP n'a pas terminé sa phrase qu'elle a déjà la main levée. Elle prend une paire de pinces et les regarde en les manipulant. A commence à discuter avec une étudiante de l'équipe d'en avant. Assez rapidement arrive l'enseignant.

ENSEIGNANT : Oui?

MP (ne sachant que dire) : Euuuh...

AY (explique qu'elles veulent prendre le voltage et qu'elles se demandent comment brancher le voltmètre :) Est-ce comme ça ou comme ça?

ENSEIGNANT : On va voir.

Disant cela, il branche le rouge sur le rouge et entreprend de faire quelques ajustements au circuit tel qu'AY et MP l'ont monté. A rit de l'erreur. L'enseignant déclare que maintenant elles peuvent vérifier la tension. A redit qu'elle ne sait pas si le rouge doit aller sur le rouge.

ENSEIGNANT : Bien, sinon tu vas avoir 10V ou -10V.

AY (comprenant) : Ah! ça ne dérange pas...

ENSEIGNANT : Ce n'est vraiment pas la fin du monde. (Pendant qu'A branche le noir sur le noir, il poursuit :) Il faut prendre des bonnes habitudes. Normalement, c'est le rouge sur le rouge.

A termine le branchement, l'enseignant l'invite à vérifier si tout fonctionne en mettant du courant. Tout va. L'interaction se termine là-dessus. Pendant toute sa durée, MP a regardé sans rien dire.

L'observation qui est ici rapportée souligne une unité de comportement caractéristique d'une attention passive chez MP. Comme l'étudiante observée présente continuellement de telles manifestations, il a été considéré qu'il s'agit là de son mode dominant.

ÉTUDIANT M ET É

UNITÉ DE COMPORTEMENT

LAB 15

La séquence qui suit a été observée dans une équipe composée de l'étudiante É et de l'étudiant M. Dans toutes les observations dont ils ont fait l'objet pendant la session d'hiver, É démontre une initiative dont M semble dépourvu. C'est l'étudiante qui encadre et fait avancer la démarche de l'équipe : elle organise la tâche, pose des questions à son coéquipier, sollicite l'aide de l'enseignant, prend des notes et transcrit les résultats.

Pour sa part, M tient un rôle effacé dans l'équipe. Bien que coopérative, son attitude reste généralement amorphe et ses rares propos traduisent un engagement cognitif très faible. L'observation qui suit est caractéristique d'une passivité qui, sans l'intervention directive de l'étudiante, ne ferait rien avancer et pourrait tourner au désengagement.

Dans la dernière expérience de la session d'hiver (*Électricité et magnétisme*), l'étudiante É en est à l'étape de brancher une sonde dans l'interface. Elle paraît hésitante, tient les fils du bout des doigts et, avant même d'avoir tenté quoi que ce soit, demande implicitement l'aide de son coéquipier.

É (mal à l'aise) : Je ne veux pas le briser.

M, le regard distrait, fixe un point devant lui et ne fait rien. Après quelques secondes d'attente, É essaye de brancher le fil dans la fiche de l'interface, mais n'y arrive pas. Sa demande devient plus explicite.

É : Je ne veux vraiment pas le briser, veux-tu venir le faire?

M (toujours inerte) : Ben voyons.

É (devient insistante, émotive, presque agressive) : Je ne suis pas capable!

Elle reste dans l'expectative, la sonde à la main; son coéquipier est passif.

É (renouvelle sa demande) : Viens donc le faire...

M s'active, il s'approche et branche la sonde en quelques secondes.

L'observation qui précède rapporte une unité de comportement caractéristique d'une attention passive chez M. Comme cet étudiant présente la plupart du temps de telles manifestations au cours de l'expérience, il a été considéré qu'il s'agit là de son mode dominant.

DÉSENGAGEMENT

ÉTUDIANT S MODE DOMINANT LABS 11 (CONDENSATEUR) ET 15 (MAGNÉTISME)

S ne fait pour ainsi dire rien dans l'équipe. Il s'acquitte de certaines tâches techniques, mais jamais très attentivement. La plupart du temps, ses idées sont ailleurs et son coéquipier est seul à faire avancer les travaux.

Dans les premières minutes du laboratoire 15 (dernière expérience en *Électricité et magnétisme*), S fait quelques branchements, met l'ordinateur sous tension, mais ces gestes sont faits par automatisme : S se laisse continuellement distraire par ce qui se passe autour. L'essentiel de son temps se passe à écouter en riant ce qui se dit aux tables des autres équipes et à s'immiscer dans les conversations à coups de boutades. De fait, il cherche continuellement les occasions d'adresser une blague aux autres. À l'enseignant qui passe en se demandant où est le technicien, il envoie, blagueur :
« J'te gage qu'il est en train de manger des chips dans son bureau!! »

S se lève régulièrement pour aller interagir à d'autres tables et revenir en riant.

Pendant que son coéquipier s'affaire à réaliser l'expérience, il lui arrive de parler de tout et de rien, de tenir des propos sans rapport avec l'expérience.

ÉTUDIANT AN MODE DOMINANT LAB SPECTROSCOPIE (SEMAINE 9)

Dans la séquence ici décrite, AN fait apparaître son désengagement sous de nombreuses variations.

A fait partie d'une équipe qui compte trois membres. Il est assis près de l'allée centrale. Dès le début de l'expérience, il montre des signes de désengagement. Pendant que ses coéquipiers s'affairent à l'ordinateur, à l'autre bout de la table, il joue avec l'interrupteur qui allume l'ampoule devant lui (allume, éteint, allume, éteint, et ainsi de suite). À l'occasion, il chante. Régulièrement, il joue avec l'oscilloscope fixé à sa table malgré le fait que cet appareil n'ait rien à voir avec l'expérience. Un peu plus tard, il découvre que l'ampoule allumée lui permet de faire des ombres chinoises au plafond du local. La presque totalité de son temps de présence au laboratoire sera occupée à ces activités, alternant d'une à l'autre.

MC ET AU (UNITÉ DE COMPORTEMENT) LAB 11 SUR LE CONDENSATEUR

Le désengagement n'a pas été observé chez les filles comme mode dominant. Toutefois, nos observations en rapportent des manifestations momentanées, des unités de comportement, telles chez MC et AU.

Globalement, ces deux coéquipières maintiennent leur engagement tout au long du laboratoire, bien qu'elles démontrent pour l'expérience un intérêt modéré. Déjà, elles

entreprennent le montage de l'expérience tout en discutant d'un examen de chimie qu'elles ont fait quelques heures plus tôt, puis dirigent toute leur attention sur les travaux à faire. L'équipe chemine en s'appuyant sur le protocole, que MC comprend visiblement très bien.

Devant les difficultés empiriques, ces coéquipières n'hésitent jamais à solliciter l'aide de l'enseignant ou du technicien présent au laboratoire (**régulation par les ressources externes**). En ces cas, elles suspendent toute attention face au laboratoire en cours : main levée, elles se désengagent de l'expérience et poursuivent leurs échanges sur l'examen de chimie. Cette conversation évolue en cinq ou six épisodes tout au long du laboratoire.

ÉTUDIANT A UNITÉ DE COMPORTEMENT

Généralement, et tout au long des deux sessions où il a été observé, cet étudiant très doué engage un effort intellectuel de haut niveau. Son engagement cognitif est perceptible dans les échanges qu'il entretient avec son coéquipier (questionnements, réflexions, validations), mais particulièrement quand une étape de l'expérience présente une difficulté ou un défi. Toutefois, dans un laboratoire en particulier, l'engagement de A varie entre les extrêmes du désengagement et de l'habituelle autorégulation qu'il manifeste.

Dans l'expérience ici observée, on voit A se désengager périodiquement et diriger son attention ailleurs pour une minute, parfois plusieurs : il blague avec l'équipe située derrière la sienne, il écoute aux autres tables et échange avec d'autres étudiants, ou encore il va aider l'équipe derrière la sienne qui éprouve une difficulté avec le matériel de laboratoire. Entre ces absences, A revient au montage quand une opération requiert son intervention. Dans chacun de ces cas, il montre qu'il n'a pas perdu le fil et s'absorbe instantanément dans la tâche à effectuer ou la difficulté à surmonter.

ANNEXE 4

Protocole des six expériences de laboratoire étudiées

Laboratoire A : Charge et décharge des condensateurs

| | |
|--------------------------|---|
| Liste de pièces : | Source d'alimentation variable (9V) |
| | DEL (diode électroluminescente) |
| | Résistances : 1k Ω ; 100k Ω ; |
| | Interrupteur 1P2D (SPDT) |
| | Condensateurs : 470 μ f; 2200 μ f |
| | Interface PASCO 750 |

Vous devez remettre ce document ainsi que vos graphiques avant de quitter le laboratoire!

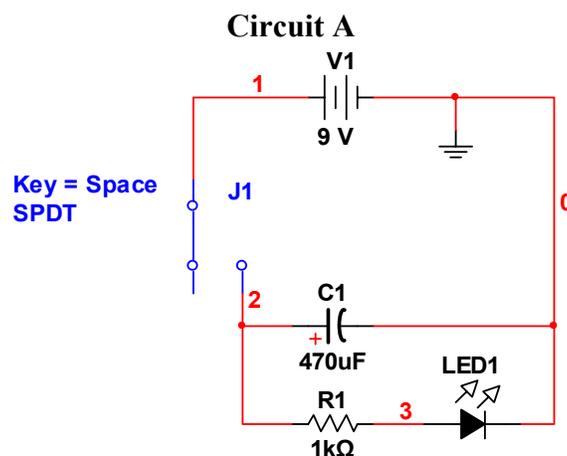
Partie 1 : Visualisation du condensateur en charge et en décharge (qualitatif)

Réaliser le montage du schéma ci-dessous et vérifier le fonctionnement du condensateur (charge et décharge).

Attention, vos condensateurs sont polarisés, c'est-à-dire qu'ils doivent se brancher en un sens prédéterminé!

Pour cette partie, un interrupteur 1P1D serait suffisant, mais on utilise un 1P2D.

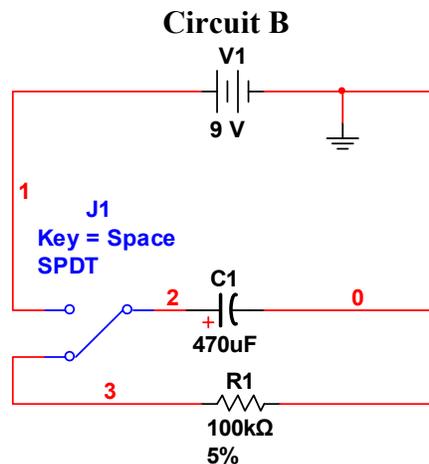
Visualisez la différence de temps de charge/décharge *pour les deux condensateurs*.



Initiales : _____

Partie 2 : Charge et décharge d'un condensateur avec prises de données quantitatives

- 1) Garder le montage réalisé ci-dessus en changeant la LED et la résistance $R_1=1k\Omega$ par une résistance de $100\text{ k}\Omega$. Voir le schéma ci-dessous pour visualiser le nouveau schématique.
- 2) À l'aide de Data Studio, tracer un graphique du voltage et l'intensité en fonction du temps passant dans la branche du condensateur.
- 3) Pour y arriver, brancher les capteurs que sont le voltmètre et l'ampèremètre à l'interface 750. Attention, vous devez faire vérifier votre montage avant d'alimenter le circuit!!! (\$\$\$)
- 4) Trouver la valeur expérimentale du condensateur avec une régression graphique exponentielle.



Initiales : _____

Laboratoire B : Conception d'un moteur

Défi :

Vous devez construire un petit moteur électromagnétique à l'aide du matériel fourni, c'est-à-dire quelque chose qui tourne, alimenté par des champs électriques et/ou magnétiques.

Conditions de réalisation :

Vous n'avez pas droit à l'aide des autres équipes, sous peine de sanctions (perte de points pour chaque observation d'une autre équipe, toute copie, etc.).

Vous n'avez pas droit à l'ordinateur.

Critères d'évaluation :

| | |
|---|-----------|
| Moteur qui tourne | 70 points |
| Qualité de la fabrication, stabilité du montage, efficacité du moteur | 20 points |
| Réponses aux questions (voir plus bas) | 10 points |

Vous pouvez demander des indices, mais chaque demande entraîne une légère perte de points, jusqu'à un maximum de 20 points perdus si vous demandez plusieurs indices. La grille d'évaluation est faite en sorte qu'aucune équipe ne devrait avoir moins de 50 %, dans le pire des scénarios.

Vous devez avoir l'autorisation du professeur avant de brancher la pile, histoire que vous ne vidiez pas la pile dans les 20 premières minutes.

Matériel :

- Petit carré de polystyrène (*foam*)
- 2 aimants
- 2 m de fil de cuivre mince (calibre 24)
- 20 cm de fil de cuivre épais (calibre 14)
- Pile 9V
- Cylindre de plastique
 - Papier sablé
 - Pinces à long nez
 - Pinces alligator
 - Coupe-fils
 - Dénudeur

Questions : (vous devez y répondre au dos de cette feuille avant de partir)

Quelles variables avez-vous contrôlées afin de maximiser la vitesse de rotation du moteur?

Expliquez où agissent les champs électriques et magnétiques, et le rôle qu'ils jouent dans le moteur.

Laboratoire C : Étude du champ magnétique

BUTS

- Vérifiez la proportionnalité entre le champ magnétique et le courant dans le cas d'une bobine plate.
- Validez les relations théoriques de l'intensité du champ magnétique en fonction de la position d'une bobine plate.
- Déterminez expérimentalement la valeur de la perméabilité du vide.
- Vérifiez la relation entre le nombre de spires et le champ magnétique.
- Vérifiez la relation entre le champ magnétique et la position dans le cas de deux bobines de Helmholtz.
- Déterminez la direction du champ magnétique.

Appareils

- Interface 750 Pasco (ensemble pour expérience sur le magnétisme).
- Source d'alimentation (0-18 V continu).
- Solénoïde (n° 79750, 3800 spires).
- Aimant permanent
- Multimètre numérique

Théorie

Champ magnétique d'un fil

Un courant circulant dans un long fil rectiligne de forme cylindrique produit un champ magnétique dont les lignes sont circulaires, ce qu'on peut vérifier en saupoudrant de la limaille de fer sur une planchette normale au fil ou à l'aide de l'aiguille d'une boussole.

Le sens du champ magnétique peut se déterminer par une « règle de la main droite » : pour trouver le sens du *champ magnétique*, le pouce est mis dans le sens du courant et l'enroulement des doigts indique la direction du champ magnétique.

Attention! Cette règle de la main droite n'est pas la même que celle vue au chapitre 8, qui servait à trouver le sens de la *force magnétique*.

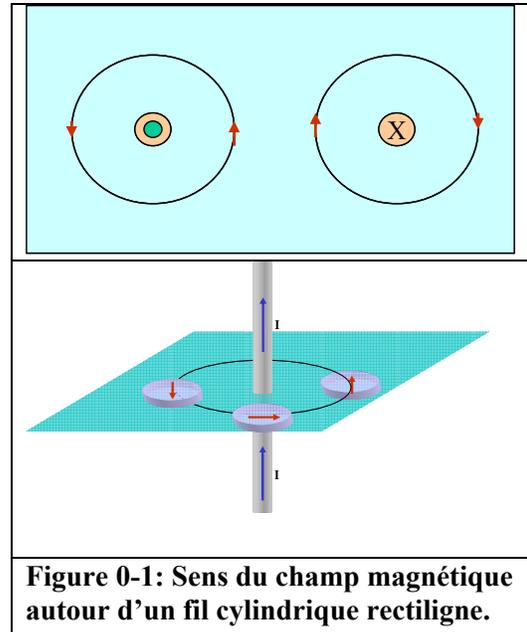
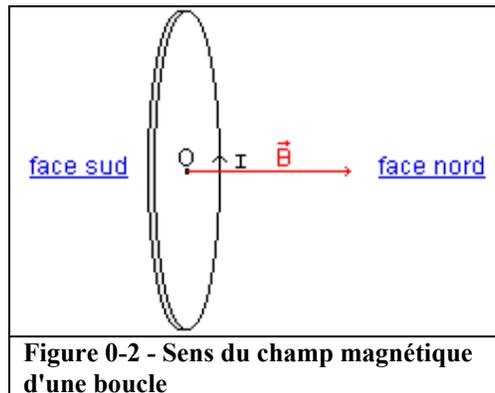


Figure 0-1: Sens du champ magnétique autour d'un fil cylindrique rectiligne.

Champ magnétique d'une boucle

Le sens du champ magnétique d'une boucle ou d'une bobine plate est aussi donné par une autre « règle de la main droite » : en refermant les doigts dans le sens de l'enroulement du courant, le pouce donne le sens du champ magnétique. La figure suivante montre le sens du champ magnétique d'une boucle.



Une bobine plate à plusieurs boucles se nomme solénoïde. Ainsi, le champ magnétique au centre de la bobine plate est donné par la relation suivante :

$$B = \mu_0 \frac{NI}{2R} \quad \text{Équation 0-1}$$

N : nombre de spires du solénoïde

R : rayon de la boucle

I : intensité du courant traversant le solénoïde

μ_0 : constante universelle appelée perméabilité du vide et dont la valeur est de $4\pi \times 10^{-7}$ N/A².

Dans le cas d'une bobine plate, le solénoïde est dit « court » et le champ magnétique varie en fonction de la position par rapport au centre de la bobine. L'équation suivante donne le champ magnétique en fonction de la distance « x » du centre de la bobine.

$$B = \frac{\mu_0 N I R^2}{2(R^2 + x^2)^{3/2}} \quad \text{Équation 0-2}$$

Champ magnétique produit par un solénoïde (bobine longue).

Un solénoïde est dit « long » si sa longueur L (en mètres) est telle que $L > 10R$.

Dans le cas particulier d'un solénoïde infiniment long, au centre du solénoïde, le champ magnétique se détermine à l'aide de la formule suivante :

$$B = \mu_0 \frac{N}{L} I$$

Équation 0-3

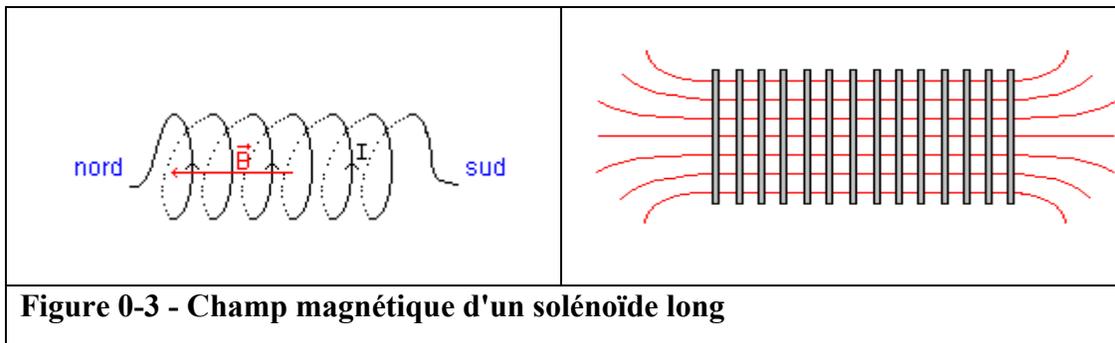


Figure 0-3 - Champ magnétique d'un solénoïde long

Champ crée par deux bobines de Helmholtz

Deux bobines circulaires identiques de rayon R sont espacées d'une distance R. Un même courant de même sens circule dans chaque bobine. *Cet assemblage se nomme bobines de Helmholtz.*

Voici les graphiques de la variation du champ magnétique en fonction de la position pour deux distances entre les bobines. En utilisant le principe de superposition, on remarque que dans le cas où la distance entre les bobines est égale à R, il y a formation d'un plateau au niveau de la courbe résultante. Ce plateau signifie que le champ magnétique est constant entre les bobines. Par contre, lorsque la distance entre les deux bobines est supérieure à R, le champ magnétique résultant n'est pas constant.

La figure 8-5 montre la variation de l'intensité du champ magnétique en fonction de la position pour différentes distances entre les bobines.



Figure 0-4 :
Bobines de Helmholtz

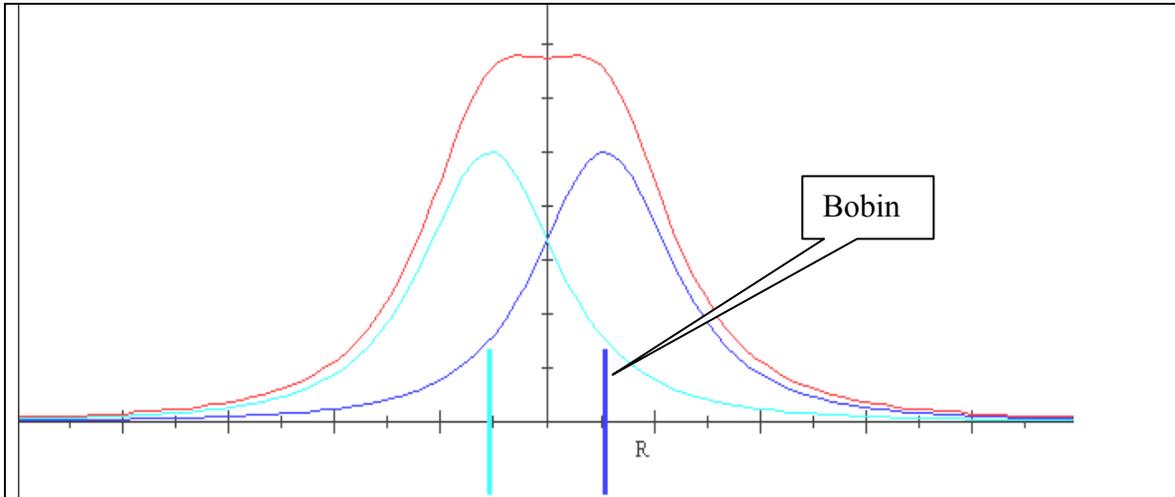


Figure 0-5.a : Variation du champ magnétique en fonction de la position des bobines, distance R entre les bobines

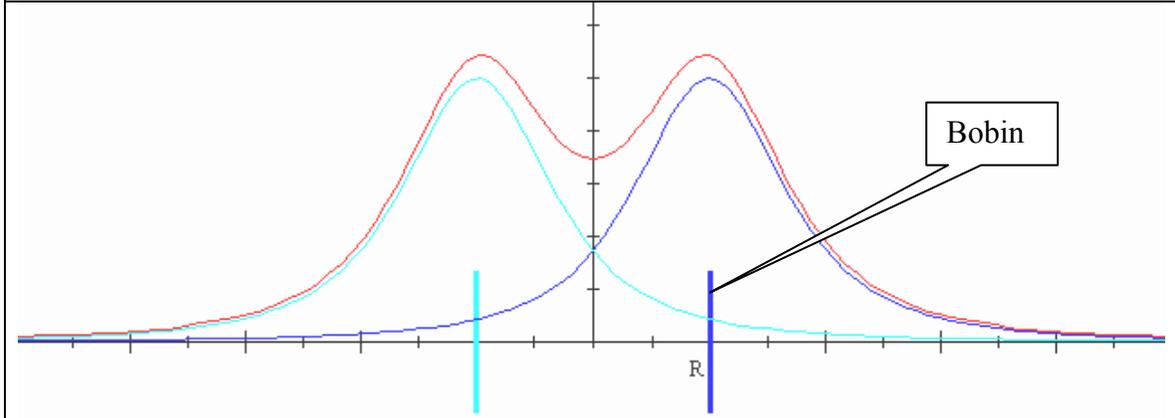


Figure 0-6.b : Variation du champ magnétique en fonction de la position des bobines, distance entre les bobines supérieures à R

Le champ magnétique au centre de deux bobines séparées d'une distance R se calcule en utilisant le principe de superposition. Le résultat s'obtient à l'aide de la formule suivante :

$$B = \frac{\mu_0 N I}{\left(\frac{5}{4}\right)^{3/2} R} \quad \text{Équation 0-4}$$

L'application du principe de superposition et l'équation 8-2 permettent de déterminer la valeur du champ magnétique à n'importe quelle position et pour toutes valeurs de distance entre les bobines.

Manipulations

Utilisation de l'interface 750 de Pasco

Démarrage

- Mettez l'ordinateur hors tension.
- Branchez l'interface à l'ordinateur et alimentez-le.

- Mettez l'interface sous tension en vous assurant que le voyant lumineux (vert) est allumé.
- Démarrez l'ordinateur.
- Ouvrez le logiciel Data Studio et choisissez « Créer une expérience ».

Dispositif expérimental.

Le dispositif utilisé comporte deux bobines plates L1 et L2 coaxiales et identiques. Les centres O1 et O2 des deux bobines sont séparés par une distance D réglable. Le nombre de spires de chaque bobine est $N = 200$ et leur rayon est $R = 10,25$ cm.

La valeur du champ magnétique est mesurée à l'aide d'une sonde de Hall. La sonde peut coulisser sur son support et permettre la mesure du champ en différents points de l'axe commun des bobines. On réalise le circuit ci-

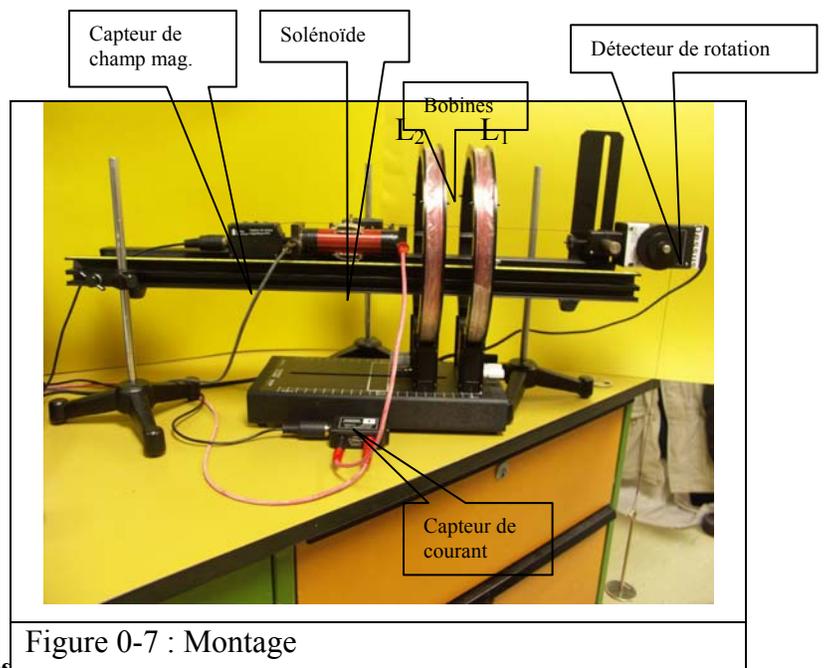


Figure 0-7 : Montage

Tableau 1 - Paramètres des sondes

Détecteur de rotation

contre. Les bobines sont alors parcourues par un courant I variable.

Réalisation du montage

- Le montage est déjà installé comme à la figure 8-7. Mais faites attention, vous utiliserez le multimètre (en fonction ampèremètre) plutôt qu'un capteur de courant!

Branchement et ajustement des paramètres des sondes

- Sélectionnez l'interface 750 si nécessaire.
- Sélectionnez le détecteur de rotation et le capteur de champ magnétique
- Branchez les sondes à l'interface tel que montré à l'écran.
- Ajustez les paramètres des différentes sondes tel que montré au tableau suivant.

| Onglets | Paramètres |
|------------------------------------|---|
| Mesure | <ul style="list-style-type: none"> • Cocher Position, Can 12(&2)(m) |
| Détecteur de rotation | <ul style="list-style-type: none"> • Résolution : basse • Échelle linéaire : poulie moyenne (Gorge) |
| Fenêtre de configuration | <ul style="list-style-type: none"> • Fréquence de lecture : 25 Hz |
| Capteur de champ magnétique | |
| Mesure | Cocher Intensité du champ magnétique (10X), Can A (T) |
| Au menu déroulant | Choisir Tesla (T) pour l'unité de mesure |

Mise en page du graphique

- Affichez un graphique de l'intensité du champ magnétique (T) en fonction de la position (m).

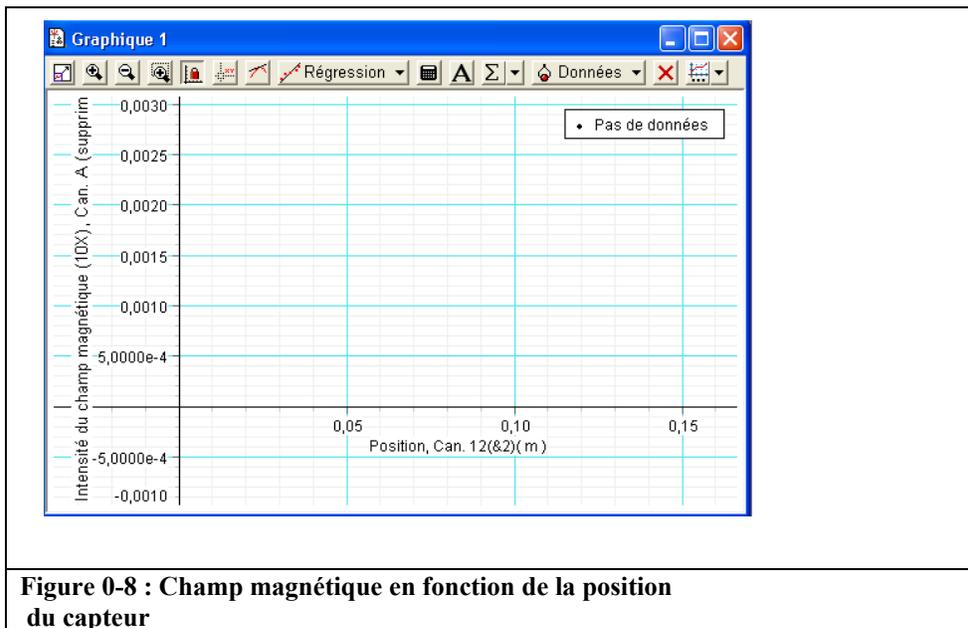
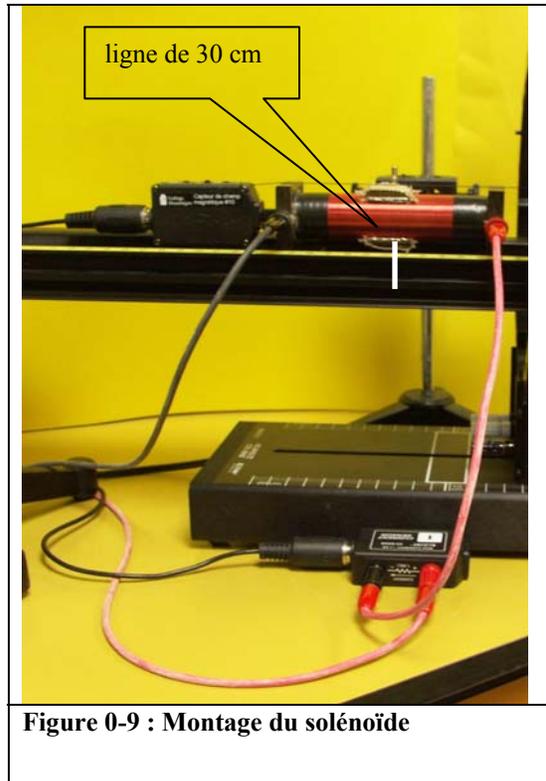


Figure 0-8 : Champ magnétique en fonction de la position du capteur

Mesures : Partie A - Champ magnétique créé par un solénoïde « long ».

- Installez le solénoïde sur le support à bobines. Ajustez la position du centre du solénoïde à 30 cm, tel que montré à la figure 8-9 ci-contre.
- Centrez le capteur de champ magnétique dans l'axe du solénoïde.
- Le détecteur de rotation mesurera la position du capteur lorsque vous l'insérerez dans le solénoïde. Initialement, introduisez le capteur de champ magnétique jusqu'au centre du solénoïde, en alignant l'extrémité du solénoïde avec la ligne orange sur le capteur.
- En absence de courant, faites la mise à zéro du capteur de champ magnétique en appuyant pendant une seconde sur le bouton **TARE**. Cette fonction calibre le « zéro » de la sonde en tenant compte, entre autres, du champ magnétique terrestre.
- Reliez les bornes du solénoïde à la source CC 0–18 V.



Une fois le montage branché, vérifiez qu'il passe bel et bien un courant dans l'ampèremètre lorsque vous alimentez le circuit.

- Ajustez la tension jusqu'à l'obtention d'un courant de 0,1 A.
- Faites la mise à zéro du capteur de champ magnétique (TARE).
- Commencez la prise de données en cliquant sur « Démarrer ».
- Déplacez vers l'extérieur le capteur de champ magnétique à l'aide du détecteur de rotation. Arrêtez la prise de données lorsque le capteur de champ magnétique (point blanc sur la sonde) se trouve à la position 10 cm sur l'échelle du rail.
- Fermez la source d'alimentation.
- Changez le nom « essai 1 » pour « solénoïde (0,1 A) ».
- Enregistrez votre activité.

Enlevez le solénoïde de son support, mesurez sa longueur et notez cette valeur dans le tableau correspondant à cette partie (voir section 8,6).

Mesures : Partie B - Identification des pôles d'un aimant permanent.

- Mettez l'extrémité du capteur de champ magnétique (point blanc) à la position 10 cm.
- Faites la mise à zéro du capteur de champ magnétique (TARE).
- Commencez la prise de données en cliquant sur « Démarrer ».
- Approchez le pôle Nord de l'aimant vers le capteur et appuyez sur « arrêter » lorsque la lecture atteint quelques unités. Observez le signe sur le graphique correspondant à la polarité de l'aimant.
- Changez le nom « essai » pour « pôle Nord ».
- Enregistrez votre activité.
- Répétez les étapes précédentes pour l'autre pôle.

Mesures : Partie C - Relation entre le champ magnétique et le courant dans une bobine plate « courte ».

- Utilisez la bobine L_1 et positionnez cette dernière à la position 30 cm sur le banc d'optique.
- Réalisez le montage tel que montré à la figure 8-11, *mais avec une seule bobine (L_1)*.
- Placez le capteur de champ magnétique à la position 50 cm.
- Mettez le capteur de champ magnétique à zéro (TARE).
- Alimentez la bobine et ajuster le courant à 0,25 A.
- Commencez la prise de données en cliquant sur « Démarrer ».
- Déplacez lentement et à vitesse constante le capteur de champ magnétique jusqu'à la position 10 cm.
- Changez le nom « essai » pour « Bobine 1 (0,25 A) ».
- Répétez les étapes précédentes pour un courant de 0,5 A et 1 A.
- Enregistrez votre activité.
- Fermez la source d'alimentation.
- Complétez le tableau correspondant à la maison (voir sections 8.5 et 8.6 du protocole).

Mesures : Partie D - Influence du nombre N de spires.

- Approchez le plus près possible les bobines L_2 de L_1 . De plus, faites coïncider le centre des deux bobines à la position 30 cm.
- Connectez en série les deux bobines tel que montré à la figure suivante. Assurez-vous que le courant circule dans les bobines dans le même sens (horaire c. antihoraire).
-

Placez le capteur de champ magnétique à la position 50 cm sur le banc optique.

- Mettez le capteur de champ magnétique à zéro (TARE).
- Alimentez la bobine et ajustez le courant à 1 A.
- Commencez la prise de données en cliquant sur « Démarrer ».
- Déplacez lentement et à vitesse constante le capteur de champ magnétique jusqu'à la position 10 cm.
- Changez le nom de l'essai par $L_1 + L_2$ 400 tours (1 A).

- Enregistrez votre activité.
- Fermez la source d'alimentation.
- Gardez le montage pour la prochaine partie

Partie E - Champ magnétique créé par des bobines de Helmholtz.

- Utilisez le montage précédent en plaçant la bobine L_2 à la position 5,125 cm ($0,5R$) sur la base des bobines d'Helmholtz.

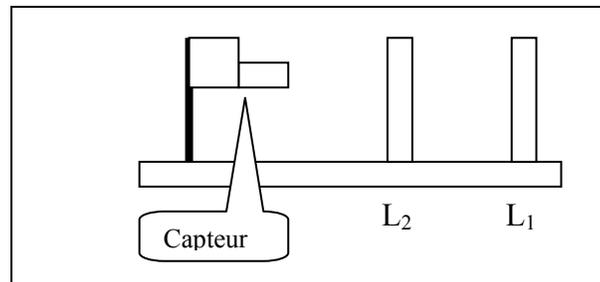


Figure 0-2 - Bobines d'Helmholtz en tandem

- Alignez le centre des deux bobines à la position 30 cm sur le banc optique.
- Placez le capteur de champ magnétique à la position 50 cm sur le banc optique.
- Mettez le capteur de champ magnétique à zéro (TARE).
- Alimentez la bobine et ajustez le courant à 1 A.
- Commencez la prise de données en cliquant sur « Démarrer ».
- Déplacez lentement et à vitesse constante le capteur de champ magnétique jusqu'à la position 10 cm.
- Changez le nom « essai » pour Helmholtz ($0,5R$) (1,0 A).
- Enregistrez votre activité.
- Répétez les manipulations de cette section en plaçant la position de L_2 à 10,25 cm (R) et 15,375 cm ($1,5R$) sur la base des bobines d'Helmholtz. Assurez-vous de recentrer les deux bobines à la position 30 cm sur le banc d'optique avant chaque série de mesures.
- Enregistrez votre activité.
- Fermez la source d'alimentation.

Analyse et interprétation

Partie A – Champ magnétique créée par un solénoïde

- Inscrivez dans le tableau le champ magnétique au centre du solénoïde. Déterminez le champ magnétique théorique au centre du solénoïde à l'aide de l'équation 8-3 et faites un calcul d'écart.
- Insérez dans votre rapport le graphique de l'intensité du champ magnétique en fonction de la position.

- En vous référant à la théorie, faites un schéma du montage, indiquez la polarité du solénoïde et le sens de l'enroulement.
- Si vous n'aviez pas eu d'équipements d'acquisition de données, expliquez une façon simple de déterminer le pôle Nord du solénoïde.

Partie C - Relation entre le champ magnétique et le courant dans une bobine Helmholtz

- Insérez dans votre rapport, sur un même graphique, l'intensité du champ magnétique en fonction de la position pour les trois courants.
- Notez dans le tableau les valeurs expérimentales du champ magnétique au centre de la bobine et à la position 0,05 m mesurée par rapport au centre de la bobine pour chaque courant. Déterminez la valeur théorique du champ magnétique pour chaque courant au centre à l'aide de l'équation 8-1 et à 0,05 m et à l'aide de l'équation 8-2. Faites un calcul du % d'écart.
- En utilisant Excel, tracez le graphique du « champ magnétique au centre de la bobine » en fonction du « courant circulant dans la bobine ». Ajoutez une régression linéaire, l'équation de la courbe de tendance et le coefficient de détermination.
- En utilisant la pente de cette relation, déterminez la valeur expérimentale de la perméabilité du vide. Comparez cette valeur à la valeur théorique et faites un calcul du % d'écart.

Partie D - Influence du nombre de spires

- Notez dans le tableau la valeur maximale du champ magnétique obtenue du graphique $L_1 + L_2$ bobine 400 tours.
- Notez dans le tableau la valeur maximale du champ magnétique pour $N = 200$ tours obtenue à la partie C pour un courant de 1 A. Faites un rapport B_{400} / B_{200} et comparez avec la valeur théorique. Discutez de la relation qui existe entre la valeur d'un champ et le nombre de spires.

Partie E - Champ magnétique créé par deux bobines de Helmholtz.

- Insérez dans votre rapport, sur un même graphique, l'intensité du champ magnétique en fonction de la position pour les trois distances entre les bobines.
- Indiquez la direction du champ magnétique entre les deux bobines (direction des lignes de champ).
- Inscrivez dans le tableau la valeur du champ magnétique au centre des deux bobines.
- Calculez la valeur théorique du champ magnétique au centre des bobines pour les trois distances et faites un calcul d'écart. Commentez la courbe lorsque la distance entre les bobines est égale à R .
- Si les bobines étaient parcourues par des courants de sens contraires, que pouvez prédire du champ magnétique entre les bobines?

Laboratoire D : Instruments de musique

Fréquences de résonance dans une corde de guitare (II)

Les guitares se classent dans la catégorie des instruments à cordes. Pour en jouer convenablement, il faut arriver à faire résonner les cordes, en créant des ondes stationnaires. Cela se produira si la fréquence d'excitation de la corde correspond à une fréquence de résonance de la corde.

Une relation très importante qui a été vue dans la section 2,7 du livre Benson montre la relation permettant de trouver les fréquences de résonance sur la corde. La voici exprimée mathématiquement :

$$f_n = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

où « T » représente la tension dans la corde. Dans les équipements mis à votre disposition, des cordes de guitare possédant une masse linéique connue peuvent être employées.

Vous pouvez apporter votre guitare, mais une connaissance des tensions et des masses linéiques sera nécessaire. En fait, elle servira essentiellement à transposer les données sur le montage au laboratoire et à produire des fréquences qui pourront être détectées par un micro.

La flûte à bec ou péruvienne (III)

Les flûtes font partie de l'univers musical de plusieurs pays.



<http://www.musicologie.org/sites/f/flute.html>

Un peu sous le même principe que la flûte de Pan, mais avec des modes de résonance plus complexes, on peut se demander comment sont produits les sons à l'intérieur de cette flûte et quelles sont les longueurs du tuyau qui sont utilisées pour émettre les sons de la gamme (do, ré, mi, fa, sol, la, si, do). S'agit-il d'un tuyau ouvert ou fermé? Ou peut-être la réalité est-elle plus complexe qu'il n'y paraît?

Amortissement dans un mouvement harmonique (III)

Selon la définition du mouvement harmonique simple (MHS), il a été vu que l'amplitude du mouvement ne devait pas varier en fonction du temps. Or, dans les mécanismes réels où ce principe est employé, on constate que l'amplitude diminue en fonction du temps. Parfois, en génie mécanique par exemple, c'est même ce qui est souhaité. La courbe de l'amplitude en fonction du temps s'exprime selon l'équation ci-dessous :

$$A(t) = A_0 e^{\frac{-t}{2m}}$$

On peut penser entre autres aux systèmes sous-amortis, amortis de manière critique et surcritique. Est-ce que ces systèmes existent et quelles équations suivent-ils ?

Autres pistes avec les instruments de musique

Réflexion générale sur les instruments de musique, avec un analyseur de fréquence et micro :

- Essayer d'obtenir un son pur et mesurer sa fréquence
- Pour un même son, est-ce que le contenu harmonique change à chaque essai?
- Pour un même instrument, est-ce que le contenu en harmonique change de note en note?
- Est-ce que la théorie des tubes ouverts correspond à ce qui est observé?
- Quelles voyelles ont les plus importants contenus de fréquences harmoniques élevées?

- Qu'est-ce que le timbre d'un instrument? Montrer la différence de timbre entre deux instruments distincts.
- Qu'est-ce qu'une octave en musique et y a-t-il un lien avec les harmoniques et les modes de résonance d'un instrument?

Matériel disponible pour tous les sujets :

- 1) Micro
- 2) Analyseur de fréquences (Winscope)
- 3) Instruments de musique

Laboratoire E : Interférence et diffraction

Nature ondulatoire de la lumière et interférence

1) Lumière + Lumière = Lumière

2) Lumière + Lumière = Ombre

Deux équations, beaucoup de questions... Comme vous le savez, ces équations ont intrigué les physiciens pendant de nombreuses décennies. La lumière est-elle une onde ou de la matière ?

Ce phénomène de l'interférence n'est pas observable facilement notre vie. Avec un montage particulier nommé les fentes de Young (fentes étroites, faisceau de lumière monochromatique), il vous est possible de voir clairement les franges maximales et minimales produites par l'interférence de la lumière.

Cette expérience historique est d'ailleurs venue confirmer hors de tout doute la nature ondulatoire de la lumière. Avec le matériel actuellement disponible au laboratoire (banc optique, capteurs de lumière, fentes, etc.), vous êtes en mesure de la reproduire...

Voici l'équation mathématique qui la régit :

$$m\lambda = d\sin\theta$$

Diffraction de la lumière

Lorsque la lumière pénètre dans **une** fente, un phénomène différent de l'interférence apparaît : la diffraction. Celui-ci est causé par une interférence entre les différentes sources secondaires présentes dans la fente. Ainsi, un patron sera observable sur l'écran en fonction, entre autres, de la largeur de la fente (a). Vous avez aussi la chance de posséder un montage qui permet de visualiser ce phénomène. Voici à son tour l'équation qui la régit :

$$m\lambda = a\sin\theta$$

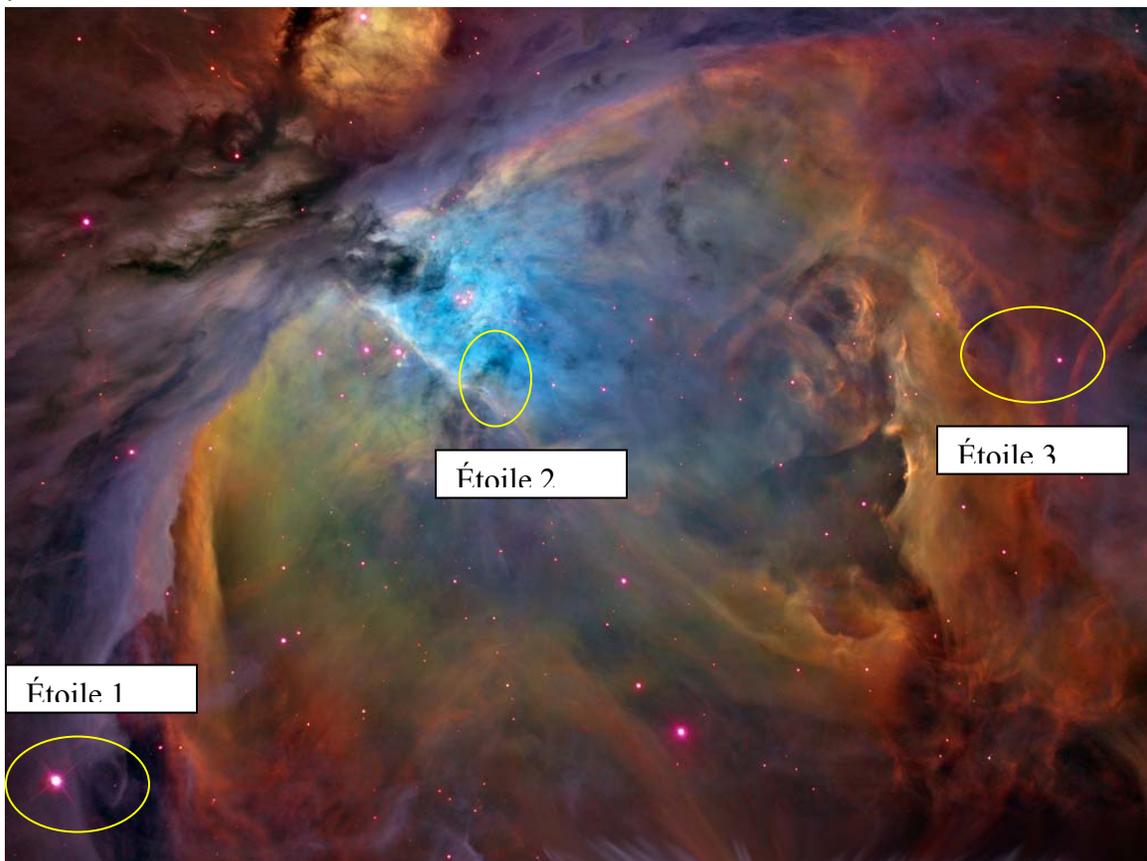
Laboratoire F : Spectroscopie stellaire

Objectif : Identifier une région du ciel à l'aide du spectre de trois étoiles

1. Mise en contexte

Au cours des dernières années, l'Agence spatiale canadienne a cherché à identifier une zone particulière du ciel. Cette région se trouverait à quelque 1500 années-lumière de la Terre.

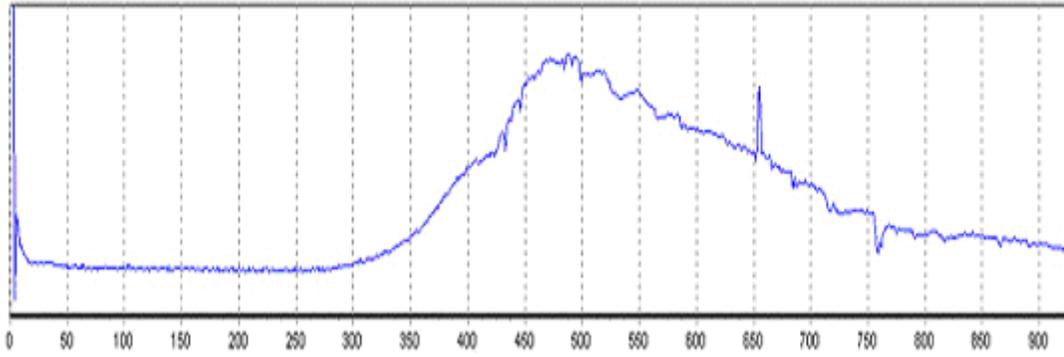
La photo ci-dessous montre la région en question.



Après plusieurs mois d'analyse, les spectres de trois étoiles significatives de cette région ont été enregistrés.

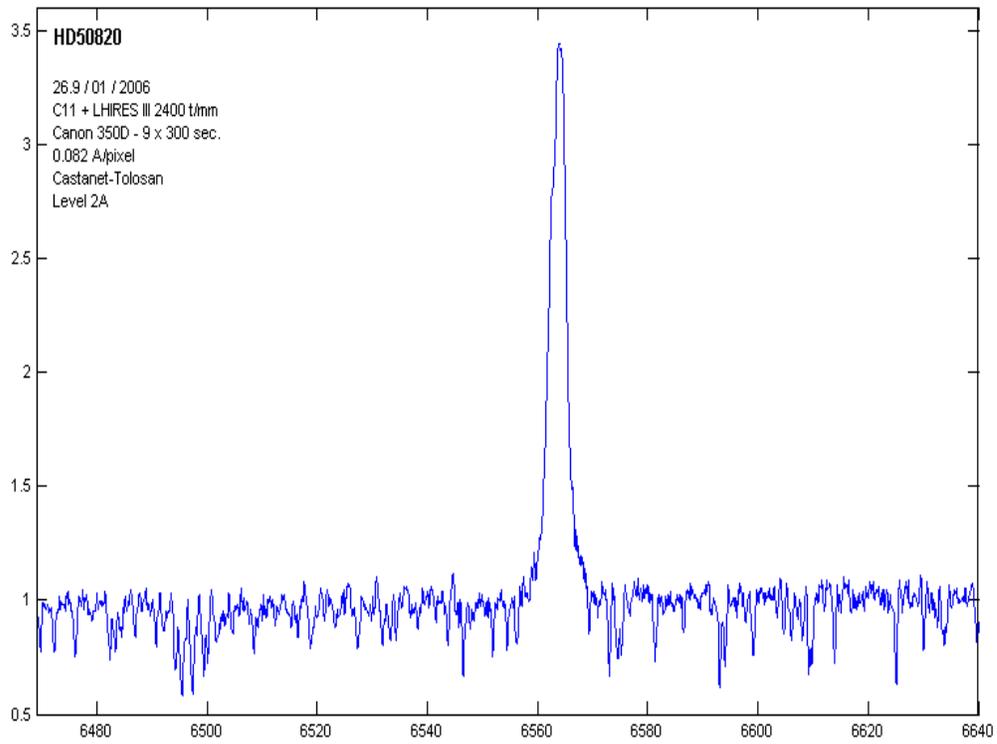
Étoile 1

Spectre zeta4su-190308.jpg

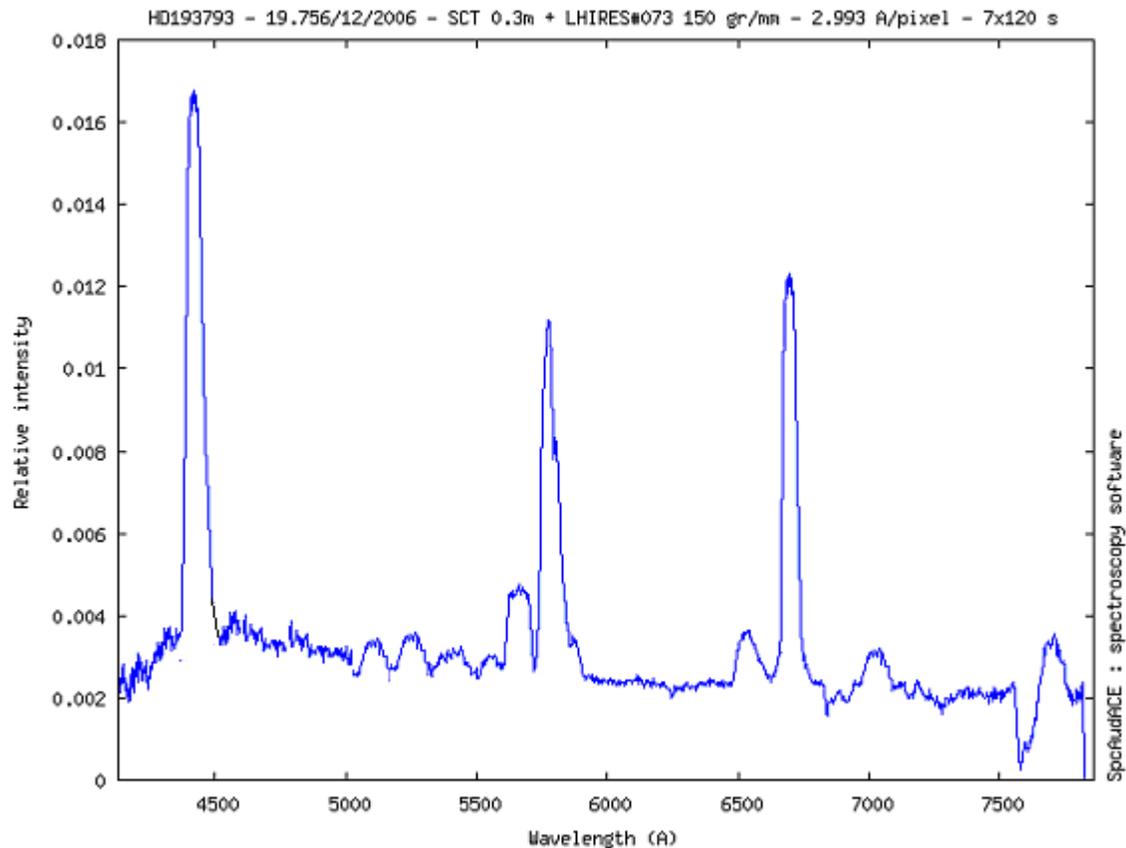


nm

Étoile 2



Étoile 3



2. Tâche à accomplir

Étant donné votre expertise dans le domaine de la spectroscopie, nous vous engageons pour déterminer les types d'étoiles auxquels nous sommes confrontés. Cela permettra de décrire cette région du ciel pour l'identifier.

Pour vous aider dans cette tâche, vous avez une liste des types d'étoiles existantes dans la section 5 du présent document. Dans la section 6, les trois choix possibles pour la région inconnue sont décrits.

3. Information théorique

Comme vous le savez peut-être, le spectre d'une étoile provient de la lumière produite à sa surface par les éléments chimiques composant l'étoile. Les différents types d'étoiles sont connus; on sait par exemple que la couleur rouge d'une étoile peut être produite par l'hydrogène se trouvant à sa surface.

4. Étapes à franchir pour résoudre le problème

En tant qu'entreprise soucieuse de bien accomplir son mandat, vous avez identifié les étapes principales à attribuer à chacun de vos trois groupes de travail.

1. Donner une étoile à chaque groupe de travail (étoile 1 = groupe 1, etc.)
2. Chaque équipe dans le groupe de travail doit identifier les raies spectrales de trois gaz différents.
3. Une fois les gaz identifiés, il est possible de vérifier leur présence dans l'étoile en comparant le spectre de l'étoile et celui des gaz.
4. Une fois les gaz de l'étoile identifiés, on peut déterminer le type de l'étoile à l'aide de la charte de la section 5 ci-dessous.
5. Avec les trois étoiles, il devient possible de trouver la nature de la région inconnue à l'aide de la section 6 en groupe de travail. Trois choix sont proposés.

5. Types d'étoiles

| Type spectral | Couleur | T (K) | Espèces chimiques dans le spectre |
|---------------|--------------|----------------|--|
| W | bleu | 35 000-100 000 | nombreuses raies d'émission |
| O | bleu-blanc | 30 000 | hélium, H(I) très faible |
| B | bleu-blanc | 12 000-25 000 | hydrogène (I) |
| A | bleu-blanc | 7 500-11 000 | série H(I) intense, Mg(II), Si(II), Fe(II), K(II), Ca(II), métaux neutres. |
| F | blanc | 6 000-7 500 | H(I), raies de métaux ionisés |
| G | blanc-jaune | 5 000-6 000 | calcium, métaux ionisés et neutres, sodium |
| K | jaune-orange | 3 500-5 000 | raies intenses des métaux neutres, Sodium. |
| M | rouge | 3 500 | métaux neutres et molécules, oxyde de titane |

6. Possibilités pour la région inconnue

6.1 Description des objets potentiels

A. Les pléiades

Les Pléiades sont un amas ouvert d'étoiles qui s'observe dans l'hémisphère Nord, dans la constellation du Taureau. On dénombre aujourd'hui environ 1 400 étoiles composant cet amas, dont une douzaine sont visibles à l'œil nu. L'âge de l'amas est estimé à 100 millions d'années, mais il ne devrait pas vivre longtemps puisqu'il devrait se séparer dans 250 millions d'années, en partie à cause de sa faible densité.

B. La nébuleuse de l'Aigle

L'amas est constitué de jeunes étoiles qui sont nées de la nébuleuse de l'Aigle et qui ionisent le gaz de cette même nébuleuse, ce qui ne manque pas de lui donner une teinte caractéristique dans les gros télescopes. Des étoiles sont d'ailleurs encore en cours de formation. La région centrale de la nébuleuse montre une belle architecture en colonnes, appelées « Piliers de la création » (*Pillars of Creation*) depuis leur redécouverte par le télescope spatial; dans ces piliers de gaz de l'ordre de trois années-lumière de long naissent les étoiles de l'amas, d'où leur nom. M16 nous est distant de 5 500 à 7 000 années-lumière selon les sources.

C. La nébuleuse d'Orion

La nébuleuse d'Orion, aussi connue sous le nom de *M42* et *NGC 1976*, est une nébuleuse en émission/réflexion de couleur verte située au cœur de la constellation d'Orion.

C'est la nébuleuse diffuse la plus brillante : elle est visible à l'œil nu dans un ciel nocturne sans pollution lumineuse et peut être facilement vue avec une simple paire de jumelles. Elle couvre dans le ciel une zone de 66×60 minutes d'arc, c'est-à-dire quatre fois plus que la pleine lune.

La nébuleuse d'Orion est la partie principale d'un nuage de gaz et de poussières appelé le *Nuage d'Orion*. Ce nuage s'étend sur près de la moitié de la constellation et contient aussi la boucle de Barnard et la célèbre nébuleuse de la Tête de Cheval. La nébuleuse elle-même a une taille d'environ 33 années-lumière

6.2 Critères

| Possibilité | Présence d'étoiles de type | | |
|------------------------------|----------------------------|---|---|
| Amas globulaire des pléiades | W | A | B |
| Nébuleuse de l'aigle | O | B | K |
| Nébuleuse Orion | F | O | B |

ANNEXE 5

Canevas de l'entrevue semi-dirigée

Objectif : Comprendre comment les étudiants décrivent leur engagement (affectif et cognitif) dans les laboratoires ouverts et fermés.

Matériel :

- montages et protocoles
- feuilles et crayons
- dictaphone
- horloge

Mise en contexte :

- La recherche : comprendre l'impact sur leur apprentissage du type de laboratoire.
- Méthodologie : observations et questionnaires.
 - Entrevue complémentaire pour valider certains aspects et en approfondir d'autres.

Présentation des deux types de laboratoire (illustré par les montages)

| | |
|--|---|
| Laboratoires fermés (condensateur et champ magnétique) | Laboratoires ouverts (moteur et instruments de musique) |
| Caractéristiques : <ul style="list-style-type: none">• déjà structuré par le prof• encadrement fort et directif : protocole fourni, prof explique. | Caractéristiques : <ul style="list-style-type: none">• moins structuré• résolution de problème : définir sa problématique, définir ses manipulations, interpréter les résultats, etc. |

Introduction à l'entrevue

Présentation de l'animateur.

Les questions que nous avons à vous poser vont nous permettre de mieux comprendre comment vous avez vécu ces deux types de laboratoire.

Vous avez le droit de ne pas être d'accord. Les ressemblances et les différences de points de vue nous intéressent tout autant. On ne défend pas les labs. Désignation.

Entrevue confidentielle, anonyme. Aucun nom ne sera cité, je vous demanderais vous aussi votre discrétion. À l'aise avec le fait qu'elle soit enregistrée (comme aide-mémoire)?

Une personne parle à la fois. Si nécessaire, je vous demanderai de lever la main.

Question 1 (engagement affectif)

Selon des statistiques obtenues avec une cohorte précédente, 40 % des étudiants préfèrent les labs fermés, 44 % les labs ouverts et 17 % n'ont pas de préférence.

En vous remettant en situation (prenez quelques secondes), quel type de laboratoire avez-vous préféré?

Sur la feuille, **indiquez les principales raisons** qui expliquent votre préférence.

Réponses attendues

| <u>Fermé</u> | <u>Ouvert</u> |
|---------------------|---------------------|
| plus facile | plus apprentissages |
| plus structuré | plus choix, liberté |
| ouvert trop liberté | plus autonomie |

Faire identifier les désavantages perçus dans le type de lab non choisi.

Question 2 (engagement cognitif)

Expliquer que notre intérêt s'est porté sur l'engagement cognitif.

Définir :

Réfléchir et se creuser la tête pendant une tâche et les difficultés rencontrées

Persévérance, concentration (la plupart du temps, par moment)

Indice : ne pas voir le temps passer

À l'opposé :

Être attentif sans contribuer, être décroché. (la plupart du temps, par moment)

Exemple de la tente

En vous remettant en situation, lequel des deux types de laboratoire vous amène le plus à vous engager cognitivement (être dedans, rester dedans)?

Par écrit, notez les principaux facteurs dans ce type de laboratoire qui, selon vous, font que vous avez été plus engagé.

Relances possibles : ÇA AIDE OU PAS à être ou rester engagé?

| <u>Fermé</u> | <u>Ouvert</u> |
|---------------------------------|--|
| Protocole | Préparer sa problématique avant le lab |
| Soutien de l'enseignant | 30 minutes de discussion à la fin |
| Présentation de l'enseignant | Cahier de laboratoire |
| Degré de difficulté de la tâche | Encadrement du prof retiré |
| Mon rôle dans l'équipe | Mon rôle dans l'équipe |
| Utilisation de Data Studio | Data Studio |

Question 3

AUX FILLES :

Avec l'expérience sur le moteur, vous ne pouviez pas poser de questions. Comment avez-vous vécu cette expérience? (engagement cognitif plus fort?)

Selon nos observations, les filles posent deux fois plus de questions au prof ou au technicien que les garçons pendant les laboratoires.

En pensant à vous ou à votre équipe, comment expliqueriez-vous cela?

AUX GARÇONS :

Avec l'expérience sur le moteur, vous ne pouviez pas poser de questions. Comment avez-vous vécu cette expérience? (engagement cognitif plus fort?)

Selon nos observations, les filles posent deux fois plus de questions au prof ou au technicien que les garçons pendant les laboratoires.

En pensant à vous ou à votre équipe, comment expliqueriez-vous cela?

Question 4 (complémentaire)

À la session d'hiver 2008, votre engagement était-il le même dans les laboratoires de chimie des solutions et d'électricité et magnétisme? Identifiez les principales raisons.

ANNEXE 6

Étude de la consistance interne pour le LBS ET TRSSA

Le Tableau 1 ci-dessous présente la consistance interne des échelles lors de la collecte de données en mécanique et en électricité.

Tableau 1

Valeurs de consistances internes pour les échelles des comportements d'apprentissage et de la participation dans les laboratoires de mécanique, d'électricité et d'optique

| | Mécanique | Électricité (n=58) |
|-------------------------------|-----------|-----------------------|
| Comportements d'apprentissage | (n=65) | |
| Attention | 0,792 | 0,841 |
| Persévérance | 0,826 | 0,872 |
| Stratégie-flexibilité | 0,423 | 0,516 |
| Compétence-motivation | 0,827 | 0,909 |
| Score total | 0,892 | 0,924 |
| | | |
| Participation | (n=71) | |
| Participation coopérative | 0,815 | 0,888 |
| Participation autonome | 0,764 | 0,715 |
| Relation avec l'enseignant | 0,658 | 0,826 |
| Score total | 0,851 | 0,901 |

La consistance interne des échelles des questionnaires semble bonne tant en mécanique qu'en électricité, exception faite de la stratégie-flexibilité ($\alpha_{MEC}=0,423$; $\alpha_{ELEC}=0,516$), de la participation autonome ($\alpha_{ELEC}=0,715$) et de la relation avec l'enseignant ($\alpha_{MEC}=0,645$). Ces échelles ont été retirées des analyses.

On peut remarquer que la meilleure consistance interne a été observée pour les scores totaux d'électricité ($\alpha_{LBS-Stot}=0,924$ et $\alpha_{TRSSA-Stot}=0,901$).

La consistance interne des échelles a augmenté entre le cours de mécanique et d'électricité, sauf pour l'échelle de la participation autonome ($\alpha_{MEC}=0,764$; $\alpha_{ELEC}=0,715$). Une explication possible pourrait être une meilleure connaissance des étudiants et la meilleure compréhension du questionnaire par l'enseignant lors de la deuxième collecte.

Pour assurer une meilleure validité des résultats, il a été décidé de ne retenir que la collecte de données en électricité, avec les échelles qui possèdent les meilleures consistances internes, soit l'attention, la persévérance, la compétence-motivation, la participation coopérative et les scores totaux.

Si on compare ces valeurs à celles de la littérature, elles semblent tout à fait acceptables. Ainsi, le score total de 0,906 des comportements d'apprentissage a une consistance interne un peu plus faible que le résultat de 0,91 cité dans Buchanan et coll. (1998). Il en va de même pour celui de 0,901 de la participation coopérative, qui est un peu plus faible que le 0,91 de Buhs & Ladd (2001).

Validité de l'indépendance du répondant

Les questionnaires ont été remplis par deux enseignants de physique de manière indépendante auprès d'un autre groupe d'étudiants pour vérifier la fidélité inter-répondant. Les deux enseignants ont préalablement donné un cours de quatre mois aux étudiants, ce qui les rend aptes à répondre à ces questionnaires.

Tableau 2

Consistance interne inter-répondant

| | Optique (n=77) | |
|------------------------------|-------------------|-------|
| | E1 | E2 |
| LBS | | |
| Attention | 0,803 | 0,790 |
| Persévérance | 0,802 | 0,802 |
| Compétence- motivation | 0,890 | 0,810 |
| Score total | 0,914 | 0,886 |
| TRSSA | | |
| Participation coopérative | 0,806 | 0,764 |
| Score total | 0,842 | 0,843 |

Les résultats montrent une certaine constance pour les échelles retenues, ce qui semble indiquer une indépendance du répondant. Le plus grand écart de consistance interne est observé pour la compétence-motivation, qui passe de 0,89 à 0,81 entre le premier et le deuxième enseignant.

Pour compléter la vérification de l'indépendance des codeurs, le Tableau 3 présente une mesure de fidélité inter-codeur.

Tableau 3

Fidélité inter-répondant pour deux enseignants, cours optique

| | Enseignant 1 | Enseignant 2 | P-value |
|----------------------------------|---------------|---------------|---------|
| LBS | | | |
| Attention (n=52) | 46,92 ± 8,80 | 42,96 ± 8,74 | 0,001 |
| Persévérance (n=50) | 47,74 ± 9,10 | 44,66 ± 11,95 | 0,043 |
| Stratégie (n=53) | 42,51 ± 4,14 | 52,51 ± 8,19 | 0,000 |
| Motivation (n=52) | 49,75 ± 10,74 | 46,46 ± 8,98 | 0,008 |
| Score total (n =53) | 48,49 ± 9,37 | 45,85 ± 9,69 | 0,041 |
| TRSSA | | | |
| Participation coopérative (n=51) | 10,90 ± 2,78 | 11,94 ± 2,15 | 0,001 |
| Participation autonome (n=52) | 5,37 ± 1,96 | 4,58 ± 2,16 | 0,005 |
| Score total (n=51) | 16,27 ± 4,29 | 16,53 ± 3,84 | 0,574 |

La fidélité entre les deux répondants n'est pas assurée pour toutes les catégories, excepté pour le score total du TRSSA (p=0,574).

En résumé, du point de vue de la consistance, pour le questionnaire des comportements d'apprentissage, les catégories de l'attention, de la persévérance, de la compétence-motivation et du score total sont valables. Pour la participation, les catégories acceptables sont la participation coopérative et le score total. L'analyse de fidélité montre que seul le score total de la participation est fidèle pour les deux questionnaires.

Comme la population étudiée représente un échantillon peu nombreux, mais suffisant (n=58), il est probable que la validité de ces questionnaires augmente avec un échantillon plus grand. Certains auteurs ont effectué leur collecte auprès de 1300 étudiants (Buchanan et coll. 2002, Schaefer et McDermott, 1999). Malgré cette limite, la démarche de validation effectuée confirme qu'il est possible d'avoir confiance aux résultats des questionnaires des comportements d'apprentissage et de la participation.

ANNEXE 7

Consistance interne des échelles du QAA-QEP

Le tableau X suivant montre la consistance interne des échelles du QAA-QEP retenues.

Tableau 1

Consistance interne des échelles du QAA-QEP

| Catégories | Consistance interne (α) |
|--------------------------|----------------------------------|
| Buts d'apprentissage | 0,78 |
| Buts de performance | 0,80 |
| Comprendre en profondeur | 0,83 |

Trois catégories possèdent une consistance interne acceptable, soit les buts d'apprentissage ($\alpha=0,78$), les buts de performance ($\alpha=0,80$) et la compréhension en profondeur ($\alpha=0,83$). Les autres catégories ont été retirées de la présentation des résultats. Dans la littérature, les valeurs obtenues pour ces trois catégories sont de 0,91 pour les buts d'apprentissage, de 0,86 pour les buts de performance et de 0,75 pour la compréhension en profondeur (Romano, 1995). Les résultats de ce questionnaire peuvent être considérés comme valables du point de vue de la consistance interne des échelles.

ANNEXE 8

Modèle multifactoriel des déterminants de l'engagement et des résultats scolaires

En utilisant les scores d'engagement des étudiants, il est possible de construire un modèle multifactoriel de prédiction des résultats scolaires. Les variables indépendantes insérées ont été : le score d'engagement, le score total des comportements d'apprentissage, le score total de la participation, le sentiment de compétence et l'intérêt. Le modèle émergent est le suivant :

Équation 1

Modèle multivarié explicatif des résultats scolaires

$$R = 0,84L + 7,16E$$

Où :

R = Résultat théorique en physique

L= Score total du LBS

E = Score du degré d'engagement cognitif

Ce modèle explique une variance de l'ordre de 51,1 %. Seuls le score d'engagement ($p=0,007$) et les comportements d'apprentissage ($p=0,002$) sont significatifs.

Ce modèle permet d'obtenir des valeurs prédictives plus élevées que pour les comportements d'apprentissage et la participation seuls. Ces valeurs sont présentées dans le tableau X.

Tableau 1

Corrélation entre les résultats scolaires et les comportements d'apprentissage ou la participation

| | Électricité (n=54) |
|-------------------------------|-----------------------|
| Comportements d'apprentissage | R ² |
| Compétence-motivation | 0,419** |
| Score total | 0,350** |
| Participation | |
| Participation coopérative | 0,341 ** |
| Score total | 0,380** |

** Corrélation significative (p<0,05)

Toutes les échelles retenues semblent corrélées de manière importante aux résultats scolaires. Cela est particulièrement vrai pour la compétence-motivation ($R^2=0,419$) et pour les scores totaux ($R^2_{LBS-Stot}=0,350$; $R^2_{TRSSA-Stot}=0,380$).