

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

MÉMOIRE PRÉSENTÉ À
L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES

COMME EXIGENCE PARTIELLE
DE LA MAITRISE EN ÉDUCATION (M.A)

PAR
JOLYANE DAMPHOUSSE

LA DISSECTION MÉCANIQUE RÉALISÉE PAR DES ÉLÈVES DU SECONDAIRE
EN SCIENCES ET TECHNOLOGIE : DÉMARCHES EMPLOYÉES ET SENS
UTILISÉS

DÉCEMBRE 2017

Université du Québec à Trois-Rivières

Service de la bibliothèque

Avertissement

L'auteur de ce mémoire ou de cette thèse a autorisé l'Université du Québec à Trois-Rivières à diffuser, à des fins non lucratives, une copie de son mémoire ou de sa thèse.

Cette diffusion n'entraîne pas une renonciation de la part de l'auteur à ses droits de propriété intellectuelle, incluant le droit d'auteur, sur ce mémoire ou cette thèse. Notamment, la reproduction ou la publication de la totalité ou d'une partie importante de ce mémoire ou de cette thèse requiert son autorisation.

Sommaire

Dans ce mémoire en didactique des sciences et de la technologie, nous abordons la façon dont des élèves du secondaire réalisent la dissection mécanique ainsi que les sens qu'ils utilisent afin d'étudier l'objet à disséquer. À la suite de la réforme du curriculum au début des années 2000, la technologie a été intégrée aux cours de sciences. C'est alors que l'analyse technologique, dont la dissection mécanique fait partie, est apparue dans le Programme de formation de l'école québécoise (PFEQ) du ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport (MELS) (2007a, 2007b). Bien que le PFEQ identifie des concepts et des démarches propres à la technologie et que la progression des apprentissages apporte des précisions sur ces concepts, aucun de ces documents n'indique comment les enseigner (MELS, 2007a, 2007b, 2009).

La dissection mécanique dans les classes du secondaire en sciences et technologie (S&T) suit un processus semblable à la dissection mécanique réalisée en industrie. Elle est mise à profit en ingénierie (Dalrymple, 2009; Doucet, Langelier et Samson, 2007b) et consiste à démonter un objet afin de procéder à l'examen de chacune de ses composantes dans le but d'en comprendre le fonctionnement (Chikofsky et Cross, 1990; Dalrymple, 2009; Doucet *et al.*, 2007b). De plus, la dissection mécanique occupe une place importante dans l'examen ministériel de 4^e secondaire. En 2017, 20 % de la note de cet examen dans le profil S&T était attribuée à cette activité, alors que dans le profil Application scientifique et technologique (ATS), c'était plutôt 26 % (Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur [MEES], 2016). Or, il n'existe aucune recherche qui, à notre

connaissance, documente les manières dont des élèves du secondaire opérationnalisent cette démarche.

L'observation – qui est d'ailleurs l'une des sept démarches technoscientifiques identifiées dans le PFEQ – de l'objet technologique et de ses composantes est au cœur même de la démarche d'analyse technologique (MELS, 2007a, 2007b). Par ailleurs, des auteurs mentionnent l'observation lorsqu'ils traitent d'activités de type « analyse technologique » (dissection mécanique ou rétro-conception) (Dalrymple, 2009; Elizalde, Rivera-Solorio, Pérez, Morales-Menéndez et Orta, 2008). Pour Fourez (1988), l'observation constitue une organisation de la vision qui amène l'élève à construire sa propre représentation de ce qu'il observe. Dans une situation d'observation, l'apprenant peut être amené à utiliser tous ses sens (Eberbach et Crowley, 2009; Yurumezoglu, 2006), mais c'est la vue qui est considérée comme le sens le plus utilisé (Fourez, 1988; Oguz-Unver et Yurumezoglu, 2009). S'il n'existe aucune recherche documentant les manières dont les jeunes du secondaire opérationnalisent la démarche d'analyse technologique ou de dissection mécanique, il n'en existe pas non plus qui documente l'utilisation des sens par les élèves lors de situations d'observation en technologie, du moins à notre connaissance.

Les questions de recherche auxquelles nous apportons des éléments de réponse au terme de ce mémoire sont donc les suivantes : De quelle façon des élèves du secondaire en sciences et technologie procèdent-ils lorsqu'ils réalisent une dissection mécanique?

Quels sont les sens utilisés par des élèves du secondaire en sciences et technologie lors d'une situation d'observation et, plus précisément, lors de la dissection mécanique?

Une étude exploratoire de nature qualitative descriptive a été réalisée (Fortin et Gagnon, 2016). Nous avons invité six groupes de deux élèves de quatrième secondaire du profil ATS à effectuer une démarche de dissection mécanique d'un distributeur de fragrances automatique. Le tout a été consigné sur un enregistrement audio-vidéo. Ensuite, nous avons effectué des entrevues semi-dirigées individuelles. Le corpus de données composé des enregistrements audio-vidéo et du compte rendu exhaustif des entrevues semi-dirigées a été analysé à l'aide des catégories conceptualisantes (Paillé et Mucchielli, 2016).

Cette analyse nous a permis d'identifier trois cas de figure à propos de l'opérationnalisation de la dissection mécanique : dissection séquentielle, en spirale et par systèmes. La dissection mécanique séquentielle consiste à démonter entièrement l'objet, pour ensuite le remonter et expliquer son fonctionnement. Dans la dissection mécanique par systèmes, l'élève retire des pièces de l'objet en prenant soin de les conserver groupées par systèmes. Dans ce cas de figure, les élèves peuvent remonter l'objet afin de parfaire leur explication du fonctionnement. La dissection mécanique en spirale consiste en un processus itératif qui combine la mise en marche de l'objet, le retrait de pièces et l'observation dans le but d'en expliquer le fonctionnement. Ces cas de figure nous permettent de formuler des recommandations quant à l'enseignement de la dissection

mécanique. Par exemple, nous recommandons aux enseignants de S&T d'aborder la méthode en spirale avec leurs élèves dans une optique d'enseignement de méthodes de travail efficace. Nous recommandons aux enseignants d'être prudents lorsqu'ils présentent la dissection mécanique, puisque les définitions à ce propos sont souvent linéaires et peuvent amener les élèves à réaliser l'activité en utilisant le cas de figure séquentielle. Contrairement à ce que deux auteurs mentionnent (Fourez, 1988; Oguz-Unver et Yurumezoglu, 2009), l'analyse des résultats nous a permis de constater que la vue n'est pas toujours considérée comme le sens le plus important par les élèves dans une situation d'observation en technologie. Certes, le toucher a été identifié comme le sens le plus utile par la moitié des participants. L'observation en technologie nous semble donc différer de celle en sciences, notamment à propos de l'utilisation des sens.

En somme, les résultats de cette recherche contribueront à alimenter les réflexions d'enseignants et de formateurs de S&T au regard de l'enseignement de la démarche d'analyse technologique ainsi que la démarche d'observation telles qu'elles sont décrites par le MELS (2007a, 2007b).

Mots clés : Analyse technologique, démarche d'observation, didactique des sciences et de la technologie, dissection mécanique, ingénierie, rétro-conception, reconception, sens, sciences et technologie, technologie, applications technologiques et scientifiques.

Table des matières

Sommaire	ii
Table des matières	vi
Liste des tableaux	x
Liste des figures	xi
Remerciements	xii
Introduction	1
Chapitre 1	4
Problématique	4
1.1 Les objets de recherche	4
1.1.1 Une évolution constante.....	4
1.1.2 Une intégration de la technologie dans les programmes de formation.....	6
1.1.3 La dissection mécanique.....	6
1.1.4 Une pratique inspirée de l'industrie.....	7
1.1.5 Une place bien définie dans le programme.....	8
1.1.6 La place de l'observation et des sens dans la dissection mécanique	9
1.2 La pertinence sociale et scientifique	10
1.2.1 Son importance dans l'apprentissage.....	10
1.2.2 Le peu de détails à propos de son enseignement et son apprentissage	12
1.3 La synthèse du chapitre	12
Chapitre 2	14
Recension des écrits	14
2.1 La formation du corpus des écrits	14
2.2 La dissection mécanique	18
2.2.1 La dissection mécanique dans l'industrie	18
2.2.2 La dissection mécanique dans les écoles supérieures d'ingénierie.....	19
2.2.3 La dissection mécanique au secondaire	20
2.3 L'observation.....	21
2.3.1 L'observation abordée de façon théorique.....	21
2.3.2 L'observation réalisée par des élèves du secondaire	22
2.3.3 L'observation réalisée par des jeunes enfants/élèves du primaire	23
2.3.4 L'observation réalisée par des étudiants universitaires en enseignement.....	24
2.3.5 L'observation réalisée grâce aux sens	25

2.4	Le problème de recherche	26
Chapitre 3		29
Cadre de référence.....		29
3.1	La dissection mécanique	29
3.1.1	L'analyse technologique.....	29
3.1.2	La rétro-conception.....	30
3.1.3	La reconception.....	32
3.1.4	La dissection mécanique.....	33
3.1.5	La figure récapitulative.....	34
3.2	L'observation et les sens	35
3.3	Une posture épistémologique constructiviste/socioconstructiviste	38
Chapitre 4		40
Méthodologie		40
4.1	Le devis de recherche	40
4.2	Le recrutement des participants.....	41
4.3	La collecte de données.....	43
4.3.1	L'enregistrement audio-vidéo de la dissection mécanique.....	43
4.3.2	L'entrevue semi-dirigée.....	46
4.4	L'analyse	48
Chapitre 5		50
Analyse des enregistrements audio-vidéo et des entrevues semi-dirigées		50
5.1	L'équipe A.....	50
5.1.1	L'enregistrement audio-vidéo.....	50
5.1.2	Les entrevues semi-dirigées.....	52
5.1.3	Les tableaux récapitulatifs	55
5.2	L'équipe B.....	57
5.2.1	L'enregistrement audio-vidéo.....	57
5.2.2	Les entrevues semi-dirigées.....	59
5.2.3	Les tableaux récapitulatifs	61
5.3	L'équipe C	63
5.3.1	L'enregistrement audio-vidéo	63
5.3.2	Les entrevues semi-dirigées.....	64
5.3.3	Les tableaux récapitulatifs	67
5.4	L'équipe D.....	69
5.4.1	L'enregistrement audio-vidéo.....	69

5.4.2 Les entrevues semi-dirigées.....	70
5.4.3 Les tableaux récapitulatifs	72
5.5 L'équipe E	73
5.5.1 L'enregistrement audio-vidéo.....	73
5.5.2 Les entrevues semi-dirigées.....	75
5.5.3 Les tableaux récapitulatifs	77
5.6 L'équipe F	79
5.6.1 L'enregistrement audio-vidéo.....	79
5.6.2 Les entrevues semi-dirigées.....	80
5.6.3 Les tableaux récapitulatifs	83
5.7 Le tableau récapitulatif global de l'utilisation des sens	84
Chapitre 6	86
Construction d'une typologie des démarches utilisées par les élèves pour réaliser la dissection mécanique	86
6.1 La dissection mécanique séquentielle	87
6.1.1 Le tableau récapitulatif des étapes de la dissection mécanique séquentielle (équipes A, E, F).....	88
6.1.2 La définition, les propriétés et les conditions d'existence des catégories	90
6.1.3 Le schéma représentant la dissection mécanique séquentielle	92
6.2 La dissection mécanique par systèmes	92
6.2.1 Le tableau récapitulatif des étapes de la dissection mécanique par systèmes (équipes B et D).....	93
6.2.2 La définition, les propriétés et les conditions d'existence	95
6.2.3 Le schéma représentant la dissection mécanique par systèmes	96
6.3 La dissection mécanique en spirale	97
6.3.1 Le tableau récapitulatif des étapes de la dissection mécanique en spirale (équipe C)	98
6.3.2 La définition, les propriétés et les conditions d'existence	98
6.3.3 Le schéma représentant la dissection mécanique en spirale	100
6.4 La synthèse du chapitre	101
Chapitre 7	102
Discussion	102
7.1 Le lien avec la compétence 2 du PFEQ du programme ATS.....	102
7.2 Le choix de l'objet versus la démarche utilisée	105
7.3 L'examen ministériel de 4 ^e secondaire.....	106

7.4	Le rôle de la définition de la dissection mécanique pour le cas de figure séquentiel	107
7.5	Les sens utilisés en technologie versus les sens utilisés en sciences.....	109
7.6	Les recommandations	110
7.7	Le retour sur les objectifs de la recherche	114
Conclusion	.....	116
	Le retour sur les résultats de cette recherche.....	116
	Les limites	117
	Les pistes de réflexion.....	119
Références	.....	121
Appendice 1	.....	125
Appendice 2	.....	128
Appendice 3	.....	129
Appendice 4	.....	132

Liste des tableaux

Tableau 1. Les contributions recueillies pour la recension des écrits	17
Tableau 2. Les constatations recueillies à propos des sens	26
Tableau 3. Les étapes de la dissection mécanique réalisées par les membres de l'équipe A	56
Tableau 4. Les sens utilisés par les membres de l'équipe A	57
Tableau 5. Les étapes de la dissection mécanique réalisée par les membres de l'équipe B	62
Tableau 6. Les sens utilisés par les membres de l'équipe B	62
Tableau 7. Les étapes de la dissection mécanique réalisée par les membres de l'équipe C	68
Tableau 8. Les sens utilisés par les membres de l'équipe C	68
Tableau 9. Les étapes de la dissection mécanique réalisée par les membres de l'équipe D	72
Tableau 10. Les sens utilisés par les membres de l'équipe D	73
Tableau 11. Les étapes de la dissection mécanique réalisée par les membres de l'équipe E	78
Tableau 12. Les sens utilisés par les membres de l'équipe E	78
Tableau 13. Les étapes de la dissection mécanique réalisée par les membres de l'équipe F	83
Tableau 14. Les sens utilisés par les membres de l'équipe F	84
Tableau 15. Les sens utilisés par l'ensemble des participants	85
Tableau 16. La comparaison des étapes de la dissection mécanique réalisée par les membres des équipes A, E et F	89
Tableau 17. La définition, les propriétés et les conditions d'existence de la dissection mécanique séquentielle	91
Tableau 18. La comparaison des étapes de la dissection mécanique réalisée par les membres des équipes B et D	94
Tableau 19. La définition, les propriétés et les conditions d'existence de la dissection mécanique par systèmes	96
Tableau 20. Les étapes de la dissection mécanique réalisée par les membres de l'équipe C	98
Tableau 21. La définition, les propriétés et les conditions d'existence de la dissection mécanique en spirale	100
Tableau 22. Les composantes 3 et 4 de la compétence 2 du PFEQ	104

Liste des figures

Figure 1. L'illustration des étapes de la démarche de rétro-conception.	32
Figure 2. L'illustration des étapes de la démarche de reconception.	33
Figure 3. L'illustration des étapes de la dissection mécanique.	34
Figure 4. Les étapes des démarches de rétro-conception, de reconception et de dissection mécanique.	35
Figure 5. L'illustration de la dissection mécanique séquentielle.	92
Figure 6. L'illustration de la dissection mécanique par systèmes.	97
Figure 7. L'illustration de la dissection mécanique en spirale.	101

Remerciements

Tout d'abord, je tiens à remercier mon directeur de recherche, monsieur Ghislain Samson. Par vos commentaires et nos multiples rencontres, vous avez su me pousser à aller toujours plus loin. Vous m'avez permis de remettre en question mes choix au bon moment tout au long du processus. Vos réponses rapides à mes courriels, peu importe la journée et l'heure, m'ont grandement aidée. Votre soutien et vos encouragements ont fait la différence dans mon parcours.

Ensuite, j'aimerais remercier ma codirectrice de recherche, madame Audrey Groleau. Vous avez été présente à mes côtés à chacune des difficultés que j'ai rencontrées. Vous avez su m'amener à trouver par moi-même les solutions. Les multiples commentaires et les rétroactions rapides m'ont permis de toujours améliorer la qualité de ce mémoire. De plus, vous avez su me rassurer lorsque nécessaire. De simples « Ça va bien! » au bon moment ont fait la différence.

Je tiens à exprimer ma reconnaissance à mes 12 participants ainsi qu'à leur enseignant, monsieur Junior Trudel. J'ai été touchée de constater votre intérêt pour mon projet. Sans vous, il m'aurait été impossible de réaliser cette recherche.

Je souhaite également remercier madame Sylvie Barma de l'Université Laval et monsieur Alain Huot de l'Université du Québec à Trois-Rivières d'avoir accepté de lire

et d'évaluer ce mémoire. Merci également à Odette Larouche pour la révision linguistique du document.

Je tiens à remercier tous les acteurs du Département des sciences de l'éducation pour le bon encadrement et l'excellente formation qu'ils offrent aux étudiants. De plus, je tiens à vous remercier pour l'obtention de la bourse d'excellence qui a grandement facilité mon parcours.

Merci à Gabrielle Dionne d'avoir été un si bon exemple à suivre. Notre rencontre au début de mon baccalauréat a été déterminante pour la suite de mon parcours universitaire. Tu m'as amenée à considérer l'idée de faire des études de deuxième et troisième cycle. Merci de ta présence et ton support.

Merci à mes acolytes Sébastien Leduc et Maxim Landry. Nos discussions, nos travaux d'équipe, nos activités et nos fous rires m'ont permis d'avoir un parcours universitaire formateur et agréable.

Je souhaite remercier mes parents, Josée et Martin, pour le support et l'amour inconditionnel qu'ils m'ont offerts depuis toujours. Sentir que vous êtes fiers de moi n'a pas de prix. Merci aussi à Lydia, ma sœur, pour ta présence dans les bons et les mauvais moments.

Enfin, je tiens à remercier mon conjoint, Yannick Rondeau. Tu as toujours le bon mot pour me remonter le moral lorsque nécessaire. Je suis choyée d'avoir, à mes côtés, un homme qui m'appuie sans condition dans tout ce que je fais. Merci d'avoir cru en moi plus que moi-même je sais le faire.

Introduction

Différentes constatations personnelles émergent lorsqu'un professionnel se retrouve sur le terrain. Dans mon¹ cas, j'ai réalisé que certains élèves éprouvaient des difficultés avec des concepts à caractère technologique lors d'une présence en classe de 4^e secondaire en tant qu'enseignante. Tout a commencé lors d'une période de suppléance, où les élèves avaient pour tâche d'identifier des mécanismes de transmission (roues de friction, poulies et courroie, engrenages, roues dentées et chaîne, roue et vis sans fin) et de transformation du mouvement (vis et écrou, coulisses, cames excentriques et systèmes bielle et manivelle, pignon et crémaillère). Les élèves avaient à leur disposition différents mécanismes conçus spécialement pour cette activité à l'aide d'une imprimante 3D. Ils devaient alors les observer et les identifier. Peu d'élèves de la classe étaient en mesure d'accomplir la tâche demandée malgré le fait qu'ils pouvaient recréer le mouvement et l'observer à plusieurs reprises. Je les ai alors encouragés à toucher le mécanisme, à écouter le son que celui-ci produisait et à regarder avec attention le mouvement. Ensuite, je leur ai posé des questions simples : est-ce que l'objet contient une pièce qui effectue un mouvement de rotation? Ou alors des mouvements de va-et-vient? À la suite de cette intervention, j'ai pu constater que certains élèves arrivaient à identifier plus facilement le type de mécanisme, alors que d'autres éprouaient toujours des difficultés. Il est important de noter que cette activité, de type introductif, avait pour objectif de familiariser les élèves avec les mécanismes de transmission ou de transformation du mouvement.

¹ Exceptionnellement, la première personne du singulier sera utilisée dans cette section puisque je fais référence à mes expériences d'étudiante-chercheuse ainsi qu'à mes interrogations initiales.

Une réflexion importante a suivi cette période de suppléance. Je me suis questionnée à propos des démarches utilisées par les élèves en classe de science et technologie. De quelle façon procèdent-ils lorsqu'ils doivent identifier un élément d'un objet technique? Est-ce qu'ils effectuent des observations en mettant à profit tous leurs sens? De plus, comme le but de l'activité était d'identifier un nombre restreint d'éléments (les mécanismes de transmission ou de transformation de mouvement), qu'en sera-t-il lorsque des élèves auront à démonter un objet technique, à inventorier chacune des composantes et à en comprendre l'utilité? Cette tâche s'avère être plus complexe et risque d'être d'autant plus difficile pour eux. Ce sont ces questionnements qui m'ont amenée à sélectionner l'objet de recherche de ce mémoire réalisé dans le cadre de la maîtrise en éducation, profil didactique.

Ce mémoire se divise en sept chapitres. Le premier chapitre traite de la problématique, qui présente et situe l'objet de recherche dans son contexte. Le deuxième laisse place à une recension des écrits, qui nous permet d'explorer des écrits au sujet de la dissection mécanique et de l'observation à l'aide des sens. C'est dans ce chapitre que nous retrouvons les questions de recherche du mémoire. Dans le cadre de références (troisième chapitre), nous définissons des concepts importants (dissection mécanique et observation) en plus des objectifs de la recherche. Les orientations méthodologiques et analytiques sont présentées dans le quatrième chapitre. Nous détaillons, entre autres, les participants de cette recherche et les outils de collectes de données. Les chapitres 5 et 6 contiennent tous

deux des résultats; le premier décrit les démarches utilisées par les participants, alors que le deuxième présente trois cas de figure à propos de l'opérationnalisation de la dissection mécanique. Le chapitre 7 constitue une discussion des résultats dans laquelle nous formulons quelques recommandations pour l'enseignement de la technologie au secondaire. Finalement, la conclusion présente, entre autres, les limites de l'étude et des pistes de réflexion.

Chapitre 1

Problématique

Dans ce chapitre, nous traitons de la dissection mécanique et de l'observation comme objets de recherche de ce mémoire. Pour ce faire, nous abordons l'évolution rapide de la technologie, ainsi que son intégration dans les cours de sciences. Ensuite, nous détaillons la place réservée aux objets de recherche dans les programmes de formation et nous discutons de la provenance de la dissection mécanique (l'industrie). Nous terminons le chapitre en traitant de la pertinence sociale et scientifique de la recherche que nous avons réalisée.

1.1 Les objets de recherche

Pour commencer, nous traitons de l'évolution constante de la technologie ainsi que de son intégration dans les cours de sciences. Ensuite, nous abordons la dissection mécanique, sa provenance ainsi que la place qui lui a été réservée dans le programme. Finalement, nous présentons l'observation comme objet de recherche secondaire, en plus de la place qu'elle occupe dans l'activité de dissection mécanique.

1.1.1 Une évolution constante

Avec l'évolution constante de la technologie, nous sommes confrontés à une obsolescence rapide des produits (Bureau de la consommation [BC], 2004). Prenons l'exemple de l'automobile, domaine dans lequel la production d'un nouveau modèle nécessitait auparavant de quatre à six ans, alors qu'aujourd'hui les modèles sont revus et

réinventés après environ deux ans (BC, 2004). Selon le BC, cette obsolescence rapide des objets oblige le consommateur à posséder des capacités et des compétences relatives à la technologie : « On s’attend à ce que les jeunes d’aujourd’hui fassent preuve de plus de connaissance de la technologie que les générations antérieures, et à ce qu’ils soient mieux préparés en tant que consommateurs de demain » (p. 30).

En réponse à l’obsolescence rapide des produits, des membres de la communauté québécoise cherchent à permettre aux citoyens et aux citoyennes d’améliorer leurs compétences au regard de la technologie. Par exemple, dans un article publié dans le journal *La Voix Pop du Sud-Ouest* (Desroches, 2016), un citoyen de la ville de Montréal présente son « Café-réparation ». Monsieur Gérard Guimond, ancien enseignant de charpenterie-menuiserie à la Commission scolaire de Montréal, souhaite amener les jeunes et les moins jeunes à apprendre à réparer des objets de leur quotidien. D’autres organisations de ce type existent partout au Québec. L’organisme environnemental Équiterre en donne une liste sur son site Internet². Les citoyens du Québec et ces différentes organisations ne sont pas les seuls à avoir réagi à la nécessité de développer des compétences en technologie. Le MELS en a fait de même en intégrant la technologie dans les cours de sciences.

² <<https://equiterre.org/geste/repairer-au-lieu-de-jeter-donner-une-nouvelle-vie-aux-objets-brises>>.

1.1.2 Une intégration de la technologie dans les programmes de formation

L'intégration de la technologie dans les cours de sciences, tant au primaire qu'au secondaire, s'est effectuée de manière progressive à la suite d'une vaste réforme du curriculum au début des années 2000 (Ministère de l'Éducation du Québec [MEQ], 2001; MELS, 2007a, 2007b). Puisque la technologie au sens de l'ingénierie constitue un domaine relativement nouveau dans les écoles primaires et secondaires, peu de recherches ont été effectuées à ce propos. Pour Mawson (2007), elle ne présente pas encore une culture bien établie dans la pratique en classe. De plus, selon Ankiewicz, De Swardt et De Vries (2006), son apprentissage scolaire constitue un domaine en développement à travers le monde. Force est de constater que si la technologie n'est toujours pas bien implantée dans les écoles, c'est aussi le cas de la dissection mécanique, qui s'inscrit dans la technologie de type ingénierie.

1.1.3 La dissection mécanique

L'enseignement et l'apprentissage de la dissection mécanique sont prescrits dans le PFEQ (MELS, 2007a, 2007b). La dissection mécanique n'a pas été inventée par les acteurs éducatifs, elle provient plutôt de l'industrie. Elle est utilisée en ingénierie afin d'obtenir des produits de plus en plus compétitifs sur le marché, comme des produits moins dispendieux ou plus performants. Dans les sous-sections suivantes, nous abordons sa provenance et sa place dans le programme.

1.1.4 Une pratique inspirée de l'industrie

La dissection mécanique dans les classes de S&T³ au secondaire suit des étapes semblables à celles réalisées en industrie. En effet, les pratiques du milieu de l'ingénierie semblent avoir été une source d'inspiration importante pour les acteurs du milieu éducatif.

La dissection mécanique, une étape de la démarche de rétro-conception (*reverse engineering*), est mise à profit en ingénierie (Dalrymple, 2009; Doucet *et al.*, 2007b). Elle consiste à démonter un objet afin de procéder à l'examen de chacune de ses composantes dans le but d'en comprendre le fonctionnement (Chikofsky et Cross, 1990; Dalrymple, 2009; Doucet *et al.*, 2007b). Différentes raisons justifient son utilité : arriver à imiter la concurrence, améliorer un produit ou le rendre compétitif (Doucet *et al.*, 2007b; Samuelson et Scotchmer, 2002). Les acteurs de l'industrie tentent alors de parfaire constamment leurs produits afin d'être compétitifs sur le marché (produits à moindre coût, produits plus durables, produits plus performants, etc.). Nous constatons dans le PFEQ que les objectifs qui sous-tendent la pratique de la dissection mécanique en industrie et en éducation diffèrent. D'un côté, on tente de perfectionner un produit, alors que de l'autre, on vise à comprendre le fonctionnement des objets qui nous entourent.

³ Dans ce cas-ci, l'expression sciences et technologie fait référence à la discipline de sciences et technologie comme présentée dans le programme et non au profil. Lorsqu'il sera question du profil qui existe en 3^e et 4^e secondaire, nous l'identifierons clairement en mentionnant : profil S&T.

1.1.5 Une place bien définie dans le programme

L'enseignement et l'apprentissage de la dissection mécanique, en plus d'être présents dans les écoles supérieures d'ingénierie (Gatto, Bassoli, Denti, Iuliano et Minetola, 2015; Younis et Tutunji, 2012), sont prévus dans le PFEQ. La dissection mécanique est une démarche dite d'analyse technologique. Cette dernière fait partie des sept types de démarches que les élèves sont invités à s'approprier au deuxième cycle du secondaire. Elles permettent, en plus de contribuer au développement des compétences, de bâtir, de consolider et d'enrichir une culture scientifique et technologique en pleine progression chez l'élève (MELS, 2007a, 2007b). Selon le PFEQ, une démarche d'analyse technologique amène à comprendre le fonctionnement d'un objet technique, à en reconnaître la fonction globale ainsi qu'à cerner le ou les besoins auxquels il répond (MELS, 2007a, 2007b).

En plus de faire partie des cours de S&T au Québec, la dissection mécanique occupe une place importante dans l'examen ministériel de 4^e secondaire. Une part de cette évaluation est réservée au recours d'une démarche d'analyse technologique. Les élèves de 4^e secondaire doivent, en effet, analyser un objet et ses composantes à dessein de réussir cet examen nécessaire à la diplomation. Une partie de la note de l'examen est réservée à cette activité (20 % dans le profil S&T et 26 % dans le profil ATS en 2017) (MEES, 2016).

1.1.6 La place de l'observation et des sens dans la dissection mécanique

Quelques écrits, dans leur définition de la dissection mécanique, en esquissent les étapes et laissent entrevoir l'importance de l'observation. Par exemple, la définition de Doucet *et al.* (2007b) amène à percevoir trois étapes : « elle consiste à démonter un produit afin de voir comment il fonctionne et à quoi servent chacune des composantes » (p. 32). De plus, Dalrymple (2009), dans son étude réalisée auprès d'étudiants en ingénierie, souligne que la dissection mécanique et les analyses qui peuvent suivre cette activité sont un processus itératif dans lequel l'observation et la découverte sont utilisées à plusieurs reprises. De leur côté, Elizalde *et al.* (2008) présentent la démarche de rétro-conception comme une occasion de développer l'observation, en plus de la réflexion et de l'abstraction.

Étant au cœur même de la dissection mécanique, l'observation de l'objet technologique permet de reconnaître et d'inventorier chacune de ses composantes. Autrement dit, la démarche de dissection mécanique nécessite d'observer l'objet à disséquer. L'observation, au même titre que l'analyse technologique, est l'une des sept démarches identifiées dans le PFEQ du deuxième cycle du secondaire (MELS, 2007a, 2007b).

L'opérationnalisation de la démarche d'observation oblige l'élève à avoir recours à ses sens (le goût, l'odorat, l'ouïe, le toucher, la vue). En effet, cette démarche constitue un processus de collecte de données dont les instruments sont les sens (Haury, 2002;

Hodson, 1996; Yurumezoglu, 2006). L'utilisation des sens peut différer d'un élève à l'autre. Certains peuvent notamment en utiliser un ou plusieurs lorsqu'ils réalisent la dissection mécanique.

1.2 La pertinence sociale et scientifique

Dans cette section de la problématique, nous abordons pour une première fois la pertinence de notre recherche (nous en traitons aussi au chapitre 2, à la suite de notre recension des écrits). Nous établissons d'abord l'importance de la dissection mécanique dans l'apprentissage, et nous terminons en abordant le peu d'informations disponibles à propos de son enseignement et son apprentissage dans le programme.

1.2.1 Son importance dans l'apprentissage

Puisque les activités scientifiques et technologiques stimulent la curiosité des élèves (MELS, 2007a, 2007b), nous pouvons considérer la dissection mécanique comme importante dans le cheminement scolaire de ces derniers. En effet, comme que le stipulent Younis et Tutunji (2012) dans leur recherche réalisée auprès d'étudiants en ingénierie, la démarche de rétro-conception, dont la dissection mécanique fait partie, permet de lier les apprentissages en contexte de classe avec des éléments de la vie de tous les jours. Par ailleurs, selon une recherche réalisée par Dalrymple (2009) auprès d'étudiants en ingénierie, une activité de type DAA (*Disassemble/Analyze/Assemble*), dont la dissection mécanique forme les deux premières étapes, favoriserait la motivation ainsi que le transfert des

apprentissages. La dissection mécanique aide également l'apprenant à réaliser l'utilité de ce qu'il voit en classe, puisque « la théorie n'est plus juste de la théorie; on voit qu'elle peut réellement servir! » (Doucet et al., 2007b, p. 3) Plus encore, selon Potvin et Hasni (2013), ancrer les apprentissages dans la vie de tous les jours favoriserait l'augmentation des résultats scolaires et susciterait l'intérêt des élèves. Finalement, l'arrimage entre différents principes scientifiques et contextes concrets devient possible, notamment grâce à la dissection mécanique.

Dans un même ordre d'idées, la dissection mécanique image certains concepts. Par exemple, les systèmes de transmission ou de transformation du mouvement, des concepts prescrits dans le programme de 4^e secondaire en S&T, peuvent être imagés à l'aide de la dissection mécanique (MELS, 2007a, 2007b). En effet, il est possiblement difficile d'imaginer le mouvement réalisé par différentes pièces dans un objet ainsi que de comprendre l'utilité de chacun des mouvements. C'est en observant des objets réels dans toutes leurs particularités que les élèves ont l'occasion de mieux comprendre. Avoir accès à l'objet réel ou à un objet formé à l'aide d'une imprimante 3D peut permettre à l'élève, autrement que sur une image ou une photo, de le regarder sous tous ses angles, de sentir l'odeur qu'il dégage, d'écouter les sons qu'il produit, etc.

Par ailleurs, l'apprentissage par la dissection mécanique en classe s'inscrit dans une vision de type utilitariste de l'enseignement et de l'apprentissage de la S&T, dans

laquelle l'élève est envisagé comme un (futur) utilisateur de technosciences (Barma et Guilbert, 2006). Les cours de S&T l'amènent à saisir le fonctionnement des diverses technologies ainsi que d'en comprendre l'utilisation dans la vie quotidienne. C'est dans l'optique de responsabiliser, de conscientiser et d'autonomiser l'élève au regard des technologies avec lesquelles il interagira dans son quotidien que la dissection mécanique prend toute son importance. Malgré sa pertinence pour l'apprentissage, il existe peu d'informations à propos de son enseignement et son apprentissage.

1.2.2 Le peu de détails à propos de son enseignement et son apprentissage

Bien que le PFEQ identifie des concepts et des démarches propres à la technologie, les enseignants doivent user d'imagination dans leur pratique, puisque ces concepts et démarches ne sont pas détaillés sur le plan de leur enseignement (MELS, 2007a, 2007b). De son côté, la Progression des apprentissages apporte des précisions sur les concepts à traiter, mais pas sur les manières de les enseigner (MELS, 2009). De plus, aucun de ces documents ne fournit d'informations sur les conceptions initiales des élèves ou sur la façon dont ils réalisent la dissection mécanique.

1.3 La synthèse du chapitre

En conclusion, nous constatons que des citoyens, des organismes ainsi que le MELS ont répondu à la nécessité soulevée par le BC (2004) d'amener les jeunes et les

moins jeunes à développer leurs compétences en technologie. Rappelons que la technologie a été intégrée aux cours de sciences au secondaire en 2007. De plus, une forte proportion d'enseignants n'a pas reçu de formation initiale en technologie. Malgré une place bien définie dans le PFEQ, peu d'informations sont fournies aux enseignants à propos de son enseignement et son apprentissage. Par exemple, nous savons que les enseignants doivent amener les élèves à s'approprier différentes démarches, dont l'analyse technologique. Par contre, nous en savons peu en ce qui concerne des manières de guider les enseignants dans l'enseignement et l'apprentissage de ces démarches. Ce mémoire se concentre sur deux des sept démarches présentées par le PFEQ, soit l'analyse technologique et l'observation. Nous avons choisi de traiter de la dissection mécanique, une activité permettant aux élèves de développer autant la démarche d'analyse technologique que l'observation. Elle stimule la curiosité des élèves (MELS, 2007a, 2007b), elle permet d'imager certains concepts, de voir l'utilité de la théorie (Doucet *et al.*, 2007b). Elle s'inscrit dans une vision utilitariste de la S&T dans laquelle l'élève est un futur utilisateur de technosciences, d'une part, ainsi que dans une vision technocratique puisqu'elle peut encourager les élèves à encourager une carrière en sciences et génie, d'autre part (Barma et Guilbert, 2006). Au final, par ce mémoire, nous souhaitons en apprendre davantage sur l'activité de dissection mécanique (démarche d'analyse technologique) ainsi que l'observation de l'objet à l'aide des cinq sens (démarche d'observation). Nos questions de recherche et nos objectifs seront détaillés dans les deux prochains chapitres.

Chapitre 2

Recension des écrits

Dans ce chapitre, nous présentons la démarche de recension des écrits que nous avons effectuée. Nous commençons d'abord par résumer les étapes qui nous ont permis de constituer le corpus des écrits. Ensuite, nous les classons selon des catégories nous permettant d'en apprendre plus à propos des objets de recherche de ce mémoire, soit la dissection mécanique et l'observation. Finalement, nous détaillons les contributions qui nous semblaient être les plus pertinentes. Cette démarche s'inspire de celle réalisée par Groleau (2011) dans son mémoire.

2.1 La formation du corpus des écrits

Afin de former le corpus des écrits, nous avons suivi les étapes de la recherche documentaire proposées par Fortin et Gagnon (2016). Après avoir cerné le sujet de notre mémoire, nous avons élaboré un plan de concepts. En effet, nous avons dressé une liste des concepts et des synonymes pertinents. En voici des exemples : dissection mécanique, rétro-conception, analyse technologique, technologie, observation, observer, sens, regarder, écouter, sentir, goûter, toucher. Nous avons aussi traduit tous ces termes en anglais afin d'accéder à un plus grand éventail de données. Par la suite, nous avons interrogé plusieurs bases de données (p. ex. *Google Scholar*, *ERIC*, *Academic Search Complete*, *PsycINFO*, etc.) en utilisant différentes combinaisons de ces concepts. Nous avons décidé de sélectionner les écrits des vingt dernières années (1997 à 2017), puisqu'il en existe peu à propos des objets de recherche de ce mémoire. Certains textes, malgré le fait qu'ils aient

été publiés avant 1997, ont tout de même été retenus puisqu'ils nous semblaient particulièrement pertinents pour cette recherche. Ces recherches nous ont offert une multitude de résultats. Nous avons alors dû évaluer la qualité et la pertinence des sources. C'est à la lecture du titre et des résumés des écrits que nous avons pu sélectionner des contributions qui nous semblaient pertinentes. Finalement, tous ces écrits ont été lus et nous en sommes venue à sélectionner un corpus contenant 33 écrits⁴ pour la réalisation de notre étude.

2.2 La division par thème des écrits constituant le corpus final

Dans cette section, nous séparons tous les textes selon différentes catégories et nous présentons le tout sous forme de tableau. Voici les catégories que nous avons sélectionnées :

- 1) La dissection mécanique
 - a. dans l'industrie
 - b. dans les écoles supérieures d'ingénierie
 - c. par des élèves du secondaire
- 2) L'observation
 - a. d'un point de vue théorique
 - b. par des jeunes enfants/élèves du primaire
 - c. par des étudiants universitaire inscrits dans un programme de formation en enseignement

⁴ Les références de ces écrits sont présentées dans l'Appendice 1.

- d. par des élèves du secondaire
- e. par l'utilisation des cinq sens

Le tableau 1 présente les catégories, le nombre de textes traitant de chacune des catégories ainsi qu'un exemple d'écrit pour chaque catégorie. Comme certains textes traitent de plus d'un sujet, il est possible de retrouver un texte dans plus d'une catégorie.

Tableau 1

Les contributions recueillies pour la recension des écrits

Catégories	Nombre de textes recueillis	Exemple
1) Dissection mécanique		
a) dans l'industrie	3	Chikofsky et Cross (1990)
b) dans les écoles supérieures d'ingénierie	5	Dalrymple (2009)
c) par des élèves du secondaire	6	Doucet, Langelier et Samson (2007b)
2) Observation		
a) d'un point de vue théorique	7	Fourez (1988)
b) par des jeunes enfants/élèves du primaire	4	Johnston (2009b)
c) par des étudiants universitaire inscrits dans un programme de formation en enseignement	2	Oguz-Unver et Yurumezoglu (2009)
d) par des élèves du secondaire	2	Kohlhauf, Rutke et Neuhaus (2011)
e) par l'utilisation des cinq sens	7	Yurumezoglu (2006)

Nous avons vainement recherché des contributions qui traitaient à la fois de l'observation, des sens et de la dissection mécanique. De plus, il existe un nombre limité d'écrits à propos de la dissection mécanique réalisée par des élèves du secondaire, comme

nous pouvons le constater dans le tableau 1. Ce sont surtout des exemples d'activités ou des guides pour les enseignants. Par ailleurs, une multitude de contributions porte sur l'observation. En effet, plusieurs textes s'intéressent à l'observation comme méthode de collecte de données. Par contre, peu d'écrits explicite l'observation comme une démarche réalisée par l'élève.

2.2 La dissection mécanique

Parmi les textes constituant le corpus, quatorze contributions traitent de la dissection mécanique. En fait, la majorité de ces textes abordent plus largement la démarche de rétro-conception (*reverse engineering*), dont la dissection mécanique est l'une des étapes⁵. Trois textes soulignent son utilisation dans l'industrie, alors que cinq autres présentent son enseignement dans les écoles supérieures d'ingénierie. Six écrits ont pour sujet la dissection mécanique dans les écoles secondaires. Par contre, et comme nous l'avons mentionné précédemment, il s'agit surtout des exemples d'activités ou des recueils de conseils s'adressant à l'enseignant. Aucun des textes répertoriés ne traite de la façon dont les élèves du secondaire réalisent la dissection mécanique.

2.2.1 La dissection mécanique dans l'industrie

La dissection mécanique dans l'industrie est un sujet bien documenté. Les contributions les plus importantes pour notre mémoire sont celles qui définissent les concepts

⁵ Il en sera question au chapitre 3.

liés de près à la dissection mécanique. Trois textes nous ont permis d'accéder à différentes définitions. La taxonomie⁶ du « *reverse engineering* » rédigée par Chikofsky et Cross (1990) se situe hors de la période que nous avons ciblée. Par contre, elle nous semblait particulièrement pertinente puisqu'elle demeure une source de définitions importante. À plusieurs reprises, lors de la recension des écrits, nous avons constaté que des auteurs utilisent les définitions issues de cette taxonomie. Ce texte présente entre autres une définition de la rétro-conception dont il sera question dans le cadre théorique. Les deux autres textes de cette section sont aussi des sources importantes de définitions à propos du domaine de l'ingénierie (Eilam et Chikofsky, 2005; Samuelson et Scotchmer, 2002).

2.2.2 La dissection mécanique dans les écoles supérieures d'ingénierie

Cinq textes à propos de l'enseignement de la dissection mécanique dans les écoles supérieures d'ingénierie ont été retenus. La contribution ayant le plus attiré notre attention est la thèse de Dalrymple (2009), étudiant de l'Université de Purdue dans l'Indiana. Cette recherche tente de déterminer l'influence d'une activité de type DAA (les deux premières parties de cette activité correspondent à la dissection mécanique) sur la motivation et le transfert des apprentissages chez de futurs ingénieurs. Pour ce faire, le chercheur compare le DAA avec deux autres activités considérées comme plus traditionnelles, soit la lecture à propos du fonctionnement d'un objet et une analyse guidée étape par étape. Ainsi, 290

⁶ Par taxonomie, on entend la classification d'éléments. Dans ce cas-ci, il est question de classification et d'éléments relativement au « *reverse engineering* ».

étudiants universitaires en ingénierie ont participé à cette étude. Ils ont analysé un appareil photo. Les résultats portent à croire qu'une activité de type DAA favorise la motivation ainsi que le transfert des apprentissages. En outre, l'auteur définit directement l'expression dissection mécanique : « Le terme, dissection mécanique, a été utilisé en référence au processus de désassemblage d'un objet afin de comprendre comment il fonctionne et comment il est assemblé » [traduction libre] (Dalrymple, 2009, p. 9). Nous avons constaté, dans notre recension des écrits, que les définitions de cette expression sont rares : dans plusieurs cas, les auteurs définissent plus largement le « *reverse engineering* », dont la dissection mécanique est présentée comme une étape.

2.2.3 La dissection mécanique au secondaire

Six contributions ont été retenues dans cette section. Les écrits à propos de la dissection mécanique réalisée par des élèves du secondaire sont plutôt rares. De plus, ils présentent surtout des idées d'activité ou bien des guides pour les enseignants.

Le texte ayant retenu le plus notre attention est un article professionnel rédigé par Doucet *et al.* (2007b). Celui-ci nous a permis de réaliser l'importance de la dissection mécanique dans le système scolaire québécois. Cet article aborde les étapes de la démarche de rétro-conception et la dissection mécanique. De plus, des considérations pour l'enseignant dans le choix d'un produit à disséquer (sécurité, difficulté, intérêt) sont explicitées. En outre, on y retrouve un tableau présentant plusieurs exemples d'objets à disséquer en classe au secondaire.

2.3 L'observation

Plusieurs textes à propos de l'observation ont été recensés. Certains l'abordent de façon plus théorique, alors que d'autres étudient comment des élèves de différents groupes d'âge réalisent l'observation. Les contributions au regard de l'observation qui semblent les plus pertinentes dans le cadre de ce mémoire sont présentées ci-dessous.

2.3.1 L'observation abordée de façon théorique

Dans cette section, nous avons recueilli sept textes, issus d'auteurs cités à plusieurs reprises comme Claude Bernard (1996) et Gérard Fourez. Les deux ouvrages qui ont le plus retenu notre attention proviennent du même auteur, soit Fourez. La vision constructiviste qu'il a de l'observation s'accorde bien avec la nôtre. L'un des deux ouvrages (Fourez, 1988) se trouve hors de notre période ciblée, mais il est considéré comme un texte fondateur, en ce sens qu'il est cité encore aujourd'hui.

Fourez (1988) aborde l'observation de façon théorique dans deux de ses livres selon une vision constructiviste. De son point de vue, « l'observation n'est pas purement passive : il s'agit plutôt d'une certaine organisation de la vision » (p. 31). De plus, il souligne que dans notre culture, les observations visuelles sont souvent considérées comme plus valables que celles réalisées par les autres sens. Cela expliquerait l'existence de termes moins précis pour définir nos sensations issues des autres sens que la vue

(Fourez, 1988). Par ailleurs, observer c'est décrire à soi-même ou aux autres ce que nous percevons (Fourez, Englebert-Lecomte et Mathy, 1997).

2.3.2 L'observation réalisée par des élèves du secondaire

L'observation chez des élèves du secondaire semble, selon notre recension des écrits, avoir été peu abordée par les chercheurs en didactique. En effet, nous avons répertorié seulement deux textes que nous avons classés dans cette catégorie.

Le premier texte, écrit par Haslam et Gunstone (1998), aborde l'influence qu'un enseignant peut exercer sur les élèves lorsqu'ils réalisent des observations. Cette recherche a été menée auprès de trois enseignants de sciences de 10^e année en Australie et leurs élèves. Les données ont été recueillies par l'entremise de questionnaires écrits, d'entretiens et de l'enregistrement audio-vidéo de la classe. Les résultats montrent que plusieurs élèves croient qu'observer est un processus dirigé par l'enseignant. De plus, près de 95 % des élèves pensent que les observations qu'ils réalisent sont influencées par la taille du groupe avec lequel ils travaillent. Il en va de même pour les trois enseignants. Deux de ces derniers spécifient qu'observer nécessite une entrée sensorielle.

Pour sa part, le texte Kohlhauf, Rutke et Neuhaus (2011) présente une recherche qui détermine si les connaissances antérieures, les habiletés langagières et l'intérêt pour le sujet ou l'objet observé influencent l'observation réalisée par le jeune enfant,

l'adolescent ou l'adulte. La méthodologie employée dans cette recherche a retenu notre attention. En effet, la façon dont les élèves observent est consignée sur un enregistrement audio-vidéo. Les 100 participants, âgés de 4 à 29 ans, ont observé trois animaux vivants. Ils devaient, en plus de remplir trois questionnaires, verbaliser leurs observations. Finalement, outre la méthodologie, nous retenons que seules les connaissances antérieures des élèves ont influencé l'observation.

2.3.3 L'observation réalisée par des jeunes enfants/élèves du primaire

Cette section contient quatre textes. Tout au long de notre recension des écrits, nous avons pu réaliser que les recherches dans cette catégorie d'âge sont plus nombreuses que celles traitant d'élèves du niveau secondaire. Par contre, la quantité reste limitée.

La recherche de Johnston (2009) a été effectuée auprès de 56 élèves âgés de 4 à 11 ans. Les participants ont été placés en groupe de huit et ils ont été mis en contact avec différents jouets. Les élèves ont dû décrire des objets en plus de les classer dans différentes catégories. Le tout a été consigné sur des enregistrements audio-vidéo. Les résultats évoquent que plus l'enfant était âgé, plus le compte rendu oral de l'observation réalisé était détaillé. De plus, « dans cette recherche, il semble que lors de l'observation initiale, les jeunes enfants utilisent autant le toucher et l'ouïe que la vue » [traduction libre] (Johnston, 2009, p. 2522) Finalement, l'interaction sociale est l'un des facteurs qui influencent l'observation.

Par ailleurs, le texte d'Eberbach et Crowley (2009) nous a semblé pertinent pour ce mémoire. Il a été retenu puisqu'il présente une classification des types d'observation. Selon cet auteur, il existe trois niveaux d'observation, soit débutant, intermédiaire et expert. De plus, on y retrouve des définitions de l'observation.

2.3.4 L'observation réalisée par des étudiants universitaires en enseignement

Cette section contient seulement deux textes. Il est certain que la population de ces recherches s'éloigne de celle de ce mémoire, mais il n'en demeure pas moins que les étudiants en enseignement sont les enseignants de demain. De plus, les thèmes traités dans ces deux contributions se rapprochent grandement de celui de cette étude.

Le texte qui a le plus attiré notre attention est celui d'Oguz-Unver et Yurumezoglu (2009). La recherche a été réalisée auprès de 33 étudiants en enseignement au primaire de la région méditerranéenne de Turquie. Les auteurs ont étudié différents aspects de l'observation, comme les sens utilisés et les différentes questions formulées par les étudiants leur permettant de réaliser leurs observations. Les résultats témoignent de l'utilisation, par les étudiants, de tous leurs sens sauf l'ouïe et le goût (ceux-ci ne se prêtaient pas à l'activité). La vue est le sens qui a été le plus utilisé selon les observations réalisées par les chercheurs. De plus, une majorité d'étudiants a fait appel à son odorat.

Finalement, les auteurs soulignent la pertinence de réaliser une étude similaire avec un échantillon plus grand, mais surtout pour d'autres groupes d'âge.

2.3.5 L'observation réalisée grâce aux sens

Un total de huit textes a été répertorié et lu par rapport à ce sujet. Notons que chacune des contributions se retrouvant dans cette section se classe aussi dans l'une ou l'autre des autres catégories présentées précédemment. En effet, nous n'avons pas trouvé, lors de notre recension, de textes portant exclusivement sur les sens. Ce sont seulement des passages issus d'écrits à propos de l'observation qui abordent les sens. De plus, aucune recherche traitant des sens chez les élèves du secondaire n'a pu être répertoriée. Le tableau 2 présente les principales constatations que nous avons dégagées au cours de nos lectures au sujet des sens. Certains textes s'y retrouvent plus d'une fois. Par exemple, la recherche réalisée par Oguz-Unver et Yurumezoglu (2009) est associée à deux des trois éléments du tableau.

Tableau 2
Les constatations recueillies à propos des sens

Éléments	Références
La vue est considérée comme le sens le plus utilisé lors de situations d'observation.	Fourez (1988), Oguz-Unver et Yurumezoglu (2009)
L'observation peut être réalisée avec l'aide des cinq sens (le goût, l'odorat, l'ouïe, le toucher et la vue).	Eberbach et Crowley (2009), Fourez (1988), Haury (2002), Johnston (2009a, 2009b), Oguz-Unver et Yurumezoglu (2009), Yurumezoglu (2006)
Les sens sont des instruments de collecte de données.	Haury (2002), Hodson (1996), Yurumezoglu (2006)

2.4 Le problème de recherche

Notre recherche se situe à l'intersection de la dissection mécanique et de la démarche d'observation. En fait, lors de la dissection mécanique, l'élève doit observer l'objet qui est devant lui à l'aide de ses sens pour identifier ses principales composantes et leurs fonctions.

L'importance de la démarche d'analyse technologique⁷ ou bien de la dissection mécanique dans le programme scolaire québécois semble plutôt claire. Or, il n'existe aucune recherche qui, à notre connaissance, documente les manières dont des élèves du

⁷ La dissection mécanique s'insère dans la démarche d'analyse technologique présentée dans le PFEQ.

secondaire opérationnalisent cette démarche. Pourtant, elle fait partie de la formation technoscientifique au deuxième cycle du secondaire (MELS, 2007a, 2007b). Les écrits au sujet de la dissection mécanique réalisée par des élèves du secondaire se limitent à un énoncé de conseils pour les enseignants ou des exemples d'activités.

S'il n'existe, à notre connaissance, aucune recherche documentant les manières dont les jeunes du secondaire opérationnalisent la démarche d'analyse technologique/dissection mécanique, il n'en existe pas non plus qui documente l'utilisation des sens par des élèves lors de situations d'observation en technologie au secondaire. Nous savons toutefois que dans des situations d'observation en sciences, les élèves peuvent utiliser tous les sens (Eberbach et Crowley, 2009; Fourez, 1988; Haury, 2002; Johnston, 2009a, 2009b; Oguz-Unver et Yurumezoglu, 2009; Yurumezoglu, 2006), mais qu'ils font surtout appel à la vue (Fourez, 1988; Oguz-Unver et Yurumezoglu, 2009). Par contre, nous ne savons pas ce qui en est en technologie.

Les questions de recherche auxquelles nous souhaitons apporter des éléments de réponse sont les suivantes :

- 1) De quelle façon des élèves du secondaire en sciences et technologie procèdent-ils lorsqu'ils réalisent une dissection mécanique?

- 2) Quels sont les sens utilisés par des élèves du secondaire en sciences et technologie lors d'une situation d'observation et, plus précisément, au cours d'une dissection mécanique?

Chapitre 3

Cadre de référence

Dans ce chapitre, nous présentons les principaux concepts retenus pour notre étude. En premier lieu, nous traitons de la dissection mécanique et de concepts s'y rattachant : l'analyse technologique telle qu'énoncée par le MELS et la démarche de rétro-conception. Ensuite, l'observation et l'utilisation des sens dans l'observation sont détaillées. Finalement, il sera question du constructivisme/socioconstructivisme comme posture épistémologique.

3.1 La dissection mécanique

La dissection mécanique est l'un des deux principaux concepts de cette recherche. Afin de bien saisir sa signification, il importe de définir trois autres concepts apparentés : l'analyse technologique, la démarche de rétro-conception et la démarche de reconception.

3.1.1 L'analyse technologique

L'analyse technologique est une expression que l'on peut retrouver dans le PFEQ. On y invite les élèves du deuxième cycle du secondaire en S&T à s'approprier sept types de démarches scientifiques ou technologiques. La démarche technologique d'analyse⁸ en fait partie. Le PFEQ la définit comme suit :

L'analyse d'un objet technique ou d'un système technologique implique la reconnaissance de sa fonction globale, de façon à cerner le besoin auquel il répond. L'examen des diverses composantes d'un objet ou d'un système

⁸ Le PFEQ utilise l'expression « démarche technologique d'analyse » alors que dans d'autres écrits, on emploie l'expression « démarche d'analyse technologique ». Dans le cadre de ce mémoire, c'est cette dernière qui sera privilégiée.

s'avère également nécessaire pour déterminer leurs fonctions respectives.
(MELS, 2007a, p. 44)

Cette définition laisse une grande marge de manœuvre aux enseignants. En effet, elle ne définit pas clairement les actions de l'élève lors de l'analyse technologique; elle insiste plutôt sur l'idée selon laquelle l'élève doit analyser un objet technique. Toute activité qui demande à l'élève d'analyser un tel objet lui permet de s'approprier cette démarche. En fait, tant la rétro-conception, la reconception que la dissection mécanique s'insèrent dans la démarche d'analyse technologique, puisque toutes les trois nécessitent l'analyse d'un objet.

3.1.2 La rétro-conception

La définition de la démarche de rétro-conception (*reverse engineering*) a évolué dans le temps. Au départ, seuls les objets concrets étaient admis dans cette définition, alors que nous considérons désormais que tout ce qui est réalisé par l'humain (p. ex. des logiciels) peut être analysé. Chikofsky a participé à l'élaboration de deux définitions de cette expression en 1990 et en 2005. Ce qui les distingue est que seule la définition de 1990 inclut l'idée de créer une représentation de l'objet en fin de processus. La rétro-conception, selon Chikofsky et Cross (1990), prend son origine dans l'analyse d'objets concrets : « La démarche de rétro-conception est un procédé d'analyse d'un système pour identifier les composantes, leurs interrelations et créer une représentation du système dans une autre forme ou de façon plus abstraite » [traduction libre] (1990, p. 15). Eilam et

Chikofsky (2005) définissent aussi ce concept : « La rétro-conception est le procédé d'extraction de connaissances ou de plans de design de tout ce qui a été créé par l'être humain » [traduction libre] (p. 3). Nous constatons que la démarche de rétro-conception peut s'appliquer dans différents contextes. Par ailleurs, la définition d'Eilam et Chikofsky est très large, puisqu'elle ne détaille pas les étapes et n'inclut donc pas la création d'une représentation. Dans un même ordre d'idée, Doucet et ses collaborateurs (2007b) ont défini brièvement la démarche de rétro-conception et n'y incluent pas l'étape de la création d'une représentation : « La rétro-conception (ou "reverse engineering") est une technique qui consiste à étudier un objet existant pour en déterminer le fonctionnement » (p. 1). Finalement, la définition de la démarche de rétro-conception de Younis et Tutunji (2012) est retenue pour ce mémoire : « La démarche de rétro-conception est un processus qui demande de démonter et d'analyser un système afin d'identifier ses composantes et leurs interrelations. La rétro-conception est aussi utilisée pour créer une représentation d'un système à un haut niveau d'abstraction. » [traduction libre] (p. 1) Ce choix se justifie par le fait que cette définition est plus précise que les précédentes et qu'elle aborde l'étape de la création d'une représentation, tout comme Chikofsky et Cross (1990). C'est la création d'une représentation en fin de processus qui distingue cette étape des autres démarches exposées dans ce mémoire. La figure 1 présente les étapes, de manière simplifiée, de la démarche de rétro-conception.

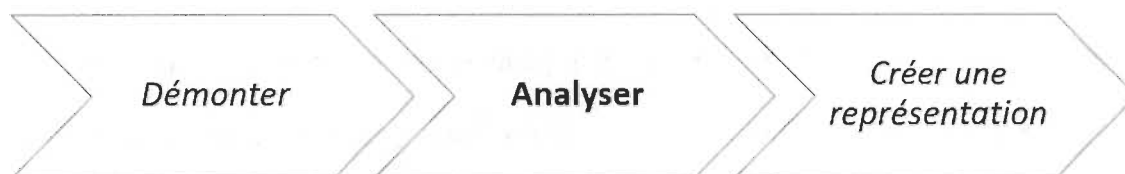


Figure 1. L'illustration des étapes de la démarche de rétro-conception.⁹

3.1.3 La reconception

La reconception ou « *reengineering* » pourrait être considérée comme une suite incluant la démarche d'analyse technologique et la démarche de conception. Elle s'inscrit dans la dernière composante de la compétence 2 en ATS : « Contrôler l'état de fonctionnement de l'objet technique ou du système technologique à l'étude » (MELS, 2007a, p. 19). Par exemple, Chikofsky et Cross (1990) mentionnent que « la reconception inclut généralement une rétro-conception suivie d'une conception ou d'une restructuration de l'objet » [traduction libre] (p. 15). Pour Younis et Tutunji (2012), la reconception utilise autant la rétro-conception que la conception. Par ailleurs, les auteurs ne mentionnent pas la création d'une représentation, celle-ci est remplacée par la conception du nouvel objet (Chikofsky et Cross, 1990; Younis et Tutunji, 2012). La figure 2 présente les étapes de la démarche de reconception.

⁹ Les étapes en gras sont présentes dans toutes les définitions, alors que celles en italics sont citées dans quelques définitions.



Figure 2. L'illustration des étapes de la démarche de reconception.

3.1.4 La dissection mécanique

Les définitions données par les auteurs sont très similaires. Prenons d'abord celle de Younis et Tutunji (2012) : « La dissection mécanique est un processus de désassemblage et d'analyse dans le but d'identifier les composantes et leurs interrelations » [traduction libre] (p. 1). La définition de Doucet *et al.* (2007b) mentionne aussi l'idée de démonter et d'analyser l'objet : « Elle consiste à démonter un produit afin de voir comment il fonctionne et à quoi sert chacune des composantes » (p. 3). Il en va de même pour Dalrymple (2009), qui propose une définition semblable à celle de Younis et Tutunji (2012) ainsi qu'à celle de Doucet *et al.* (2007b) : « Le terme dissection mécanique est utilisé pour faire référence au procédé de désassemblage d'un objet afin de comprendre comment il fonctionne et comment il est assemblé » [traduction libre] (p. 23). La définition présentée par Doucet et ses collaborateurs laisse percevoir les étapes de la dissection mécanique. C'est pourquoi nous retiendrons cette définition dans le cadre de notre mémoire. Bien qu'elle semble linéaire, nous considérons que la dissection mécanique constitue une démarche itérative.

Outre les étapes de la dissection mécanique susmentionnées (démontage et analyse), Darymple (2009) présente la possibilité que l'objet soit remonté par la suite. Dans ce cas-ci, il ne s'agit pas de modifier ou d'améliorer l'objet, mais simplement de le remonter. À notre connaissance, Darymple (2009) est le seul auteur qui mentionne la possibilité de remonter l'objet. Il précise qu'une activité comprenant le remontage de l'objet est de type DAA. La figure 3 présente les étapes de la dissection mécanique que nous considérons dans ce mémoire. Nous admettons la possibilité, comme Darymple (2009), que les étapes de démontage et d'analyse soient suivies par un remontage de l'objet. Ces étapes ne sont pas nécessairement linéaires, elles peuvent être itératives. Tout dépend de la démarche utilisée.



Figure 3. L'illustration des étapes de la dissection mécanique.

3.1.5 La figure récapitulative

Afin de mieux cerner la différence entre l'analyse technologique, la rétro-conception, la reconception et la dissection mécanique, nous avons créé une figure récapitulative. Comme nous le constatons à la figure 4, l'analyse est la seule étape commune de la rétro-conception, la reconception et la dissection mécanique. Le démontage étant en

italique pour certains, cette étape n'est pas toujours réalisée. C'est pourquoi nous considérons que ces trois démarches sont des démarches d'analyse technologique : elles incluent toutes l'analyse de l'objet. Par ailleurs, nous constatons que seule la dernière étape est réellement différente pour ces trois démarches. En ce qui concerne la dissection mécanique, nous soulignons que c'est la seule démarche qui oblige à démonter l'objet.

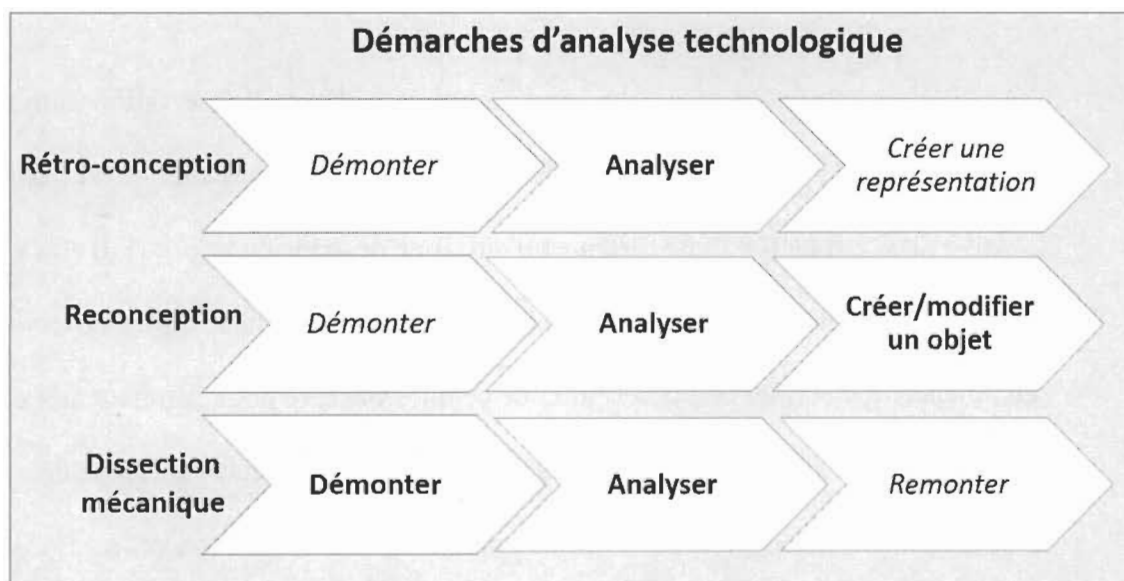


Figure 4. Les étapes des démarches de rétro-conception, de reconception et de dissection mécanique.¹⁰

3.2 L'observation et les sens

Une certaine discordance existe en ce qui a trait à la définition de l'observation. D'un côté, il y a les auteurs qui considèrent l'observation comme un processus passif. C'est le cas de Bernard (1966) : « L'observateur doit être le photographe des phénomènes,

¹⁰ Les étapes en gras sont présentes dans toutes les définitions, alors que celles en italique sont citées seulement dans quelques définitions.

son observation doit représenter exactement la nature. Il faut observer sans idée préconçue; l'esprit de l'observateur doit être passif, c'est-à-dire se taire; il écoute la nature et écrit sous sa dictée. » (p. 29) L'observation passive suggère une certaine objectivité, la constatation exacte des faits. Dans ce cas-ci, tout observateur, peu importe qui il est, devrait observer la même chose qu'un autre.

D'un autre côté, il y a les auteurs qui considèrent l'observation comme active (Fourez *et al.*, 1997). C'est le cas de Fourez (1988) : « l'observation n'est pas purement passive : il s'agit plutôt d'une certaine organisation de la vision » (p. 31). Il en va de même pour Ahtee, Juuti, Lavonen et Suomela (2011), qui soulignent qu'un observateur doit commencer par former une description de ce qu'il observe pour ensuite tenter de trouver des liens et les expliquer. L'observateur doit alors être actif et organiser sa description et son explication afin d'atteindre un certain niveau de clarté et de cohérence. Dans le même ordre d'idées, le PFEQ invite les élèves du deuxième cycle du secondaire en S&T à s'approprier sept types de démarches dont l'observation fait partie.

La démarche d'observation est un processus actif qui permet d'interpréter des faits selon des critères déterminés par l'observateur ainsi que par ce qui fait consensus dans un cadre disciplinaire donné. [...] Par sa manière d'interpréter et d'organiser les informations, l'observateur fait une relecture du monde physique en tenant compte de ses présupposés et des schémas conceptuels qui font partie intégrante de la grille qu'il applique aux faits observés. (MELS, 2007a, p. 43)

Ainsi, le PFEQ définit la démarche d'observation comme un processus actif. En effet, l'observateur ne fait pas que constater des faits, il les interprète. Finalement, dans

un autre de ses ouvrages, Fourez et ses collaborateurs (1997) définissent plus en détail la démarche d'observation : « Faire une observation — observer —, c'est se construire un modèle (une représentation, une interprétation) de ce que l'on observe, ou c'est mobiliser un modèle existant et qui fait consensus » (p. 122). C'est cette définition qui est retenue pour ce mémoire. Elle présente un processus actif, qui s'accorde avec la définition de l'observation qui figure dans le PFEQ. De plus, la possibilité que l'élève construise sa propre représentation est évoquée.

L'opérationnalisation de la démarche d'observation oblige l'élève à avoir recours à ses sens. En effet, cette démarche constitue un processus de collecte de données dont les instruments sont les sens (Haury, 2002; Hodson, 1996; Yurumezoglu, 2006). En fait, dans une situation d'observation, l'apprenant peut être amené à utiliser tous ses sens (Eberbach et Crowley, 2009; Haury, 2002; Yurumezoglu, 2006). Par contre, la vue est parfois considérée comme le sens le plus utilisé lors d'une observation (Fourez, 1988; Oguz-Unver et Yurumezoglu, 2009). Dans ce mémoire, les sens seront abordés en faisant référence aux cinq sens : le goût, l'odorat, l'ouïe, le toucher et la vue. Le Larousse médical définit les sens comme des « fonctions physiologiques en relation avec le monde extérieur » (Wainsten et Morin, 2012). Bref, nous considérons l'observation comme un processus actif qui se réalise à l'aide des sens.

3.3 Une posture épistémologique constructiviste/socioconstructiviste

Ce mémoire repose sur une posture épistémologique de type constructiviste/socioconstructiviste. En effet, tout comme Fourez *et al.* (1997), nous considérons la démarche d'observation comme un processus actif, ce qui peut être associé à cette posture épistémologique. Elle s'éloigne du positivisme empiriste puisque nous n'admettons pas la possibilité d'un contact direct avec le réel, nous ne croyons ni en l'existence d'une seule vérité, ni en la possibilité que les sciences puissent être objectives et neutres.

Notre posture est constructiviste parce qu'elle considère que chacun se construit ses propres représentations du monde (Fourez et Larochelle, 2009). Nous sommes d'avis qu'elles dépendent du contexte et du projet dans lequel elles s'inscrivent. Notre posture est même socioconstructiviste parce que nous considérons que « les savoirs sont le résultat d'une recherche collective » (Fourez et Larochelle, 2009, p. 17). Bien que chacun possède sa propre représentation d'un objet ou d'un phénomène, nous croyons en l'importance de la standardisation des savoirs. Selon ces auteurs, ce processus n'est pas purement rationnel, il est fait selon une logique sociale (Fourez *et al.*, 1997). Ces savoirs standardisés sont des réponses collectives à des questions marquées par un lieu, un temps et une situation (Fourez et Larochelle, 2009). Ils ne sont pas considérés comme absolus, leur validité dépend des contextes (Fourez *et al.*, 1997). Par ailleurs, les savoirs standardisés permettent de faciliter la communication (Fourez *et al.*, 1997; Fourez et Larochelle, 2009).

Étant donné que nous n'avons pu trouver de recherches portant sur l'opérationnalisation de la dissection mécanique ainsi que sur l'utilisation des sens lors de la démarche d'observation en technologie par des élèves du secondaire en S&T, notre démarche de recherche poursuit les objectifs suivants :

- 1) Décrire de quelles façons les élèves du secondaire en sciences et technologie procèdent lorsqu'ils réalisent une dissection mécanique.
- 2) Décrire de quelles façons les élèves du secondaire en sciences et technologie utilisent leur sens lors de situations d'observation, et plus précisément pendant une dissection mécanique.

Chapitre 4

Méthodologie

Dans ce chapitre, nous présentons les orientations méthodologiques et analytiques de notre recherche. En premier lieu, nous explicitons le type de devis employé. En deuxième lieu, nous abordons le processus de recrutement des 12 participants. En troisième lieu, nous détaillons la collecte de données (enregistrements audio-vidéo d'une dissection mécanique et entrevues individuelles semi-dirigées). Finalement, nous présentons le type d'analyse effectué, soit l'analyse à l'aide des catégories conceptualisantes (Paillé et Mucchielli, 2016).

4.1 Le devis de recherche

Selon Savoie-Zajc (2011), la recherche qualitative en éducation trouve sa pertinence dans « l'accessibilité des résultats et des connaissances produits par la recherche et du caractère essentiel de l'interactivité » (p. 125) et elle tente de mieux comprendre la vie quotidienne. Elle suppose d'avoir, avec les participants de la recherche, un contact personnel (Paillé et Mucchielli, 2016). La façon dont les élèves en S&T procèdent lorsqu'ils réalisent une dissection mécanique ainsi que les sens qu'ils utilisent lors de l'observation sont des domaines peu ou pas étudiés. C'est pour cette raison que nous avons conçu une étude exploratoire de nature qualitative descriptive visant l'atteinte des objectifs mentionnés au chapitre 3¹¹. Ce type de recherche vise « la description et l'explication

¹¹ Décrire de quelles façons les élèves du secondaire en sciences et technologie procèdent lorsqu'ils réalisent une dissection mécanique, et Décrire de quelles façons les élèves du secondaire en sciences et technologie utilisent leur sens lors de situations d'observation, et plus précisément pendant une dissection mécanique.

de phénomènes d'enseignement et d'apprentissage » (Thouin, 2017, p. 111). Selon cet auteur, les explications provenant de ce type de recherche constituent bien sûr des modèles provisoires.

4.2 Le recrutement des participants

Nous souhaitons recruter douze participants afin d'obtenir une certaine masse critique, tout en conservant une charge de travail réaliste dans le cadre d'un mémoire. Le nombre de participants devait absolument être pair afin de permettre le travail en équipe de deux durant la dissection mécanique. Les participants de cette étude sont des élèves en 4^e secondaire en ATS. Un échantillonnage de type non probabiliste, par choix raisonné, a été effectué afin « d'obtenir un échantillon qui représente bien le phénomène à l'étude dans un contexte particulier » (Fortin et Gagnon, 2016, p. 264). Les participants sont issus de la région de la Mauricie, pour des raisons de proximité avec notre université d'attache.

Dans un premier temps, nous avons sollicité, par courriel, la participation de différentes écoles de la Commission scolaire de l'Énergie. Ces courriels ont été envoyés directement aux directions des écoles visées. L'école secondaire du Rocher a répondu favorablement à notre demande. La direction de l'établissement nous a alors autorisés à réaliser la recherche dans les murs de son établissement. Comme les participants visés par la présente étude sont des élèves de 4^e secondaire, la directrice nous a fourni l'adresse courriel des deux enseignants responsables de ce niveau scolaire en S&T.

Dans un deuxième temps, une communication par courriel avec les deux enseignants suggérés par la directrice a été effectuée. L'un d'entre eux a répondu à notre courriel et nous a invités à le rencontrer. Nous avons alors convenu d'un moment de rencontre afin que nous puissions lui expliquer le projet. Lors de la rencontre, nous avons décidé du moment propice pour la présentation de la recherche aux élèves.

Dans un troisième temps, nous avons présenté le projet aux élèves au début de l'un de leurs cours du profil ATS. La présentation, d'une durée d'environ 20 minutes, permettait d'expliquer le projet aux élèves, de répondre à toutes leurs questions et de distribuer les formulaires de consentement aux intéressés. Les formulaires de consentement et ceux de consentement substitué¹² devaient être rapportés à l'enseignant dans les jours suivant la rencontre.

Au total, ce sont finalement douze élèves de 4^e secondaire qui ont participé au projet de recherche au cours de l'automne 2016. Ces élèves suivaient le profil ATS au moment de la réalisation du volet empirique de la recherche. Ils ont tous le même enseignant et sont dispersés sur deux groupes classes, six élèves dans un groupe et six dans l'autre. Sur ces douze élèves, sept sont des filles et cinq des garçons. Leur participation au

¹² Formulaire de consentement signé par les parents ou tuteurs des participants d'âge mineur.

projet de recherche s'effectuait durant les heures de cours. L'enseignant s'occupait alors des autres élèves du groupe.

4.3 La collecte de données

La collecte de données s'est déroulée à l'automne 2016. Elle a été précédée par la demande d'un certificat éthique (CER-16-227-07.07) (voir Appendice 4). La collecte a été réalisée en deux étapes. La première consiste en une activité de dissection mécanique en équipe de deux personnes. Cette étape a fait l'objet d'un enregistrement audio-vidéo. La deuxième étape, soit l'entrevue individuelle semi-dirigée, a été pour sa part consignée sur un enregistrement audio. Quelques jours ont séparé la première et la deuxième collecte, puisque les questions de l'entrevue semi-dirigée ont été rédigées à la suite de l'analyse sommaire des enregistrements audio-vidéo. Le délai ne devait pas dépasser quelques jours afin que l'activité soit fraîche dans la mémoire des participants. Dans ce qui suit, nous explicitons les outils de collecte de données, soit l'enregistrement audio-vidéo et l'entrevue individuelle semi-dirigée.

4.3.1 L'enregistrement audio-vidéo de la dissection mécanique

Afin de pouvoir observer la façon dont les élèves effectuent une dissection mécanique ainsi que les sens qu'ils utilisent lors de cette dissection, nous avons réalisé un enregistrement audio-vidéo d'une activité de dissection mécanique. Un mode de collecte de données similaires a été utilisé dans une recherche portant sur l'observation (Kohlhauf

et al., 2011). Dans ce cas, la façon dont les élèves observent trois animaux vivants a été consignée sur un enregistrement audio-vidéo. Les chercheurs ont justifié ce choix en précisant qu'il leur serait ainsi possible de coder, d'analyser et d'interpréter les interventions des participants après la collecte de données (Kohlhauf *et al.*, 2011), sans quoi ils auraient dû faire l'analyse en même temps.

Pour l'activité de dissection mécanique, les élèves ont été placés en équipe de deux afin de les amener à interagir. Ces interactions ont été utiles pour l'analyse. De plus, les interactions entre les élèves nous ont donné des informations sur la manière dont ils procèdent lorsqu'ils réalisent une dissection mécanique et sur les sens qu'ils emploient lors de l'observation de l'objet. Par exemple, un élève a mentionné à un autre : *Regarde ici!*, ce qui est un signe qu'il a utilisé la vue. Un autre élève a pu indiquer à un autre d'appuyer sur le bouton. Ceci nous indique qu'ils ont volontairement mis en marche l'objet. Comme douze élèves ont participé à la recherche, ce sont six enregistrements audio-vidéo qui ont été produits.

Notre choix de l'objet à disséquer s'est arrêté sur un diffuseur de fragrances automatique. Deux raisons motivent ce choix. D'une part, les systèmes (transmission du mouvement, transformation du mouvement, alimentation, etc.) et composantes de cet objet (moteur, roues dentées, piles, etc.) sont des concepts que les élèves de 4^e secondaire voient dans le cadre de leurs cours de S&T. Autrement dit, la dissection de cet objet est

adaptée au niveau des élèves. D'autre part, cet objet permet de stimuler quatre des cinq sens. En effet, il est possible d'observer le diffuseur de fragrances automatique tant à l'aide de la vue, du toucher, de l'ouïe que de l'odorat. En laboratoire de S&T, il est généralement interdit aux élèves de goûter pour des questions de santé et sécurité. Par exemple, Thouin (2009) suggère aux enseignants de mentionner aux élèves de ne jamais goûter, à moins d'avoir eu une consigne à cet effet. Conséquemment, cet objet ne sollicite pas le goût.

L'activité de dissection a eu lieu durant les heures de cours dans un local réservé exclusivement à la collecte de données. Les équipes ont réalisé une à une l'activité afin d'obtenir une qualité de son et d'image optimale. Le temps consacré à l'activité par chacune des équipes a varié entre cinq et onze minutes. Nous n'avons imposé aucune limite de temps. Afin de réaliser l'activité, les participants avaient à leur disposition le diffuseur de fragrances automatique et un ensemble de tournevis. Ils devaient ainsi répondre à une question : « Comment fonctionne le diffuseur de fragrances automatique? » Lorsque les participants indiquaient avoir terminé, nous leur transmettions d'autres indications : « Maintenant que vous avez trouvé le fonctionnement du diffuseur de fragrances automatique, décrivez oralement, à l'aide du langage utilisé en sciences et technologie, son fonctionnement. » Ces dernières indications avaient pour objectif de permettre aux participants de s'exprimer au sujet de ce qu'ils ont compris. Les consignes fournies aux participants se retrouvent à l'Appendice 2. Une fois l'activité terminée, les

participants étaient invités à retourner en classe et à ne pas discuter avec les autres de ce qu'ils venaient de faire.

4.3.2 L'entrevue semi-dirigée

Afin d'arriver à mieux comprendre la façon dont les élèves effectuent la dissection mécanique ainsi que les raisons pour lesquelles ils ont choisi de réaliser l'activité de telle ou telle façon, le recours à une entrevue semi-dirigée est nécessaire. En plus d'une meilleure compréhension de la démarche qu'ils ont utilisée, l'entrevue semi-dirigée permet d'en apprendre plus quant à l'utilisation des sens par les participants.

Commençons par définir cet outil méthodologique : « L'entrevue semi-dirigée consiste en une interaction verbale animée de façon souple par le chercheur » (Savoie-Zajc, 2009, p. 340). Elle permet de saisir le point de vue, la vision et la compréhension des participants d'une expérience ou d'un objet (Baribeau et Royer, 2012). L'interaction entre le chercheur et le participant les amène à atteindre, ensemble, une compréhension riche du phénomène étudié (Savoie-Zajc, 2009).

Le choix de l'entrevue semi-dirigée comme outil de collecte de données repose sur les objectifs qui sous-tendent cette recherche. En effet, décrire la démarche utilisée par les participants lors de la dissection mécanique nécessite une certaine compréhension de leur vision de cette activité. De plus, afin d'en apprendre davantage sur leur utilisation des

sens, il est nécessaire de les inviter à formuler leur point de vue quant aux sens qu'ils ont utilisés ainsi qu'à ceux qu'ils ont trouvés les plus utiles.

Afin d'arriver à atteindre les objectifs de recherche, un canevas d'entrevue a été construit (Appendice 3). Les questions et l'ordonnancement ont été déterminés suivant les principes énoncés par Savoie-Zajc (2009). L'auteure suggère de commencer par une question générale de type descriptif suivie des questions de clarification de sens, des questions de vérification de la compréhension ou des reformulations. La question située tout en haut du canevas de l'entrevue semi-dirigé est la suivante : « De quelle façon avez-vous réalisé la dissection de l'objet (étape par étape)? » C'est une question de type descriptif, comme l'a proposée Savoie-Zajc (2009). Ensuite, des questions de vérification de la compréhension et de clarification ont été posées aux participants. En voici un exemple : « Pendant la dissection, j'ai remarqué qu'après avoir ouvert le diffuseur, vous avez décidé de remettre les piles. Peux-tu m'expliquer pourquoi vous avez procédé ainsi? ». Finalement, environ huit questions au total ont été abordées avec chacun des participants. Dans tous les cas, les questions sont liées à ce que nous avons observé sur l'enregistrement audio-vidéo. Puisque les entrevues sont individuelles, sensiblement les mêmes questions ont été posées aux deux participants d'une même équipe, mais elles sont différentes d'une équipe à l'autre.

4.4 L'analyse

Afin de faciliter l'analyse, nous avons procédé à la transcription intégrale des entrevues semi-dirigées¹³. Ce sont le compte rendu exhaustif et les enregistrements audio-vidéo qui ont été analysés. L'analyse a été réalisée en deux temps.

Premièrement, nous avons effectué une analyse descriptive du compte rendu exhaustif et des enregistrements audio-vidéo. Nous avons produit une description de la dissection mécanique ainsi que des indices de l'utilisation des sens pour chacune des six équipes de deux participants¹⁴ à l'aide des enregistrements audio-vidéo. De plus, une description des entrevues semi-dirigées pour chacun des participants a été effectuée. Pour ce faire, nous nous sommes inspirées des étapes de l'examen phénoménologique présenté par Paillé et Mucchielli (2016). Trois opérations ont été réalisées sur les matériaux d'enquête (compte rendu exhaustif et enregistrements audio-vidéo) :

- 1) Des lectures ou visionnements répétés
- 2) Une prise de notes
- 3) La rédaction d'un résumé reprenant des narrations effectuées par les participants

¹³ Nous avons procédé à la correction de la langue du compte rendu exhaustif afin d'en faciliter la lecture et la compréhension. Par contre, nous n'avons pas changé les mots en soi. Par exemple, le mot « batterie » a été conservé et n'a pas été changé pour le mot « pile ». Par contre, le mot « *pi* » a été corrigé pour « puis ».

¹⁴ Nous nommons ces équipes par des lettres [A à F] et les participants par les nombres [1 à 12].

Ensuite, deux tableaux récapitulatifs ont été conçus pour chacune des équipes. Le premier résume les étapes de la dissection mécanique et le second résume les sens utilisés par les élèves.

Deuxièmement, nous avons procédé à une analyse à l'aide des catégories conceptualisantes pour chacune des équipes (Paillé et Mucchielli, 2016). Nous avons lu le compte rendu exhaustif des entrevues semi-dirigées, visionné les enregistrements audio-vidéo et lu les descriptions présentées au chapitre 5 en se posant des questions génériques proposées par Paillé et Mucchielli (2016) : « Qu'est-ce qu'il se passe ici? De quoi s'agit-il? Je suis en face de quel phénomène? » (p. 348). Ensuite, les catégories ont été définies, et les propriétés et les conditions d'existence ont été identifiées¹⁵. Cette seconde analyse nous a permis d'obtenir trois cas de figure décrivant la façon dont les élèves procèdent lorsqu'ils réalisent une dissection mécanique. Nous avons associé un cas de figure à chaque équipe. Ces analyses ainsi que les résultats obtenus grâce à elles seront détaillés dans les deux prochains chapitres.

¹⁵ Ces trois étapes seront explicitées dans le paragraphe introductif du chapitre 6.

Chapitre 5

Analyse des enregistrements audio-vidéo et des entrevues semi-dirigées

Ce chapitre propose une analyse descriptive des enregistrements audio-vidéo et du compte rendu exhaustif des entrevues semi-dirigées. Selon Fortin et Gagnon (2016), la description permet la « détermination de la nature des phénomènes et des caractéristiques liés aux concepts et aux populations » (p. 16). Dans ce cas-ci, la description entraîne l'exploration de phénomènes relativement à la dissection mécanique et l'utilisation des sens. Dans ce chapitre, on retrouve la description des enregistrements audio-vidéo¹⁶, la description des entrevues semi-dirigées ainsi que des tableaux récapitulatifs des étapes de la dissection mécanique et de l'utilisation des sens pour chaque équipe.

5.1 L'équipe A

L'équipe A est formée de deux garçons. L'activité de dissection mécanique s'est étalée sur 10 minutes et 53 secondes. En ce qui concerne les entrevues semi-dirigées, celle du participant 1 a duré 3 minutes et 18 secondes, alors que celle du participant 2, 3 minutes et 45 secondes.

5.1.1 L'enregistrement audio-vidéo

Les participants commencent par sortir l'objet de la boîte, l'ouvrir, enlever les piles et la bouteille de parfum. Ils prennent plusieurs secondes pour observer l'objet et tenter

¹⁶ Les enregistrements audio-vidéo et les entrevues semi-dirigées sont décrits au présent de l'indicatif afin de donner au lecteur l'impression d'être sur place lors de l'activité.

de comprendre comment ils peuvent aller plus loin. Pendant ce temps, ils le manipulent et le regardent sous tous ses angles. Le boîtier extérieur de l'objet est difficile à enlever. Ils utilisent alors un tournevis pour enlever les vis. Lorsqu'ils accèdent aux pièces intérieures (engrenage, moteur, etc.), les participants enlèvent les pièces une à une et les déposent sur la table. Par la suite, le participant 2 mentionne qu'ils doivent *observer la situation*. Ceci démontre qu'il est conscient qu'il doit observer pour accomplir la tâche. Le participant 2 réalise alors qu'il y a un bouton sur le diffuseur de fragrances automatique. Il appuie à plusieurs reprises, mais rien ne se passe. En effet, les piles de l'objet ont été enlevées au tout début de la dissection. C'est alors qu'il propose (participant 2) de remettre les piles dans l'objet. Il explique : *Quand on appuie, ça ne fait rien!* Après quelques secondes, il se ravise : *Ah! Bien oui! Ça tourne!* À ce moment, le participant 2 observe le moteur tourner. Finalement, le participant 2 mentionne : *Ça ne nous avance pas*. Le participant 1 retire alors les piles. Plusieurs secondes s'écoulent avant que le participant 2 ramène l'équipe sur la tâche à accomplir : *Attends, je pense que c'est ça qu'il faut savoir [en pointant le papier où la tâche est inscrite]*. Il tente alors d'expliquer le fonctionnement de l'objet. Il y arrive de façon approximative en premier lieu. Alors, les participants commencent à remonter petit à petit l'objet en remplaçant les roues dentées. En tentant de le remonter, le participant 2 réalise que c'est difficile. Il regarde alors le participant 1 et déclare : *C'est toi qui l'avais tantôt, c'est ta faute*. Plusieurs minutes d'essais-erreurs ont été nécessaires pour que l'équipe arrive à replacer les roues dentées au bon endroit. Ils ont finalement réussi à expliquer le fonctionnement de l'objet en utilisant un langage utilisé en S&T. En

effet, ils ont abordé les concepts de roue motrice, de roue menée, de mouvement de rotation, de mouvement de translation, de pignon-crémaillère, de moteur et de piles.

Durant la dissection mécanique, le participant 1 mentionne que l'objet est lubrifié en frottant deux doigts ensemble. C'est un signe de l'utilisation du toucher. Plus tard, il appuie sur la bouteille de parfum et affirme : *Ça sent bon!*, un signe de l'utilisation de l'odorat. Ensuite, le participant 2 agite sa main devant son visage et dit : *Tu en as peut-être un peu trop mis*. On peut alors constater qu'il a, lui aussi, utilisé l'odorat. À plusieurs reprises durant l'activité, on peut entendre les participants indiquer *Regarde!* On peut donc en conclure qu'ils ont utilisé la vue. Aucun signe évident de l'utilisation de l'ouïe, outre le fait que les participants discutent ensemble, n'a pu être relevé dans l'enregistrement audio-vidéo. Pour ce qui est du goût, aucun élément ne porte à croire qu'ils ont utilisé ce sens. L'utilisation du goût n'est d'ailleurs pas attendue; le diffuseur de fragrances automatique ne le sollicite pas.¹⁷

5.1.2 Les entretiens semi-dirigés

Les entretiens des participants 1 et 2 ont été relativement courts. Malgré tout, elles contiennent des informations pertinentes à l'atteinte des objectifs de cette recherche. Tant

¹⁷ Pour les autres équipes, nous n'aborderons pas le goût, à moins qu'un membre de l'équipe précise l'avoir utilisé puisque le diffuseur de fragrances automatique ne sollicite pas ce sens de prime abord.

les interactions à propos de l'activité de dissection que celles à propos des sens seront explicitées pour chacun des membres de l'équipe.

5.1.2.1 Le participant 1

Durant son entrevue, le participant 1 mentionne qu'il a séparé les pièces. En effet, lorsque nous lui demandons d'expliquer étape par étape la dissection mécanique, son discours se tourne surtout vers l'idée de *séparer des pièces*. Il n'aborde pas, au premier abord, la compréhension du fonctionnement de l'objet. C'est en lui posant de plus amples questions que le participant mentionne qu'il était pressé de démonter l'objet et qu'il ne savait pas, au départ, qu'il devait comprendre et expliquer le fonctionnement de l'objet. Lorsque nous demandons au participant 1 si le fait de démonter l'objet entièrement pour le remonter ensuite était la meilleure façon de procéder selon lui, ce dernier explique : *Non, parce qu'on l'a peut-être monté croche, mal remonté*. Ensuite, nous lui demandons s'il réaliserait la dissection mécanique de la même façon s'il avait à recommencer. Le participant répond : *Ah non! J'aurais enlevé le couvercle et là je l'aurais fait actionner [le bouton] et puis là j'aurais vu les pièces bouger*. Le participant, après un retour réflexif, remet en question la façon dont son coéquipier et lui ont procédé lors de l'activité. Il précise qu'il procéderait différemment s'il avait à refaire l'activité.

Du côté des sens, le participant 1 indique qu'il a utilisé la vue, le toucher et, dans une moindre mesure, l'odorat (lorsqu'il actionnait le mécanisme qui vaporisait le parfum).

De plus, il stipule que la vue est le sens qui lui a été le plus utile. En effet, il mentionne : *Si j'étais aveugle, je ne serais pas capable*. Cela renforce l'idée selon laquelle la vue est le sens le plus utile, selon lui.

5.1.2.2 Le participant 2

Lorsque nous demandons au participant 2 de décrire la façon dont son coéquipier et lui ont procédé lors de la dissection mécanique, il ne fait pas mention de « séparation des pièces » comme c'est le cas pour le participant 1. En effet, il fait un résumé global de l'activité :

En premier, on a tout démonté. Après ça bien, on s'est rendu compte qu'il ne fallait pas tout démonter, on a essayé de remonter. Puis après ça... quand on a eu fini de remonter, bien on a réussi à comprendre le mécanisme en gardant les pièces importantes.

Le participant 2, tout comme le participant 1 de l'équipe A, mentionne qu'ils n'ont pas procédé de la meilleure façon pour effectuer la dissection mécanique. Il précise, entre autres, qu'il aurait dû être plus concentré sur la tâche qu'il avait à accomplir. Du plus, il ajoute qu'il n'aurait pas dû *défaire* en entier l'objet : *On aurait pu juste enlever les parties non importantes*. Il inclut, entre autres, avec les parties qu'il considère comme *non importantes*, soit la coquille extérieure de l'objet et les vis. Finalement, lorsque nous lui demandons s'il procéderait de la même façon s'il avait à refaire l'activité, il mentionne : *Je commencerais par essayer de trouver un moyen de trouver comment ça marche*. Il est clair que le participant accorderait une place importante à la planification s'il avait à refaire une

activité de ce type. En effet, il souligne qu'il procéderait différemment la prochaine fois. Il mentionne la curiosité comme une des raisons qui les a poussés à agir rapidement.

Du côté des sens, le participant 2 indique d'emblée qu'il a utilisé le toucher et la vue. Il considère aussi qu'il a utilisé l'odorat et l'ouïe dans une moins grande mesure. À la différence de son partenaire, le participant 2 mentionne que le sens qui lui a été le plus utile est le toucher.

5.1.3 Les tableaux récapitulatifs

Le tableau 3 présente les étapes de la dissection mécanique réalisées par les participants de l'équipe A. Le tableau 4 montre ensuite les sens qu'ils ont utilisés.

Tableau 3

Les étapes de la dissection mécanique réalisées par les membres de l'équipe A

1. Sortir l'objet de la boîte, l'ouvrir, enlever les piles et la bouteille de parfum.
2. Observer l'objet en le manipulant.
3. Retirer des vis.
4. Retirer toutes les pièces une à une (roues dentées, roues motrices, etc.).
5. Effectuer un rappel de la tâche à accomplir.
6. Remettre les piles en place.
7. Observer le mouvement du moteur.
8. Tenter d'expliquer le fonctionnement de l'objet une première fois.
9. Remonter l'objet.
10. Tenter d'expliquer le fonctionnement de l'objet une deuxième fois.

Tableau 4
Les sens utilisés par les membres de l'équipe A¹⁸

Sens	Participant 1	Participant 2
Goût		
Odorat	x	x
Ouïe		x
Toucher	x	X
Vue	X	x

5.2 L'équipe B

Pour les entrevues semi-dirigées de l'équipe B, l'interaction avec la participante 3 a duré 3 minutes et 50 secondes, alors qu'avec la participante 4, l'entrevue a duré 3 minutes et 45 secondes. Ce sont 6 minutes et 2 secondes qui ont été nécessaires pour réaliser l'activité de dissection mécanique.

5.2.1 L'enregistrement audio-vidéo

Les participantes commencent d'abord par sortir l'objet de la boîte et l'ouvrir. Elles retirent ensuite les vis une à une. Plus tard, elles ouvrent le boîtier. La participante 3 remarque alors qu'il y a d'autres vis à l'intérieur. En prenant le tournevis, la participante

¹⁸ Les « X » majuscules réfèrent au sens qui a été le plus utile pour le participant selon ce qu'il a dit durant l'entrevue semi-dirigée. Les « x » minuscules représentent tous les sens utilisés par les participants selon ce qu'ils ont dit durant l'entrevue semi-dirigée. Les cases en gris réfèrent aux sens dont des indices d'utilisation ont pu être relevés dans l'enregistrement audio-vidéo.

4 lui dit : *Non, mais attend là!* Cette dernière commence alors à observer l'intérieur de l'objet. Pendant ce temps, la participante 3 prend l'objet dans ses mains et actionne le bouton sans le vouloir. Elles sont alors surprises par le jet de parfum qui sort de l'objet. La participante 3 mentionne : *C'est comme ça que ça fonctionne.* La participante 3 retire ensuite les roues dentées et la plaque de plastique qui les maintient ensemble en prenant soin de ne pas les désassembler. Cette action lui permet alors d'accéder au moteur de l'objet et ensuite au circuit imprimé. Elle enlève chacun des systèmes un à un. Par la suite, les participantes replacent le circuit imprimé, le moteur et les engrenages. Elles tentent alors d'expliquer le fonctionnement en actionnant manuellement les roues dentées. Les participantes utilisent, entre autres, les termes et expressions suivants : transmission du mouvement, transformation du mouvement, engrenages, piles, moteur et contraintes. Autant la participante 3 que la participante 4 remarquent la présence de lubrifiant. On peut voir alors qu'elles frottent leurs doigts ensemble en mentionnant que c'est *gluant*. C'est un signe de l'utilisation du toucher. Un peu plus tard, après qu'un jet de parfum soit sorti de l'objet, la participante 4 indique : *Au moins, ça sent bon!* On peut alors conclure qu'elle a utilisé son odorat. Durant l'activité, elle souligne à quelques reprises que l'objet fait le son « *pich* ». Comme elle reproduit le bruit fait par le diffuseur de fragrances automatique, on peut en conclure qu'elle a utilisé l'ouïe.

5.2.2 Les entrevues semi-dirigées

Les entrevues semi-dirigées des participantes 3 et 4 montrent un consensus au regard de la démarche utilisée pour effectuer la dissection mécanique. Leurs discours sont en effet semblables.

5.2.2.1 La participante 3

Lorsqu'on lui demande de décrire de quelle façon sa coéquipière et elle ont procédé lorsqu'elles ont réalisé la dissection mécanique, la participante 3 décrit quelques-unes des étapes qu'elles ont effectuées : sortir l'objet de la boîte, ouvrir l'objet, enlever les vis, observer le moteur. À la suite d'une question, elle explique les raisons qui l'ont poussée à conserver certaines pièces ensemble : *Pour vraiment voir le fonctionnement. Parce que si tu as un écrou là... une vis dentée, un truc denté là... et bien c'est difficile de savoir comment les pièces sont assemblées pour savoir comment ça fonctionne.* On peut constater que cette participante considère que ce ne sont pas uniquement les pièces qui sont importantes dans un objet, mais aussi leur assemblage. Finalement, afin de bien comprendre le fonctionnement de l'objet, la participante mentionne l'importance d'ouvrir l'objet, pour *voir à l'intérieur.*

En ce qui concerne les sens, la participante 3 souligne qu'elle a surtout utilisé la vue et le toucher. Elle mentionne aussi avoir fait appel à l'ouïe pour écouter sa partenaire. Lorsque nous lui demandons d'identifier lequel de ces sens lui a été le plus utile, elle

hésite. Elle finit par choisir la vue, mais elle considère de façon explicite la vue et le toucher comme des sens d'une grande importance : *Bien... la vue et le toucher sont comme importants.*

5.2.2.2 La participante 4

De son côté, la participante 4 décrit les étapes que la participante 3 et elle ont effectuées lors de l'activité de dissection mécanique :

On a commencé par regarder comment ça s'ouvre. Après on a regardé s'il y avait des vis. On a dévissé, on a regardé le système puis je pense que c'est la deuxième plaque qu'on avait enlevée qui nous a permis de voir tout le système. On a essayé de tourner les affaires [roues dentées] pour voir quand le jet allait sortir.

Par contre, contrairement à la participante 3, elle mentionne qu'elles ont actionné manuellement les roues dentées de l'objet en fin d'activité. En effet, elle précise que cette action lui a permis de voir à quel moment le jet de parfum est expulsé. Elle ajoute en disant qu'il y a deux façons d'observer le mouvement de l'objet : *Soit que c'était les batteries, l'élément moteur ou c'était nous.* Ensuite, nous avons demandé à la participante les raisons qui motivent le choix des coéquipières de garder certaines pièces regroupées. La participante mentionne : *Bien, parce qu'il fallait qu'on voie encore où les pièces allaient. Pour voir quelle pièce faisait fonctionner quelle pièce.* Finalement, la participante souligne l'importance de conserver les pièces regroupées et de ne pas entièrement démonter l'objet : *Il fallait vraiment qu'on regarde... qu'est-ce qui faisait tourner ça, puis pourquoi*

ça, ça tournait de cette façon... si on les avait toutes mises une par une [roues dentées] on n'aurait pas pu voir... qu'est-ce qui faisait tourner quoi.

Bref, la participante 4 considère l'importance des liens qui unissent les pièces, de leur disposition dans un objet. En effet, c'est grâce à l'observation de cette disposition des pièces que la participante a réussi à expliquer le fonctionnement de l'objet.

Sur le plan des sens, la participante mentionne avoir utilisé tous les sens, sauf le goût. En ce qui concerne l'ouïe, elle mentionne que c'est dans l'écoute de sa partenaire que celui-ci lui a été utile. Sans équivoque, la participante choisit le toucher comme le sens le plus utile à la réalisation de la dissection mécanique.

5.2.3 Les tableaux récapitulatifs

Le tableau 5 présente les étapes de la dissection mécanique réalisée par les participantes de l'équipe B. Pour sa part, le tableau 6 montre les sens qu'elles ont utilisés.

Tableau 5

Les étapes de la dissection mécanique réalisée par les membres de l'équipe B

1. Sortir l'objet de la boîte et l'ouvrir.
2. Retirer des vis.
3. Observer l'objet.
4. Actionner le bouton involontairement.
5. Retirer des pièces contenues dans l'objet par regroupement (par systèmes).
6. Observer des pièces de l'objet.
7. Remonter l'objet.
8. Actionner manuellement le mécanisme.
9. Observer le mouvement des pièces.
10. Expliquer le fonctionnement de l'objet.

Tableau 6

Les sens utilisés par les membres de l'équipe B

Sens	Participant 3	Participant 4
Goût		
Odorat		x
Ouïe	x	x
Toucher	x	X
Vue	X	x

5.3 L'équipe C

L'équipe C est composée d'une fille et d'un garçon. Ce sont 6 minutes et 34 secondes qui ont été nécessaires pour réaliser l'activité de dissection mécanique. Du côté des entrevues semi-dirigées, l'interaction avec la participante 5 a duré 3 minutes et 13 secondes, alors qu'avec le participant 6, elle a duré 3 minutes et 10 secondes.

5.3.1 L'enregistrement audio-vidéo

L'équipe commence par sortir l'objet de la boîte, l'ouvrir et enlever les piles. Par la suite, le participant 6 retire les vis. Ils prennent alors plusieurs secondes pour observer l'intérieur de l'objet en laissant tout en place. Le participant 6 actionne le bouton à deux reprises et il dit : *Ah! Il faut remettre les batteries!*, ce qu'il s'empresse de faire. Il actionne le bouton à quelques reprises et il regarde sa coéquipière en disant : *As-tu vu? [à propos du mouvement des roues dentées]*. Ensuite, le participant 6 retire les roues dentées pour avoir accès au moteur. La participante 5 actionne alors le bouton afin de voir le mouvement fait par le moteur. Finalement, celle-ci explique le fonctionnement de l'objet. Elle utilise des termes et expressions comme le système électrique, l'organe moteur, la transmission du mouvement, la transformation du mouvement, la roue dentée, la rotation et la translation.

Durant l'activité, la participante 5 frotte ses doigts ensemble et mentionne : *Ce n'est vraiment pas une texture le fun*. On peut alors conclure que la participante a utilisé

le toucher durant l'activité. Plus tard, cette même participante, après avoir actionné le bouton, exprime : *Ça vibre!* Il s'agit d'une autre indication de l'utilisation du toucher. De son côté, le participant 6 invite sa coéquipière à regarder l'objet en disant : *As-tu vu?*, ce qui permet de conclure qu'ils ont utilisé le sens de la vue.

5.3.2 Les entrevues semi-dirigées

Les entrevues semi-dirigées réalisées avec les participants 5 et 6 contribuent à la compréhension des actions qu'ils ont entreprises tout au long de l'activité. En effet, les réponses aux questions permettent d'éclaircir une façon de faire différente de celles employées par les autres équipes.

5.3.2.1 La participante 5

Lorsqu'on lui demande d'expliquer la façon dont son coéquipier et elle ont procédé lors de la dissection mécanique, la participante 5 exprime la préoccupation de ne plus se souvenir des détails. Nous la rassurons alors en lui disant que ce n'est pas grave si elle en oublie. La participante décrit alors la démarche que son coéquipier et elle ont utilisée :

On a enlevé les vis, ensuite on a enlevé le petit truc. À l'intérieur il y avait les batteries, non les batteries c'était avant. À l'intérieur il y avait des roues dentées et un système de transformation du mouvement. On a défait ça... il y avait la petite pile avec le système électrique.

La description faite par la participante ne suit pas l'ordre exact de ce que nous avons observé sur l'enregistrement audio-vidéo. On peut toutefois constater qu'elle se rappelle de ce qu'elle a fait durant l'activité de dissection mécanique. Elle semble mettre de l'ordre dans ses idées à voix haute. Par la suite, nous demandons à la participante s'il y a des raisons qui justifient le fait que son coéquipier et elle n'ont pas essayé de faire fonctionner l'objet avant de l'ouvrir. À cette question, la participante répond : *Parce que je ne vois pas l'utilité de peser sur un bouton et de voir que le spray sort. Ma mère en a plein chez elle.* Il est clair que la participante est familière avec ce type d'objet. Elle connaissait donc d'emblée sa fonction. Comme les participants ont remis en place les piles après avoir accédé au mécanisme interne de l'objet, nous leur avons demandé pour quelle raison ils avaient procédé ainsi. La participante explique : *Pour voir le système électrique, au départ. Comment ça fonctionnait, genre. Puis voir qu'est-ce qui tournait pour faire tourner le reste puis qu'un moment donné ça sorte en pich [en jet].* Cette équipe a fait fonctionner l'objet une fois ouvert afin de voir le mouvement effectué par chacune des pièces.

Du côté des sens, la participante mentionne avoir utilisé le toucher en premier. Par la suite, elle mentionne aussi la vue. Elle considère que la vue est le sens qui lui a été le plus utile durant la dissection.

5.3.2.2 Le participant 6

Contrairement aux autres participants qui ont vécu un délai de quelques jours entre l'étape 1 et l'étape 2 de la collecte de données, l'entrevue semi-dirigée avec le participant 6 a été réalisée quelques semaines après l'enregistrement audio-vidéo. En effet, le participant 6 a dû s'absenter de l'école à plusieurs reprises à l'automne 2016. Il est possible de constater, durant son entrevue, qu'il se rappelle moins clairement de l'activité de dissection qui a été réalisée. Par contre, tout au long de l'entrevue, il est possible de constater que ses souvenirs refont surface. Lorsqu'on lui demande de décrire la façon dont il a réalisé l'activité, il propose une idée générale :

Et bien nous ne l'avons pas vraiment défait. On peut dire que nous l'avons cassé pour commencer. Moi j'ai plus brisé le morceau de bois. On a commencé par les roues, avec des clés à molette, après ça on a enlevé les roues et on a enlevé les vis. Après ça on a réussi à enlever le mécanisme, à la fin là.

De plus, il mentionne la présence de bois dans l'objet, alors que celui-ci n'en contient pas. Lorsqu'on lui demande pourquoi ils ont commencé par enlever les piles après avoir ouvert l'objet, le participant mentionne l'idée d'anticiper un choc électrique. Cela coïncide avec l'enregistrement audio-vidéo. En effet, durant l'activité de dissection mécanique, il a souligné à sa coéquipière l'importance d'enlever les piles pour éviter les chocs électriques. Nous avons par la suite demandé pourquoi il n'a pas d'abord fait fonctionner l'objet avant de l'ouvrir. Le participant 6 souligne alors que *pas mal tout le monde a ça à la maison*. Il était déjà familier avec l'objet, tout comme sa coéquipière. Finalement, nous demandons au participant pourquoi sa coéquipière et lui ont remis en place les piles

une fois l'objet ouvert. Le participant explique : *En vrai, c'était juste pour vérifier comment le mécanisme fonctionnait à l'arrière. On a reposé les batteries, on voulait voir comment ça marchait un peu.* Cette équipe a ainsi pu observer les mouvements de rotation et de translation de l'objet.

En ce qui concerne les sens, le participant 6 mentionne dès le départ avoir utilisé la vue et le toucher. Ce sont les seuls sens qu'il a utilisés, selon lui. Pour lui, le toucher a été le sens le plus utile dans le cadre de cette activité.

5.3.3 Les tableaux récapitulatifs

Le tableau 7 présente les étapes de la dissection mécanique réalisée par les participants de l'équipe C. Pour sa part, le tableau 8 nous permet de constater les sens qui ont été utilisés par l'équipe C.

Tableau 7

Les étapes de la dissection mécanique réalisée par les membres de l'équipe C

1. Sortir l'objet de la boîte et l'ouvrir et enlever les piles.
2. Retirer des vis.
3. Observer l'objet.
4. Actionner le bouton volontairement à deux reprises.
5. Remettre les piles en place.
6. Actionner le bouton volontairement à quelques reprises.
7. Observer du mouvement des pièces.
8. Retirer des roues dentées.
9. Actionner le bouton volontairement à quelques reprises.
10. Observer le mouvement du moteur.
11. Expliquer le fonctionnement de l'objet.

Tableau 8

Les sens utilisés par les membres de l'équipe C

Sens	Participant 5	Participant 6
Goût		
Odorat		
Ouïe		
Toucher	x	X
Vue	X	x

5.4 L'équipe D

En ce qui concerne les entrevues semi-dirigées, celle de la participante 7 a duré 2 minutes et 21 secondes, alors que celle de la participante 8 a duré 2 minutes et 32 secondes. L'activité de dissection mécanique de cette équipe est étalée sur 4 minutes et 29 secondes.

5.4.1 L'enregistrement audio-vidéo

Les participantes commencent par sortir l'objet de la boîte et tenter de le faire fonctionner. Malheureusement, celui-ci ne fonctionne pas. Elles retirent les piles et la bouteille de parfum. Une fois les vis enlevées, elles accèdent au mécanisme interne de l'objet. La participante 7 actionne manuellement une roue dentée. Elle observe que cette roue dentée fait bouger les autres. Elle mentionne à sa coéquipière : *Regarde, quand on tourne ça, ça bouge*. La participante 7 retire les roues dentées en les conservant regroupées. À plusieurs reprises, la participante 7 répète qu'elle ne comprend pas, mais elle persévère en observant l'objet sous tous ses angles en le manipulant. Finalement, lorsque nous leur demandons de décrire le fonctionnement de l'objet avec le langage utilisé en S&T, les participantes mentionnent deux termes (roue dentée et batterie) et leurs explications sont sommaires (seulement quelques éléments). Par la suite, la participante 7 tente de remonter l'objet en disant : *Ça, ça bouge quoi?* Elle fait alors référence à la dernière roue dentée. Elle se demande en fait comment le parfum est expulsé. Par contre, en tentant de le remonter, les pièces se déplacent. Certaines tombent sur le sol. Elle abandonne alors l'idée de le remonter.

Les deux participantes, une fois qu'elles ont ouvert l'objet, regardent leurs doigts et les frottent ensemble. La participante 8 mentionne que c'est *dégoûtant [graisse]*. Ceci démontre qu'elles ont utilisé le toucher. Plus tard, la participante 7 invite sa coéquipière à regarder l'objet. Elles ont donc utilisé le sens de la vue durant l'activité.

5.4.2 Les entrevues semi-dirigées

Les entrevues semi-dirigées nous permettent de constater que les deux coéquipières étaient d'accord sur la façon de réaliser la dissection mécanique. Elles mentionnent toutes les deux que leur façon de procéder les a aidées à réaliser la tâche demandée.

5.4.2.1 La participante 7

La participante 7 éprouve de la difficulté lorsqu'elle tente de décrire la façon dont sa coéquipière et elle ont procédé lors de la dissection mécanique. En effet, elle mentionne seulement qu'elles ont observé l'objet en plus de tenter de comprendre comment il fonctionne. Ensuite, nous lui demandons pourquoi elles ont tenté de faire fonctionner l'objet avant de le démonter. Malheureusement, il ne fonctionnait pas. La participante répond : *Bien, pour voir comment il marchait, parce que sinon on n'aurait pas pu le savoir.* On peut conclure que la participante, contrairement à d'autres, n'est pas familière avec le diffuseur de fragrances automatique. Finalement, nous abordons le fait que cette équipe n'a pas entièrement défait l'objet et que les pièces ont été gardées regroupées. La participante mentionne alors que ceci a été fait dans le but de pouvoir le remonter après. De plus,

elle souligne que cela l'a probablement aidée à comprendre le fonctionnement de l'objet. En effet, en gardant les pièces regroupées, la participante a pu actionner manuellement les roues dentées.

Sur le plan des sens, la participante a utilisé la vue et le toucher. Lorsqu'on lui mentionne les autres sens, elle répond par la négative. Selon elle, c'est la vue qui a été le sens le plus utile.

5.4.2.2 La participante 8

De son côté, la participante 8 décrit plus en détail les étapes que sa coéquipière et elle ont effectuées pour comprendre le fonctionnement de l'objet : *Bien, on a observé l'objet en premier, comment on pouvait le défaire. Après ça on a pris le tournevis et on a dévissé les vis, puis on l'a ouvert pour voir pas mal tout.* La participante 8 mentionne qu'elle avait déjà été en contact avec un diffuseur de fragrances automatique. Finalement, tout comme sa coéquipière, elle souligne que le fait de laisser les pièces regroupées l'a aidée. Par contre, elle indique qu'il n'y avait pas vraiment de raison qui a motivé leur façon de procéder.

Du côté des sens, la participante affirme avoir utilisé le toucher et la vue. Elle souligne avoir aussi utilisé l'ouïe pour écouter sa partenaire. Le sens qui lui a été le plus utile durant l'activité est le toucher.

5.4.3 Les tableaux récapitulatifs

Le tableau 9 présente les étapes de la dissection mécanique réalisées par les participantes de l'équipe D, alors que le tableau 10 traite des sens utilisés.

Tableau 9

Les étapes de la dissection mécanique réalisée par les membres de l'équipe D

1. Sortir l'objet de la boîte.
2. Actionner le bouton volontairement.
3. Retirer les piles et la bouteille de parfum.
4. Retirer des vis.
5. Actionner manuellement une roue dentée.
6. Observer le mouvement des pièces.
7. Retirer des roues dentées en les gardant regroupées.
8. Tenter d'expliquer le fonctionnement de l'objet.
9. Tenter de remonter l'objet.
10. Échapper des pièces sur le sol.
11. Abandonner.

Tableau 10
Les sens utilisés par les membres de l'équipe D

Sens	Participant 7	Participant 8
Goût		
Odorat		
Ouïe		x
Toucher	x	X
Vue	X	x

5.5 L'équipe E

Cette équipe est composée de deux filles. Ce sont 7 minutes et 45 secondes qui ont été nécessaires pour réaliser l'activité de dissection mécanique. En ce qui concerne les entrevues semi-dirigées, nous avons discuté avec la participante 9 durant 8 minutes et 33 secondes, et 5 minutes et 27 secondes avec la participante 10.

5.5.1 L'enregistrement audio-vidéo

Avant même de commencer la dissection, les membres de l'équipe E formulent une hypothèse à propos du fonctionnement de l'objet. En effet, elles mettent de l'avant l'idée selon laquelle c'est un ressort qui permet au parfum d'être expulsé de la bouteille. Ensuite, elles l'ouvrent, elles enlèvent les piles et retirent les vis. Une fois qu'elles accèdent au mécanisme interne de l'objet, elles commencent à enlever toutes les pièces une à

une. À ce moment, la participante 10 prend conscience de la tâche à accomplir. Elle dit à sa coéquipière : *Attends!* Elle prend l'objet des mains de la participante 9 au même moment. La participante 10 tente alors d'expliquer le fonctionnement de l'objet : *On appuie là-dessus [le bouton], après le système mécanique fait tourner ça [première roue dentée]. Et après, la roue ici va tourner [seconde roue dentée]. Les batteries vont faire de l'électricité et ça va faire un mouvement.* Elle commence alors à remonter l'objet.

L'explication qui suit est beaucoup plus détaillée. La participante 10 explique :

On commence par appuyer sur le bouton. Après il y a un courant qui s'en va sur les deux fils et qui entre dans le moteur. Ça fait tourner la petite roue d'engrenage qui va faire un système d'engrenage qui va continuer à tourner avec un système d'engrenage.

La participante 9 complète :

Le système d'engrenage va faire en sorte que ça [pièce qui permet de faire sortir le parfum], ça va descendre par-dessus ça [bouteille de parfum]. Ça va peser là-dessus [haut de la bouteille de parfum] qui va faire sortir ça [le jet] par le trou.

Du côté des sens, la participante 9 a appuyé sur la bouteille de parfum et a dit : *Ah! Ça sent bon!* Ceci nous permet de conclure qu'elle a utilisé l'odorat. Plus tard, la participante 10 mentionne que le mécanisme est tout *gommant* (collant), ce qui démontre qu'elle a utilisé le sens du toucher durant l'activité.

5.5.2 Les entrevues semi-dirigées

Les entrevues semi-dirigées de ces participantes contiennent de nombreuses informations quant à la démarche qu'elles ont utilisée. En effet, on en apprend plus sur leur démarche et sur les raisons qui motivent leur choix.

5.5.2.1 La participante 9

La participante 9 décrit avec beaucoup de détails la façon dont elle a disséqué l'objet. En effet, elle mentionne plusieurs éléments qu'elle a observés ainsi que ce qu'elle a fait pour arriver à les observer. Par contre, elle n'a pas mis l'accent sur l'ordre des étapes, mais plutôt sur les actions qu'elle a effectuées. Lorsque nous lui demandons pourquoi elles ont commencé par faire une hypothèse sur le fonctionnement de l'objet, la participante répond :

Bien... c'est important de savoir comment ça marche avant... parce que... je ne sais pas là... c'est comme quand tu veux défaire un ordi... à cause que ton ordi, si tu ne sais pas comment ça marche, puis que tu défais le mauvais truc, tu brises de quoi...

On peut voir que la participante considère l'importance de bien observer un objet et de se faire une idée de son fonctionnement avant d'aller plus loin. Par la suite, lorsqu'on lui demande pourquoi sa coéquipière et elle ont enlevé toutes les pièces une à une, la participante répond qu'elle ne voit pas l'intérêt d'en enlever seulement quelques-unes. Ensuite, nous lui demandons si elle trouve que cette façon de fonctionner est la plus efficace. À cette question, la participante répond :

En tous les cas, pour moi oui parce que quand tu démontes de quoi, genre... si tu es capable de le remettre ensemble c'est encore mieux. Un, tu peux ravoire le truc au complet à place de le jeter ou de quoi du genre. Puis aussi, ça te montre comment c'est fait, comment le remettre, comment ça marche puis des trucs de même, là.

Par la suite, elle nuance ses propos en indiquant que pour un objet qu'elle ne connaît pas, elle observerait un peu plus avant de le démonter :

Parce que je trouve que... Je ne sais pas si tu avais remarqué... l'affaire blanche en arrière avec toutes les roues. Vu qu'on n'avait jamais vu ça, on ne savait pas quelle roue allait où. Si ça allait en dessous, si ça allait sur le top. Quelle roue allait par-dessus laquelle. Je regarderais avant comment ça marche. Parce que c'est mêlant quand même.

De plus, elle mentionne l'importance, pour une prochaine fois, de se donner en équipe des tâches à accomplir pour permettre une meilleure progression de l'activité : *Je trouverais genre des jobs. Je dirais, toi tu vas faire ça, moi je vais faire ça.*

En ce qui concerne les sens, la participante considère avoir surtout utilisé la vue. Elle est ambivalente en ce qui concerne l'utilisation du toucher, mais catégorique en disant qu'elle n'a pas utilisé les autres sens. Elle mentionne que le sens qui lui a été le plus utile est la vue.

5.5.2.2 La participante 10

De son côté, la participante 10 décrit en détail les étapes que sa coéquipière et elle ont effectuées. Lorsqu'on lui demande pourquoi elles ont enlevé et séparé toutes les

pièces, elle répond : *Pour avoir une meilleure vue de toutes les pièces*. À ce moment, on peut comprendre que ce qui importe pour la participante est de pouvoir regarder toutes les pièces individuellement. Ensuite, elle abonde dans le même sens que sa coéquipière : *parce qu'en la défaisant on voit toutes les composantes qu'on a, puis après en la remontant on peut plus comprendre parce qu'on l'expérimente aussi un peu*. Contrairement à sa coéquipière, elle ne nuance pas ses propos relativement à la complexité de l'objet. Finalement, elle mentionne que si l'activité était à refaire, elle ne changerait rien dans sa façon de procéder.

Sur le plan de l'utilisation des sens, la participante détaille ceux qu'elle a utilisés : *Moi je dirais qu'on a utilisé un peu l'odorat, car c'est de la senteur. Le toucher, parce qu'on le dissèque avec nos mains. L'ouïe, non pas l'ouïe. La vue, parce qu'on observe lorsqu'on dissèque*. Il est important de noter que la participante n'a pas abordé le goût à ce moment. Lorsque nous lui demandons si elle l'a utilisé, elle répond par la négative. Le sens qui lui a été le plus utile selon elle est le toucher.

5.5.3 Les tableaux récapitulatifs

Le tableau 11 présente les étapes de la dissection mécanique réalisée par les participantes de l'équipe E, alors que le tableau 12 montre les sens qu'elles ont utilisés.

Tableau 11

Les étapes de la dissection mécanique réalisée par les membres de l'équipe E

1. Émettre une hypothèse sur le fonctionnement de l'objet.
2. Sortir l'objet de la boîte, l'ouvrir et enlever les piles.
3. Retirer des vis.
4. Retirer toutes les pièces une à une.
5. Effectuer un rappel de la tâche à accomplir.
6. Tenter d'expliquer le fonctionnement de l'objet une première fois.
7. Remonter l'objet.
8. Tenter d'expliquer le fonctionnement de l'objet une deuxième fois.

Tableau 12

Les sens utilisés par les membres de l'équipe E

Sens	Participant 9	Participant 10
Goût		
Odorat		x
Ouïe		
Toucher	x	X
Vue	X	x

5.6 L'équipe F

L'équipe F est formée de deux garçons. Les entrevues semi-dirigées des participants de cette équipe ont duré 4 minutes et 34 secondes (participant 11) et 5 minutes et 14 secondes (participant 12). L'activité de dissection mécanique de cette équipe s'est étalée sur 10 minutes et 46 secondes.

5.6.1 L'enregistrement audio-vidéo

Cette équipe commence par sortir l'objet de la boîte, l'ouvrir et enlever les piles et les vis. Ensuite, le participant 11 enlève toutes les pièces une à une. Tous les participants de l'équipe tentent même d'ouvrir le moteur. Ils réalisent alors qu'ils doivent expliquer le fonctionnement de l'objet. Le participant 11 mentionne : *On n'a pas regardé comment ça fonctionnait*. Les deux participants l'expliquent, mais de manière très peu détaillée. À ce moment, le participant 11 reprend la parole : *On va le remonter, ça va être plus simple*. On peut conclure qu'à ce moment, il a réalisé que sans remonter l'objet, il arriverait difficilement à bien expliquer le fonctionnement. Une fois l'objet remonté, le participant 11 actionne manuellement l'objet afin d'expulser le parfum. Le participant 12 arrive alors à expliquer le fonctionnement de façon plus détaillée en mentionnant les termes et expressions suivants : liaison partielle, roue motrice, roue menée et engrenage.

Durant la dissection, le participant 12 frotte ses doigts ensemble après avoir touché le lubrifiant provenant de l'intérieur de l'objet. Ceci témoigne de l'utilisation du toucher. C'est le seul indice clair de l'utilisation des sens durant cet enregistrement audio-vidéo.

5.6.2 Les entretiens semi-dirigés

Les entretiens semi-dirigés avec les participants 11 et 12 ont constitué une source d'information importante. En effet, on y apprend qu'ils ont l'habitude d'effectuer des dissections mécaniques.

5.6.2.1 Le participant 11

Nous commençons l'entretien semi-dirigé en demandant au participant de décrire de quelle façon son coéquipier et lui ont procédé pour disséquer l'objet. Celui-ci explique alors ce qu'ils ont fait globalement : *On a développé l'objet, on l'a examiné, on l'a ouvert. On a ôté les morceaux de plastique. On a essayé d'ouvrir le moteur. Après ça, on l'a remonté et on l'a remis dans la boîte.* Ensuite, lorsqu'on demande au participant pourquoi ils ont entièrement démonté l'objet dès le début, il indique : *Bien... vu que c'était ça les étapes, on l'a démonté, on a séparé les morceaux au fur et à mesure et on l'a remonté.* Ce passage illustre bien l'idée de séquence derrière la façon d'exécuter la dissection. Cette équipe est la seule qui a tenté d'ouvrir le moteur. Le participant mentionne qu'il voulait voir ce qu'il y avait à l'intérieur de celui-ci. Nous demandons ensuite au participant s'il

considère que de démonter entièrement le diffuseur pour le remonter ensuite est la meilleure façon de faire, selon lui. Il répond alors : *ça dépend si les personnes sont visuelles ou... je ne sais pas comment le dire... auditif*. Le participant mentionne plus tard qu'il se considère comme quelqu'un de visuel. En continuant la discussion avec celui-ci, on apprend que ce n'est pas la première fois qu'il démonte des objets pour en comprendre le fonctionnement. En effet, il mentionne qu'il aime comprendre comment les objets fonctionnent.

Du côté des sens, le participant souligne avoir utilisé tous les sens, sauf le goût. En ce qui concerne l'ouïe, il précise que ce sens lui a permis d'entendre le « *pichhh* », preuve que l'objet était bien remonté et fonctionnel. Pour ce qui est de l'odorat, il a senti le parfum à la toute fin, une fois l'objet remonté. Finalement, il mentionne que le toucher a été le sens le plus utile pour lui dans le cadre de l'activité.

5.6.2.2 Le participant 12

Contrairement à son coéquipier, le participant 12 ne décrit pas toutes les étapes de l'activité. Il se concentre sur le démontage de l'objet :

On a choisi un tournevis. Après ça, on a commencé par démonter les pièces qui n'étaient pas fixées avec des vis ou quelconque autre attache. Après ça, on a été plus approfondir avec les engrenages et après ça on a été jusqu'au moteur, mais on n'a pas été capable de le défaire.

Ensuite, nous lui demandons si cela aurait été aidant pour lui et son coéquipier de faire fonctionner l'objet avant de le démonter. Le participant répond : *Pour quelqu'un qui ne sait pas comment ça fonctionne, certainement, mais comprenant le fait qu'on savait déjà de quelle façon ça marchait...* Il est clair que le participant était déjà familier avec ce type d'objet. Pour continuer, nous abordons le fait que les coéquipiers ont démonté et remonté l'objet. Nous demandons au participant s'il considère que c'est la meilleure façon de procéder selon lui. Il mentionne : *En fait, j'ai déjà fait ça avec un quatre-roues, puis j'aimerais ça faire ça avec une voiture plus tard, donc c'est quand même une bonne façon de procéder selon mon avis.* Le participant renchérit : *En fait, le moteur [du véhicule tout terrain] était sauté, donc il a fallu le défaire, après ça on l'a envoyé se faire réparer et on l'a tout remonté chez nous.* Ceci montre que ce participant a l'habitude de réaliser des activités de dissection mécanique, il en fait à la maison. La dissection du diffuseur de fragrances automatique a possiblement été assez simple pour lui, puisqu'il est habitué de démonter des objets contenant beaucoup plus de pièces. Finalement, nous avons posé la question suivante au participant : « Quand tu as démonté le moteur du quatre-roues, est-ce que cela t'a aidé à le réparer lorsqu'il a brisé une seconde fois? » Le participant a répondu : *oui, et bien disons que je vais dans le bois, je n'ai pas peur que ça brise. S'il brise, je suis capable de le refaire. Ça me donne de l'assurance.*

En ce qui concerne les sens, le participant mentionne avoir utilisé tous les sens sauf l'ouïe, et ce, malgré le fait qu'il reproduit le bruit du diffuseur avec sa bouche : *Le toucher,*

la vue, l'odorat parce qu'on a niaisé avec le « pich, pich » et le goût parce que ça m'a revolé sur les lèvres. Selon lui, le sens qui lui a été le plus utile est la vue, mais il a hésité : Le toucher... non, non, non... la vue.

5.6.3 Les tableaux récapitulatifs

Le tableau 13 présente les étapes de la dissection mécanique réalisée par les participants de l'équipe F, alors que le tableau 14 montre les sens qu'ils ont utilisés.

Tableau 13

Les étapes de la dissection mécanique réalisée par les membres de l'équipe F

1. Sortir l'objet de la boîte, l'ouvrir et enlever les piles.
2. Retirer des vis.
3. Retirer toutes les pièces une à une.
4. Tenter d'ouvrir le moteur.
5. Effectuer un rappel de la tâche à accomplir.
6. Tenter d'expliquer le fonctionnement de l'objet une première fois.
7. Prendre conscience de la difficulté de la tâche.
8. Remonter l'objet.
9. Actionner manuellement une roue dentée.
10. Observer le mouvement des pièces.
11. Tenter d'expliquer le fonctionnement de l'objet une deuxième fois.

Tableau 14
Les sens utilisés par les membres de l'équipe F

Sens	Participant 11	Participant 12
Goût		x
Odorat	x	x
Ouïe	x	
Toucher	X	x
Vue	x	X

5.7 Le tableau récapitulatif global de l'utilisation des sens

Le tableau 15 permet de voir quels sont les sens les plus utilisés par l'ensemble des participants. Il est possible de constater que les sens les plus utiles du point de vue des élèves sont la vue et le toucher, et ce, à parts égales. De plus, ces deux sens ont été utilisés par tous les participants.

Tableau 15
*Les sens utilisés par l'ensemble des participants*¹⁹

Participants													
Sens	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
Goût												x	1
Odorat	x	x		x						x	x	x	7
Ouïe		x	x	x				x			x		5
Toucher	x	X	x	X	x	X	x	X	x	X	X	x	12
Vue	X	x	X	x	X	x	X	x	X	x	x	X	12

¹⁹ Les « X » majuscules réfèrent au sens qui a été le plus utile pour le participant selon ce qu'il a dit durant l'entrevue semi-dirigée. Les « x » minuscules représentent tous les sens utilisés par les participants selon ce qu'ils ont dit durant l'entrevue semi-dirigée. Les cases en gris réfèrent aux sens dont des indices d'utilisation ont pu être relevés dans l'enregistrement audio-vidéo.

Chapitre 6

Construction d'une typologie des démarches utilisées par les élèves pour réaliser la dissection mécanique

Dans la section qui suit, nous nous appuyons sur les résultats du chapitre précédent pour réaliser une seconde analyse. Rappelons que nous avons effectué une analyse descriptive, laquelle a été présentée au chapitre 5. Nous enchainons avec une analyse à l'aide des catégories conceptualisantes, telle qu'elle a été présentée par Paillé et Mucchielli (2016). En effet, selon les auteurs, ce type d'analyse permet de désigner directement un phénomène (une action, un processus, un incident ou une logique). Par exemple, dans le cas où le phénomène est une action, nous allons la définir afin d'arriver à l'identifier dans une situation similaire. Elle « implique donc une intention d'analyse dépassant la stricte synthèse du contenu du matériau analysé et tentant d'accéder directement au sens, et l'utilisation, à cette fin, d'annotations traduisant la compréhension à laquelle arrive le chercheur » (Paillé et Mucchielli, 2016, p. 320). La catégorie conceptualisante peut être une construction discursive originale qui ne repose pas sur des leviers théoriques existants (Paillé et Mucchielli, 2016). Elle doit être imprégnée de la totalité du corpus et de ses conditions de recueil (Paillé et Mucchielli, 2016). Dans cette recherche, nous nous sommes rendue sur le terrain afin de nous assurer d'être en mesure d'obtenir une analyse bien imprégnée des conditions de recueil. Par exemple, dans l'école, nous pouvons entendre la discussion qui a lieu entre deux membres d'une même équipe après l'activité de dissection mécanique. Cette discussion peut être une source importante d'informations qui peuvent être abordées lors de l'entrevue semi-dirigée individuelle. De

plus, l'analyse à l'aide des catégories conceptualisantes s'applique à tous les matériaux d'enquête. Dans ce cas-ci, ce sont l'enregistrement audio-vidéo de la dissection mécanique ainsi que le compte rendu exhaustif de l'entrevue semi-dirigée qui ont été utilisés.

Dans ce chapitre, on retrouve trois cas de figure qui illustrent les manières dont les participants et les participantes à cette étude ont réalisé l'activité de dissection mécanique (que nous avons appelés « dissection mécanique séquentielle », « dissection mécanique par systèmes » et « dissection mécanique en spirale », parce que ces termes représentent bien la démarche utilisée par les participants). Ces cas de figure constituent des catégories émergentes. Un tableau comparant des démarches similaires réalisés par différentes équipes est présenté pour chacun des cas de figure. De plus, la définition du cas de figure, ses propriétés et ses conditions d'existence sont détaillées. Par conditions d'existence²⁰, on entend toute situation, expérience ou tout événement en l'absence desquels le phénomène n'existe pas (Paillé et Mucchielli, 2016). Finalement, on retrouve un schéma représentant ce cas.

6.1 La dissection mécanique séquentielle

Le cas de figure de la dissection mécanique séquentielle a été observé dans trois équipes (A, E, F). Ces équipes ont utilisé des démarches semblables sur différents points.

²⁰ Bien que nous constatons une certaine similitude avec les attributs essentiels présentés par Britt-Mari Barth (2011), nous décidons de retenir le terme « conditions d'existence » de Paillé et Mucchielli (2016).

La dissection mécanique séquentielle consiste à démonter entièrement l'objet pièce par pièce, se rappeler la tâche, remonter l'objet et finalement expliquer son fonctionnement. Cette section présente un tableau récapitulatif des étapes de la dissection mécanique pour ces trois équipes. Ensuite, nous présentons la définition que nous avons produite de la dissection mécanique séquentielle, ses propriétés, ses conditions d'existence ainsi qu'un schéma représentant ce cas de figure.

6.1.1 Le tableau récapitulatif des étapes de la dissection mécanique séquentielle (équipes A, E, F)

Le tableau 16 présente les étapes réalisées par chacune des équipes (A, E et F). De plus, les étapes communes aux trois équipes ont été mises en évidence (cases grises), ce qui permet de bien distinguer les similitudes entre ces équipes, et cela, bien que leurs démarches, dans l'ensemble, ne soient pas totalement identiques.

Tableau 16
La comparaison des étapes de la dissection mécanique réalisée par les membres des équipes A, E et F

Les étapes de la dissection mécanique réalisée par les membres de l'équipe A	Les étapes de la dissection mécanique réalisée par les membres de l'équipe E	Les étapes de la dissection mécanique réalisée par les membres de l'équipe F
	Émettre une hypothèse sur le fonctionnement de l'objet.	
Sortir l'objet de la boîte, l'ouvrir, enlever les piles et la bouteille de parfum.	Sortir l'objet de la boîte, l'ouvrir et enlever les piles	Sortir l'objet de la boîte, l'ouvrir et enlever les piles.
Observer l'objet en le manipulant.		
Retirer des vis.	Retirer des vis.	Retirer des vis.
Retirer toutes les pièces une à une.	Retirer toutes les pièces une à une.	Retirer toutes les pièces une à une.
		Tenter d'ouvrir le moteur.
Effectuer un rappel de la tâche à accomplir.	Effectuer un rappel de la tâche à accomplir.	Effectuer un rappel de la tâche à accomplir.
Remise en place des piles		
Observer le mouvement du moteur.		
Tenter d'expliquer le fonctionnement de l'objet une première fois.	Tenter d'expliquer le du fonctionnement de l'objet une première fois.	Tenter d'expliquer le fonctionnement de l'objet une première fois.
		Prendre conscience de la difficulté de la tâche.
Remonter l'objet	Remonter l'objet.	Remonter l'objet.
		Actionner manuellement une roue dentée.
		Observer le mouvement des pièces.
Tenter d'expliquer le fonctionnement de l'objet une deuxième fois.	Tenter d'expliquer le fonctionnement de l'objet une deuxième fois.	Tenter d'expliquer le fonctionnement de l'objet une deuxième fois.

6.1.2 La définition, les propriétés et les conditions d'existence des catégories

Paillé et Mucchielli (2016) suggèrent de définir chacune des catégories, d'identifier ses propriétés et ses conditions d'existence. En ce qui concerne la dissection mécanique séquentielle, nous constatons que les élèves commencent par ouvrir l'objet, le démonter entièrement, se rappeler la tâche à accomplir pour ensuite le remonter et tenter d'en expliquer le fonctionnement. Ils démontent d'abord, et tentent de comprendre ensuite. C'est en ce sens que nous parlons de dissection séquentielle : les élèves considèrent que la dissection et la compréhension ont lieu à deux moments différents. Ceci nous mène à choisir la définition suivante pour la dissection mécanique séquentielle : Dissection mécanique d'un objet selon une séquence temporelle dans laquelle l'élève commence par ouvrir l'objet et en retire toutes les pièces et termine par remonter et rechercher la compréhension du fonctionnement de l'objet.

Par ailleurs, différentes propriétés permettent de caractériser la dissection mécanique séquentielle. En effet, ce type de dissection nécessite le retrait de plusieurs ou de toutes les pièces dans un premier temps. Le rappel de la tâche à accomplir constitue également une caractéristique importante. Par exemple, durant la dissection mécanique, le participant 2 mentionne : *Attends, je pense que c'est ça qu'il faut savoir [en pointant le papier où la tâche est inscrite]*. De plus, le remontage de l'objet en fin de processus afin de comprendre le fonctionnement est une autre propriété qui caractérise bien la dissection

mécanique séquentielle. Finalement, les conditions d'existence pour la dissection mécanique séquentielle sont les suivantes : réaliser la dissection d'un objet, faire un effort de compréhension du fonctionnement, réaliser le démontage de l'objet et la compréhension du fonctionnement à deux moments différents dans le temps. Le tableau suivant résume la définition, les propriétés et les conditions d'existence de la dissection mécanique séquentielle. Il est inspiré du tableau 12.5 présenté par Paillé et Mucchielli (2016, p. 367).

Tableau 17

La définition, les propriétés et les conditions d'existence de la dissection mécanique séquentielle

Nom de la catégorie émergente	Dissection mécanique séquentielle
Définition proposée	<ul style="list-style-type: none"> • Dissection mécanique d'un objet selon une séquence dans le temps pendant laquelle l'élève commence par ouvrir l'objet et en retirer toutes les pièces, et termine par remonter et comprendre le fonctionnement de l'objet.
Propriétés	<ul style="list-style-type: none"> • Retrait de plusieurs ou de toutes les pièces dans un premier temps. • Rappel de la tâche à accomplir dans un deuxième temps. • Remontage de l'objet dans un troisième temps.
Conditions d'existence	<ul style="list-style-type: none"> • Réaliser la dissection d'un objet. • Faire un effort de compréhension du fonctionnement. • Réaliser le démontage de l'objet et la compréhension du fonctionnement à deux moments différents dans le temps.

6.1.3 Le schéma représentant la dissection mécanique séquentielle

La dissection mécanique séquentielle se caractérise par la séparation, dans le temps, des étapes du démontage de l'objet et de la compréhension de son fonctionnement. De plus, l'élève qui réalise ce type de dissection enlève toutes les pièces avant même de prendre en considération ou se rappeler la tâche à accomplir. Le schéma suivant présente l'idée que le démontage et la compréhension du fonctionnement se font à deux moments différents. Ceux-ci sont séparés par le rappel de la tâche que l'élève a à accomplir. De plus, afin d'arriver à comprendre le fonctionnement de l'objet, l'élève n'a pas d'autre choix que de remonter l'objet et de l'observer.

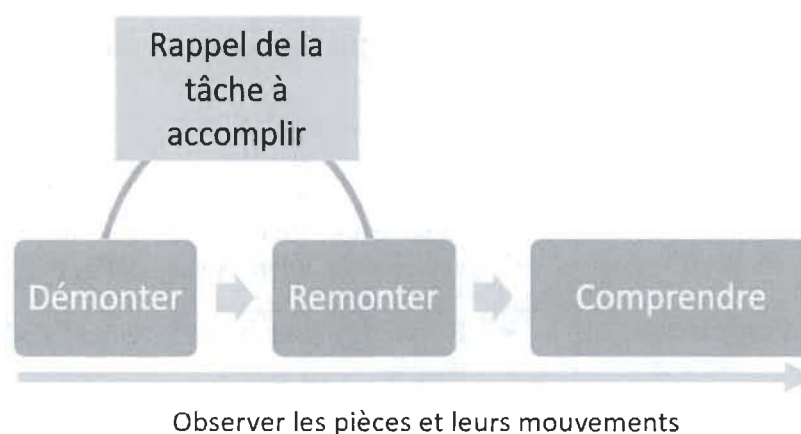


Figure 5. L'illustration de la dissection mécanique séquentielle.

6.2 La dissection mécanique par systèmes

Deux équipes ont réalisé une dissection mécanique par systèmes, soit les équipes B et D. Ces deux équipes sont composées uniquement de filles. La démarche utilisée par ces deux équipes est similaire sur plusieurs points. Par contre, elle diffère en fin de

processus puisque l'une des deux équipes a abandonné la dissection mécanique. Dans cette section, on retrouve un tableau récapitulatif des étapes de la dissection mécanique pour ces deux équipes ainsi que la définition de la dissection mécanique par systèmes, ses propriétés, ses conditions d'existence ainsi qu'un schéma la représentant.

6.2.1 Le tableau récapitulatif des étapes de la dissection mécanique par systèmes (équipes B et D)

Le tableau 18 présente les étapes réalisées par chacune des équipes (B et D) lors de la dissection mécanique du diffuseur de fragrances automatique. Les étapes similaires entre les deux équipes sont grisées. Ce tableau permet de constater les similitudes entre ces équipes malgré le fait que leur démarche ne soit pas en tout point identique.

Tableau 18

La comparaison des étapes de la dissection mécanique réalisée par les membres des équipes B et D

Les étapes de la dissection mécanique réalisée par les membres de l'équipe B	Les étapes de la dissection mécanique réalisée par les membres de l'équipe D
Sortir l'objet de la boîte et l'ouvrir.	Sortir l'objet de la boîte.
	Actionner le bouton volontairement.
	Retirer les piles et de la bouteille de parfum.
Retirer des vis.	Retirer des vis.
Observer l'objet.	
Actionner le bouton involontairement.	
	Actionner manuellement une roue dentée.
	Observer le mouvement des pièces.
Retirer des pièces contenues dans l'objet par regroupement (par systèmes).	Retirer des roues dentées en les gardant regroupées (par systèmes).
Observer des pièces de l'objet.	
	Tenter d'expliquer le fonctionnement de l'objet.
Remonter l'objet.	Tenter de remonter l'objet.
	Échapper des pièces sur le sol.
	Abandonner.
Actionner manuellement le mécanisme.	
Observer le mouvement des pièces.	
Expliquer le fonctionnement de l'objet.	

6.2.2 La définition, les propriétés et les conditions d'existence

Dans le cas de la dissection mécanique par systèmes, on peut constater au tableau 18 que ces équipes ont démonté l'objet en conservant certaines pièces regroupées. Par exemple, dans le cas de l'équipe D, les participantes ont conservé les roues dentées ensemble. De leur côté, les membres de l'équipe B ont retiré toutes les pièces de l'objet par regroupement (p. ex. le système de roues dentées, le système électrique, etc.). Ensuite, les deux équipes ont tenté de remonter l'objet afin d'arriver à bien comprendre son fonctionnement. Les participantes ont alors replacé les regroupements de pièces un à un. Les deux équipes ont bougé manuellement les ensembles. En effet, l'équipe B a actionné le mécanisme manuellement après l'avoir remonté. De son côté, l'équipe D a actionné les roues dentées avant même de les retirer de l'objet. Finalement, les équipes ont expliqué le fonctionnement de l'objet ou, à tout le moins, ont tenté de le faire.

Nous définissons ainsi la dissection par systèmes : Dissection mécanique d'un objet dans laquelle l'élève commence par ouvrir l'objet, en retirer les pièces en les conservant regroupées par systèmes (p. ex. le système de roue dentée, le système électrique) et termine par remonter et rechercher la compréhension du fonctionnement de l'objet. Différentes propriétés caractérisent la dissection mécanique par systèmes. La première consiste à démonter l'objet en conservant les pièces regroupées par systèmes. La seconde est liée à la nécessité de remonter l'objet. Ensuite, nous avons déterminé trois conditions d'existence : nécessité de réaliser la dissection d'un objet, de faire un effort de

compréhension de son fonctionnement ainsi que de réaliser le démontage de l'objet en conservant les pièces d'un même système regroupées. Le tableau 19 présente la définition, les propriétés et les conditions d'existence de la dissection mécanique par systèmes.

Tableau 19

La définition, les propriétés et les conditions d'existence de la dissection mécanique par systèmes

Nom de la catégorie émergente	Dissection mécanique par systèmes
Définition proposée	<ul style="list-style-type: none"> • Dissection mécanique d'un objet où l'élève commence par ouvrir l'objet, en retire les pièces en les conservant regroupées par systèmes (p. ex. le système de roue dentée, le système électrique) et termine par remonter et comprendre le fonctionnement de l'objet.
Propriétés	<ul style="list-style-type: none"> • Conservation des pièces regroupées par systèmes. • Nécessité de remonter l'objet.
Conditions d'existence	<ul style="list-style-type: none"> • Réaliser la dissection d'un objet. • Faire un effort de compréhension du fonctionnement. • Réaliser le démontage de l'objet en conservant les pièces d'un même système regroupées.

6.2.3 Le schéma représentant la dissection mécanique par systèmes

La dissection mécanique par systèmes se caractérise par le fait que l'élève démonte l'objet en gardant les pièces regroupées par systèmes (p. ex. le système de roues dentées, le système électrique). Le schéma suivant présente l'idée de séparer un objet en seulement quelques regroupements. Chaque pièce de casse-tête représente un système pouvant exister dans un objet quelconque. Il est possible de remonter l'objet rapidement en replaçant

les pièces de casse-tête (systèmes) au bon endroit afin de comprendre son fonctionnement. Tout au long de la dissection, les élèves observent les pièces de l'objet et leurs mouvements.

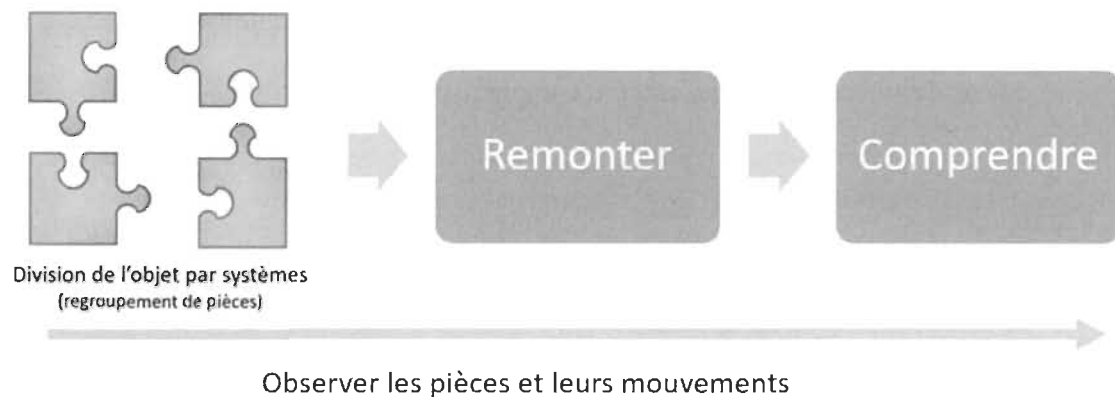


Figure 6. L'illustration de la dissection mécanique par systèmes.

6.3 La dissection mécanique en spirale

Le cas de figure en spirale a été observé chez une seule équipe (C). Cette équipe est composée d'un garçon et d'une fille. Cette section présente un tableau récapitulatif des étapes de la dissection mécanique de cette équipe, suivi de la définition de la dissection mécanique en spirale, de ses propriétés, de ses conditions d'existence ainsi que d'un schéma le représentant (voir la Figure 7).

6.3.1 Le tableau récapitulatif des étapes de la dissection mécanique en spirale (équipe C)

Le tableau 20 expose les étapes réalisées par l'équipe C lors de la dissection mécanique. Comme cette équipe est la seule à avoir réalisé une démarche qui correspond au cas de figure en spirale, aucune comparaison n'est possible.

Tableau 20

Les étapes de la dissection mécanique réalisée par les membres de l'équipe C

Les étapes de la dissection mécanique réalisée par les membres de l'équipe C
Sortir l'objet de la boîte, l'ouvrir et enlever les piles.
Retirer des vis.
Observer l'objet.
Actionner le bouton volontairement à deux reprises.
Remettre les piles en place.
Actionner le bouton volontairement à quelques reprises.
Observer le mouvement des pièces.
Retirer les roues dentées.
Actionner le bouton volontairement à quelques reprises.
Observer le mouvement du moteur.
Expliquer le fonctionnement de l'objet.

6.3.2 La définition, les propriétés et les conditions d'existence

La démarche utilisée par les membres de l'équipe C est différente de celles des autres équipes. En effet, ceux-ci ont actionné à plusieurs reprises le bouton de mise en

marche tout au long de l'activité de dissection pour étudier le mécanisme. Le tableau 20 nous permet de constater que cette équipe a observé l'objet, a mis le diffuseur en marche et a retiré des pièces en alternance. Nous choisissons de nommer cette démarche une dissection mécanique en spirale. La définition proposée est la suivante : Dissection mécanique d'un objet dans laquelle l'élève commence par mettre l'objet en marche, observe le mouvement et retire une ou des pièces pour ensuite recommencer ces trois étapes autant de fois que nécessaire pour en arriver à une compréhension du fonctionnement de l'objet. De plus, nous avons déterminé trois propriétés qui caractérisent la dissection mécanique en spirale. Premièrement, la dissection mécanique de l'objet combine la mise en marche de l'objet, l'observation et le retrait de pièces. Deuxièmement, ces trois étapes doivent être réalisées à plusieurs reprises. Finalement, nous déterminons les conditions d'existence : réaliser la dissection d'un objet, faire un effort de compréhension du fonctionnement et reprendre à plusieurs reprises les mêmes étapes successives. Le tableau 21 résume la définition, les propriétés et les conditions d'existence de la dissection mécanique en spirale.

Tableau 21

La définition, les propriétés et les conditions d'existence de la dissection mécanique en spirale

Nom de la catégorie émergente	Dissection mécanique en spirale
Définition proposée	<ul style="list-style-type: none"> • Dissection mécanique d'un objet où l'élève commence par mettre en marche l'objet, observe le mouvement et retire une ou des pièces, pour ensuite recommencer ces trois étapes autant de fois que nécessaire pour en arriver à une compréhension du fonctionnement de l'objet.
Propriétés	<ul style="list-style-type: none"> • Démarche combinant la mise en marche de l'objet, l'observation et le retrait de pièces. • Trois étapes doivent être effectuées à plusieurs reprises.
Conditions d'existence	<ul style="list-style-type: none"> • Réaliser la dissection d'un objet. • Faire un effort de compréhension du fonctionnement. • Reprendre à plusieurs reprises les mêmes étapes successives (mise en marche, observation, retrait de pièces).

6.3.3 Le schéma représentant la dissection mécanique en spirale

Le schéma suivant représente l'itération des étapes caractérisant la dissection mécanique en spirale. En effet, on peut y percevoir trois étapes qui se succèdent et se répètent, soit la mise en marche de l'objet, l'observation du mouvement des composantes et le retrait d'une ou de plusieurs pièces. C'est seulement après avoir effectué les étapes à plusieurs reprises que l'élève en arrive à une certaine compréhension du fonctionnement de l'objet.

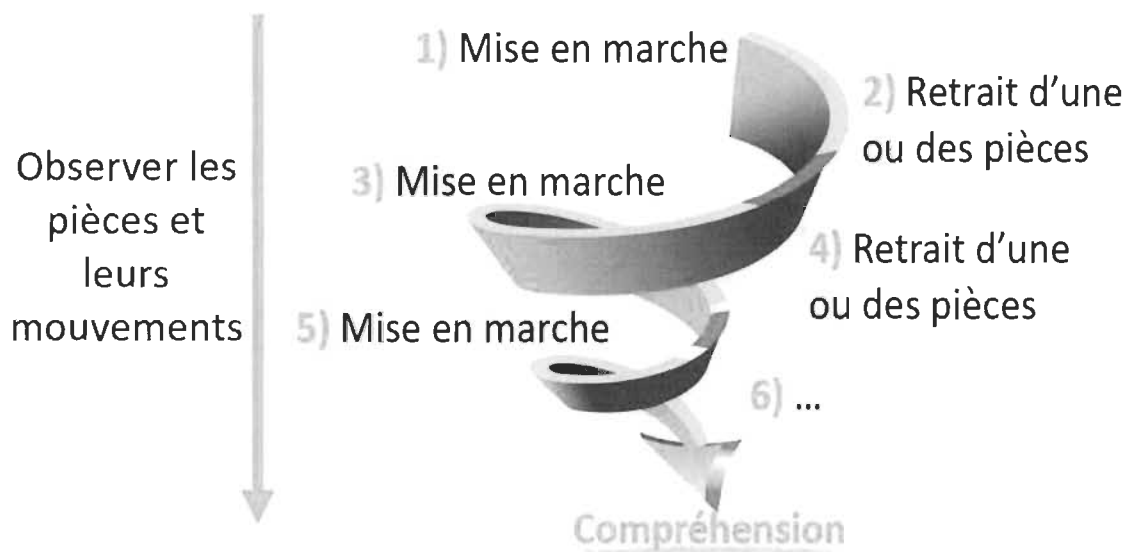


Figure 7. L'illustration de la dissection mécanique en spirale.

6.4 La synthèse du chapitre

Nous avons construit trois cas de figure qui illustrent les manières dont les participants et les participantes à cette étude ont réalisé l'activité de dissection mécanique (que nous appelons « dissection mécanique séquentielle », « dissection mécanique par systèmes », « dissection mécanique en spirale »). Nous avons constaté leur existence à la suite de l'analyse des matériaux d'enquête (enregistrement audio-vidéo et compte rendu exhaustif des entrevues semi-dirigées). Ces cas de figure nous ont permis de formuler des recommandations pour les enseignants. Elles sont détaillées dans le prochain chapitre.

Chapitre 7

Discussion

Ce chapitre propose un tour d'horizon de nos réflexions à la suite de l'analyse des résultats. Ces réflexions nous ont amenée à formuler des recommandations quant à l'enseignement de la dissection mécanique en classe de S&T. Premièrement, nous abordons le lien qui unit ce mémoire à la compétence 2 du programme ATS inscrite dans le PFEQ. Deuxièmement, il est question de l'influence du choix de l'objet sur la démarche utilisée. Troisièmement, nous traitons de l'examen ministériel de 4^e secondaire et de son lien avec les résultats de notre mémoire puisqu'il contient une démarche d'analyse technologique. Quatrièmement, nous abordons le rôle possible de la définition de la dissection mécanique pour le cas de figure séquentielle. Cinquièmement, nous explorons la différence entre l'utilisation des sens dans des situations d'observation en sciences et en technologie. Finalement, nous formulons six recommandations pour les enseignants en S&T et nous revenons sur les objectifs de notre recherche.

7.1 Le lien avec la compétence 2 du PFEQ du programme ATS

La compétence 2 du PFEQ du programme ATS s'énonce ainsi : « Mettre à profit ses connaissances scientifiques et technologiques » (MELS, 2007a, p. 17). Elle est liée de très près à notre mémoire. Cette compétence demande aux élèves de cerner la fonction globale d'un objet, d'en identifier les composantes, d'en décrire les principes de fonctionnement, en plus de démonter l'objet entièrement ou en partie. Une activité de dissection

mécanique comme celle que les participants ont réalisée dans le cadre de la collecte de données s'inscrit dans cette compétence.

En regardant de plus près, nous constatons que l'activité de dissection mécanique est liée à la troisième et la quatrième composante de cette compétence. Autrement dit, la dissection mécanique s'inscrit dans une partie du descriptif de la composante 3 ainsi que dans une partie du descriptif de la compétence 4. Le tableau 22 présente les composantes 3 et 4 de la compétence 2 du programme ATS.

Tableau 22

Les composantes 3 et 4 de la compétence 2 du PFEQ²¹

Composante	Composante 3	Composante 4
Intitulé de la composante	Comprendre des principes technologiques liés à l'application	Contrôler l'état de fonctionnement de l'objet technique ou du système technologique à l'étude
Descriptif de la composante	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Cerner la fonction globale de l'application</u> • <u>En identifier les diverses composantes et déterminer leurs fonctions respectives</u> • <u>En décrire des principes de fonctionnement et de construction</u> • Mettre en relation ces principes en s'appuyant sur des concepts, des lois ou des modèles • Représenter schématiquement des principes de fonctionnement et de construction 	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Démonter complètement ou en partie l'objet ou le système</u> • Trouver ce qui fait défaut, s'il y a lieu • Effectuer l'entretien ou, dans certains cas, les réparations requises • <i>Remonter correctement l'objet ou le système</i>

Le tableau 22 montre que la dissection mécanique est liée de près à la compétence 2. Toutes les équipes, peu importe le cas de figure qui s'applique à leur activité, ont tenté de répondre au descriptif placé en gras dans ce tableau. Par ailleurs, seules les équipes ayant utilisé les cas de figure séquentiel et par systèmes ont tenté de remonter l'objet. Les élèves qui ont réalisé le cas de figure en spirale ne l'ont pas fait. Certes, l'équipe ayant

²¹ Les parties du descriptif qui s'appliquent directement à la dissection mécanique ont été soulignées. En italique, on retrouve une partie du descriptif qui s'applique parfois à l'activité. Les formulations du PFEQ sont reprises telles quelles (MELS, 2007a, 2007b).

réalisé la dissection mécanique en spirale n'a pas eu besoin de remonter l'objet pour répondre à la question de départ, soit d'expliquer le fonctionnement de l'objet. De leur côté, une des équipes (équipe B), qui a opté pour la dissection mécanique par systèmes, a dû remonter l'objet afin de parfaire ses explications (l'équipe D a abandonné). En ce qui concerne les équipes qui ont effectué la dissection mécanique séquentielle, elles ont remonté l'objet avant d'expliquer son fonctionnement.

7.2 Le choix de l'objet *versus* la démarche utilisée

Nous avons constaté que la dissection mécanique séquentielle peut être gage de réussite dans certains cas. Effectivement, lorsque l'élève se sent à l'aise avec la dissection d'objets techniques et lorsque cet objet est peu complexe pour le niveau de l'élève, la dissection mécanique séquentielle peut se révéler efficace. Prenons, par exemple, la dissection d'un stylo par un élève de 4^e secondaire. Cet objet est peu complexe pour l'élève, il risque de se sentir à l'aise de le démonter et de le remonter. Comme la dissection mécanique séquentielle nécessite d'être capable de remonter l'objet afin de comprendre son fonctionnement, celui-ci ne doit pas être trop complexe. Lors des entrevues semi-dirigées, un membre de l'équipe F (participant 12), qui a fait une dissection mécanique séquentielle, a mentionné disséquer souvent des objets à la maison. En effet, il a déjà démonté et remonté le moteur d'un véhicule tout-terrain. De plus, lorsque nous lui avons demandé s'il avait dû observer le fonctionnement de l'objet pendant qu'il le démontait, il a répliqué : *Pour quelqu'un qui ne sait pas comment ça fonctionne, certainement, mais*

comprenant le fait qu'on savait déjà de quelle façon ça marchait... De plus, son coéquipier, le participant 11, a aussi mentionné effectuer souvent des dissections mécaniques à la maison. À la suite des entrevues semi-dirigées réalisées avec les deux membres de l'équipe F, nous constatons que deux facteurs ont un impact sur le choix de la démarche et sa réussite : la complexité de l'objet à disséquer et la familiarité à réaliser une activité de dissection mécanique. Autrement dit, un élève qui est habitué de réaliser des dissections mécaniques et qui démonte un objet qualifié de peu complexe pour lui peut possiblement utiliser avec succès la dissection mécanique séquentielle. Par contre, cette façon de faire ne semble pas être efficace pour des élèves en apprentissage. Bref, tout comme Doucet *et al.* (2007b), qui mentionnent la pertinence de considérer le niveau de difficulté lors du choix de l'objet, nous croyons qu'il est important que l'enseignant prenne en considération la complexité de l'objet lorsqu'il le choisit ainsi que lorsqu'il décide de la façon dont il enseigne la dissection mécanique à l'aide de cet objet.

7.3 L'examen ministériel de 4^e secondaire

L'examen ministériel de 4^e secondaire en S&T est composé de trois sections. La première est constituée de questions à choix de réponses, la seconde des questions à réponses courtes, alors que la dernière demande aux élèves de réaliser une analyse technologique à partir d'une vidéo montrant une dissection mécanique d'un objet. Nous avons observé les vidéos de juin 2015, juin 2016 et juin 2017 (les profils ST et ATS ont la même vidéo). La vidéo montre, pour commencer, l'objet en fonction. Par la suite, nous pouvons

apercevoir des plans rapprochés de plusieurs regroupements de pièces internes et externes en mouvement. Ensuite, nous voyons une vue éclatée de l'objet une fois que celui-ci est entièrement démonté. Finalement, l'objet est entièrement remonté. La dissection mécanique de l'examen ministériel ne se calque sur aucun des cas de figure identifiés au chapitre 6. En effet, on retrouve certains éléments de chacun d'entre eux : l'objet en fonction (en spirale), des plans rapprochés de plusieurs regroupements de pièces (par systèmes), une vue éclatée de l'objet (séquentielle), et l'objet entièrement remonté (par systèmes ou séquentielle). En ce qui a trait aux sens utilisés, les élèves peuvent utiliser uniquement la vue lors de cette dissection. Aucun autre sens n'est sollicité. Étant donné que certains élèves ont mentionné le toucher comme le sens le plus important pour effectuer la dissection mécanique, il peut s'avérer difficile pour eux de bien analyser l'objet.

7.4 Le rôle de la définition de la dissection mécanique pour le cas de figure séquentiel

Nous sommes d'avis que le fait de donner aux élèves une définition de la dissection mécanique peut influencer leur choix de démarche. En effet, les définitions de la dissection mécanique exposées dans le chapitre 3 montrent des démarches linéaires. Reprenons celle de Doucet et ses collaborateurs (2007b) : « Elle consiste à démonter un produit afin de voir comment il fonctionne et à quoi sert chacune des composantes » (p. 3). Cette définition présente à première vue un processus linéaire en trois étapes, soit de démonter, voir comment l'objet fonctionne, et finalement voir à quoi servent les composantes de l'objet. Donner cette définition à des élèves lorsque nous leur expliquons comment réaliser

une dissection mécanique peut les amener à réaliser une dissection mécanique séquentielle ou bien à démonter entièrement l'objet plutôt que partiellement, comme c'est le cas dans la dissection mécanique par systèmes. Outre Doucet et ses collaborateurs, Dalrymple (2009) propose aussi une définition présentant une démarche linéaire qui inclut le remontage de l'objet.

Nous proposons ainsi aux enseignants d'être prudents en ce qui concerne la façon dont ils enseignent la dissection mécanique afin de ne pas amener les élèves à réaliser une dissection mécanique séquentielle ou trop linéaire s'ils ne sont pas assez familiers avec l'objet ou avec la dissection mécanique. Finalement, nous avons cherché dans différents manuels scolaires une définition de la dissection mécanique afin de constater la façon dont cette activité est présentée aux élèves, mais en vain. En effet, les manuels consultés n'abordent pas la dissection mécanique directement. Par contre, ils traitent des concepts connexes à cette activité comme les mécanismes de transmission ou de transformation du mouvement, l'utilisation d'outils, les systèmes d'alimentation, les systèmes de roues dentées, etc. Par ailleurs, une série de manuels publiée par les éditions CEC présente une définition de l'analyse technologique qui est semblable à celle du PFEQ (MELS 2007a, 2007b) : « La démarche technologique d'analyse vise à effectuer l'analyse de la fonction globale d'un objet ainsi que de la fonction de ses sous-systèmes et de ses composantes » (Dubreuil, Leroux, Morissette, Pagé et Poirier, 2008, p. 269). Cette série de manuels s'intitule *Biosphère* en 3^e secondaire et *Écosphère* en 4^e secondaire.

7.5 Les sens utilisés en technologie *versus* les sens utilisés en sciences

Dans la problématique (Chapitre 1), nous abordons l'absence d'écrits traitant de l'utilisation des sens en technologie. Plusieurs auteurs traitent des sens utilisés dans des situations d'observation en sciences. Ils s'entendent pour dire que l'observation peut être réalisée avec l'aide des cinq sens (Eberbach et Crowley, 2009; Fourez, 1988; Haury, 2002; Hodson, 1996; Johnston, 2009; Oguz-Unver et Yurumezoglu, 2009; Yurumezoglu, 2006). Si nous reprenons maintenant le tableau 2 présenté dans le Chapitre 2, nous y retrouvons des auteurs qui soulignent que la vue est le sens le plus utilisé dans des situations d'observation (Fourez, 1988; Oguz-Unver et Yurumezoglu, 2009), alors qu'un autre mentionne, en plus de la vue, l'ouïe et le toucher comme sens utilisés (Johnston, 2009). Dans le cadre de notre recherche, nous avons étudié les sens utilisés dans des situations d'observation en technologie. Nous constatons que tous les sens peuvent être utilisés, sauf le goût²², dépendamment des équipes. L'activité ne se prêtait pas à l'utilisation du goût et les règlements émis en laboratoire mentionnent souvent cet avertissement de ne pas goûter. Conséquemment, ce sens n'a pas été utilisé. De plus, à la différence des situations d'observation en sciences qui amènent l'élève à employer surtout la vue (Fourez, 1988; Oguz-Unver et Yurumezoglu, 2009), les situations d'observation en technologie les amènent à considérer parfois le toucher comme le sens le plus important. À cet effet, le

²² Bien qu'un participant ait mentionné avoir goûté au produit désodorisant par accident, nous ne considérons pas qu'il a utilisé ce sens dans son observation puisque ce n'était pas intentionnel.

tableau 15 montre que la moitié des participants considère le toucher comme le sens le plus utile pour eux, alors que l'autre moitié opte pour la vue. De plus, tous les participants ont mentionné avoir utilisé le toucher et la vue durant l'activité. Bref, nous croyons qu'il est important de permettre aux élèves d'utiliser le toucher en technologie. Autrement dit, il est approprié que les élèves aient accès à des objets réels qu'ils peuvent manipuler.

7.6 Les recommandations

À la suite de ces constatations, nous pensons que la dissection mécanique en spirale est le processus le plus efficace dans le cas de la dissection mécanique d'un diffuseur de fragrances automatique. En effet, l'équipe qui a utilisé la dissection mécanique en spirale n'a pas eu besoin de remonter l'objet pour en comprendre le fonctionnement. Par ailleurs, nous croyons que la dissection mécanique par systèmes peut aussi être pertinente à utiliser. Elle permet effectivement de bien voir l'utilité de chacun des systèmes dans un objet. Finalement, la dissection mécanique séquentielle n'est pas le cas de figure à privilégier, puisqu'elle nécessite de remonter l'objet entièrement pour arriver à comprendre son fonctionnement. De plus, la réussite de l'activité est tributaire d'un remontage complet et exact de l'objet. Ces constatations nous amènent à formuler les recommandations suivantes pour les enseignants du secondaire en S&T et pour tout autre acteur du milieu éducatif qui considère être concerné :

1. *Dans une optique d'enseignement de méthodes de travail efficaces, nous recommandons aux enseignants en S&T de prôner la réalisation d'une dissection mécanique en spirale.*

En effet, nous croyons que d'enseigner aux élèves comment réaliser ce cas de figure en premier lieu leur permettra de bien comprendre le fonctionnement de l'objet puisqu'ils pourront observer le mouvement des pièces. Bien sûr, nous croyons qu'il est primordial de ne pas obliger les élèves à utiliser ce cas de figure, étant donné que certains élèves peuvent très bien réussir d'autres façons, mais nous recommandons de l'enseigner et de laisser les élèves libres de leur choix par la suite.

2. *Nous recommandons d'enseigner la méthode par systèmes lorsque l'objectif pédagogique d'une activité, outre la compréhension du fonctionnement de l'objet, consiste à prendre conscience de l'importance d'un système dans un objet.*

Nous croyons que la méthode par systèmes, bien qu'elle nécessite de remonter l'objet, peut se révéler très utile, dépendamment des objectifs poursuivis avec l'activité de dissection mécanique. Lorsque le sujet du cours est l'étude des systèmes de transmission et de transformation du mouvement, les élèves doivent comprendre leur utilité dans un objet. La dissection mécanique par systèmes est alors tout indiquée.

3. *Nous recommandons aux enseignants de S&T de ne pas enseigner la dissection mécanique séquentielle.*

Bien que la dissection mécanique séquentielle puisse être utile pour certains élèves, nous recommandons de ne pas l'enseigner, puisque nous croyons que son efficacité est dépendante de la familiarité avec laquelle les élèves réalisent des activités de dissection mécanique. Autrement dit, la réussite de cette façon de faire dépend de la complexité de l'objet pour l'élève ainsi que de son habitude à réaliser des activités de dissection mécanique.

4. *Nous recommandons aux enseignants de S&T d'adapter le choix de l'objet en fonction du niveau des élèves.*

Tout comme Doucet *et al.* (2007b), nous recommandons de choisir l'objet en fonction du niveau des élèves. Un objet trop simple pour des élèves sera démonté et remonté rapidement. Les élèves comprendront sans trop d'embûches le fonctionnement de cet objet. De plus, les élèves peuvent déjà connaître le fonctionnement d'un objet trop simple. À l'opposé, le fonctionnement d'un objet trop complexe risque de ne pas être compris par les élèves. Ceci rappelle un concept proposé par Vygotski, soit la zone

proximale de développement²³. Un objet considéré comme trop complexe pourrait être disséqué par un élève avec l'appui d'un médiateur (l'enseignant).

5. *Nous recommandons aux enseignants d'être prudents lorsqu'ils présentent la dissection mécanique aux élèves.*

Comme mentionné précédemment dans ce chapitre, il est important que les enseignants soient prudents lorsqu'ils présentent la dissection mécanique. Les définitions que nous avons trouvées montrent des processus très linéaires qui peuvent amener les élèves à réaliser des dissections mécaniques séquentielles. En effet, en mentionnant aux élèves que la dissection mécanique consiste à démonter un objet et à comprendre son fonctionnement, l'enseignant peut les amener à réaliser une dissection mécanique selon une séquence dans le temps, soit de commencer par démonter pour ensuite comprendre le fonctionnement. Nous pouvons considérer ceci comme un obstacle didactique. En effet, « les obstacles d'origine didactique sont ceux qui sont provoqués par le choix d'enseignement » (Kazadi, 2015, p. 64).

²³ La zone proximale de développement se définit comme suit : « La zone cognitive à l'intérieur de laquelle des apprentissages difficiles deviennent possibles grâce à la médiation efficace d'un adulte ou d'un pair exerçant le rôle de guide » (Vienneau, 2011, p. 176).

6. *Nous recommandons aux enseignants de mettre à la disposition des élèves des objets réels qu'ils peuvent manipuler lorsqu'ils traitent de technologie de type ingénierie en classe.*

Comme les élèves, dans des situations d'observation en technologie, utilisent le toucher autant que la vue, il est important qu'ils aient accès à des objets réels. Bien que certains élèves considèrent la vue comme le sens le plus utile, la moitié des participants préconise le toucher. Bien entendu, par cette recommandation, nous ne souhaitons pas aller à l'encontre de la modélisation présentée par Martinand (1996). Nous croyons simplement en la pertinence d'avoir accès à un objet réel dans ce cas bien précis.

7.7 Le retour sur les objectifs de la recherche

Cette recherche nous a permis de répondre aux deux objectifs que nous avons fixés. Premièrement, nous avons décrit de quelles façons les élèves de quatrième secondaire en S&T procèdent lorsqu'ils réalisent une dissection mécanique. En effet, nous avons identifié trois cas de figure à ce propos (séquentielle, par systèmes, en spirale). Ils nous ont permis de formuler différentes recommandations quant à l'enseignement de la dissection mécanique. Deuxièmement, nous avons décrit de quelles façons des élèves du secondaire en S&T utilisent leur sens lors de situations d'observation, et plus précisément pendant une dissection mécanique. Tous les sens sont utilisés par les élèves sauf le goût. La vue ainsi que le toucher sont les sens les plus utilisés. Ces informations nous ont permis

de formuler une recommandation quant à l'importance d'utiliser des objets réels en classe. Dans la conclusion, nous faisons un retour sur les résultats de la recherche et nous abordons les limites et les pistes de réflexion.

Conclusion

Pour conclure ce mémoire, nous effectuons un retour sur les résultats de cette recherche. Ensuite, nous explorons ses principales limites. Finalement, nous abordons différentes pistes de réflexion.

Le retour sur les résultats de cette recherche

Nous souhaitons faire un retour sur les principaux résultats tant au niveau de la dissection mécanique que de l'utilisation des sens. Comme nous l'avons présenté au chapitre 6, nous avons construit trois cas de figure à propos de la façon dont les élèves du secondaire en S&T réalisent une dissection mécanique, soit séquentielle, par systèmes et en spirale. La dissection mécanique séquentielle fait référence à la dissection d'un objet selon une séquence temporelle dans laquelle l'élève commence par ouvrir l'objet, en retire toutes les pièces et termine par remonter et rechercher la compréhension du fonctionnement de l'objet. Ensuite, la dissection mécanique par systèmes se définit comme suit : Dissection mécanique d'un objet dans laquelle l'élève commence par ouvrir l'objet, en retire les pièces en les conservant regroupées par systèmes (p. ex. le système de roue dentée, le système électrique) et termine par remonter et rechercher la compréhension du fonctionnement de l'objet. Finalement, la dissection mécanique en spirale est une démarche itérative dont l'objectif est de comprendre le fonctionnement de l'objet. L'élève commence par une mise en marche de l'objet, suivi d'une observation du mouvement, le retrait d'une ou des pièces, et répète ces trois étapes jusqu'à compréhension du fonctionnement de l'objet.

Par ailleurs, nous avons constaté que dans une situation d'observation en technologie comme celle que nous leur avons proposée, les élèves peuvent utiliser tous leurs sens, sauf le goût. Certains élèves ont utilisé plus de sens que d'autres. De plus, la moitié des participants a mentionné le toucher comme le sens le plus utile durant l'activité, alors que l'autre moitié a mentionné la vue. Nous remarquons que la vue n'est pas toujours le sens le plus utilisé par les élèves dans des situations d'observation en technologie, comme nous aurions pu le croire avant de mener le volet empirique de cette recherche.

Les limites

Malgré toutes les précautions prises et la rigueur de notre démarche, cette étude a des limites et nous les explorons dans cette section. Nous traitons de l'ajout possible d'une méthode de collecte de données ainsi que du caractère non exhaustif et non généralisable de cette recherche.

Premièrement, réaliser une entrevue semi-dirigée avec l'enseignant de S&T des participants aurait pu être bénéfique et complémentaire pour notre recherche. Nous aurions notamment pu en apprendre davantage sur la façon dont la dissection mécanique a été enseignée aux élèves. Cela dit, les élèves font probablement des dissections mécaniques ou des activités similaires depuis le début du secondaire ou même depuis le

primaire. Il nous aurait été impossible de retracer le parcours scolaire de tous les participants afin de discuter avec leurs anciens enseignants dans le temps nécessaire pour la réalisation de notre recherche.

Deuxièmement, comme nous avons pour objectif de réaliser une étude exploratoire de nature qualitative descriptive, nous avons sélectionné un nombre de participants relativement petit. Ce sont 12 élèves du profil ATS qui ont participé à cette recherche. Nous ne prétendons donc pas avoir obtenu des résultats exhaustifs. Autrement dit, il existe probablement d'autres cas de figure que ceux mentionnés au chapitre 6. C'est donc dire que cette recherche ne vise pas la généralisation.

Troisièmement, les interactions avec les élèves lors des entrevues semi-dirigées ont été de courte durée. En effet, nous avons eu peu de temps pour approfondir leur démarche. Malgré tout, les élèves ont produit des discours permettant de répondre aux questions de recherche.

Nonobstant les limites énoncées ci-dessus, les résultats de cette recherche contribueront à alimenter les réflexions d'enseignants et de formateurs de S&T au regard de l'enseignement de la démarche d'analyse technologique ainsi que la démarche d'observation telles qu'elles sont décrites par le MELS (2007).

Les pistes de réflexion

Nous pensons qu'il existe de multiples pistes de réflexion, que notre recherche permet de proposer, à propos de la dissection mécanique ou plus largement au sujet de la technologie de type ingénierie.

En premier lieu, nous croyons en l'intérêt de documenter les manières dont les élèves du secondaire réalisent la dissection mécanique avec des objets différents de celui utilisé pour cette recherche. Des objets plus simples et plus complexes que le diffuseur de fragrances automatique pourraient ainsi être utilisés.

En deuxième lieu, il serait pertinent de documenter les connaissances antérieures des élèves à propos de la dissection mécanique avant qu'ils réalisent l'activité dans le cadre de cette recherche. En effet, ceci nous permettrait d'en apprendre plus sur la familiarité qu'ont les élèves avec ce type d'activité.

En troisième lieu, il nous semble pertinent d'étudier de quelle façon les enseignants enseignent la dissection mécanique dans les classes de S&T. Bien sûr, comme la 4^e secondaire en S&T est une année charnière avec l'examen ministériel, nous croyons en l'importance de se pencher sur ce niveau avant tout. Par contre, il serait intéressant de documenter les pratiques enseignantes à propos de la dissection mécanique au primaire comme au secondaire.

Finalement, plus largement, nous croyons en l'importance d'étudier les pratiques enseignantes en technologie de type ingénierie. Il pourrait par exemple s'agir d'une recherche portant sur les manières dont les enseignants en S&T au secondaire conçoivent la technologie dans les savoirs, dans les objectifs qu'ils poursuivent à l'intérieur même de leur enseignement, et dans leurs pratiques.

Références

- Ahtee, M., Juuti, K., Lavonen, J. et Suomela, L. (2011). Questions asked by primary atudent teachers about observations of a science demonstration. *European Journal of Teacher Education*, 34(3), 347-361.
- Ankiewicz, P., De Swardt, E. et De Vries, M. (2006). Some implications of the philosophy of technology for science, technology and society (STS) studies. *International journal of technology and design education*, 16(2), 117-141.
- Baribeau, C. et Royer, C. (2012). L'entretien individuel en recherche qualitative : usages et modes de présentation dans la Revue des sciences de l'éducation. *Revue des sciences de l'éducation*, 38(1), 23-45.
- Barma, S. et Guilbert, L. (2006). Différentes visions de la culture scientifique et technologique : défis et contraintes pour les enseignants. Dans A. Hasni, Y. Lenoir et J. Lebeaume (dir.), *La formation à l'enseignement des sciences et des technologies au secondaire dans le contexte des réformes par compétences* (p. 11-39). Québec : Presses de l'Université du Québec.
- Barth, B.-M. (2011). *L'apprentissage de l'abstraction*. Paris : Retz.
- Bernard, C. (1966). *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*. Paris : Garnier-Flammarion.
- Bureau de la consommation (BC). (2004). *Rapport sur les tendances en consommation*. Ottawa : Industrie Canada. Repéré à <https://www.ic.gc.ca/eic/site/oca-bc.nsf/fra/ca02088.html>
- Chikofsky, E. et Cross, J. (1990). Reverse Engineering and Design recovery: A Taxonomy. *IEEE Software*, January, 13-17.
- Dalrymple, O. (2009). *The Pedagogical Value of Disassemble/Analyze/Assemble (DAA) Activities: Assessing the Potential for Motivation and Transfer* (Thèse de doctorat). Purdue University.
- Desroches, A. (2016, juillet). *Un atelier pour réapprendre à réparer*. La Voix Pop du Sud-Ouest. Repéré à <http://journalmetro.com/local/sud-ouest/actualites/995664/un-atelier-pour-reapprendre-a-reparer/>
- Doucet, P., Langelier, È. et Samson, G. (2007b). Une démarche de conception en sept étapes. 2^e partie : la rétro-conception et la dissection mécanique. *Spectre*, décembre-janvier, 30-33.

- Dubreuil, M., Leroux, D., Morissette, P., Pagé, M. et Poirier, A. (2008). *Écosphère*. Anjou : Édition CEC.
- Eberbach, C. et Crowley, K. (2009). From everyday to scientific observation: How children learn to observe the biologist's world. *Review of Educational Research*, 79(1), 39-68. doi:10.3102/0034654308325899
- Eilam, E. et Chikofsky, E. J. (2005). *Reversing: Secrets of Reverse Engineering*. Indianapolis, IN: Wiley.
- Elizalde, H., Rivera-Solorio, I., Pérez, Y., Morales-Menéndez, R. et Orta, P. (2008). An Educational Framework based on Collaborative Reverse Engineering and Active Learning: a Case Study. *International Journal of Engineering Education*, 24(6), 1062-1070.
- Fortin, M.-F. et Gagnon, J. (2016). *Fondements et étapes du processus de recherche : méthodes quantitatives et qualitatives* (3^e éd.). Montréal : Chenelière éducation.
- Fourez, G. (1988). *La construction des sciences*. Paris : Éditions universitaires.
- Fourez, G., Englebert-Lecomte, V. et Mathy, P. (1997). *Nos savoirs sur nos savoirs : un lexique d'épistémologie pour l'enseignement*. Bruxelles : De Boeck.
- Fourez, G. et Larochelle, M. (2009). *Apprivoiser l'épistémologie* (3^e éd.). Bruxelles : De Boeck.
- Gatto, A., Bassoli, E., Denti, L., Iuliano, L. et Minetola, P. (2015). Multi-disciplinary approach in engineering education: learning with additive manufacturing and reverse engineering. *Rapid Prototyping Journal*, 21(5), 598-603. doi:10.1108/RPJ-09-2014-0134
- Groleau, A. (2011). Les rapports à la physique et à l'enseignement de la physique de futures enseignantes du primaire inscrites dans un profil d'études collégiales en éducation. *Mémoire de maîtrise, Université Laval*.
- Haslam, F. et Gunstone, R. (1998). *The Influence of Teachers on Student Observation in Science Classes*. Repéré à <http://proxy.uqtr.ca/login.cgi?action=login&u=uqtr&db=ebsco&ezurl=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eric&AN=ED446927&site=ehost-live>

- Haury, D. L. (2002). *Fundamental Skills in Science: Observation*. ERIC Digest.
- Hodson, D. (1996). Rethinking the role and status of observation in science education. *European Education*, 28, 37-57.
- Johnston, J. S. (2009). What Does the Skill of Observation Look like in Young Children? *International Journal of Science Education*, 31(18), 2511-2525.
- Kazadi, C. (2015). *Lexique de didactique des mathématiques*. Trois-Rivières : Les Éditions Pythagore.
- Kohlhauf, L., Rutke, U. et Neuhaus, B. (2011). Influence of Previous Knowledge, Language Skills and Domain-Specific Interest on Observation Competency. *Journal of Science Education and Technology*, 20(5), 667-678.
- Martinand, J.-L. (1996). *Introduction à la modélisation*. Actes du séminaire des didactiques des disciplines technologiques, 1-12.
- Mawson, B. (2007). Factors affecting learning in technology in the early years at school. *International Journal of Technology and Design Education*, 17(3), 253-269.
- Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport (MELS). (2007a). *Programme de formation de l'école québécoise. Enseignement secondaire. Programme d'applications technologiques et scientifiques, 2^e cycle*. Québec : Gouvernement du Québec
- Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport (MELS). (2007b). *Programme de formation de l'école québécoise. Enseignement secondaire. Programme de science et technologie, 2^e cycle*. Québec : Gouvernement du Québec.
- Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport (MELS). (2009). *Progression des apprentissages science et technologie*. Québec : Gouvernement du Québec.
- Ministère de l'Éducation du Québec (MEQ). (2001). *Programme de formation de l'école québécoise. Éducation préscolaire, enseignement primaire*. Québec : Gouvernement du Québec.
- Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur (MEES). (2016). *Épreuves uniques enseignement secondaire, 2^e cycle. Document d'information*. Québec : Gouvernement du Québec.

- Oguz-Unver, A. et Yurumezoglu, K. (2009). A Teaching Strategy for Developing the Power of Observation in Science Education. *Ondokuz Mayıs University Journal Of Education*, 28, 105-119.
- Paillé, P. et Mucchielli, A. (2016). *L'analyse qualitative en sciences humaines et sociales* (4^e éd.). Malakoff : Armand Colin.
- Potvin, P. et Hasni, A. (2013). Développer et implanter des interventions pédagogiques favorisant l'intérêt en science et technologie en se basant sur la recherche. *Spectre*, 43(1), 8-12.
- Samuelson, P. et Scotchmer, S. (2002). The law and economics of reverse engineering. *The Yale Law Journal*, 111(7), 1575-1663.
- Savoie-Zajc, L. (2009). L'entrevue semi-dirigée. Dans B. Gauthier (dir.), *Recherche sociale : de la problématique à la collecte des données* (5^e éd., p. 337-360). Québec : Presses de l'Université du Québec.
- Savoie-Zajc, L. (2011). La recherche qualitative/interprétative en éducation. Dans T. Karsenti et L. Savoie-Zajc (dir.), *La recherche en éducation : étapes et approches* (3^e éd., p. 123-181). Montréal : Erpi.
- Thouin, M. (2009). *Enseigner les sciences et les technologies au préscolaire et au primaire*. Québec : Editions MultiMondes.
- Thouin, M. (2017). L'épistémologie et la recherche en didactique. Les visées des sciences et les modèles. *CJNSE/RCJCÉ*, 8(1), 107-115.
- Vienneau, R. (2011). *Apprentissage et enseignement. Théories et pratiques*. Montréal : Gaëtan Morin éditeur.
- Wainsten, J. P. et Morin, Y. (2012). *Le Larousse médical* (nouvelle édition). Paris : Larousse.
- Younis, M. et Tutunji, T. (2012). Reverse engineering course at Philadelphia University in Jordan. *European Journal of Engineering Education*, 37(1), 83-95. doi:10.1080/03043797.2012.658508
- Yurumezoglu, K. (2006). Changing Interpretations of the Scientific Observation: Observations without Seeing. *Science and Utopia*, 12(145), 44-47.

Appendice 1

Références bibliographiques des écrits présentés dans le Tableau 11

- Ahtee, M., Juuti, K., Lavonen, J. et Suomela, L. (2011). Questions Asked by Primary Student Teachers about Observations of a Science Demonstration. *European Journal of Teacher Education*, 34(3), 347-361.
- Barma, S. et Guilbert, L. (2006). Différentes visions de la culture scientifique et technologique : défis et contraintes pour les enseignants. Dans A. Hasni, Y. Lenoir et J. Lebeaume (dir.), *La formation à l'enseignement des sciences et des technologies au secondaire dans le contexte des réformes par compétences* (p. 11-39). Québec : Presses de l'Université du Québec.
- Bernard, C. (1966). *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*. Paris : Garnier-Flammarion.
- Board, K. (2012). Teach CAD and Measuring Skills through Reverse Engineering. *Tech Directions*, 72(1), 13-15.
- Dalrymple, O. (2009). *The Pedagogical Value of Disassemble/Analyze/Assemble (DAA) Activities: Assessing the Potential for Motivation and Transfer* (Thèse de doctorat). Purdue University.
- Dalrymple, O., Sears, D. A. et Evangelou, D. (2011). The Motivational and Transfer Potential of Disassemble/Analyze/Assemble Activities. *Journal of Engineering Education*, 100(4), 741-759.
- Doucet, P., Langelier, È. et Samson, G. (2007a). Une démarche de conception en sept étapes, 1^{re} partie : la conception. *Spectre*, avril-mai, 18-24.
- Doucet, P., Langelier, È. et Samson, G. (2007b). Une démarche de conception en sept étapes, 2^e partie : la rétroconception et la dissection mécanique. *Spectre*, décembre-janvier, 30-33.
- Eberbach, C. et Crowley, K. (2009). From everyday to scientific observation: How children learn to observe the biologist's world. *Review of Educational Research*, 79(1), 39-68. doi:10.3102/0034654308325899
- Eilam, E. et Chikofsky, E. J. (2005). *Reversing: Secrets of Reverse Engineering*. Indianapolis, IN: Wiley.
- Eisenstein, S. et Simpson, J. (2008). « Dissection » of a Hair Dryer. *Physics Teacher*, 46(9), 532-537.

- Elizalde, H., Rivera-Solorio, I., Pérez, Y., Morales-Menéndez, R. et Orta, P. (2008). An Educational Framework based on Collaborative Reverse Engineering and Active Learning: a Case Study. *International Journal of Engineering Education*, 24(6), 1062-1070.
- Faguy, J. P. et M.-L. (1989). Un modèle d'observation en sciences de la nature. *Revue des sciences de l'éducation*, 15(3), 369-383. doi:10.7202/900639ar
- Finson, K. D. (2010). Inference or Observation? *Part of a special issue: Process Skills*, 48(2), 44-47.
- Fourez, G. (1988). *La construction des sciences*. Paris : Éditions universitaires.
- Fourez, G., Englebert-Lecomte, V. et Mathy, P. (1997). *Nos savoirs sur nos savoirs : un lexique d'épistémologie pour l'enseignement*. Bruxelles : De Boeck .
- Haslam, F. et Gunstone, R. (1998). *The Influence of Teachers on Student Observation in Science Classes*. Repéré à <http://proxy.uqtr.ca/login.cgi?action=login&u=uqtr&db=ebsco&ezurl=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eric&AN=ED446927&site=ehost-live>
- Haury, D. L. (2002). *Fundamental Skills in Science: Observation*. ERIC Digest.
- Hodson, D. (1996). Rethinking the role and status of observation in science education. *European Education*, 28, 37-57.
- Chikofsky, E. J. et Cross, J. H. (1990). Reverse Engineering and Design recovery: A Taxonomy. *IEEE Software*, January, 13-17.
- Johnston, J. S. (2009a). OBSERVATION as an important enquiry skill. *Primary Science*, (106), 15-17.
- Johnston, J. S. (2009b). What Does the Skill of Observation Look like in Young Children? *International Journal of Science Education*, 31(18), 2511-2525.
- Kekelis, L., Larkin, M. et Gomes, L. (2014). More than Just Hot Air: How Hairdryers and Role Models Inspire Girls in Engineering. *Technology and Engineering Teacher*, 73(5), 8-15.

- Kohlhauf, L., Rutke, U. et Neuhaus, B. (2011). Influence of Previous Knowledge, Language Skills and Domain-Specific Interest on Observation Competency. *Journal of Science Education and Technology*, 20(5), 667-678.
- Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport (MELS). (2007a). *Programme de formation à l'école québécoise. Enseignement secondaire, Programme d'applications technologiques et scientifiques, 2e cycle*. Québec: Gouvernement du Québec
- Ministère de l'Éducation du Loisir et du Sport du Québec (MELS). (2007b). *Programme de formation à l'école québécoise. Enseignement secondaire. Programme de science et technologie, 2e cycle*. Québec : Gouvernement du Québec.
- Oguz-Unver, A. et Yurumezoglu, K. (2009). A Teaching Strategy for Developing the Power of Observation in Science Education. *Ondokuz Mayıs University Journal Of Education*, 28, 105-119.
- Potvin, P. et Hasni, A. (2013). Développer et implanter des interventions pédagogiques favorisant l'intérêt en science et technologie en se basant sur la recherche. *Spectre*, 43(1), 8-12.
- Samuelson, P. et Scotchmer, S. (2002). The law and economics of reverse engineering. *The Yale Law Journal*, 111(7), 1575-1663.
- Sandborn, P., Myers, J., Barron, T. et McCarthy, M. (2009). Using Teardown Analysis as a Vehicle to Teach Electronic Systems Manufacturing Cost Modeling. *International Journal of Engineering Education*, 25(1), 42-52.
- West, A. B., Sickel, A. J. et Cribbs, J. D. (2015). The Science of Solubility: Using Reverse Engineering to Brew a Perfect Cup of Coffee. *Science Activities*, 52(3), 65-73. doi:10.1080/00368121.2015.1068734
- Younis, M. et Tutunji, T. (2012). Reverse engineering course at Philadelphia University in Jordan. *European Journal of Engineering Education*, 37(1), 83-95. doi:10.1080/03043797.2012.658508
- Yurumezoglu, K. (2006). Changing Interpretations of the Scientific Observation: Observations without Seeing. *Science and Utopia*, 12(145), 44-47.

Appendice 2
Consignes fournies aux participants lors de l'enregistrement audio-vidéo de
l'activité de dissection mécanique

1^{re} consigne :

Bonjour,

Voici la question à laquelle vous devez tenter de répondre :

Comment fonctionne le diffuseur de fragrances automatique?

Merci de votre participation.

2^e consigne :

Maintenant que vous avez trouvé le fonctionnement du diffuseur de fragrances automatique, décrivez oralement, à l'aide du langage utilisé en sciences et technologie, son fonctionnement.

Merci de votre participation.

Appendice 3

Canevas de l'entrevue semi-dirigée

Tous les participants

- 1) Peux-tu m'expliquer de quelle façon vous avez procédé lors de la dissection de l'objet (étape par étape)?
- 2) Quels sens as-tu utilisés lors de la dissection (ouïe, toucher, vue, odorat, goût)?
- 3) Quel sens t'a été le plus utile selon toi?

Équipe A

- 1) Pendant la dissection, j'ai remarqué que vous n'aviez pas tenté de faire fonctionner le diffuseur et que vous aviez tout de suite commencé par l'ouvrir et enlever les piles. Peux-tu me dire pourquoi vous avez procédé ainsi?
- 2) Pendant la dissection, j'ai remarqué que vous avez, dès le départ, défait le diffuseur en plusieurs parties (séparation des pièces comme les roues dentées). Peux-tu me dire pourquoi vous avez procédé ainsi?
- 3) Pendant la dissection, j'ai remarqué que vous avez tenté de remonter le diffuseur afin d'arriver à expliquer son fonctionnement après l'avoir entièrement démonté. Penses-tu que c'est la façon la plus efficace de procéder? Procéderaistu différemment la prochaine fois?
- 4) Pendant la dissection, j'ai remarqué que vous avez beaucoup travaillé en équipe (les manipulations de l'objet et vos explications se sont faites à deux), êtes-vous habitués de faire équipe ensemble?

Équipe B

- 1) Pendant la dissection, j'ai remarqué que vous n'aviez pas tenté de faire fonctionner le diffuseur et que vous aviez tout de suite commencé par l'ouvrir. Peux-tu me dire pourquoi vous avez procédé ainsi?
- 2) Pendant la dissection, j'ai remarqué que vous aviez tenté de ne pas entièrement démonter chacune des pièces du diffuseur et que vous en aviez gardé de regroupées (les roues dentées sont restées en place). Peux-tu me dire pourquoi vous avez procédé ainsi?
- 3) Pendant la dissection, j'ai remarqué que la majorité des manipulations ont été réalisées par (nom de la participante 3). Peux-tu me dire pourquoi vous avez procédé ainsi?

Équipe C

- 1) Pendant la dissection, j'ai remarqué que vous n'aviez pas tenté de faire fonctionner le diffuseur et que vous aviez tout de suite commencé par l'ouvrir et enlever les piles. Peux-tu me dire pourquoi vous avez procédé ainsi?

- 2) Pendant la dissection, j'ai remarqué qu'une fois que vous aviez ouvert le diffuseur, vous avez décidé de remettre les piles. Peux-tu m'expliquer pourquoi vous avez procédé ainsi?
- 3) Pendant la dissection, j'ai remarqué que (nom du participant 6) manipulait l'objet et que (nom de la participante 5) expliquait le fonctionnement. Êtes-vous habitués de travailler ensemble? Conservez-vous toujours ces rôles?

Équipe D

- 1) Pendant la dissection, j'ai remarqué que vous avez tenté de faire fonctionner le diffuseur en débutant. Peux-tu me dire pourquoi vous avez procédé ainsi?
- 2) Pendant la dissection, j'ai remarqué que vous avez tenté de ne pas entièrement démonter chacune des pièces du diffuseur et que vous en aviez gardé de regroupées (roues dentées sont restées en place). Peux-tu me dire pourquoi vous avez procédé ainsi?

Équipe E

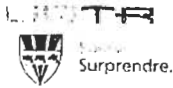
- 1) Avant même de commencer la dissection, j'ai remarqué que vous aviez expliqué le fonctionnement de l'objet. Peux-tu m'expliquer pourquoi vous avez commencé par cela?
- 2) Question pour la participante 10 : Pendant la dissection, j'ai entendu « j'ai jamais fait cela ». Est-ce que c'était la première fois que tu ouvrais un objet?
- 3) Pendant la dissection, j'ai remarqué que vous avez, dès le départ, défait le diffuseur en plusieurs parties (séparation des pièces comme les roues dentées). Peux-tu me dire pourquoi vous avez procédé ainsi?
- 4) Pendant la dissection, j'ai remarqué que vous avez tenté de remonter le diffuseur afin d'arriver à expliquer son fonctionnement après l'avoir entièrement démonté. Penses-tu que c'est la façon la plus efficace de procéder? Procéderaistu différemment la prochaine fois?
- 5) Durant la dissection, j'ai remarqué que vous tentiez de toujours avoir l'objet dans vos mains (de le reprendre à l'autre pour réaliser la dissection par vous-même). Y a-t-il une raison qui explique ceci? Travaillez-vous souvent en équipe ensemble? Est-ce toujours comme cela?

Équipe F

- 1) Pendant la dissection, j'ai remarqué que vous n'aviez pas tenté de faire fonctionner le diffuseur et que vous aviez tout de suite commencé par l'ouvrir et enlever les piles. Peux-tu me dire pourquoi vous avez procédé ainsi?

- 2) Pendant la dissection, j'ai remarqué que vous avez, dès le départ, défait le diffuseur en plusieurs parties (séparation des pièces comme les roues dentées). Peux-tu me dire pourquoi vous avez procédé ainsi?
- 3) Pendant la dissection, j'ai remarqué que vous aviez tenté d'ouvrir le moteur. Qu'est-ce qui vous a poussés à tenter de l'ouvrir?
- 4) Pendant la dissection, j'ai remarqué que vous avez tenté de remonter le diffuseur afin d'arriver à expliquer son fonctionnement après l'avoir entièrement démonté. Penses-tu que c'est la façon la plus efficace de procéder? Procéderais-tu différemment la prochaine fois?
- 5) Pendant la dissection, j'ai remarqué que (nom du participant 11) manipulait l'objet et que (nom du participant 12) expliquait le fonctionnement. Êtes-vous habitués de travailler ensemble? Conservez-vous toujours ces rôles?

Appendice 4 Certificat éthique



CERTIFICAT D'ÉTHIQUE DE LA RECHERCHE AVEC DES ÊTRES HUMAINS

En vertu du mandat qui lui a été confié par l'Université, le Comité d'éthique de la recherche avec des êtres humains a analysé et approuvé pour certification éthique le protocole de recherche suivant :

Titre : Utilisation des sens par des élèves du secondaire dans des situations d'observation : le cas de la dissection mécanique

Chercheurs : Jolyane Dampousse
Département des sciences de l'éducation

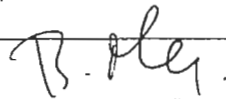
Organismes :

N° DU CERTIFICAT : CER-16-227-07.07


PÉRIODE DE VALIDITÉ : Du 31 octobre 2016 au 31 octobre 2017

En acceptant le certificat éthique, le chercheur s'engage :

- à aviser le CER par écrit de tout changement apporté à leur protocole de recherche avant leur entrée en vigueur;
- à procéder au renouvellement annuel du certificat tant et aussi longtemps que la recherche ne sera pas terminée;
- à aviser par écrit le CER de l'abandon ou de l'interruption prématurée de la recherche;
- à faire parvenir par écrit au CER un rapport final dans le mois suivant la fin de la recherche.


Bruce Maxwell

Président du comité


Fanny Longpré

Secrétaire du comité

Décanat de la recherche et de la création

Date d'émission : 31 octobre 2016



CERTIFICAT D'ÉTHIQUE DE LA RECHERCHE AVEC DES ÊTRES HUMAINS

En vertu du mandat qui lui a été confié par l'Université, le Comité d'éthique de la recherche avec des êtres humains a analysé et approuvé pour certification éthique le protocole de recherche suivant :

Titre : Utilisation des sens par des élèves du secondaire dans des situations d'observation : le cas de la dissection mécanique

Chercheur(s) : Jolyane Damphousse
Département des sciences de l'éducation

Organisme(s) : Aucun financement

N° DU CERTIFICAT : CER-16-227-07.07

PÉRIODE DE VALIDITÉ : Du 31 octobre 2017 au 31 octobre 2018

En acceptant le certificat éthique, le chercheur s'engage à :

- Aviser le CER par écrit des changements apportés à son protocole de recherche avant leur entrée en vigueur;
- Procéder au renouvellement annuel du certificat tant et aussi longtemps que la recherche ne sera pas terminée;
- Aviser par écrit le CER de l'abandon ou de l'interruption prématurée de la recherche;
- Faire parvenir par écrit au CER un rapport final dans le mois suivant la fin de la recherche.


Bruce Maxwell

Président du comité


Sophie Parent

Secrétaire du comité