

UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Faculté d'éducation

Les impacts d'une situation d'apprentissage favorisant l'intégration
des connaissances dans le cadre du cours de science et technologie
chez des élèves du secondaire

Par

Julie Lachance-Brassard

Essai présenté à la Faculté d'éducation

en vue de l'obtention du grade de

Maitre en éducation (M.Éd.)

Maitrise en enseignement au secondaire – volet qualifiant

Décembre 2012

© Julie Lachance-Brassard, 2012

UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Faculté d'éducation

Les impacts d'une situation d'apprentissage et d'évaluation favorisant l'intégration
des connaissances dans le cadre du cours de science et de technologie
chez des élèves du secondaire

Par Julie Lachance-Brassard

a été évalué par un jury composé des personnes suivantes :

_____ Président du jury

_____ Directeur de recherche

Essai accepté le _____

SOMMAIRE

Les difficultés d'apprentissages significatifs chez les élèves sont bien connues, mais pourquoi persistent-elles encore aujourd'hui? Je suis enseignante au secondaire et alors que j'enseignais le cours de science et de technologie aux élèves de première année du deuxième cycle, j'ai fait face à ce problème. J'avais l'impression de me retrouver avec des élèves qui mémorisaient sans comprendre. Lors du module sur les systèmes respiratoire et circulatoire, les moyennes de mes groupes en cheminement régulier étaient de 24 % et de 28 %. Je voulais à tout prix remédier à la situation. C'est à ce moment que l'idée de cet essai est née. Depuis, j'ai fait croître l'idée pour arriver à présenter ma toute première recherche-action.

L'objectif général de cette recherche consiste à évaluer les impacts d'une situation d'apprentissage et à évaluation qui favorise l'intégration des connaissances dans le cadre du cours « Science et technologie » sur les apprentissages d'élèves de première année du deuxième cycle du secondaire. Les objectifs spécifiques sont divisés en deux parties. D'abord, il s'agit d'évaluer l'atteinte, chez les élèves, du conflit cognitif entraîné par la situation d'apprentissage et d'évaluation, le degré de satisfaction des élèves face à la situation d'apprentissage et d'évaluation et la qualité de leur retour métacognitif. Ensuite, nous faisons état des apprentissages réalisés par les élèves par l'intermédiaire de la situation d'apprentissage et d'évaluation et nous explorons les répercussions des apprentissages réalisés par les élèves lors de l'évaluation de fin de module.

Le devis méthodologique employé se classe dans la catégorie de la recherche-intervention. Le matériel produit et utilisé pour évaluer l'intégration des apprentissages et leur effet sur l'évaluation est une situation d'apprentissage et d'évaluation constituée d'une activité d'introduction, de cours magistraux et de l'activité plus grande que nature. L'activité d'introduction a permis d'aller chercher les conceptions initiales des élèves et de

produire en eux un conflit cognitif. Les principaux apprentissages se sont fait lors des cours magistraux. L'activité plus grande que nature est la tâche complexe de la situation d'apprentissage et d'évaluation. La première partie de cette activité a amené les élèves dans le corps humain, plus précisément dans une reconstitution gigantesque du système respiratoire et du système circulatoire. À l'intérieur de celui-ci, ils ont, en équipe, fait un rallye où ils ont mis à profit leurs connaissances et les ont perfectionnées. La deuxième partie de cette activité consistait à remplir un cahier d'exercice qui faisait un retour sur l'activité d'introduction et sur le processus métacognitif qu'ils ont utilisé. L'examen de fin de module demandait à l'élève de rédiger un texte sur le parcours d'une molécule d'oxygène qui entre dans le corps humain ou d'une molécule de dioxyde de carbone qui en sort. C'est grâce à cet examen qu'ont pu être observées les répercussions des apprentissages faits par les élèves lors de la situation d'apprentissage et d'évaluation.

La situation d'apprentissage et d'évaluation a permis de faire des apprentissages significatifs. En comparant les réponses des élèves avant et après avoir fait la situation d'apprentissage et d'évaluation, on note une amélioration de 26 % du taux de réussite à certaines questions, une amélioration de 37 % du taux de réussite pour le dessin des poumons et une diminution du taux d'échec de 100 % à 52 % pour le dessin de cœur. Après l'évaluation de la situation d'apprentissage et d'évaluation, seulement 40 % des élèves sont en échec comparativement à presque la totalité des élèves lors des examens de fin de module des années passées.

Cependant, lors de l'examen, les résultats n'ont pas suivi cette tendance. En fait, la note moyenne du groupe de participants est de 34 %, soit à peine plus élevée que les années passées. Que s'est-il passé? Les élèves ont-ils, encore une fois, mémorisé sans comprendre ou y a-t-il un autre élément à considérer qui pourrait expliquer cette différence entre l'évaluation des apprentissages lors de la situation d'apprentissage et d'évaluation qui a donné 60 % et celle de l'examen qui a donné 34 %? Cette question comme plusieurs autres trouvent leur réponse dans cet essai.

Ainsi, grâce à cette recherche-action j'ai non seulement pu apporter des modifications à ma façon d'enseigner pour diminuer la gravité ou faire disparaître cette situation-problème, mais j'ai également été initié à ce genre de recherche que tout enseignant peut faire dans sa propre classe.

TABLE DES MATIÈRES

SOMMAIRE	3
LISTE DES TABLEAUX.....	10
LISTE DES FIGURES.....	12
LISTE DES ACRONYMES ET ABRÉVIATIONS.....	13
REMERCIEMENTS	14
INTRODUCTION	16
PREMIER CHAPITRE LA PROBLÉMATIQUE	18
1. CONTEXTE.....	18
1.1 La place des sciences et des technologies dans la société québécoise.....	18
1.2 Le PFEQ.....	20
1.2.1 Les apports du PFEQ en général.....	20
1.2.2 Les apports du PFEQ à la discipline Science et technologie.....	23
1.3 L'intégration du PFEQ dans le milieu professionnel.....	24
2. PRÉSENTATION DU PROBLÈME DE RECHERCHE	26
2.1 Manifestation du problème	26
2.2 L'intégration des apprentissages selon la littérature.....	27
2.3 Les conséquences d'une mauvaise intégration des connaissances	29
3. FORMULATION DE LA QUESTION DE RECHERCHE	30
DEUXIÈME CHAPITRE LE CADRE THÉORIQUE.....	31
1. LE COGNITIVISME	31
1.1 Le conflit cognitif.....	32
1.2 Le retour métacognitif.....	33
2. LE CONSTRUCTIVISME	34
3. LE SOCIOCONSTRUCTIVISME.....	35
4. ÉLÉMENTS ET PRINCIPES À INCORPORER DANS LA SAE.....	36
4.1 Rappel des rôles de l'élève et de l'enseignant	37

4.2	La conception initiale et le conflit cognitif	37
4.3	La métacognition.....	38
4.4	L'engagement de l'apprenant.....	38
4.5	L'interaction de l'apprenant avec ses pairs.....	39
5.	OBJECTIFS DE RECHERCHE.....	39
5.1	Objectif général de recherche	40
5.2	Objectifs spécifiques de recherche.....	40
TROISIÈME CHAPITRE LA MÉTHODOLOGIE.....		42
1.	CHOIX MÉTHODOLOGIQUE.....	42
1.1	La recherche-action.....	42
1.2	La recherche-intervention	43
2.	ÉCHANTILLONNAGE DES SUJETS PARTICIPANTS.....	43
3.	INSTRUMENTS DE CUEILLETTE DE DONNÉES	45
3.1	Quelques éléments de définitions	45
3.2	SAE.....	46
3.2.1	Activité d'introduction	47
3.2.2	Enseignement magistral	47
3.2.3	Activité PGN.....	48
3.3	Discussions de groupe.....	52
3.4	Examen.....	53
4.	AVIS D'EXPERT.....	53
5.	DÉROULEMENT DE L'ÉTUDE	56
6.	MÉTHODE D'ANALYSE DE DONNÉES	58
7.	MESURES DÉONTOLOGIQUES	59
QUATRIÈME CHAPITRE PRÉSENTATION DES RÉSULTATS.....		62
1.	DÉTERMINATION DE L'ATTEINTE D'UN CONFLIT COGNITIF PAR LES ÉLÈVES	62
2.	DEGRÉ DE SATISFACTION DES ÉLÈVES PAR RAPPORT À LA SAE.....	66
3.	QUALITÉ DU RETOUR MÉTACOGNITIF FAIT PAR LES ÉLÈVES.....	68
4.	DESCRIPTION DES APPRENTISSAGES RÉALISÉS PAR LES ÉLÈVES PAR L'INTERMÉDIAIRE DE LA SAE.....	69

5. RÉPERCUSSIONS DES APPRENTISSAGES RÉALISÉS AVEC LA SAE PAR LES ÉLÈVES SUR LEUR PERFORMANCE À L'EXAMEN	75
CINQUIÈME CHAPITRE DISCUSSION DES RÉSULTATS	79
1. L'ATTEINTE DE L'OBJECTIF DE RECHERCHE	79
1.1 Créer une SAE qui favorise l'intégration des connaissances.....	79
1.1.1 Le rôle de l'élève et de l'enseignant dans la SAE.....	80
1.1.2 Le genre d'interaction réservé à l'apprenant avec ses pairs.....	80
1.1.3 L'atteinte du conflit cognitif par les élèves.....	81
1.1.4 L'intérêt des jeunes relativement à la SAE	82
1.1.5 La qualité du retour métacognitif des élèves.....	84
1.2 Évaluer les impacts de cette SAE sur les apprentissages des élèves	85
1.2.1 La considération des apprentissages faits par les élèves lors de la SAE	85
1.2.2 Les répercussions des apprentissages faits lors de la SAE sur les résultats de l'examen.....	91
2. LES LIMITES DE LA RECHERCHE	92
2.1 L'ajustement à la planification de cours des enseignants participants.....	93
2.1.1 Le temps alloué à la SAE	93
2.1.2 La tenue des cours magistraux dans la SAE	94
2.2 Le manque de réalisme du parcours.....	95
2.3 Le manque de cohérence des instruments pédagogiques.....	95
3. LES MODIFICATIONS À APPORTER	96
CONCLUSION	99
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	101
ANNEXE A – VERSION INTÉGRALE DE L'ACTIVITÉ D'INTRODUCTION....	105
ANNEXE B – RÉSULTATS BRUTS DES ÉLÈVES POUR L'ACTIVITÉ D'INTRODUCTION	107
ANNEXE C – VERSION INTÉGRALE DU CAHIER DE L'ÉLÈVE.....	113
ANNEXE D – PHOTOS DU RALLYE	124
ANNEXE E – RÉSULTATS BRUT DES ÉLÈVES POUR LA PARTIE « VOICI CE QUE JE SAIS MAINTENANT » DU CAHIER DE L'ÉLÈVE	127

ANNEXE F – LISTE DES QUESTION POSÉES LORS DES DEUX SÉRIES D'ENTREVUES	132
ANNEXE G – VERSION ÉCRITE D'UNE ENTREVUE POUR CHAQUE SÉRIE	133
ANNEXE H – EXEMPLAIRE DES DEUX VERSIONS DE L'EXAMEN.....	139
ANNEXE I – BARÈME DE CORRECTION DE L'EXAMEN	147
ANNEXE J – EXEMPLAIRE DE LA LETTRE DE CONSENTEMENT PRÉSENTÉE AUX ÉLÈVES	149
ANNEXE K – EXEMPLAIRE DU DÉPLIANT EXPLICATIF DE L'ÉTUDE À L'INTENTION DES PARENTS DES ÉLÈVES	152
ANNEXE L – EXEMPLAIRE DE LA CARTE DE PARCOURS D'UN ÉLÈVE AINSI QUE DE SA CORRECTION	154
ANNEXE M – LISTE DES CONCEPTS SCIENTIFIQUES PRESCRITS PAR LE MELS AU SUJET DES SYSTÈMES RESPIRATOIRE ET CIRCULATOIRE POUR LA PREMIÈRE ANNÉE DU DEUXIÈME CYCLE DU SECONDAIRE.....	156

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 –	Nombre d'élèves participants considérés pour analyser l'atteinte des différents objectifs spécifiques	45
Tableau 2 –	Formulation des questions 1 et 3 à l'activité d'introduction et à la partie « Voici ce que je sais maintenant » du cahier de l'élève	51
Tableau 3 –	Tableau de synthèse de l'utilisation des différents instruments pour analyser l'atteinte des objectifs spécifiques	58
Tableau 4 –	Taux d'élèves ayant bien répondu aux 4 premières questions de l'activité d'introduction	64
Tableau 5 –	Liste des critères considérés lors de la correction des dessins des poumons et du cœur	64
Tableau 6 –	Taux d'élèves pour chaque niveau de critères intégrés dans leurs dessins	65
Tableau 7 –	Appréciation de la SAE par les élèves ayant participé aux entrevues	67
Tableau 8 –	Degré de difficulté de l'activité PGN d'après les élèves	67
Tableau 9 –	Taux d'élèves pour chacune des notes obtenues pour le retour métacognitif	68
Tableau 10 –	Fréquence de mention par les élèves des rôles des fosses nasales et des moyens utilisés pour y parvenir lors de l'entrevue suivant l'activité PGN.....	69
Tableau 11 –	Fréquence de mention des caractéristiques des globules rouges, de l'O ₂ et du CO ₂ par les élèves lors de l'entrevue suivant l'activité PGN	70
Tableau 12 –	Résultats moyens des élèves pour l'ensemble des évaluations des connaissances de la SAE.....	71
Tableau 13 –	Résultats moyens des élèves pour l'activité d'introduction et pour la partie « voici ce que je sais maintenant » du cahier de l'élève	72
Tableau 14 –	Comparaison des taux d'élèves ayant bien répondu aux 4 premières questions de l'activité d'introduction et du cahier de l'élève	73

Tableau 15 – Comparaison des taux d’élèves pour chaque niveau de critères intégrés dans leurs dessins lors de l’activité d’introduction et dans le cahier de l’élève	74
Tableau 16 – Résultat et comparaison de l’évaluation des connaissances lors de la SAE et de l’examen	77
Tableau 17 – Tableau de synthèse des étapes menant vers un apprentissage significatif et leurs conséquences.....	90
Tableau 18 – Comparaison de l’encadrement offert et du type d’exercice proposé aux élèves lors de la SAE et de l’examen	92
Tableau 19 – Réponses de chaque élève pour les questions 1 à 4 de l’activité d’introduction.....	107
Tableau 20 – Description du dessin des poumons de l’activité d’introduction pour chaque élève.....	109
Tableau 21 – Description du dessin du cœur de l’activité d’introduction pour chaque élève	111
Tableau 22 – Réponses de chaque élève pour les questions 1 à 4 de la partie « Voici ce que je sais maintenant » du cahier de l’élève	127
Tableau 23 – Description du dessin des poumons de la partie « Voici ce que je sais maintenant » du cahier de l’élève pour chaque participant.....	129
Tableau 24 – Description du dessin du cœur de la partie « Voici ce que je sais maintenant » du cahier de l’élève pour chaque participant.....	130

LISTE DES FIGURES

Figure 1. –	Plan du parcours.....	49
Figure 2. –	Photographie de la représentation du larynx et de la trachée.....	54
Figure 3. –	Comparaison des dessins du cœur d'un élève réalisés au début et à la fin de la SAE.....	75

LISTE DES ACRONYMES ET ABRÉVIATIONS

PFEQ – Programme de formation de l'école québécoise

SAE – Situation d'apprentissage et d'évaluation

CST – Conseil de la science et de la technologie

MELS – Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport

ZPD – Zone de développement proximale

PGN – plus grande que nature

CO₂ – Dioxyde de carbone

O₂ – Oxygène

REMERCIEMENTS

Je tiens d'abord à remercier Jacques Tardif, mon directeur de recherche. Merci d'avoir pris le temps de diriger mon essai, d'avoir vu le potentiel du projet et de m'avoir guidée dans mes apprentissages. En effet, je partais de loin, mais votre patience et vos commentaires constructifs m'ont permis de dépasser mes limites dans l'art de la recherche en enseignement pour produire ce travail qui, à mes yeux, est synonyme d'un grand accomplissement.

Merci à Marc Juneau, directeur de l'école secondaire du Triolet à Sherbrooke, pour votre ouverture d'esprit et pour votre confiance à mon égard vis-à-vis de mon projet de recherche. Votre étroite collaboration avec le programme de formation universitaire en enseignement témoigne de tout l'intérêt que vous portez à la qualité de la formation des enseignants qui œuvrent dans votre établissement.

Merci aux enseignants-participants, Linda St-Onge, Marc Gagnon et Nathalie Pomerleau, pour votre confiance et votre complicité tout au long de la réalisation de l'expérience.

Aussi, merci aux élèves qui se sont portés volontaires pour vivre une nouvelle expérience et qui ont contribué à l'avancement de la recherche dans le domaine de l'enseignement.

De plus, je tiens à faire une mention toute spéciale à la technicienne en travaux pratiques, Lise Dumoulin. Tu n'as pas seulement participé à mon projet; tu en es, avec moi, l'instigatrice. En effet, ce projet a pris forme dans l'une de nos conversations et je t'en suis reconnaissante. Pareillement, la réalisation du parcours n'aurait jamais été possible sans ton aide. Merci pour ta confiance, ton engagement dans ce projet, mais surtout pour ton amitié.

Je ne peux également passer sous silence le soutien inégalé de mon mari, Yoan. Dans ce projet, tu as été à la fois : mon confident, mon soutien et mon ami critique. Tu m'as encouragée toutes les fois où je ne voyais plus le bout de cette aventure. Tu as lu, relu et « rere lu » chaque page de cet essai à un point tel que tu le connais par cœur. Merci!

Enfin, à toutes les personnes de mon entourage qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de cet essai, je vous remercie de m'avoir conseillée, encouragée ou tout simplement écoutée.

À vous tous, je ne vous dirai jamais suffisamment « Merci! ». Alors, une fois de plus : Merci!

INTRODUCTION

Alors que, pendant plusieurs décennies, faire de la recherche en enseignement était réservé aux chercheurs provenant de milieux universitaires, il est maintenant beaucoup plus accessible aux enseignants d'explorer eux-mêmes les différentes avenues pour remédier à leurs situations problématiques, et ce, grâce à la recherche-action. C'est précisément ce type de recherche qui a été utilisé dans cet essai avec un devis de recherche-intervention.

De ce fait, j'ai moi-même expérimenté une situation problème en donnant le cours de science et de technologie il y a de ça quelques années passées. Le problème auquel j'ai fait face est la difficulté d'intégration des apprentissages des élèves dans mon cours. Cette difficulté que vivent les élèves est largement annoncée dans la littérature. Si à cela sont combinées les exigences de la société en ce qui a trait à la formation scientifique et technologique qu'elle attend des citoyens de demain, il est impératif de chercher à remédier à la situation.

De plus, encore aujourd'hui, plusieurs enseignants sont réticents par rapport à l'incorporation de la réforme éducative québécoise à leur pratique. Même si cette recherche ne prétend pas être la solution à ce problème, elle pourrait certainement en encourager certains en ce sens. En effet, plusieurs principes à la base du programme de formation de l'école québécoise (PFEQ) favorisent l'intégration des connaissances chez les élèves.

Ainsi, ce présent essai évalue les impacts d'une situation d'apprentissage et d'évaluation (SAE) qui favorisent l'intégration des connaissances sur les apprentissages réalisés par les élèves de première année du deuxième cycle du secondaire dans le cadre du cours de science et de technologie. Le premier chapitre établit le contexte précis de la recherche, présente la situation problématique et conclut en formulant la question de recherche. Dans le deuxième chapitre, une recension des écrits sur les théories à la base de

PFEQ nous permet de faire ressortir les éléments importants à intégrer dans une SAE qui favorisera l'intégration des apprentissages. Ce chapitre se termine par l'énoncé de l'objectif général de recherche qui se traduit en cinq objectifs spécifiques. Le troisième chapitre expose l'approche méthodologique qui a été suivie lors de la réalisation de l'étude. Ce qui mène à plusieurs résultats qui sont présentés dans le quatrième chapitre, regroupés selon l'objectif spécifique qu'ils qualifient. Enfin, le cinquième chapitre est une discussion qui permet d'analyser en profondeur l'atteinte de l'objectif de recherche et les limites de celle-ci. Ce dernier chapitre se termine en proposant quelques modifications qu'il serait possible d'apporter pour toute personne intéressée à répéter le cycle de cette recherche-action une seconde fois.

PREMIER CHAPITRE

LA PROBLÉMATIQUE

1. CONTEXTE

L'enseignement des sciences au secondaire a subi d'énormes changements depuis l'instauration de la réforme éducative québécoise. Ces changements semblent avoir été établis pour faire suite à la demande de la société. Ainsi, pour tenter d'améliorer la pratique enseignante dans cette discipline, il est nécessaire de maîtriser le contexte dans lequel elle se trouve. Cette section a donc pour but de mettre en évidence la place des sciences et des technologies dans la société québécoise actuelle, de déterminer les apports du PFEQ et de présenter la façon dont le corps enseignant a intégré ce nouveau programme.

1.1 La place des sciences et des technologies dans la société québécoise

Longtemps, les sciences ont été perçues comme appartenant à une communauté dite « particulière et différente du reste de la population qui [s'était] appropriée des savoirs non accessibles au reste de la population en général » (Hasni, Lenoir et Lebeaume, 2006). À présent, la relation que nous entretenons avec les sciences et les technologies est complètement différente. Cette transformation est due à la complexification du monde dans lequel nous vivons aujourd'hui, reflétée par tous les changements scientifiques et technologiques qui arrivent de plus en plus fréquemment dans notre environnement, au travail comme au quotidien. De ce fait, chaque individu est appelé à développer une culture scientifique et technologique, ce qui efface peu à peu la division des savoirs au sein de la population. Par le mot « culture » le Conseil de la science et de la technologie (CST) entend un ensemble de sensibilités, de connaissances, d'expériences, de pensées, de comportements et de compétences que les citoyens et la société font leurs et utilisent (CST, 2002). L'acquisition d'une culture scientifique et technologique de base est une étape importante dans le développement de l'identité d'un individu afin qu'il puisse exercer son

plein pouvoir de citoyen informé, responsable et engagé dans la prise de décisions d'une société démocratique (Fourez, 1994, dans Hasni, Lenoir et Lebeaume, 2006, p. 13; Loiselle et Fybe, 2005).

De plus, au Québec, la culture scientifique et technologique est reconnue, par le CST, comme étant un « pilier du développement économique » (CST, 2003, p. 23). Depuis vingt ans, la société québécoise, grâce à son dynamisme, à son originalité, à son ouverture et à la somme d'énergie investie, s'est déniché une place au rang des sociétés de référence (Hasni, Lenoir et Lebeaume, 2006). Effectivement, lorsqu'on compare la situation du Québec avec celle d'autres sociétés industrialisées, la population québécoise se dévoile comme étant aussi renseignée sur les connaissances scientifiques de base que les populations européenne et américaine (CST, 2002; CST, 2003). La population québécoise fournit une relève qualifiée pour répondre aux hauts standards du marché du travail et transmet une culture industrielle créative et innovatrice. L'appropriation des connaissances et l'acquisition des compétences en science et en technologie par la population assurent donc une position concurrentielle pour notre économie sur le marché national et international (Hasni, Lenoir et Lebeaume, 2006).

Afin de maintenir ce rang dans la concurrence mondiale, il est important de mettre en place tous programmes qui permettraient toutes formes d'amélioration. C'est sous cette optique et en constatant un désintérêt des élèves pour les disciplines scientifiques que le ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport (MELS) a appliqué d'importants changements au programme d'enseignement au primaire et au secondaire pour mettre au point ce que nous connaissons aujourd'hui comme étant le cours de science et technologie du PFEQ (Hasni, Moresoli, Samson et Owen, 2009). Il y a donc lieu de présenter les grandes lignes du PFEQ autant de façon générale qu'au niveau du programme Science et technologie, afin de bien mettre en évidence ces changements apportés pour répondre aux besoins de la société.

1.2 Le PFEQ

Depuis toujours, l'école a tenté de répondre aux attentes sociales de son époque (Jonnaert, 2002). Durant les cinquante dernières années, l'approche pédagogique en vigueur était le comportementalisme. Cette approche est basée sur un enseignement par objectifs où, à force de répétitions, l'élève parvient à mémoriser les connaissances transmises par son enseignant. Ainsi, l'école répondait aux attentes sociales du moment, soit de préparer les jeunes au travail en entreprise, où l'on faisait, en grande partie, du travail à la chaîne (*Ibid*, 2002). Aujourd'hui, comme mentionnée à la section 1.1 de ce présent chapitre, la société a beaucoup évolué et il en va de même pour ses attentes. Cette section présente donc le PFEQ, soit la solution proposée pour répondre aux besoins actuels et à venir de la société. Le PFEQ sera abordé sous deux angles. Dans un premier temps, il sera dépeint de façon générale et, par la suite, il sera présenté plus particulièrement dans la perspective des sciences et des technologies.

1.2.1 *Les apports du PFEQ en général*

L'école a une triple mission : instruire, socialiser et qualifier. Pour réaliser sa mission, le programme de formation a été développé en quelques principes, soit la réussite pour tous, l'évaluation au service des apprentissages, l'organisation en cycles pluriannuels, la formation axée sur le développement des compétences et la formation décrochée (Gouvernement du Québec, 2011).

Le cognitivisme, le constructivisme et le socioconstructivisme sont les trois courants théoriques à la base de la réforme québécoise (*Ibid*, 2011). Ces courants seront traités davantage dans le chapitre suivant. Cependant, il est bon de souligner qu'ils ont contribué à transformer le rôle de l'enseignant et de l'élève. Alors qu'avant l'enseignant était l'expert, transmetteur du savoir à l'élève passif, maintenant, l'apprentissage se présente comme un processus interne et social, où le rôle de l'enseignant en est un de médiateur et d'accompagnateur (Lebrun, Hasni et Oliveira, 2008). Le rôle d'acteur principal revient donc à l'apprenant. Ce dernier bâtit ses apprentissages à l'aide des

activités qui lui sont proposées et qui interpellent plusieurs de ses connaissances antérieures. « Le sujet apprend en organisant son monde en même temps qu'il s'organise lui-même. » (Jonnaert et Vander Borgh, 1999, p.29). Il joue un rôle actif et est totalement responsable de ses apprentissages. Avec cette vision, l'apprentissage va au-delà d'une simple acquisition de connaissances. On cherche à rendre l'élève compétent.

À travers une compétence, un sujet mobilise, sélectionne et coordonne une série de ressources (dont certaines de ses connaissances, mais aussi une série d'autres ressources qui seraient affectives, sociales et celles reliées à la situation et à ses contraintes) pour traiter efficacement une situation (*sic*). Une compétence suppose, au-delà du traitement efficace, que ce même sujet pose un regard critique sur les résultats de ce traitement qui doit être socialement acceptable. (Jonnaert, 2002, p. 41)

Auparavant, les connaissances étaient transmises par objectifs. Ce découpage du contenu a entraîné un morcèlement des savoirs (Gouvernement du Québec, 2011). Par l'implantation d'une formation décloisonnée, le PFEQ cherche maintenant à intégrer les connaissances de plusieurs domaines et ainsi de permettre de les transférer d'un contexte à l'autre. Ce concept porte le nom d'interdisciplinarité. Il est défini par Lenoir et Sauvé comme étant :

Une mise en relation de deux ou plusieurs disciplines scolaires qui s'exerce à la fois sur les plans curriculaire, didactique et pédagogique et qui conduit à l'établissement de liens de complémentarité ou de coopération, d'interprétation ou d'actions réciproques entre elles sous divers aspects (finalités, objets d'étude, concepts et notions, démarches d'apprentissage, habiletés, techniques, etc.) en vue de favoriser l'intégration des processus d'apprentissage et des savoirs chez les élèves. (Lenoir et Sauvé, 1998, p.225)

Les trois visées de base du PFEQ sont instruire, qualifier et socialiser (Gouvernement du Québec, 2011). Dans ce monde, où de nouvelles connaissances se développent constamment, il est nécessaire de ne pas simplement instruire de façon à transmettre le savoir aux élèves, mais de leur donner également les outils nécessaires pour pouvoir accéder à l'information. Le MELS a voulu s'adapter en créant un programme qui

puisse soutenir la progression des apprenants dans l'acquisition de leurs connaissances et qu'ils puissent tous atteindre un niveau de formation amplement suffisant pour les exigences du monde du travail d'aujourd'hui (*Ibid*, 2011).

À partir de cette vision, le PFEQ a été établi en cinq domaines généraux de formation. Comme le nom le laisse sous-entendre, les domaines sont généraux dans le sens où ils englobent les grands enjeux de la société. Les domaines généraux de formation sont vivre-ensemble et citoyenneté, environnement et consommation, orientation et entrepreneuriat, santé et bien-être, et médias (Gouvernement du Québec, 2007b). Ces domaines visent à structurer les attitudes et les comportements nécessaires pour que l'apprenant puisse remplir son rôle d'adulte et de citoyen.

Au départ, le PFEQ présentait neuf compétences transversales qui étaient regroupées en quatre ordres (Gouvernement du Québec, 2011). Cependant, depuis peu des modifications ont été apportées. Depuis l'année scolaire 2011-2012, il n'est plus question de « compétences transversales », mais de « certaines compétences ». De plus, au lieu d'en compter neuf, il y en aura quatre, soit « Exercer son jugement critique », « Organiser son travail », « Savoir communiquer » et « Savoir travailler en équipe » (Gouvernement du Québec, 2010).

Depuis les années 80, les domaines généraux de formation étaient enseignés dans des cours distincts des autres disciplines (Gouvernement du Québec, 2007b). Maintenant, le PFEQ propose de les intégrer aux principaux enseignements disciplinaires, qui font partie des différents domaines d'apprentissage (Gouvernement du Québec, 2001). Il y a cinq domaines d'apprentissage : le domaine des langues, le domaine de la mathématique, de la science et de la technologie, le domaine de l'univers social, le domaine du développement personnel, et le domaine des arts. Dans le domaine des langues, on retrouve les disciplines : français, langue d'enseignement ; intégration linguistique, scolaire et sociale ; anglais, langue seconde ; anglais, langue d'enseignement ; français langue seconde. Dans le domaine de la mathématique, de la science et de la technologie on retrouve les disciplines :

mathématique et science et technologie. La géographie et l'histoire et l'éducation à la citoyenneté sont les disciplines faisant partie du domaine de l'univers social. L'éducation physique et à la santé ainsi que l'enseignement d'éthique et de culture religieuse font partie du domaine de développement personnel. Pour terminer, dans le domaine des arts on retrouve les disciplines telles que : l'art dramatique, les arts plastiques, la danse et la musique. Dans chacune des disciplines, l'élève devra atteindre un niveau de compétence pour réussir. Ces compétences sont appelées : les compétences disciplinaires.

1.2.2 Les apports du PFEQ à la discipline Science et technologie

Le programme de cette discipline au secondaire est abordé d'après quatre perspectives (Gouvernement du Québec, 2011; Hasni, Lenoir et Lebeaume, 2006). La vision nommée utilitariste a pour but de faire développer à l'élève des aptitudes utiles au quotidien. La vision technocratique se soucie du développement de futurs scientifiques ou de futurs techniciens afin d'assurer un progrès économique et social, tandis que la vision démocratique vise la propagation des connaissances scientifiques au sein de la population afin de permettre à l'individu d'orienter son pouvoir d'action. La dernière vision est la vision humaniste. Donner à tous un accès à une culture scientifique et technologique de base pour le développement de la personne découle de cette perspective. Selon le MELS, cette culture de base sera acquise par le développement des trois compétences disciplinaires (Hasni, Lenoir et Lebeaume, 2006) « chercher des réponses ou des solutions à des problèmes d'ordre scientifique ou technologique », « mettre à profit ses connaissances scientifiques et technologiques » et « communiquer à l'aide des langages utilisés en science et technologie » (Gouvernement du Québec, 2011).

Deux grands changements survenus avec l'avènement de la réforme québécoise ont transformé significativement l'approche pédagogique du cours de science et technologie : le concept d'interdisciplinarité et la mise en contexte des apprentissages.

Plusieurs types d'interdisciplinarité entrent en jeu dans le cadre de cette discipline. Dans un premier temps, on regroupe les cours de biologie, de physique, de

chimie, de géologie et d'astronomie pour former une seule discipline scientifique (Gouvernement du Québec, 2011; Loiselle, B. et Fybe, D, 2005; Hasni, Lenoir et Lebeaume, 2006). De plus, on regroupe la discipline scientifique à la discipline technologique. Aussi, la discipline de science et technologie est combinée à celle de la mathématique pour former le domaine d'apprentissage de la mathématique, de la science et de la technologie. Ces regroupements permettent d'établir un rapport entre les différents champs de connaissances, de contrecarrer le morcèlement des savoirs et l'approche éclatée de l'apprentissage et de l'enseignement (Gouvernement du Québec, 2011), résultat de l'ancien programme de formation, et d'avoir ainsi une meilleure compréhension des phénomènes scientifiques et technologiques qui nous entourent, dans le but ultime de mieux former le citoyen de demain.

Le PFEQ présente une nouvelle façon d'amener l'élève à devenir plus compétent en rendant les apprentissages significatifs pour l'apprenant. « L'apprentissage est un processus actif dans lequel les apprenants construisent et reconstruisent leur propre compréhension à la lumière de leurs expériences » (Hasni, Lenoir et Lebeaume, 2006, p.78). Pour aider l'apprenant à acquérir les compétences reliées aux sciences et aux technologies, l'enseignant doit tenter d'intégrer le plus possible un contexte réaliste aux concepts abordés, tel que les sujets d'actualité et le quotidien de l'élève (Gouvernement du Québec, 2011). En effet, l'objectif de l'enseignant n'est plus que les élèves trouvent la bonne réponse, mais qu'ils saisissent et construisent la problématique qui entoure la question traitée (Hasni, 2004).

1.3 L'intégration du PFEQ dans le milieu professionnel

Le corps enseignant est issu d'une formation où les disciplines étaient cloisonnées et enseignées sous forme de transmission des connaissances (Hasni, Lenoir et Lebeaume, 2006). Même que certaines et certains, faisant partie de ce corps, ont enseigné ainsi pendant plusieurs années selon cet ancien programme. En effet, cette forme de pédagogie, appelée « pédagogie par objectifs », a régné sur l'univers de la pédagogie pendant plus de cinq décennies; de là provient toute son influence (Jonnaert, 2002). Considérant cet ancrage dans

cette pratique traditionnelle, il apparaît évident que plusieurs éprouvent une forme de résistance par rapport aux changements radicaux apportés à l'orientation et aux perspectives du programme d'étude. En fait, une étude a démontré que plusieurs enseignantes et enseignants de science et technologie sont persuadés que leurs pratiques pédagogiques actuelles, c'est-à-dire sans tenir compte des changements du PFEQ, sont appropriées (Loiselle et Fybe, 2005). De plus, un sondage dans le milieu de l'enseignement au Québec a révélé que 55,8 % des personnes interrogées ne sont pas d'avis que les performances des élèves se sont améliorées depuis l'instauration de la réforme (Bissonnette et Richard, 2006).

Toutes formes de changement amènent une forme de résistance. Après une certaine période d'intégration, l'insécurité laisse peu à peu la place à l'acceptation du changement (Loiselle et Fybe, 2005). En ce sens, cinq facteurs ont été identifiés par Strike et Posner comme étant des facilitateurs d'un changement conceptuel (Hasni, Lenoir et Lebeaume, 2006). Ainsi, le nouveau programme devrait inclure les facteurs suivants : une insatisfaction face à l'ancien programme, une communication intelligible des concepts associés au nouveau programme, une crédibilité de ces concepts qui rend acceptable le nouveau programme selon la conception des individus concernés, un apport de solutions plus viables que les anciennes et une acceptation émotive qui requiert la capacité d'avouer de s'être trompé et celle de supporter le sentiment temporaire d'être moins compétent dans son domaine professionnel.

À ce sujet, plusieurs chercheurs s'accordent pour dire que les enseignants n'ont pas la formation nécessaire pour enseigner selon les exigences du nouveau programme éducatif. Lebrun, Oliveira et Lenoir (2010) déplorent que les futurs enseignants et enseignantes aient une faible maîtrise de la réforme ainsi que du curriculum disciplinaire. Hasni, Moresoli, Samson et Owen (2009) remarquent que la réforme les a amenés à prendre en charge les notions de plusieurs disciplines pour lesquelles elles ou ils n'étaient pas nécessairement formés. Enfin, une étude menée par Lebrun, Hasni et Oliveira (2008), qui avait comme objectif de faire ressortir le point de vue de futurs enseignantes et enseignants

québécois au primaire au sujet de l'enseignement des sciences et des technologies et des sciences humaines, a mis en évidence que leur vision de l'enseignement divergeait par rapport à la vision de la réforme, notamment à propos de l'acquisition des savoirs, un sujet à la base du nouveau programme.

En se référant aux cinq facilitateurs de changement conceptuel et en considérant la résistance observée jusqu'à maintenant dans le monde professionnel et les lacunes de formation des enseignants relativement au curriculum disciplinaire et en lien avec le PFEQ, on pourrait penser que ce dernier n'a pas encore fait toutes ses preuves aux yeux des enseignants et qu'il serait important d'approfondir les recherches en ce sens afin de démontrer sa pertinence et ainsi de favoriser son intégration auprès des enseignants.

2. Présentation du problème de recherche

Au cours de l'année scolaire 2009-2010, j'ai vécu une situation problématique qui a attiré mon attention. Cette section traitera de la façon dont s'est manifestée la situation problématique dans ma pratique enseignante, de ce que mentionne la littérature sur le sujet et les conséquences probables du problème en l'absence de solution.

2.1 Manifestation du problème

Je suis enseignante du cours de science et technologie. J'ai fait mon entrée dans ce domaine en 2008 où j'ai enseigné à une soixantaine d'élèves de première année du deuxième cycle en cheminement régulier. La plupart de mes collègues de travail enseignaient depuis déjà une dizaine d'années lorsque je me suis jointe à eux. Nous étions cinq à donner le même cours. Depuis l'arrivée de la réforme éducative, mes collègues avaient mis en commun leurs talents pour construire le cours de science et de technologie. Chaque année, ils n'avaient qu'à peaufiner le tout et y ajouter une petite touche personnelle. J'ai donc pu bénéficier de ce matériel de préparation.

Mes élèves ne travaillaient pas uniquement en situation d'apprentissage, même si je tentais d'intégrer un projet à chacun des modules du cours. La plupart du temps, je préparais une présentation « PowerPoint » et d'autres matériels pouvant me servir de supports visuels (vidéo, objet représentatif, photo, etc.), et je faisais un exposé sur les différents concepts scientifiques et technologiques au programme. Mon but premier était de susciter l'intérêt de mes élèves et de créer une conversation dirigée vers l'acquisition de nouvelles connaissances. Je travaillais conjointement avec un cahier d'exercices dans lequel les élèves devaient réaliser certaines activités. Cependant, malgré mes efforts, j'ai remarqué que leurs apprentissages ne se reflétaient pas dans leurs évaluations. En classe, lorsque je leur posais différentes questions, la plupart étaient en mesure de m'expliquer dans leurs propres mots ce que je venais de mentionner. De plus, très peu d'élèves ressentaient le besoin d'assister aux périodes de perfectionnement (période extracurriculaire permettant aux élèves de venir chercher de l'information additionnelle). Malgré cela, lors des évaluations, j'avais cette impression qu'elles et ils avaient appris sans comprendre puisque les résultats d'examen étaient souvent désastreux. La grande majorité était en situation d'échecs variant de mineurs à importants. Par exemple, lors de l'évaluation sur le module du système respiratoire et circulatoire, la moyenne de mon premier groupe était de 24 %, alors que celle de mon deuxième groupe était de 28 %. J'en ai conclu qu'ils avaient de la difficulté à intégrer les connaissances que je désirais leur transmettre. Ce problème m'apparut comme étant majeur, car je passais à côté de mon objectif premier : celui où mes élèves parviennent à intégrer les connaissances du cours à leurs schèmes de pensée.

2.2 L'intégration des apprentissages selon la littérature

Au cours de mes lectures sur le sujet, je me suis rendu compte que cette difficulté d'intégration des apprentissages ne date pas d'hier. Les études datant d'avant l'instauration du PFEQ « ont contribué à une meilleure compréhension de la formation des connaissances par l'apprenant et à l'élaboration de situations didactiques susceptibles de favoriser leur évolution » (Laroche et Bednarz, 1994, p.5). Selon Piaget, l'intelligence est une forme d'adaptation de l'organisme à son milieu (Cloutier et Drapeau, 2008). L'enfant, avant

même d'aller à l'école, se fait sa propre idée sur une multitude de phénomènes scientifiques et technologiques qui l'entourent. Son idée, sa façon de penser et son raisonnement sur un sujet forment sa conception du sujet (Laplante, 1997). Cette conception n'ayant pas encore été confrontée à celle acceptée scientifiquement est dite « conception initiale » ou « conception spontanée » (Benyamna, Desautels et Larochelle, 1993). Les apprenants utilisent leurs propres conceptions pour en construire d'autres (Laplante, 1997). Il est donc important de voir ces conceptions comme des outils d'apprentissage (*Ibid*, 1997). Habituellement, les conceptions spontanées divergent de celles acceptées par la science, mais, malgré cela, elles semblent résister aux efforts qui tentent de les faire évoluer (*Ibid*, 1997). L'enseignant doit donc aider l'apprenant à prendre conscience de ces conceptions initiales et l'appuyer dans son cheminement vers la restructuration de ses schèmes de pensée.

Parmi les études sur le sujet, plusieurs modèles pédagogiques ont été développés dans le but de changer, de faire évoluer ou de complexifier les conceptions spontanées (*Ibid*, 1997). Ils ont, pour la plupart, une structure commune, soit d'aller chercher la conception spontanée des apprenants, de demander à ces derniers de la décrire et, grâce à une ou plusieurs activités d'apprentissage, de créer un conflit cognitif où cette conception sera mise à l'épreuve dans le but ultime qu'ils voient les avantages de cette nouvelle conception du phénomène à l'étude et qu'ils y transforment ainsi leur compréhension (*Ibid*, 1997; Astolfi et Peterfalvie, 1993; Larochelle et Désautels, 1992; Bednarz et Garnier, 1989). Cette nouvelle conception est le résultat d'une bonne intégration des connaissances, d'un apprentissage significatif.

La *Revue canadienne de l'Éducation* a publié, en 1993, une étude sur l'usage et la représentation du concept de particule par douze élèves de niveau collégial. Les auteurs de l'étude, Benyamna, Desautels et Larochelle (1993), affirment avoir été quelque peu troublés par les discours des élèves sur leur interprétation des contenus enseignés, mais aussi sur ceux qu'ils ont inventés. C'est comme si les élèves n'avaient jamais réalisé que « la notion de particule résulte d'une construction intellectuelle » et qu'ils n'avaient cessé

d'utiliser « des analogies et des métaphores substantialistes » pour l'expliquer (p. 73-74). Les auteurs ont conclu que les élèves s'étaient créé une vision de la science inspirée d'un réalisme-empirisme s'éloignant de la réalité et que cela était dû au contexte dans lequel « les étudiants sont éduqués à la science et l'asepsie épistémologique qui le caractérise » (*Ibid*, p. 75). C'est comme si, à force d'ajouter différentes représentations des concepts scientifiques provenant d'un peu partout, on s'était éloigné de vrai sens des concepts et qu'on avait même cessé de chercher à assurer une concordance entre notre perception des notions scientifiques et ce qu'elles sont en réalité. Déjà, en 1993, une étude comme celle-ci venait nous mettre la puce à l'oreille en ce qui concerne l'intégration des connaissances. Pour pallier le problème soulevé par l'étude, il faut d'abord connaître la conception initiale que nous avons du sujet à l'étude et ensuite entraîner un conflit cognitif pour défaire les mauvaises interprétations pour en garder une seule : la bonne.

2.3 Les conséquences d'une mauvaise intégration des connaissances

Une mauvaise intégration des connaissances pourrait engendrer des conséquences considérables à court et à long terme chez les élèves. À court terme, une compréhension erronée d'un phénomène scientifique pourrait empêcher la création de liens entre les connaissances ou engendrer la création de mauvais liens par l'apprenant. Par exemple, une personne qui pense que les feuilles des arbres tombent à l'automne à cause du froid ne comprendrait pas pourquoi ce phénomène est observé en Afrique où la température reste nettement au-dessus de la nôtre. Dans l'optique où l'apprenant poursuit ses études un peu plus loin dans le domaine scientifique et technologique, une mauvaise intégration des connaissances pourrait lui demander une charge de travail plus importante, étant donné qu'il aurait d'abord et avant tout à défaire ses mauvaises conceptions sur un sujet pour revenir à la base et reconstruire ses connaissances avec exactitude. De plus, une mauvaise compréhension d'un ou de plusieurs phénomènes scientifiques pourrait amener l'apprenant à avoir plus de difficultés à porter un regard critique sur l'opinion de ses pairs ou des médias. Par exemple, à l'arrivée du virus de la grippe A(H1N1), plusieurs rumeurs se sont répandues et ont alarmé la population. Jean-Daniel Flaysakier (2009), rédacteur en chef

adjoint et spécialiste des questions de santé à la rédaction de France 2, a publié un article dans lequel il mentionne que : « À l'époque d'Internet, les rumeurs se répandent aussi vite que la pandémie. Mais ce qui est incroyable c'est que certains vont gober ces rumeurs sans prendre la peine d'aller les vérifier ». Devant les conséquences importantes qu'amène cette difficulté d'intégration des connaissances, on ne peut faire fi du problème.

3. FORMULATION DE LA QUESTION DE RECHERCHE

Une réflexion sur les causes pouvant être à l'origine de cette situation problématique m'a poussée à me poser plusieurs questions. Est-ce que le problème provient de moi, des élèves ou des deux parties? Est-ce que mes élèves manquent d'intérêt face au contenu du cours? Est-ce qu'ils se présentent au cours avec une disposition peu propice à l'apprentissage? Est-ce qu'il y a quelque chose dans mon enseignement qui doit être modifié? Malgré les différentes pistes de solutions qui pourraient être abordées, j'ai décidé de me concentrer sur la dernière question, à savoir si je pouvais modifier ma façon d'enseigner pour amener mes élèves à faire des apprentissages significatifs. Considérant qu'au cours des années 1980 et 1990, les chercheurs ont mis au point plusieurs modèles pédagogiques visant à améliorer les conceptions des élèves, il serait intéressant de créer une SAE qui favorise l'intégration des apprentissages chez l'apprenant et qui cadre dans les paramètres du PFEQ, et de l'expérimenter. Ainsi, on pourrait apprécier les répercussions de l'intégration du PFEQ spécialement sur les apprentissages faits par les élèves et observer s'ils se reflètent dans leurs évaluations.

C'est pourquoi je me pose la question suivante : quel type de SAE faudrait-il proposer aux élèves du secondaire, dans le cadre du cours de science et technologie, qui répondrait aux exigences du PFEQ et qui favoriserait l'intégration de concepts scientifiques?

DEUXIÈME CHAPITRE

LE CADRE THÉORIQUE

Comme présentée dans le premier chapitre, l'école québécoise demeure présente pour éduquer les élèves, mais elle est en mutation quant à son fonctionnement. Le PFEQ constitue un système clairement défini qui utilise des éléments primordiaux pour appuyer son changement de paradigme passant de celui de l'enseignement à celui de l'apprentissage. Le paradigme de l'apprentissage vise une approche où l'élève est au centre de ses apprentissages et où il doit répondre à ses questionnements personnels, construire et intégrer des connaissances, créer des relations entre les savoirs, et développer des compétences (Tardif, 1998). « Le Programme de formation s'appuie sur différents courants théoriques qui traitent de l'apprentissage et qui ont en commun la reconnaissance du rôle déterminant de celui qui apprend dans l'édification de ses compétences et de ses connaissances » (Gouvernement du Québec, 2001, p.17). Ce deuxième chapitre a pour but de faire état de ces éléments théoriques à la base du PFEQ soit le cognitivisme, le constructivisme et le socioconstructivisme. Pour chacune de ces sections, une recension des écrits est effectuée dans le but de faire ressortir l'avis des différents auteurs. Étant donné que l'un des principaux souhaits de la réforme éducative québécoise est de favoriser l'apprentissage significatif chez les jeunes, étudier en profondeur les théories à la base du PFEQ permettra donc de relever les éléments importants à appliquer dans ma SAE qui a pour but, rappelons-le, de favoriser l'intégration des connaissances.

1. LE COGNITIVISME

Alors que le constructivisme et le socioconstructivisme sont associés à l'épistémologie, le cognitivisme est issu d'une branche de la psychologie (Legendre, Aubé et Jonnaert, 2001). En effet, cette théorie s'intéresse davantage au fonctionnement de la pensée, aux processus et aux mécanismes de production, de manipulation et d'acquisition

des connaissances (*Ibid*, 2001). Les modèles pédagogiques cognitivistes s'intéressent au fonctionnement des processus cognitifs de l'apprentissage. D'après la théorie cognitive, l'intelligence est vue comme « un ensemble de processus par lesquels sont gérées les stimulations auxquelles est soumis l'individu, stimulations assimilées à des éléments d'information qu'il doit traiter pour les mémoriser, les analyser, les organiser, les recouper, les réinvestir, etc. » (Carbonneau et Legendre, 2002, p.16-17). Ainsi, l'apprentissage est un processus interne vécu par l'apprenant même. Les deux principales étapes que doit franchir l'individu pour parvenir à s'approprier de nouvelles connaissances selon le cognitivisme sont le conflit cognitif et le retour métacognitif.

1.1 Le conflit cognitif

Comme il a été mentionné dans le chapitre précédent, l'enfant, avant même d'aller à l'école, tente de comprendre à sa façon une multitude de phénomènes scientifiques et technologiques qui l'entourent. Ce qu'il en comprend se nomme sa conception initiale. Le conflit cognitif survient lorsque l'apprenant confronte sa conception initiale avec la celle plus exacte d'une autre personne, dans ce cas l'enseignante ou l'enseignant. Afin de clarifier la définition du concept, le conflit cognitif sera appelé « conflit sociocognitif » lorsque la nouvelle connaissance proviendra de la société ou d'une discussion avec une autre personne (cette partie sera traitée davantage dans la section sur le socioconstructivisme). Bref, ces conceptions initiales peuvent souvent être perçues comme des erreurs. Seulement, « les idées 'fausses' des enfants ne constituent pas des erreurs qu'il faut éliminer, mais des relations qui doivent être mieux cordonnées au niveau suivant » (Kamii, 1990, p. 61).

Ce qu'une personne comprend d'un univers de connaissance à un moment donné est le reflet d'un équilibre entre ce qu'elle est en mesure d'appréhender, les actions cognitives dont elle est capable au regard de cet univers, et les limites de ces actions. D'où certaines lacunes à sa compréhension, dont l'école devrait favoriser, voire provoquer, la prise de conscience pour en permettre le dépassement. (Carbonneau et Legendre, 2002, p. 16)

Il ne faut donc pas ignorer les représentations préalables des élèves sans quoi, ils ne feraient pas un apprentissage significatif. Il faut plutôt apprendre à s'en servir. Ces conceptions, prises comme point de comparaison avec la réalité, plongeront les élèves dans un conflit cognitif qui les mènera vers un changement conceptuel. Le fait que les élèves soient au centre de leurs apprentissages et qu'ils doivent faire face à une réalité qui peut être différente de leur conception initiale permettra aux élèves d'enregistrer l'information dans la partie cognitive de leur cerveau stimulant ainsi une mémoire à long terme (Teppa, 2000). Rappelons-le, les conditions favorables au changement conceptuel sont : premièrement, qu'un degré d'insatisfaction à l'égard de leur conception initiale soit éprouvé par les élèves et ensuite, qu'une nouvelle conception présentée par l'enseignant soit, aux yeux des élèves, intelligible, plausible et féconde (Laplante, 1997). Ces conditions peuvent agir comme une droite directrice lors des interventions de l'enseignant.

1.2 Le retour métacognitif

Il importe qu'une interaction soit féconde du point de vue des apprentissages, qu'elle soit stimulante et qu'elle incite à penser et à agir différemment. Pour parvenir à penser et à agir différemment encore faut-il être capable de reconnaître les mécanismes par lesquels on pense. C'est pourquoi on réalise de plus en plus l'importance de l'utilisation de la métacognition en éducation. En effet, les difficultés d'apprentissage ne résultent pas toujours d'un manque de connaissances, mais elles peuvent être attribuables au fait que l'élève ne sait pas comment apprendre.

Du point de vue pédagogique, la métacognition est associée à la connaissance et à la prise de conscience de l'apprenant de ses processus cognitifs et de ses habiletés pour contrôler ses processus cognitifs: à réfléchir à la façon dont ils apprennent, à ce qu'il s'est passé dans leur tête (leur raisonnement) pour obtenir une solution, aux liens qu'ils établissent avec d'autres éléments de connaissance et aux méthodes qui sont les plus efficaces pour eux (Boulet, 2007; Cloutier et Drapeau, 2008). Ainsi, il peut prendre conscience de ses démarches et de ses stratégies d'apprentissage, et répéter le processus ou agir différemment dans une autre situation (Carbonneau et Legendre, 2002). « Quand on ne

réussit pas, il faut recommencer, bien sûr, mais pas tout recommencer, pas recommencer à zéro; il faut surtout ne pas recommencer de la même façon [...] puisque cette façon-là n'a déjà pas fonctionné une fois » (Henry et Cormier, 2008, n.p.).

L'apprenant qui a développé une compétence métacognitive a « une meilleure perception de ses responsabilités d'apprenante ou d'apprenant, de son cheminement vers l'atteinte des résultats visés et surtout du contrôle qu'elle ou il peut exercer sur ce cheminement » (Portelance, 2002). C'est donc un moyen efficace d'amener l'élève à jouer le rôle principal dans ses apprentissages.

2. LE CONSTRUCTIVISME

Piaget a grandement influencé la théorie du constructivisme, selon laquelle les apprentissages ont lieu par la découverte et l'interaction de l'individu avec son environnement (Cloutier et Drapeau, 2008). En effet, selon cette approche développementale, l'individu est au centre de ses apprentissages et est actif dans sa recherche de sens. Les connaissances ne lui sont pas transmises, mais elles sont construites grâce à sa propre interprétation de ce qui l'entoure.

Ce modèle suggère donc que la démarche d'appropriation de connaissances par mémorisation de cours, exposés ou lectures, sans travail personnel de compréhension, ne conduit pas à des connaissances véritables, au sens constructiviste du terme, mais à l'enregistrement d'informations relativement superficielles et difficilement réinvesties dans l'activité cognitive générale de l'élève. (Carbonneau et Legendre, 2002, p.16)

Le constructivisme développe une pédagogie centrée essentiellement sur l'apprenant. Les principes régissant le constructivisme sont de l'ordre de l'activation des connaissances et des acquis antérieurs, ainsi que de l'élaboration de liens entre les acquis et les nouveaux apprentissages proposés. L'élève reconstruit son savoir en vérifiant des idées ou approches tout en interpellant ses connaissances et expériences antérieures afin de les appliquer à des situations nouvelles. Bref, on retrouve un discours inspiré encore une fois

du concept de conflit cognitif. Le constructivisme met, lui aussi, en première place le conflit cognitif comme étant responsable des apprentissages significatifs, de l'intégration des savoirs. Effectivement, en montrant à l'élève les limites de sa compréhension, il est possible de développer chez lui la curiosité et la motivation nécessaire pour lui permettre d'apprendre davantage (*Ibid*, 2002).

Les approches pédagogiques qui intègrent la théorie du constructivisme mettent inévitablement l'accent sur la façon de susciter l'intérêt des apprenants. Puisque les élèves sont les seuls responsables de leur apprentissage, l'enseignant doit leur donner le goût de s'engager. « Si l'élève s'ennuie, a l'impression de perdre son temps ou ne comprend pas l'utilité de ce qu'on lui demande de faire, il n'éprouvera sûrement pas de motivation » (Cloutier et Drapeau, 2008, p. 218). Ainsi, l'enseignant doit présenter les apprentissages dans un contexte qui interpelle l'élève. Il doit créer une situation significative pour le jeune pour qu'ensuite, il lui soit possible de réinvestir ses acquis dans d'autres circonstances.

3. LE SOCIOCONSTRUCTIVISME

Tandis que le constructivisme accorde de l'importance à la construction individuelle de l'apprentissage, le socioconstructivisme reconnaît le rôle primordial de l'environnement quant à la transformation d'un processus interpersonnel en un processus intrapersonnel. Vygotsky (1978), précurseur de cette théorie, présente une conception d'un développement cognitif en fonction de la culture, de l'histoire et de l'interaction sociale plutôt que d'une construction individuelle. Selon cette optique de développement cognitif intimement lié au cadre social, le socioconstructivisme établit une relation entre ce développement et l'apprentissage. Vygotsky détermine une « zone de développement proximale » (ZPD) qu'il décrit comme étant :

la distance entre le niveau de développement de l'enfant tel qu'il est déterminé par les problèmes qu'il est capable de résoudre seul et un niveau de développement potentiel correspondant aux problèmes qu'il parvient à résoudre sous la guidance de l'adulte ou en collaboration avec des pairs plus compétents. (Legendre, 2005, p. 361)

C'est à l'intérieur de cette zone atteignable qu'un apprentissage significatif peut se faire. De la même façon qu'il ne sert à rien d'enseigner ce que l'élève sait déjà, il est inutile d'enseigner ce qu'il n'est pas disposé à apprendre. Il s'agit de cibler ce qu'il est capable d'accomplir avec de l'aide, de la collaboration et des échanges afin qu'il puisse le faire, en temps et lieu, de façon autonome. Le développement cognitif résulte donc d'un dialogue où l'enfant apprend à résoudre des problèmes en collaboration avec des individus compétents tels un parent, un enseignant ou un pair. Comme il est mentionné dans l'œuvre de Carbonneau et Legendre (2002), les connaissances personnalisées à chacun n'obtiennent une certaine objectivité que lorsqu'elles sont confrontées aux savoirs cumulés par la collectivité et ainsi, les pairs peuvent représenter une occasion de confrontations susceptibles de faire évoluer ces connaissances. L'apprenant interagit, converse et réfléchit, ce qui l'amène à prendre conscience des limites de ses connaissances antérieures et de sa façon de comprendre et de penser. Ceci l'entraîne dans un conflit sociocognitif lui permettant une réelle acquisition des connaissances.

Les approches pédagogiques d'inspiration socioconstructiviste sont dynamiques et permettent à l'apprenant, à travers une série d'échanges avec ses pairs et l'enseignant, de mettre ses connaissances en interaction avec les savoirs véhiculés (Jonnaert et Vander Boeght, 1999). L'enseignement se fait grâce à l'établissement de SAE contextuelles et signifiantes où priment l'échange et le dialogue, et à travers lesquelles l'élève organise son savoir. L'apprenant consolide ainsi activement ses connaissances en interagissant avec autrui dans un cadre judicieusement choisi.

4. ÉLÉMENTS ET PRINCIPES À INCORPORER DANS LA SAE

À la lumière des éléments soulevés dans ce chapitre, l'apprentissage se présente comme un processus interne et social. L'application de ces théories dans une SAE relève d'une transposition d'idées provenant de perspectives épistémologiques et psychologiques dont le but est de soutenir et d'aborder les savoirs à enseigner (Legendre, 2007). Cette section aura pour but de faire une synthèse des éléments mentionnés dans ce chapitre et de ressortir ce qu'il importe d'intégrer dans la SAE.

4.1 Rappel des rôles de l'élève et de l'enseignant

Tout d'abord, il serait intéressant de faire un rappel quant aux rôles de l'enseignant et des élèves, car chacun a son rôle à jouer dans l'acquisition des connaissances. C'est à l'apprenant que revient le rôle principal. Lors du déroulement de la SAE, c'est l'apprenant qui doit réaliser les étapes de celle-ci. « Le sujet apprend en organisant son monde en même temps qu'il s'organise lui-même. » (Jonnaert et Vander Borght, 1999, p.29). Il joue un rôle actif et est totalement responsable de ses apprentissages. L'enseignant, lui, est semblable à un chef d'orchestre; il est l'expert qui accompagne, guide et appuie les élèves dans la voie qui mène à l'acquisition des connaissances.

L'enseignant peut faire de la classe une communauté d'apprenants où prévaut un climat d'entraide, où sont mises à profit les expertises variées des élèves, où l'on valorise le partage d'expériences, la collaboration, la participation à l'atteinte de visées communes, où l'on encourage la saine émulation et le dépassement de soi, où il y a place pour le débat constructif, le discours critique, la discussion, la négociation de points de vue et l'action coordonnée. (Legendre, 2005, p. 364)

Le respect de ces rôles lors de la tenue de l'expérience sera important puisque leur description telle qu'elle a été mentionnée est propre au nouveau programme d'enseignement.

4.2 La conception initiale et le conflit cognitif

La conception initiale d'un individu sur un sujet et le conflit cognitif sont des concepts d'une importance majeure d'après les théories mises de l'avant par le PFEQ. Ainsi, leur intégration dans la SAE est inévitable. Pour ce faire, avant la présentation de celle-ci, il pourrait y avoir une activité d'introduction permettant d'aller chercher la conception que les élèves se font du sujet qui sera abordé. L'utilisation d'un moyen de communication non verbal tel le dessin ou l'écriture serait préférable, puisqu'en procédant de cette façon, il serait plus facile pour les élèves de décrire la représentation qu'ils se font du prochain sujet au programme. Le but n'étant pas de montrer les erreurs de chacun devant

les autres, mais de les aider à mieux comprendre. Pour amener les apprenants vers un conflit cognitif, il faudra les questionner sur leur conception initiale et les amener à trouver les limites de celle-ci. Le conflit cognitif qui résulte de l'échange et de la confrontation avec les idées des autres permettra aux élèves de mettre en relation leurs connaissances antérieures avec d'autres, nouvellement développées, ou sur le point d'être maîtrisées. Le travail de l'enseignante ou de l'enseignant, à ce point de vue, est très important. Il devra présenter les nouvelles connaissances d'une façon intelligible en utilisant différents moyens (l'oral, l'écrit, l'action) afin de les rendre plausibles et fécondes.

4.3 La métacognition

La métacognition étant également un concept influent dans l'apprentissage, il reviendra à l'enseignant de développer des méthodes d'enseignement axées sur le contenu de la matière comme sur le questionnement métacognitif entourant la compréhension même de ce contenu. Effectivement, lors de la SAE, il serait intéressant d'amener les élèves à prendre conscience des connaissances acquises, à se questionner sur le processus cognitif qui s'est produit pour transformer leur conception initiale en leur conception actuelle et à réinvestir leurs connaissances dans une autre situation pour donner un sens à de nouvelles expériences.

4.4 L'engagement de l'apprenant

Afin de susciter l'intérêt et la participation des élèves dans la réalisation d'une activité d'apprentissage, il importe que celle-ci soit abordée sous forme de situation d'apprentissage ou de SAE. Ainsi, les connaissances sont insérées dans un contexte particulier et il est plus facile pour les apprenants d'en définir le but de leur apprentissage. Il est tout aussi important que la situation proposée interpelle les élèves et ait un lien avec ce qu'ils vivent au quotidien. De cette façon, l'enseignant peut pratiquer une pédagogie qui tient compte des réels besoins des élèves. Ainsi, ils se verront proposer de faire des essais pour résoudre les différents problèmes et rechercher des solutions qui soient pertinentes et empreintes de sens pour eux.

4.5 L'interaction de l'apprenant avec ses pairs

Comme le constructivisme a démontré la portée de permettre à l'élève d'interagir avec son milieu sur ses apprentissages, le socioconstructivisme a fait de même avec l'interaction de l'apprenant et les personnes qui l'entourent.

L'enfant développe son intelligence dans ses multiples interactions avec son environnement. Or, cet environnement n'est pas seulement physique, mais également social, et il ne saurait y avoir de développement intellectuel sans croissance morale et socialisation progressive de la pensée. (*Ibid*, 2005, p.343)

Ainsi, lors de la SAE il serait important de réserver des moments où les élèves, en petit groupe, pourront échanger et confronter leurs idées pour faire évoluer leurs connaissances.

En somme, l'idée autour de la SAE est que l'apprentissage se réalise à l'aide d'activités signifiantes pour l'apprenant à travers des activités d'apprentissage et des tâches complexes où l'échange et la collaboration permettent la construction de savoirs et favorisent le développement cognitif et métacognitif.

5. OBJECTIFS DE RECHERCHE

L'élaboration de ce cadre théorique a permis de mettre en évidence les éléments du PFEQ à considérer pour créer une SAE qui viserait l'intégration significative des connaissances. Je suis maintenant consciente de l'importance des différents rôles de l'enseignant et de l'élève, de la conception initiale et du conflit cognitif, de la métacognition, de la participation active de l'apprenant, et de la place de la discussion dans une SAE. Ainsi, je suis en mesure de formuler l'objectif général de ma recherche ainsi que les objectifs spécifiques qui y sont rattachés.

5.1 Objectif général de recherche

L'étude de ces théories a permis d'identifier que le respect des rôles attribués à l'enseignant et à l'élève, la conception initiale et le conflit cognitif, la métacognition, la participation active de l'apprenant, et la place de la discussion en classe sont tous des éléments qui peuvent avoir un impact significatif sur l'efficacité de l'intégration des apprentissages chez l'apprenant. Ainsi, mon objectif général est d'évaluer les impacts d'une SAE qui favorise l'intégration des connaissances dans le cadre du cours « Science et technologie » sur les apprentissages d'élèves de première année du deuxième cycle du secondaire.

5.2 Objectifs spécifiques de recherche

De façon plus spécifique, il est important de confirmer, dans un premier temps, que le matériel pédagogique produit est fidèle aux éléments de la réforme que nous désirions intégrer. C'est pourquoi nous avons formulé les trois objectifs spécifiques suivants :

- Déterminer si l'activité d'introduction entraîne un conflit cognitif chez les élèves;
- Évaluer le degré de satisfaction des élèves face à la SAE;
- Évaluer la qualité du retour métacognitif fait par les élèves suite à la SAE.

Une fois ces points réalisés, il est possible d'explorer les répercussions de la SAE sur les apprentissages des élèves. D'abord, la SAE, elle-même, permet d'évaluer leur niveau d'apprentissage. Ensuite, il faut évaluer leurs apprentissages grâce au même outil d'évaluation que lorsque j'ai enseigné. Ainsi, nous pourrions, s'il y a lieu, apprécier la différence des apprentissages réalisés par les élèves. Voici donc les deux derniers objectifs spécifiques de l'essai :

- Faire état des apprentissages réalisés par les élèves par l'intermédiaire de la SAE.

- Explorer les répercussions des apprentissages réalisés par les élèves lors de l'évaluation de fin de module.

La visée de ce deuxième chapitre a été d'identifier les concepts importants parmi les théories à la base du PFEQ soit le cognitivisme, le constructivisme et le socioconstructivisme. Après un retour sur la question de recherche, un objectif de recherche ainsi que cinq objectifs spécifiques ont été établis. Le prochain chapitre traitera des approches et des méthodes d'analyse et de traitement de données qui ont été utilisées.

TROISIÈME CHAPITRE

LA MÉTHODOLOGIE

Ce troisième chapitre est consacré à la méthodologie, c'est-à-dire au côté plus pratique de l'étude qui se concentre sur la stratégie à l'origine du choix des méthodes qui ont été appliquées et à la description de ces méthodes. Ainsi, il est divisé en sept sections qui expliquent le choix méthodologique, l'échantillonnage des sujets participants, les instruments de cueillette de données, les avis d'expert, le déroulement de l'étude, les méthodes d'analyse de données et les mesures déontologiques employées qui ont été appliquées.

1. CHOIX MÉTHODOLOGIQUE

Bien que la recherche-action telle qu'on la connaît soit âgée d'une soixantaine d'années, elle est actuellement à la mode dans le domaine de la recherche en éducation au Québec, particulièrement chez les enseignants. De plus, c'est une méthode de recherche accessible pour les enseignants désireux de pousser un peu plus loin les limites de leur profession pour tenter de comprendre davantage la complexité des interactions qui existe entre eux, leurs élèves et les connaissances. Pour ces raisons, la présente étude se classe dans ce type de recherche et le devis méthodologique employé correspond à la recherche-intervention d'après la liste présentée par Paillé (2007). En effet, selon Paillé (2007), la recherche-intervention est « une forme de recherche-action » (p. 148).

1.1 La recherche-action

Le type de recherche utilisé dans ce cas est la recherche-action parce que mes désirs premiers étaient de faire avancer les connaissances des enseignants sur l'application de la réforme et de produire un changement pour résoudre ma situation problématique. Comme Karsenti et Savoie-Zajc (2004, p. 185) le proposent : « les enseignants eux-mêmes

doivent changer en examinant leur pratique quotidienne, en clarifiant leurs modèles mentaux et en évaluant l'impact de leurs actions ». Ainsi, la recherche-action m'a permis d'observer, de comprendre et d'agir avec mon équipe collaborative¹ dans le but de réaliser mes désirs et ce, au moment même de l'étude.

La ligne directrice de cette recherche a été un processus de recherche-action initié par Kurt Lewin qui nécessitait d'abord une bonne planification qui a mené à l'action et où les observations ont permis de réfléchir sur l'action (Karsenti et Savoie-Zajc, 2004). Ce processus est habituellement cyclique puisque la réflexion amène la plupart du temps l'auteur à réorienter certains paramètres de sa recherche et ainsi à peaufiner la qualité des actions posées. Dans le cadre d'un essai, en raison de l'ampleur qu'aurait prise cette étude, nous nous sommes limités à une simple exécution du processus. Cependant, la réflexion qui est présentée au chapitre 5 pourrait facilement être utilisée comme point de départ d'un nouveau cycle.

1.2 La recherche-intervention

Le devis recherche-intervention met l'accent sur une situation problématique sur laquelle on veut intervenir pour l'améliorer. D'après Paillé (2007), ce devis est composé de la mise en place du contexte de la situation problématique, de l'élaboration du plan et des outils d'intervention, du choix des méthodes de collecte et d'analyse des données, de la description des connaissances et des changements engendrés par le projet, et de la critique des interventions et des recommandations qui en découlent (Paillé, 2007). Pour bien l'exécuter, il importait d'être rigoureux à chacune de ces étapes.

2. ÉCHANTILLONNAGE DES SUJETS PARTICIPANTS

La clientèle générale visée par l'étude est constituée des élèves de première année du deuxième cycle du secondaire. Cette section présente plus précisément les sujets qui ont

¹ La présentation de mes collègues qui forment mon équipe collaborative se fera à la deuxième section de ce présent chapitre lors de l'échantillonnage des sujets participants.

participé à l'étude et les moyens qui ont été utilisés pour sélectionner ces participantes et ces participants.

Tout d'abord, j'ai sélectionné les membres de mon équipe collaborative. En effet, puisque, au moment de l'étude, je n'avais pas de contrat d'enseignement avec le groupe d'élèves visé par l'étude, j'ai fait appel à d'anciens collègues pour travailler en collaboration avec moi dans la réalisation de ce projet. Mon équipe collaborative était donc composée de trois enseignants (deux enseignantes et un enseignant) de sciences et de technologies, d'une technicienne en travaux pratiques² et de moi-même.

Ensuite, les participantes et les participants proviennent d'une même école secondaire de la région de l'Estrie au Québec et font partie de trois groupes-classe en cheminement régulier. En effet, parmi les groupes en cheminement régulier, un groupe-classe a été sélectionné au hasard pour chacun des trois enseignants participants.

Les groupes-classe sélectionnés ont été rencontrés par moi-même pour présenter l'étude et recueillir le consentement libre et éclairé des élèves³. Parmi les 94 élèves rencontrés, 46 ont donné leur assentiment. Les élèves ayant donné leur assentiment sont les seuls à avoir participé à l'étude. Il est à noter que d'autres facteurs ont influencé l'exclusion de certains élèves à certains moments dans l'étude. De ce fait, le tableau 1 présente le nombre d'élèves qui ont été considérés pour répondre à chacun des objectifs spécifiques. Une exclusion a parfois été due à l'absence d'un participant à l'une des activités ou à la perte de document. En effet, huit documents ont été perdus lors de l'étude. De plus, seulement 22 élèves ont participé aux deux séries d'entrevues en petits groupes. Pour la première série, il y a eu 3 groupes de 4 élèves et, pour la deuxième série, 2 groupes de 4 élèves et 1 groupe de 2 élèves.

² L'entière participation de la technicienne en travaux pratiques s'est faite lors de ses temps libres. Elle n'a ainsi jamais négligé la qualité et la disponibilité de ses services offerts aux enseignants et aux élèves.

³ Pour plus de détails, voir les mesures déontologiques à la section 7 de ce présent chapitre.

Tableau 1
 Nombre d'élèves participants considérés pour analyser l'atteinte des différents objectifs spécifiques

Objectifs spécifiques	Nombre d'élèves participants considérés
1. sur l'atteinte du conflit cognitif	36
2. sur la satisfaction des élèves	22
3. sur la qualité du retour métacognitif	27
4. sur les apprentissages faits grâce à la SAE	27
5. sur les répercussions des apprentissages à l'examen	27

3. INSTRUMENTS DE CUEILLETTE DE DONNÉES

L'étude est composée de différentes étapes que devaient franchir les élèves pour apprendre des concepts scientifiques et démontrer qu'ils les maîtrisaient. Pour démontrer leur maîtrise de ces concepts, nous avons utilisé divers moyens. Ceux-ci ont été regroupés dans les instruments suivant : la SAE, les discussions de groupe et l'examen. Cette section les décrit et présente les données qu'ils ont produites.

Avant d'aborder l'élaboration de la SAE, il serait important de bien définir ce qu'est une SAE, une tâche complexe et une activité d'apprentissage. Ces termes sont trop souvent confondus et leur clarification facilitera la compréhension des prochains chapitres.

3.1 Quelques éléments de définitions

Par définition, une SAE est un ensemble composé « d'un contexte associé à une problématique et d'un ensemble de tâches complexes et d'activités d'apprentissage liées aux connaissances » (Gouvernement du Québec, 2007a, p. 7) que l'élève réalise afin d'atteindre les objectifs. Elle permet aux élèves « de développer et d'exercer une ou plusieurs compétences disciplinaires » (*Ibid*, 2007a, p.7). Dans le cadre de cette étude, la SAE englobe tout excepté l'évaluation traditionnelle de fin de module, c'est-à-dire

l'examen proprement dit. Donc, elle comprend l'activité d'introduction, la période d'enseignement magistral et l'activité plus grande que nature (PGN).

Ensuite, une tâche complexe permet la mobilisation par l'apprenant de toutes ses ressources, sollicite l'ensemble des compétences en jeux et permet d'intégrer de nouvelles connaissances de façon significative (*Ibid*, 2007a). De ce fait, la tâche complexe est l'activité PGN. Selon la réforme, c'est la tâche complexe qui devrait être utilisée comme moyen d'évaluation. Cependant, l'examen écrit traditionnel est encore le principal moyen d'évaluation utilisé par les enseignantes et les enseignants. Pour l'étude, nous utiliserons ces deux moyens d'évaluation, c'est-à-dire l'activité PGN et l'examen.

Enfin, une activité d'apprentissage permet d'acquérir et de structurer les connaissances qui seront utiles lors de la réalisation de la tâche complexe (*Ibid*, 2007a). Il peut y en avoir une comme plusieurs au cours d'une même SAE. Dans ce présent cas, les activités d'apprentissage correspondent à l'enseignement magistral.

3.2 SAE

La SAE se nomme *Expérience plus grande que nature* et, comme le titre l'indique, elle amène l'élève à se transporter dans un nouvel univers : celui du corps humain, plus spécialement, dans les systèmes respiratoire et circulatoire. Parmi les concepts prescrits pour le cours de science et technologie de 1re année du 2^e cycle du secondaire, ceux visés par la SAE sont : le système respiratoire (fosses nasales, pharynx, trachée, bronche, poumons), les fonctions des constituants du sang (plasma, éléments figurés) et le système circulatoire (voies de circulation, types de vaisseaux) (Gouvernement du Québec, 2011). Les concepts importants relevés à la section quatre du chapitre deux, à partir des trois théories à la base du PFEQ, ont permis d'établir les lignes directrices de cette SAE. Comme mentionnée à la section 3.1, la SAE est composée de trois parties : l'activité d'introduction, l'enseignement magistral et l'activité PGN. Nous verrons la description de chacune de ces parties, leur fonction dans la SAE et la description du type de données qu'elles ont produites.

3.2.1 *Activité d'introduction*

L'activité d'introduction est un questionnaire de 6 questions : 3 à réponses courtes, 1 à choix de réponse et 2 où il faut dessiner (voir annexe A pour l'activité d'introduction intégrale). Ces questions demandent aux élèves d'identifier le gaz important pour notre corps lors de l'inspiration (question 1) et d'expliquer pourquoi nous en avons besoin (question 2), d'indiquer le gaz qui est le déchet de notre corps lors de l'expiration (question 3), de comparer le sang à un liquide semblable (question 4), de dessiner les poumons (question 5), et de dessiner l'intérieur du cœur (question 6).

Le but de cette activité est d'offrir l'opportunité à l'élève de se questionner sur ce qu'il ou elle connaît déjà, c'est-à-dire sur sa conception initiale du sujet à venir. L'ensemble des concepts prescrits visés par l'étude a été abordé dans cette activité. Le degré de difficulté des questions demandées et leur nature ont été choisis spécialement pour que les élèves réalisent les limites de leur compréhension et qu'ils aient la curiosité et la motivation d'aller défaire leurs mauvaises conceptions ou d'aller chercher les connaissances manquantes. Ainsi, l'activité d'introduction permet d'entrer en conflit cognitif.

Les réponses de tous les élèves pour chaque question ont été cumulées dans trois tableaux présentés à l'annexe B.

3.2.2 *Enseignement magistral*

Cette partie a été prévue et réalisée par les enseignants participants. L'enseignement magistral était composé principalement d'exposés oraux faits par les enseignants pour transmettre les concepts du module prescrits par le PFEQ aux élèves et de travail par les élèves dans les pages 109 à 127 et 130 à 138 du cahier d'exercices *Science tech au secondaire – Un regard sur la vie* des auteurs Schepper, Bélanger et Ouellette (2007).

Aucune donnée n'a été directement prélevée durant cette période. Les apprentissages qui ont été faits par les élèves ont été observés grâce aux données recueillies dans les prochaines parties de la SAE et à l'examen.

3.2.3 *Activité PGN*

L'activité PGN est la tâche complexe de la SAE. Les élèves y ont fait un rallye dans une reproduction géante du corps humain et les exercices du cahier de l'élève. Ce dernier est divisé en trois parties : laisse-moi vivre l'expérience, voici ce que je sais maintenant et montre-moi donc ce que j'ai appris (la version intégrale se trouve à l'annexe C).

La première partie de l'activité PGN est une reproduction géante du système respiratoire et du système circulatoire que les élèves devaient parcourir sous forme de jeu. Le jeu était un rallye où il fallait identifier les endroits des systèmes du corps humain représentés et certaines de leurs caractéristiques. Les parties présentées étaient les plus importantes selon les objectifs d'apprentissages du PFEQ (Gouvernement du Québec, 2011). Leurs principales fonctions ont été imitées pour faciliter l'identification des différentes parties du corps représentées. Ainsi, les élèves pouvaient se déplacer eux-mêmes dans cet environnement et entrer en interaction avec les concepts qu'ils avaient vus et appris lors des cours magistraux.

La figure 1 présente le plan du parcours. La porte de la classe était utilisée comme étant l'entrée dans le corps humain et l'enseignante sur le plan représente les endroits où les élèves ont été guidés. L'annexe D comprend des photos de certaines parties du rallye pour en favoriser la représentation. De plus, chaque photo est accompagnée d'une brève description.

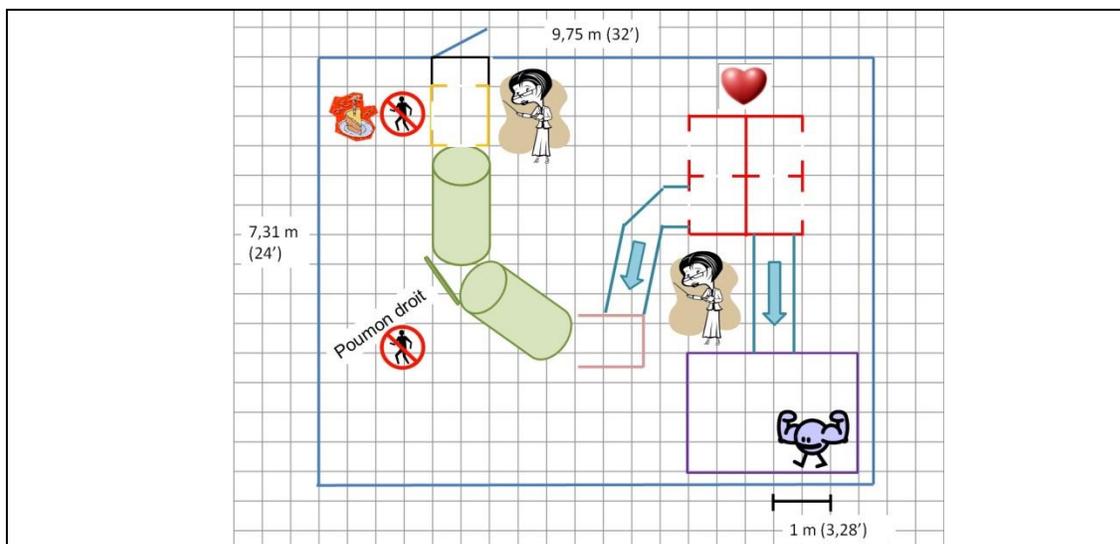


Figure 1. Plan du parcours

Le rallye s'exécutait en équipe de 4 : 2 élèves jouaient le rôle de molécules d'oxygène (O_2) et 2 autres le rôle de molécules de dioxyde de carbone (CO_2). Les 2 molécules d' O_2 partaient ensemble à l'extérieur du corps humain (de la classe), tandis que les 2 molécules de CO_2 les attendaient dans le muscle. Puisque les élèves faisaient le parcours en équipe de 2, ils devaient s'entendre sur l'endroit où ils étaient et les actions qu'ils devaient faire.

Au départ, les élèves- O_2 entraient dans le système respiratoire avec de la poussière qu'ils laissaient à l'endroit où elle est habituellement filtrée (poils et mucus). Par la suite, ils poursuivaient leur chemin en s'arrêtant à chaque poste de contrôle pour identifier où ils se trouvaient. Pour ce faire, ils prenaient un autocollant présent aux postes de contrôle, le collaient dans le tableau sur leur carte du parcours et écrivaient le nom de la partie du corps dans laquelle ils étaient. La carte du parcours contenait une liste de parties du corps pour aider les élèves à choisir le bon lieu⁴. Dans le système circulatoire, lorsqu'ils voyageaient dans les vaisseaux sanguins, les élèves devaient choisir la bonne couleur de globule rouge (rouge ou bleu) et leur position par rapport à ce dernier (à l'intérieur ou à l'extérieur). Arrivés au muscle, les élèves- O_2 devaient faire deux « jumpings jack » (de l'exercice) pour

⁴ Pour plus d'informations, se référer à la page 5 du cahier de l'élève présent à l'annexe C.

montrer qu'ils permettaient au corps de produire de l'énergie. C'était également le signal de départ pour les élèves-CO₂ puisque ceux-ci sont le déchet formé lors de cette réaction chimique énergétique. Ainsi, les élèves-CO₂ partaient et faisaient le parcours de la même façon que les élèves-O₂, dans le sens inverse, jusqu'à leur expulsion du corps. Cependant, ils n'avaient pas à se débarrasser de la poussière.

Une fois le parcours terminé, l'enseignante qui les guidait a rencontré les 4 élèves pour corriger avec eux leur carte. Cette correction est détaillée selon la grille d'appréciation correspondante⁵. Les données qui y sont recueillies évaluaient les apprentissages des élèves relativement à l'exactitude du choix et de l'ordre des lieux du parcours, du choix du bon globule rouge dépendamment de la nature du gaz interprété par l'élève, de sa position par rapport au globule rouge et de l'endroit où l'élève a laissé la poussière contenue dans l'air et filtrée par le corps. La correction était également un moment pour confronter les erreurs des élèves afin de défaire les mauvaises conceptions encore résistantes au changement où mal intégrées dans leur schème de pensées.

La première partie du cahier de l'élève intitulé « Laisse-moi vivre l'expérience » guidait l'élève dans le corps humain.

Après la tâche complexe, les élèves devaient décrire, individuellement, leur nouvelle conception des systèmes à l'étude dans la partie « Voici ce que je sais maintenant » du cahier de l'élève. Les questions présentées étaient identiques à l'activité d'introduction, excepté les numéros 1 et 3, où des choix de gaz ont été donnés aux élèves. Le tableau suivant montre les différences entre la formulation de ces deux questions à l'activité d'introduction et à cette partie du cahier de l'élève.

⁵ Pour plus d'informations, se référer à la page 6 du cahier de l'élève présent à l'annexe C.

Tableau 2
Formulation des questions 1 et 3 à l'activité d'introduction et à la partie
« Voici ce que je sais maintenant » du cahier de l'élève

	Activité d'introduction	Partie « Voici ce que je sais maintenant »
Question 1	L'air est composé de plusieurs gaz et de vapeur d'eau. Quel gaz dans l'air notre corps a-t-il besoin lorsque nous inspirons?	Parmi les gaz suivants, encercle celui dont notre corps a besoin lorsque nous inspirons. - Azote - Oxygène - Dioxyde de carbone - Argon
Question 3	Chaque jour, notre corps produit des déchets. Il utilise plusieurs moyens pour s'en débarrasser. Parmi ces déchets, on retrouve un gaz qu'on expulse hors du corps lors de l'expiration. De quel gaz s'agit-il?	Parmi les gaz suivants, encercle celui que notre corps a besoin de rejeter lorsque nous expirons. - Azote - Oxygène - Dioxyde de carbone - Argon

Demander aux élèves de répondre aux mêmes questions à la fin de la SAE a permis d'observer d'une façon efficace et tangible leurs améliorations spécifiquement pour les connaissances qui sont rattachées à l'activité d'introduction. C'est pourquoi une attention particulière a été portée à leur comparaison.

D'ailleurs, comme dans le cas de l'activité d'introduction, les réponses de tous les élèves pour chaque question ont été cumulées dans trois tableaux présentés à l'annexe E.

Enfin, la dernière partie du cahier de l'élève, celle qui se nomme « Montre-moi donc ce que j'ai appris », est une autre série de questions qui a amené les élèves à faire un retour métacognitif sur leurs apprentissages. Pour se faire, les élèves comparaient leur conception actuelle avec celle qu'ils avaient initialement et réfléchissaient sur le ou les éléments qui sont responsables du ou des changements observés. De plus, la question 3 : « Maintenant, tu sais que notre corps a besoin d'O₂ pour vivre. Pourquoi respire-t-on plus vite lorsqu'on fait de l'exercice? » permettait aux élèves de réinvestir leurs connaissances dans un autre contexte.

L'adéquation du retour métacognitif des élèves a été évaluée sur une note de A à E selon la grille d'appréciation du retour métacognitif présent à la fin du cahier de l'élève.

Une autre grille d'appréciation des connaissances additionnelles se retrouve dans le haut de la page 12 du cahier de l'élève. Celle-ci englobe l'ensemble des réponses écrites dans le cahier de l'élève et s'intéresse à la bonne sélection des ressources d'informations par les élèves et leur compréhension qualitative des concepts scientifiques. À ce sujet, les élèves recevaient une note de A à E.

3.3 Discussions de groupe

Les entrevues ont permis de recueillir de l'information à deux moments lors de l'étude, soit après l'activité d'introduction et après l'activité PGN. Trois discussions ont eu lieu, soit une par classe, après l'activité d'introduction et trois autres après l'activité PGN. Pour chaque classe, 2 à 4 élèves ont été choisis, ce qui représente un besoin total de 12 élèves pour l'activité d'introduction (3 x 1 groupe de 4 élèves) et 10 élèves pour l'activité PGN (2 x 1 groupe de 4 élèves et 1 x 1 groupe de 2 élèves). Ces rencontres étaient semi-structurées, c'est-à-dire que les principales questions posées étaient déterminées à l'avance et les autres dépendaient des réponses fournies par les élèves.

Les questions des deux séries d'entrevues paraissent à l'annexe F. L'objectif de la première série, soit celle après l'activité d'introduction, était d'évaluer l'appréciation des jeunes par rapport à l'activité (question 1), le degré de difficulté de l'activité (questions 2 et 3), leur intérêt de base pour le prochain module (question 4) et l'impact de l'activité sur cet intérêt (questions 5 et 6). Les entrevues suivant l'activité PGN ont permis d'évaluer l'appréciation des jeunes face au parcours (questions 1 et 2) et leur compréhension des concepts scientifiques véhiculés dans le présent module (questions 3 à 7).

L'enregistrement des entrevues a facilité la saisie des propos pertinents. Un exemple d'une entrevue provenant de chaque série a été écrit et inséré à l'annexe G.

3.4 Examen

Lors de l'examen considéré dans l'étude, les élèves devaient rédiger d'un texte où ils décrivaient et expliquaient le trajet d'une molécule d'O₂ ou de CO₂ dans le corps de la narine à une cellule du gros orteil (pour l'O₂) ou d'une cellule du gros orteil à la narine (pour le CO₂). Les consignes détaillées pour les deux versions d'examen, la liste des concepts à utiliser, les schémas et l'espace réservé au plan et à la rédaction, comme présenté aux élèves figurent à l'annexe H.

À la base, la rédaction de ce texte était la deuxième partie d'un examen créé par les enseignantes et les enseignants de science et technologie de première année du deuxième cycle du secondaire de l'école où s'est tenue l'étude. Dans notre situation, l'intérêt a été porté sur la rédaction du texte uniquement puisque c'est le point dans tout l'examen de base qui est problématique et qui entraîne plusieurs échecs. Durant l'examen, les élèves travaillaient individuellement et n'avaient le droit à aucun matériel aide-mémoire, même l'enseignante ou l'enseignant ne pouvait pas répondre aux questions des élèves à moins que celle-ci fût au niveau de l'incompréhension de la formulation d'une question.

La correction du texte a été faite par les enseignants participants selon les grilles d'évaluation présentées à l'annexe I. Les données recueillies sont les notes en pourcentage des élèves.

4. AVIS D'EXPERT

Lors de la conception de matériel pédagogique, il était primordial de chercher à rendre le matériel, les consignes, les questions et les barèmes d'évaluation clairs et concis. Dans le cas de cette étude, j'ai eu recours à plusieurs reprises à la collaboration de mes collègues ou de personnes externes qui m'ont apporté leur point de vue et ainsi m'ont facilité la tâche. Cette section présente ces moments où l'avis des autres a fait bénéficier ma recherche.

L'activité d'introduction a été révisée par l'enseignant participant pour prévenir toutes formes d'ambiguïté. C'est ainsi qu'il m'a confirmé l'importance de ne pas formuler de question à choix de réponse lorsqu'on veut relever la conception initiale des élèves afin de ne pas influencer les réponses.

Lors de la conception du parcours, une des enseignantes participantes a proposé l'ajout des deux draps blancs avec les dessins de note de musique à l'entrée de la trachée pour représenter le larynx. Cette même enseignante a pensé à mettre une corde autour du tunnel qui représente la trachée pour imiter les anneaux de cartilage qui assurent son ouverture. Ces ajouts sont illustrés à la figure 2.



Figure 2. Photographie de la représentation du larynx et de la trachée

L'avis de l'enseignant participant a été considéré à trois reprises lors de la rédaction du cahier de l'élève.

Premièrement, il a suggéré de supprimer la troisième consigne de la page 8, soit « une fois terminée, remet à ton enseignant le cahier de l'élève et l'activité d'introduction », parce qu'elle était déjà sous-entendue.

Deuxièmement, dans le tableau de la page 9, la colonne de droite tente de démontrer le cheminement cognitif qui a été fait par l'élève au cours du module. Pour exprimer cette intention à l'élève, il était d'abord écrit : « Explique-moi, dans tes mots, pourquoi tu pensais comme ça lors de l'activité d'introduction ». Cependant, mon collègue a proposé une formulation qui met davantage l'accent sur le cheminement des connaissances en proposant d'écrire : « Qu'est-ce que qui a amené ce changement dans ta réponse? »

Troisièmement, la question 3, à la page 10 : « Maintenant, tu sais que notre corps a besoin d'O₂ pour vivre. Pourquoi respire-t-on plus vite lorsqu'on fait de l'exercice? » était l'idée de mon enseignant participant puisque la version initiale était à son avis beaucoup trop difficile. Au départ, cette question était formulée comme suit :

Maintenant, tu sais que notre corps a besoin d'oxygène pour vivre. Décris brièvement une situation où cette connaissance est utile.

Exemple : Sachant que l'oxygène est le gaz important pour le corps, je comprends mieux pourquoi, à l'hôpital, on donne un masque à oxygène à certains patients.

Il m'a fait remarquer que la version initiale était beaucoup trop laborieuse pour les élèves. D'ailleurs, lorsque j'ai demandé à une personne de mon entourage de faire l'exercice, celle-ci avait eu de la difficulté à répondre à la question et avait dû me demander des clarifications. Cela venait donc prouver le point de mon collègue et me confirmer l'utilité de modifier cette question.

De plus, c'est en collaboration avec le docteur St-Germain que j'ai sélectionné les critères à considérer pour l'évaluation des dessins des poumons et du cœur⁶.

Ainsi, en constatant les quelques modifications qui ont été apportées à l'activité d'introduction, au parcours et à différentes questions du cahier de l'élève en réponse aux

⁶ Ceux-ci sont détaillés à la première section du quatrième chapitre au tableau 5.

commentaires de quelques experts, il est possible pour le lecteur d'apprécier la profondeur du travail qui est derrière le matériel pédagogique produit.

5. DÉROULEMENT DE L'ÉTUDE

Le but de cette section est de donner une vue d'ensemble de l'étude en lui démontrant l'ordre dans laquelle se sont produites chacune de ses parties, leur durée et les particularités de leur réalisation.

Au départ, sur l'espace de deux jours, j'ai rencontré les trois groupes sélectionnés pour aller chercher l'assentiment des participants.

Pendant ces deux jours, ainsi qu'un autre de la semaine suivante, la technicienne en travaux pratiques et moi-même avons contacté divers endroits et avons rassemblé le matériel disponible pour créer le parcours. Quatre autres jours ont été nécessaires pour construire le parcours de l'activité PGN. Le montage a également été réalisé par la technicienne en travaux pratiques et moi-même⁷.

La SAE, dans son ensemble, s'est réalisée sur une période de 10 cours de 75 minutes par groupe.

En deux jours, les élèves participants ont tous rempli le questionnaire de l'activité d'introduction. Étant de 15 minutes, l'activité d'introduction s'insérait très bien à la fin d'un cours ou au début d'un autre. Seulement, il était très important de donner cette activité avant de parler du sujet, sinon les résultats auraient été faussés.

La première série de discussions semi-structurées et enregistrées a eu lieu après l'activité d'introduction. Une dizaine de minutes étaient à prévoir pour chaque entrevue. Seulement 4 élèves par classe, sélectionnés selon les consentements prélevés initialement,

⁷ Les conseils de nos collègues nous ont facilité la tâche à quelques reprises.

ont été choisis pour répondre aux questions posées par moi-même ou par la technicienne en travaux pratiques.

Les concepts scientifiques des deux systèmes à l'étude ont été présentés dans la partie de l'enseignement magistral de la SAE juste avant la tâche complexe. Pour chaque groupe, un total de 7 périodes de 75 minutes et 60 minutes additionnelles a été utilisé pour couvrir l'ensemble des concepts.

Une fois la période d'enseignement terminée, les élèves ont vécu l'activité PGN. Dans l'horaire, il fallait prévoir 2 périodes de 75 minutes par groupe.

La durée du rallye était de 15 minutes par équipe de 4 élèves. Ceci comprend les explications, l'exécution, la correction et la transition de local.

À la fin du parcours, une fois par groupe-classe, 10 élèves ont été sollicités pour participer à la deuxième série d'entrevues. Une dizaine de minutes additionnelles étaient à prévoir dans ce cas. Ces discussions étaient orchestrées par la technicienne en travaux pratiques ou moi-même.

Une fois le rallye terminé, le groupe de 4 élèves retournait dans une classe surveillée par la technicienne en travaux pratiques pour ne pas déranger les élèves non participants à l'étude qui étaient en classe avec leur enseignante ou leur enseignant. Dans ce local, les élèves participants complétaient leur cahier de l'élève. Pour y parvenir, une période d'environ 30 minutes leur était nécessaire.

En fin, l'examen a suivi le cours d'après. Dans sa totalité, il était de 75 minutes. De ce temps, 45 minutes étaient réservées à la rédaction du texte. Rappelons que dans le cadre de l'étude, c'est seulement la rédaction du texte qui a fait office d'examen.

6. MÉTHODE D'ANALYSE DE DONNÉES

Les instruments présentés à la section 3 ont produit plusieurs résultats. Ces derniers ont été analysés parfois de façon qualitative, mais principalement de façon quantitative. Le tableau 3 fait la synthèse de l'utilisation des instruments de cueillette de données, qui ont été utilisés pour analyser l'atteinte de chaque objectif spécifique.

Tableau 3
Tableau de synthèse de l'utilisation des différents instruments pour analyser l'atteinte des objectifs spécifiques

Objectifs spécifiques	Activité d'introduction	Activité PGN	Discussion sur l'activité d'introduction	Discussion sur l'activité PGN	Examen
1. sur l'atteinte du conflit cognitif	X		X		
2. sur la satisfaction des élèves			X	X	
3. sur la qualité du retour métacognitif		X			
4. sur les apprentissages faits grâce à la SAE	X	X		X	
5. sur les répercussions des apprentissages à l'examen		X			X

En fait, les seuls moments où les discussions ont été analysées qualitativement ont été pour enrichir l'analyse quantitative de l'atteinte du conflit cognitif et de la satisfaction des élèves par rapport à la SAE. Pour le reste, les discussions ont été analysées quantitativement. Les commentaires des élèves lors de l'ensemble des entrevues ont fait ressortir leur fréquence. Cette analyse de fréquence a permis, lors de la première série d'entrevues, de commenter l'atteinte du conflit cognitif et l'appréciation de la SAE. Lors de la deuxième série d'entrevues, en plus de permettre d'analyser l'appréciation de la SAE, elle a fait ressortir certains apprentissages faits par les élèves.

L'analyse quantitative de fréquence a également permis de faire ressortir le taux d'élève ayant répondu aux différentes réponses aux questions de l'activité d'introduction et

de la section « voici ce que je sais maintenant » du cahier de l'élève, ce qui a favorisé la comparaison de ces résultats.

C'est aussi une analyse quantitative de fréquence qui a permis de calculer le taux d'élèves pour chaque niveau de qualité du retour métacognitif.

Pour les résultats relatifs aux apprentissages de tout le groupe, des calculs de moyennes et d'écart-types ont été réalisés avec les résultats de l'activité d'introduction, du parcours, de la grille d'appréciation des concepts, de la partie « Voici ce que je sais maintenant » du cahier de l'élève et de l'examen.

7. MESURES DÉONTOLOGIQUES

Étant donné que la collecte de données s'est fait auprès de sujets humains, il était important de respecter les mesures d'éthique mises en place par l'Énoncé des trois conseils (Gouvernement du Canada, 1998).

De base, cette étude respecte la dignité humaine, les personnes vulnérables, la justice et l'intégrité des participantes et des participants. Des mesures ont été appliquées afin d'avoir le consentement libre et éclairé de chacun et de respecter l'anonymat des données recueillies. À ce sujet, les seuls endroits où des résultats individuels sont mentionnés sont principalement en annexe et une fois au quatrième chapitre lors de la comparaison de la SAE et de l'examen. À ce moment, le nom des élèves a été codifié afin de ne pas permettre leur identification. Aux autres endroits, il est plutôt question des résultats de l'ensemble du groupe d'élèves participants. De plus, lorsque les commentaires des participants ont été soulignés à la suite d'une entrevue, mis à part le genre, aucune distinction de l'élève n'est possible.

Avant le début de l'étude, la tenue d'une rencontre avec les élèves de chaque groupe a permis de présenter l'étude, de recueillir leur consentement et de distribuer un dépliant explicatif de l'étude adressé aux parents. Une copie de la lettre du consentement de

l'élève et une copie du dépliant pour les parents sont présentées aux annexes J et K respectivement. Les élèves et leurs parents ont été informés que la visée de l'étude était d'améliorer la pratique enseignante en intégrant des activités qui favorisent les apprentissages des élèves. Ils ont aussi été avisés que les noms des élèves qui apparaissaient sur certains documents ont servi uniquement à l'association des données et qu'en aucun cas, il n'en a été question dans cette publication de l'étude. Tous les partis ont été informés qu'une personne ne désirant pas faire partie de l'étude ne serait d'aucune façon désavantagée par rapport aux participants. En effet, lors de l'étude, les participants ont été retirés du groupe-classe permettant ainsi aux non-participants de bénéficier de la période de révision habituelle telle que planifiée par l'enseignante ou l'enseignant⁸. Enfin, les élèves désirant faire partie de l'étude devaient indiquer s'ils voulaient ou non participer aux discussions de groupe enregistrées. De ce fait, un élève pouvait tout aussi bien prendre part à l'étude sans obligation d'être enregistré discutant de l'étude avec ses collègues de classe.

En somme, on constate que les élèves possédaient toute l'information nécessaire pour prendre une décision éclairée et qu'aucune forme de pression n'a été exercée sur eux, de sorte qu'ils étaient parfaitement libres d'accepter ou de refuser l'offre. Ainsi, ils ont pris connaissance de ces informations, décidé s'ils voulaient ou non faire partie de l'étude, signé et retourné leur feuille au chercheur. Ces formulaires ont été considérés comme une preuve et ont permis d'identifier les élèves participants.

En conclusion, ce chapitre fut la présentation du procédé méthodologique qui a été mis en œuvre dans le cadre de cette recherche-action. Nos choix méthodologiques ont mené vers une recherche-action de devis recherche-intervention. La clientèle générale visée par l'étude est les élèves de 1^{re} année du 2^e cycle du secondaire en cheminement régulier. Les groupes sélectionnés pour faire partie de l'étude provenaient de la même école secondaire et appartenaient aux enseignants de l'équipe collaborative formée dans le cadre de cette étude. Le nombre de participants pouvait varier selon l'activité analysée et chaque variation a été décrite. La SAE, les discussions de groupe et l'examen sont les trois instruments qui,

⁸ Pour un rappel quant au déroulement de la recherche, se référer à la section 5 de ce présent chapitre.

de plusieurs façons, ont permis d'amasser les données de l'étude. Dans ce chapitre ils ont été décrits ainsi que le type de données qu'ils ont produit. Les modifications apportées aux différents instruments de l'étude pour faire suite à l'avis d'expert ont également été mentionnées afin d'apprécier le cheminement derrière la création du matériel pédagogique présenté. Le déroulement de l'étude a permis de constater l'organisation, l'ordre et le temps nécessaire pour la réalisation de chaque partie. Il a été présenté que la principale méthode d'analyse de données était quantitative où nous avons observé des fréquences, des moyennes et des écarts-types. Seulement, il est arrivé d'avoir recours à l'analyse qualitative pour enrichir la discussion sur l'atteinte du conflit cognitif et l'appréciation de la SAE. Enfin, la dernière partie de ce chapitre a démontré que les mesures déontologiques qui ont été appliquées dans le cadre de cette recherche respectaient en tout point les mesures d'éthique mises en place par l'Énoncé des trois conseils. Maintenant que la méthodologie a été explicitée dans ce chapitre, il sera possible, au prochain chapitre, d'exposer les résultats qui en découlent.

QUATRIÈME CHAPITRE

PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

Ce chapitre présente tous les résultats pertinents pour évaluer l'atteinte de chaque objectif spécifique. Ainsi, il sera question de la détermination de l'atteinte d'un conflit cognitif par les élèves, du degré de satisfaction des élèves par rapport à la SAE, de la qualité de leur retour métacognitif, de la description des apprentissages qu'ils ont réalisés et des répercussions de ces apprentissages sur leur performance à l'examen. Chaque section fait état du cheminement qui a mené vers les résultats et fourni des explications supplémentaires lorsqu'une forme de jugement professionnel a été posée.

1. DÉTERMINATION DE L'ATTEINTE D'UN CONFLIT COGNITIF PAR LES ÉLÈVES

Les résultats suivants montrent les indices qui permettent d'affirmer que, grâce à l'activité d'introduction, une bonne partie des élèves sont entrés en conflit cognitif pour au moins un concept scientifique à l'étude. Rappelons que pour entrer en conflit cognitif, l'élève devait identifier sa conception initiale et en éprouver les limites.

L'analyse qualitative des discussions qui ont suivi l'activité d'introduction donne des indices sur l'identification par les élèves de leur conception initiale des sujets contenus dans l'activité. Les trois extraits suivants le démontrent bien :

- « [...] on n'a encore rien appris. Alors, il fallait savoir ce qu'on connaissait déjà »;
- « [...] ça te permettait de réfléchir sur tes connaissances avant d'avoir eu le cours »;
- c'est une bonne façon « de savoir qu'est-ce que tu connais avant de commencer le sujet ».

Les questions de l'activité d'introduction étaient spécialement conçues pour faire réaliser aux élèves que leurs connaissances étaient incomplètes ou erronées. On constate cette prise de conscience grâce à cette même première série de discussions et grâce aux performances des élèves lors de cette activité.

Ainsi, certains commentaires montrent qu'ils affirment ne pas tout connaître sur le sujet. En voici les extraits : « c'était un peu dur », « je n'ai pas répondu à toutes les questions », « [...] on sait tout, mais juste un petit peu » et « tu sais les dessins là, tu sais à peu près à quoi ça ressemble, mais pas exactement ».

De plus, à la question : « Y a-t-il des questions dont tu ne connaissais pas la réponse? », quatorze réponses affirmatives ont été enregistrées. De ces réponses, quatre personnes ont simplement répondu « oui »; une personne a répondu « la première question [...] », c'est-à-dire l'identification de l'O₂ comme étant le gaz clé lors de l'inspiration; quatre personnes ont dit avoir eu de la difficulté à faire les dessins et cinq autres ont spécifié que leur principal obstacle avait été de dessiner le cœur⁹.

Les connaissances initiales des élèves pour les quatre premières questions sont relativement bonnes. Comme présentée dans le tableau 4, l'identification de l'O₂ et du CO₂ comme étant les gaz clés de l'inspiration et de l'expiration n'étaient pas un problème puisque 72 % des élèves ont bien répondu à ces questions (Q1 et Q3). C'est plutôt au niveau de l'association du bon rôle à l'O₂ que les élèves ont éprouvé de la difficulté puisque seulement 17 % d'entre eux y sont parvenus. En effet, parmi les 28 % qui ont dit que « ce constituant » était nécessaire pour produire de l'énergie, seulement 17 % avaient bien identifié le constituant en question à la première question. Puisque la deuxième question est dépendante de la première, il est préférable de considérer le taux d'élèves ayant bien répondu aux deux premières questions ensemble (Q1 + Q2) que celui ayant bien répondu à la deuxième question seulement.

⁹ Il est à noter que certaines personnes ont répondu « oui » d'abord et peuvent avoir spécifié ensuite quelle partie de l'activité d'introduction elles ont trouvée plus difficile.

Tableau 4
Taux d'élèves ayant bien répondu aux 4 premières questions de l'activité d'introduction

Question	Taux d'élèves (en %)
Q1. L'air est composé de plusieurs gaz et de vapeur d'eau. De quel gaz dans l'air notre corps a-t-il besoin lorsque nous inspirons?	72
Q2. Pourquoi notre corps a-t-il besoin de ce constituant pour vivre?	28
Q1 + Q2	17
Q3. Chaque jour, notre corps produit des déchets. Il utilise plusieurs moyens pour s'en débarrasser. Parmi ces déchets, on retrouve un gaz qu'on expulse hors du corps lors de l'expiration. De quel gaz s'agit-il?	72
Q4. Si tu devais comparer le sang à un autre liquide, à quoi le comparerais-tu?	42

Les données brutes à la base de ces résultats sont cumulées dans le tableau 19 de l'annexe B. Les taux d'élèves ont été obtenus à partir des 36 participantes et participants.

À mon avis, ce sont les dessins qui ont permis de mieux évaluer le niveau de connaissance initial des élèves. Pour ce faire, des critères ont été choisis dans le but de créer une gradation des représentations les plus simples aux plus complexes. Donc, certains critères étaient de base (ex. : vaisseaux sanguins reliés au cœur) alors que d'autres étaient plus précis (ex. : bon lien entre les vaisseaux sanguins et les cavités du cœur). Le tableau 5 présente la liste des critères pour chaque dessin.

Tableau 5
Liste des critères considérés lors de la correction des dessins des poumons et du cœur

	Dessin des poumons	Dessin du cœur
Liste de critères	<ul style="list-style-type: none"> - Deux divisions (droite et gauche) - Présence des bronches - Présence d'une ou plusieurs alvéoles - Division des poumons en lobes - Présence de vaisseaux sanguins 	<ul style="list-style-type: none"> - Deux côtés (droit et gauche) - Présence de 4 cavités (2x2) - Les deux petites cavités sont en haut. - Présence de vaisseaux sanguins reliés au cœur - Présence de valvules entre les oreillettes et les ventricules - Bons liens entre les vaisseaux sanguins et les cavités du cœur - Présence de petits vaisseaux sur le cœur

Le tableau 6 montre que la majorité des élèves a réussi à dessiner un ou deux critères seulement, et ce, autant pour le dessin des poumons que pour celui du cœur. Considérant que la note de passage est de 60 %, d'après les standards du guide de gestion de la sanction des études, soit 3 critères sur 5 pour le dessin des poumons et 4 critères sur 7 pour le dessin du cœur, 91 % des élèves sont en situation d'échec pour le dessin des poumons et 100 % des élèves le sont pour le dessin du cœur. Ces faibles taux de réussite montrent clairement les limites de leurs connaissances.

Tableau 6
Taux d'élèves pour chaque niveau de critères intégrés dans leurs dessins

	Critères présents	Taux d'élèves (en %)	
Dessin des poumons	5/5	0	9
	4/5	3	
	3/5	6	
	2/5	36	91
	1/5	44	
	0/5	11	
Dessin du cœur	7/7	0	0
	6/7	0	
	5/7	0	
	4/7	0	
	3/7	8	100
	2/7	33	
	1/7	36	
	0/7	22	

Les données brutes à la base de ces résultats sont cumulées dans les tableaux 20 et 21 de l'annexe B. Les taux d'élèves ont été obtenus à partir des 36 participantes et participants.

À cette étape, pour la plupart des participantes et des participants interrogés lors des entrevues, ce constat était suffisant pour créer en eux le désir de modifier leur schème de connaissances. En effet, lors de deux discussions suivant l'activité d'introduction, alors que nous parlions de leur intérêt de savoir ce à quoi ressemble le cœur, six personnes sur huit étaient d'accord pour dire que cet intérêt avait augmenté depuis qu'ils avaient fait l'activité.

Cependant, le désintérêt de certains a persisté même après l'activité. C'est le cas d'une élève qui mentionne : « Je respire, je sais comment respirer, c'est juste ça que j'ai

besoin de savoir. Le reste, je m'en fou! » et quelques minutes plus tard : « Les connaissances que j'ai, c'est ce que j'ai répondu. J'ai juste besoin de savoir qu'il y a des globules rouges, des globules blancs, que je respire par l'O₂ puis que je fais faire du CO₂. » De plus, pour faire suite au premier extrait, une de ses collègues a rajouté : « Moi aussi, c'est pareil! ». Considérant cela et le fait que seulement 12 élèves sur 36 ont participé aux discussions au sujet de l'activité d'introduction, on peut extrapoler et penser que l'avis de ces deux filles soit partagé par d'autres. Seulement, ce groupe ne représenterait pas la majorité des participantes et des participants. Donc, il serait tout de même possible de penser que, pour la majorité, l'intérêt pour la matière fut grandissant à la suite de l'activité d'introduction.

En somme, l'activité d'introduction et les discussions qui l'ont suivie ont permis de faire ressortir les conceptions initiales des élèves et d'en montrer leurs limites. La plupart des élèves ont démontré un intérêt à confronter leur conception initiale pour aller chercher les informations manquantes ou défaire les mauvaises conceptions. C'est pourquoi il nous est possible d'affirmer que nous avons relevé plusieurs indices qui démontrent qu'une bonne partie des élèves participants à l'étude sont entrés dans un conflit cognitif grâce à la SAE.

2. DEGRÉ DE SATISFACTION DES ÉLÈVES PAR RAPPORT À LA SAE

Le tableau 7 révèle que la SAE a été appréciée par la majorité. L'activité d'introduction était une activité comme une autre pour 4 personnes. Ceux qui n'ont pas aimé ont plutôt expliqué que c'était parce que c'était difficile et parce que l'activité ne leur avait rien appris. L'activité PGN a été caractérisée par les élèves ayant répondu à la question de « bien », « réelle », « fun » et « interactive ». Pour eux, c'était une bonne façon de les aider à mieux comprendre les concepts scientifiques qu'ils avaient vus dans les cours magistraux.

Tableau 7
Appréciation de la SAE par les élèves ayant participé aux entrevues

	Nombre d'élèves		
	Activité d'introduction	Activité PGN	Total
Aimé	6	6	12
Ordinaire	4	0	4
Pas aimé	2	0	2
Total	12	6 ¹⁰	

Étant donné que les élèves semblaient tous être unanimes concernant leur appréciation de l'activité PGN, j'ai tenté de nuancer leur propos en les questionnant sur le degré de difficulté qu'elle présentait. Comme le démontre le tableau 8, le degré de difficulté du parcours ne semble pas avoir été un problème majeur excepté dans un cas où l'élève explique qu'il était parfois difficile de faire le parallèle entre le montage de la classe et le corps humain : « on ne savait pas qu'une boîte de carton c'était nécessairement... » Les points de suspension laissant comprendre qu'il est question des différentes parties du corps représentées par des boîtes de carton (la trachée, la bronche gauche, les oreillettes et les ventricules).

Tableau 8
Degré de difficulté de l'activité PGN d'après les élèves

Facile	Ordinaire	Difficile
Facile	Moyen	Plutôt complexe, mais ce n'est pas grave.
C'était facile.	C'était correct	
Facile		Facile, mais c'était difficile de savoir vraiment où est-ce qu'on était. Tu sais, on ne savait pas qu'une boîte de carton c'était nécessairement...
Moi aussi, c'était facile.		
Facile		

¹⁰ Comme le mentionne le chapitre 3, bien qu'au total 10 élèves aient participé à cette deuxième série d'entrevues, ces résultats tiennent compte seulement de ceux qui ont explicitement répondu à la question.

L'objectif n'était pas d'évaluer le degré de difficulté de l'activité selon les élèves. Seulement, grâce à cette question, une élève a fait ressortir un côté négatif important de l'activité PGN qui faisait en sorte qu'elle avait moins aimée son expérience et dont elle n'avait pas osé parler à la question sur l'appréciation de l'activité.

3. QUALITÉ DU RETOUR MÉTACOGNITIF FAIT PAR LES ÉLÈVES

Cette SAE a dirigé les élèves dans un retour métacognitif de leurs apprentissages. La grille d'appréciation du retour métacognitif est celle qui a permis d'évaluer l'adéquation de ce retour qu'ont fait les élèves sur leur façon d'apprendre¹¹. Pour déterminer la note, de A à E, décernée à un élève, il fallait porter un jugement professionnel sur la qualité de ses explications, de son retour sur sa conception initiale et de la démonstration de son cheminement cognitif. Il suffisait de vérifier, lors de l'activité d'introduction, si l'élève avait reconnu et décrit la ressemblance ou la différence entre sa réponse et celle inscrite dans le cahier de l'élève, et s'il était parvenu à réinvestir ses connaissances dans un autre contexte.

Le tableau 9 permet d'affirmer que près de l'ensemble des élèves, soit 93 %, ont fait un retour métacognitif.

Tableau 9
Taux d'élèves pour chacune des notes obtenues pour le retour métacognitif

Note	Taux d'élève (en %)	
	Tous les participants	Participants avec retour métacognitif seulement
A	7	8
B	15	16
C	41	44
D	30	32
E	7	

¹¹ Pour plus d'informations, se référer à la page 12 du cahier de l'élève présent à l'annexe C.

En effet, les 7 % qui ont eu la note E sont ceux qui n'ont pas fait cette partie du cahier ou ceux dont les réponses manquaient complètement de cohérence à un point tel où j'ai douté de la qualité de l'effort qui a été mis. Maintenant, sur les 93 %, un taux d'élèves de 76 %¹² a obtenu la note C ou D, comme on peut le constater dans la colonne de droite du tableau 9. Bien que la majorité d'entre eux ait eu une note satisfaisant aux exigences de passation (C), à mon avis d'enseignante, la qualité du retour métacognitif fait par les élèves laisse à désirer et j'estime qu'il serait possible d'en améliorer la qualité.

4. DESCRIPTION DES APPRENTISSAGES RÉALISÉS PAR LES ÉLÈVES PAR L'INTERMÉDIAIRE DE LA SAE

Les élèves ont fait plusieurs apprentissages avec la SAE. Déjà en les interrogeant, on peut arriver à ce constat. Suite au parcours, nous leur avons posé des questions sur les rôles des fosses nasales, sur la diffusion et sur les globules rouges.

Au cours de l'interrogation des trois groupes, les élèves ont été en mesure d'identifier les trois rôles des fosses nasales (humidifier, réchauffer et filtrer) ainsi que ce qui permet d'assurer ces rôles (le mucus, les vaisseaux sanguins et les poils) comme on peut le constater au tableau 10. Le rôle qui a été le plus mentionné est celui de réchauffer l'air.

Tableau 10
Fréquence de mention par les élèves¹³ des rôles des fosses nasales et des moyens utilisés pour y parvenir lors de l'entrevue suivant l'activité PGN

Rôle	Fréquence	Moyen utilisé pour assurer le rôle	Fréquence
Humidifier	2	Mucus	1
Réchauffer	7	Vaisseaux sanguins	1
Filtrer	2	Poils et mucus	3

¹² À noter que ce taux correspond à l'addition du taux d'élèves pour les notes C et D sur le taux d'élèves ayant fait le retour métacognitif (93 %) et non sur le taux d'élèves total (100 %).

¹³ Comme le mentionne le chapitre 3, bien qu'au total 10 élèves aient participé à cette deuxième série d'entrevues, il est possible que certains élèves aient mentionné plusieurs éléments de réponse.

La diffusion a été sommairement décrite chez les deux premiers groupes d'élèves seulement. Deux élèves sur huit ont décrit correctement ce passage de l'O₂ et du CO₂ et le mot « diffusion » a été nommé qu'une seule fois par un élève.

L'ensemble des connaissances concernant le transport de l'O₂ et du CO₂ en lien avec le globule rouge a été relevé lors des deux premières discussions. En fait, sur les huit élèves interrogés, il a été mentionné à deux reprises que l'O₂ voyageait dans le globule rouge et à quatre autres reprises que le CO₂ voyageait en dehors du globule rouge. De plus, lorsqu'ils ont été questionnés sur la couleur du globule rouge, trois élèves ont parlé de sang bleu qui a été associé avec la présence majoritaire de CO₂ et deux personnes ont mentionné le sang rouge pour parler du moment où l'O₂ était lié au globule rouge. Le tableau 11 illustre la fréquence des affirmations telle que mentionnée.

Tableau 11
Fréquence de mention des caractéristiques des globules rouges, de l'O₂ et du CO₂ par les élèves¹⁴ lors de l'entrevue suivant l'activité PGN

	Caractéristique	Fréquence
Position	O ₂ à l'intérieur	2
	CO ₂ à l'extérieur	4
Couleur	Rouge	2
	↑ [O ₂]	1
	Bleu	3
	↑ [CO ₂]	2

D'ailleurs, il était particulièrement intéressant d'entendre un échange entre les élèves du premier groupe pour valider leur réponse par rapport à la couleur des globules rouges lorsqu'ils sont liés à l'O₂ ou au CO₂¹⁵. Apprendre des concepts, c'est une chose, mais être capable de les expliquer témoigne d'un niveau de compréhension supérieur.

¹⁴ Dans ce cas, les 2 élèves du 3^e groupe de discussions n'ont pas répondu à cette question. Donc, le total d'élèves considérés est de 8. Cependant, il est possible que certains élèves aient mentionné plusieurs éléments de réponse.

¹⁵ Parmi la deuxième série d'entrevues, c'est celle qui contient cet extrait qui a été écrite à l'annexe G.

Maintenant, plusieurs autres apprentissages ont été observés, et ce, spécialement en consultant les réponses fournies dans le cahier de l'élève. C'est pourquoi en faire la correction a été un bon indicateur de la maîtrise des concepts scientifiques abordés. Le tableau 12 présente les résultats du groupe aux différentes parties de ce cahier.

Tableau 12
Résultats moyens des élèves pour l'ensemble des évaluations des connaissances de la SAE

	Parcours	Grille d'appréciation des concepts	Voici ce que je sais maintenant	Total
Moyenne (en %)	82	46	52	60
Écart-type (en %)	16,0	24,1	18,2	13,8 ¹⁶

La maîtrise des connaissances au niveau de l'identification des parties du corps dans le bon ordre des deux systèmes à l'étude et des caractéristiques relatives aux fosses nasales et aux globules rouges a été évaluée à 82 % pour le groupe avec un écart-type de 16,0. Ces connaissances ont été nécessaires lors du parcours et c'est d'ailleurs la partie qui a été la plus réussie de la SAE¹⁷. À l'annexe L se trouve un exemple de la carte du parcours remplie par un élève ainsi que de la correction qui a été faite.

La grille d'appréciation des concepts fait ressortir la maîtrise des concepts scientifiques présentés dans le module. En fait, un jugement professionnel a été porté dans le but d'évaluer si l'élève possédait la capacité de sélectionner les bons termes scientifiques au bon moment et de les expliquer correctement. Pour le noter, j'ai regardé s'il n'y avait pas d'erreur de concept important parmi toutes les réponses fournies dans l'ensemble du cahier de l'élève. Au départ, la grille d'appréciation notait les élèves d'une lettre de A à E. J'ai transformé ces lettres en chiffre de la façon suivante : A=5, B=4, C=3, D=2 et E=0. J'ai

¹⁶ Cette valeur de l'écart-type ne provient pas de la moyenne des écarts-types présentés dans ce même tableau, mais d'un calcul à partir des résultats moyens de chaque élève comme on le constate au tableau 16.

¹⁷ Il est à noter que la grille d'appréciation était sur 10 en considérant que 5 points étaient en bonus. Cependant, pour l'étude, les résultats ont été comptabilisés sur 15 et non sur 10 afin de ne pas surévaluer les élèves.

pris ce résultat sur 5 pour le ramener en pourcentage. Ainsi, la moyenne des élèves est de 46 % avec un écart-type très élevé de 24,1.

La partie « voici ce que je sais maintenant » est un retour sur l'activité d'introduction puisque, rappelons-le, les questions qui y sont posées sont essentiellement les mêmes. La moyenne du groupe pour cette partie est de 52 % avec un écart-type de 18,2. La comparaison de la note moyenne des élèves lors de l'activité d'introduction et lors de cette partie est présentée dans le tableau 13.

Tableau 13
Résultats moyens des élèves pour l'activité d'introduction et pour la partie « voici ce que je sais maintenant » du cahier de l'élève

	Activité d'introduction	Voici ce que je sais maintenant
Moyenne (en %)	33	52
Écart-type (en %)	13,1	18,2

Les tableaux 14 et 15 présentent une comparaison détaillée des deux activités. À l'aide du tableau 14, on note une amélioration de 26 % des élèves qui ont réussi à identifier l'O₂ comme étant le gaz important lors de l'inspiration. Dans le même ordre d'idée que la présentation des résultats de l'activité d'introduction, on constate également une amélioration de 22 % des élèves qui, non seulement ont indiqué l'O₂ comme réponse à la question 1, mais qui ont également inscrit le bon rôle de l'O₂ dans le corps comme réponse à la question 2 (Q1 + Q2). Le taux d'élève ayant nommé le CO₂ comme étant le principal déchet de notre corps lors de l'expiration (Q3) a augmenté de 3 %. Il y a eu une baisse de 3 % des élèves qui ont comparé avec justesse le sang à de la soupe avec des morceaux de légumes parce que dans le sang il y a plusieurs choses comme il y a des morceaux de légumes dans la soupe.

Tableau 14
 Comparaison des taux d'élèves ayant bien répondu aux 4 premières questions de l'activité d'introduction et du cahier de l'élève

Question	Taux d'élèves		Différence des taux (en %)
	À l'activité d'introduction (en %)	Au cahier de l'élève (en %)	
Q1. Parmi les gaz suivants, encercle celui dont notre corps a besoin lorsque nous inspirons.	63	89	+ 26
Q2. En te référant à la question précédente, pourquoi notre corps a-t-il besoin de ce gaz pour vivre?	30	44	+ 14
Q1 + Q2	19	41	+ 22
Q3. Parmi les gaz suivants, encercle celui que notre corps a besoin de rejeter lorsque nous expirons.	78	81	+ 3
Q4. Si tu devais comparer le sang à un autre liquide, à quoi le comparerais-tu?	44	41	- 3

Les données brutes à la base des résultats pour le cahier de l'élève sont cumulées dans le tableau 22 de l'annexe E. Il est possible que les résultats présentés à la colonne de l'activité d'introduction soient différents de ceux du tableau 4 parce qu'il fallait tenir compte uniquement des 27 élèves participants.

Le plus gros signe d'apprentissage s'est manifesté par l'amélioration des dessins des poumons et du cœur comme le rapporte le tableau 15. Pour le dessin des poumons 48 % des élèves ont intégré suffisamment de critères à leur dessin pour être en situation de réussite suite à la SAE alors que seulement 11 % des élèves étaient parvenus à le faire à l'activité d'introduction. L'amélioration est encore plus importante pour le dessin du cœur où personne n'avait été en mesure de le dessiner avec un minimum acceptable de critères lors de l'activité d'introduction et où, après la SAE, près de la moitié des élèves (48 %) ont réussi à le faire.

Tableau 15
 Comparaison des taux d'élèves pour chaque niveau de critères intégrés dans leurs dessins lors de l'activité d'introduction et dans le cahier de l'élève

	Critères présents	Taux d'élèves		
		À l'activité d'introduction (en %)		Au cahier de l'élève (en %)
Dessin des poumons	5/5	0	0	48
	4/5	4	22	
	3/5	7	26	
	2/5	41	26	52
	1/5	41	19	
	0/5	7	7	
Dessin du cœur	7/7	0	0	48
	6/7	0	19	
	5/7	0	11	
	4/7	0	18	
	3/7	11	19	52
	2/7	37	19	
	1/7	37	7	
	0/7	15	7	

Les données brutes à la base des résultats pour le cahier de l'élève sont cumulées dans les tableaux 23 et 24 de l'annexe E. Il est possible que les résultats présentés à la colonne de l'activité d'introduction soient différents de ceux du tableau 6 parce qu'il fallait tenir compte uniquement des 27 élèves participants.

Pour bien représenter cette amélioration, voici, à la figure 3, la comparaison des dessins du cœur qu'a faits un élève au début et à la fin de la SAE. Cet élève est passé d'un dessin où seulement 1 critère sur 7 est observable à un qui en contient 5 sur 7.

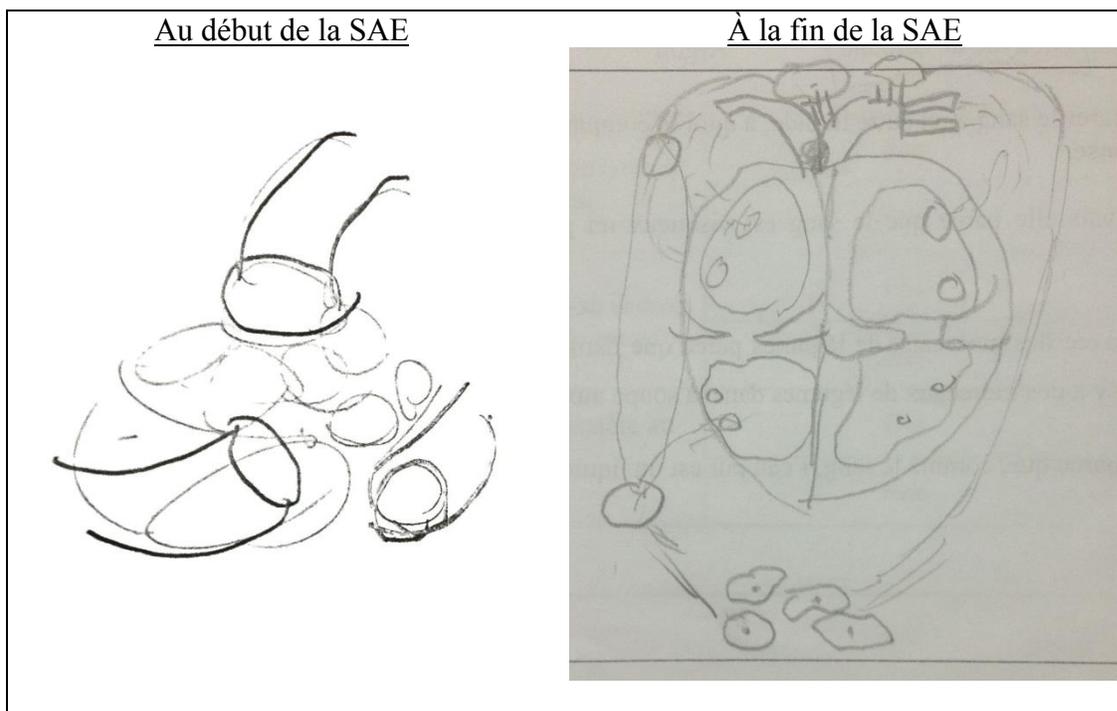


Figure 3. Comparaison des dessins du cœur d'un élève réalisés au début et à la fin de la SAE

En somme, les entrevues qui ont suivi le parcours ont permis aux élèves d'exprimer leur compréhension de certaines parties des systèmes respiratoire et circulatoire. De plus, la comparaison de l'activité d'introduction avec la partie correspondante dans le cahier de l'élève a révélé une amélioration des connaissances des élèves sur le sujet. Et enfin, en corrigeant l'ensemble du cahier au niveau de la maîtrise des connaissances, on obtient une note de groupe de 60 % avec un écart-type de 13,8. Donc, en plus d'avoir fait évoluer leurs connaissances, ils ont atteint une moyenne qui satisfait aux standards présentés dans le guide de gestion de la sanction des études.

5. RÉPERCUSSIONS DES APPRENTISSAGES RÉALISÉS AVEC LA SAE PAR LES ÉLÈVES SUR LEUR PERFORMANCE À L'EXAMEN

Voici maintenant le temps de constater si la SAE fait par les élèves leur a permis d'avoir un meilleur résultat à l'évaluation externe à la SAE, soit le même examen que

j'avais donné à mes élèves dans le passé et où les moyennes avaient été de 24 % et de 28 %.

En se référant à la colonne de l'examen du tableau 16, on observe que les élèves sont presque tous en échec, soit 25 élèves sur 27. Cet échec varie de 9 % à 58 %. La moyenne du groupe est à peine meilleure que ce que j'avais obtenu dans le passé. Elle est maintenant de 34 % avec un écart-type de 19,4.

En plus d'informer sur l'examen, le tableau 16 compare les notes de chaque élève pour la SAE et pour l'examen. Cette comparaison montre une différence notable entre les deux évaluations. En moyenne, les notes de l'examen sont 26 % en dessous de la note de la SAE. De plus, d'après les écarts types, on remarque une plus grande hétérogénéité des résultats obtenus lors de l'examen. Également, on note 11 échecs sur les 27 élèves lors de la SAE. L'ensemble du groupe a mieux performé lors de la SAE à l'exception d'une seule élève dont la note est passée de 72 % lors de la SAE à 91 % lors de l'examen.

Tableau 16
 Résultat et comparaison de l'évaluation des connaissances lors de la SAE
 et de l'examen

Élève	Note de l'évaluation des connaissances (en %)		Différence (en %)
	SAE	Examen	
B. G.	70	40	30
B. A.	65	49	16
B. S.	39	24	15
C. K.	57	29	28
D. J.	77	20	57
F. E.	59	33	26
L. A.	43	24	19
L. G.	61	25	36
M. A.	52	20	32
M. E.	57	15	42
M. J.	67	22	45
M. S.	70	15	55
P. M.	65	47	18
P. E.	76	44	32
R. S.	39	24	15
T. P.	61	27	34
A. S.	83	64	19
B. G.	59	9	50
B. K.	57	42	15
C. K.	67	18	49
C. S.	39	9	30
C. N.	63	49	14
M. E.	72	91	-19
M. J.	61	55	6
T. J.	26	22	4
T. S.	61	58	3
T. T.	83	56	27
Moyenne	60	34	
Écart-type	13,8	19,4	

Ainsi, même si nous avons démontré qu'il y a eu un apprentissage satisfaisant des connaissances lors de la SAE, les résultats des élèves lors de l'examen ne présentent pas ce même niveau d'apprentissage. Donc, tout semble indiquer que les apprentissages réalisés par les élèves lors de la SAE ne semblent pas avoir eu de répercussion lors de l'examen et qu'un autre facteur pourrait être à l'origine de ces résultats.

En conclusion, nous avons pu relever les résultats intéressants pour caractériser l'atteinte de chaque objectif spécifique. En effet, plusieurs indices ont permis d'affirmer que la plupart des élèves sont entrés en conflit cognitif pour au moins un sujet à l'étude. Également, la grande majorité des élèves a apprécié la SAE et, pour l'activité d'introduction comme pour l'activité PGN, les opinions de ceux qui avaient moins aimé leur expérience ont été décrites. Ensuite, nous avons fait valoir que la qualité du retour métacognitif réalisé laisse place à l'amélioration. De plus, nous avons fait état des nombreux apprentissages de l'ensemble des élèves et nous avons quantifié ces apprentissages. Enfin, il a été démontré que la comparaison du niveau d'apprentissage des élèves lors de la SAE ne ressemble en rien à celui évalué lors de l'examen et même que la SAE ne semble avoir eu aucun impact significatif sur ce dernier.

CINQUIÈME CHAPITRE

DISCUSSION DES RÉSULTATS

L'objectif général de cette recherche était « d'évaluer les impacts d'une SAE qui favorise l'intégration des connaissances dans le cadre du cours "Science et technologie" sur les apprentissages d'élèves de première année du deuxième cycle du secondaire ». Les résultats fournis au chapitre précédent vont nous permettre de discuter de l'atteinte de notre objectif de recherche, de faire état des limites de la recherche et de présenter des modifications à apporter pour améliorer l'expérience lors d'essais futurs.

1. L'ATTEINTE DE L'OBJECTIF DE RECHERCHE

Dans cet objectif général, il y a deux parties : la première est de créer une SAE qui favorise l'intégration des connaissances dans le cours de science et de technologie et la deuxième est d'évaluer les impacts de cette SAE sur les apprentissages des élèves. Ainsi, pour évaluer l'atteinte de l'objectif général de recherche nous allons discuter de chacune des parties séparément.

1.1 Créer une SAE qui favorise l'intégration des connaissances

Pour produire une SAE qui favorise l'intégration des connaissances, il fallait y intégrer plusieurs concepts clés provenant des trois théories à la base du PFEQ : le cognitivisme, le constructivisme et le socioconstructivisme. Ainsi, nous avons ressorti que la SAE devait:

- concevoir les élèves comme les acteurs principaux et les enseignants des médiateurs entre les élèves et le savoir;
- prévoir des moments où les élèves puissent échanger et confronter leurs opinions avec leurs pairs;

- amener, grâce à leur conception initiale, les élèves vers un conflit cognitif;
- créer, chez les élèves, le désir de prendre part aux activités qu'elle présente;
- amener les élèves à faire un retour métacognitif sur leurs apprentissages.

Les prochains paragraphes documenteront la possibilité de l'atteinte des deux premiers points en observant la façon dont la SAE a été conçue. Par contre, la justification de l'atteinte des trois autres nécessite l'analyse des résultats des élèves.

1.1.1 Le rôle de l'élève et de l'enseignant dans la SAE

Déjà au tout début de module, nous invitons les élèves à prendre un rôle actif dans leur apprentissage parce que nous leur demandions, avec l'activité d'introduction, d'aller chercher ce qu'ils savaient déjà pour ensuite créer en eux le désir d'approfondir leurs connaissances sur le sujet. De plus, le parcours illustre bien la place réservée aux élèves et aux enseignants. En effet, du début à la fin, ce sont les élèves qui se sont proménés dans le parcours, qui ont déterminé l'endroit où ils étaient et qui ont pris des décisions par rapport aux accessoires qui leur étaient présentés. J'étais présente seulement en tant qu'enseignante et guide pour leur poser, à certains moments, les questions qui leur ont permis de bien cheminer dans le parcours et, à la fin, pour corriger avec eux. Le seul moment où il aurait pu avoir place à l'amélioration est lors des cours magistraux. À ce moment, c'était les enseignants participants qui exposaient oralement aux élèves les concepts à l'étude bien que les exposés laissaient place aux échanges et que du temps était prévu pour que les élèves s'exercent en répondant aux questions de leur cahier d'exercices.

1.1.2 Le genre d'interaction réservé à l'apprenant avec ses pairs

Le parcours a été conçu pour placer les élèves dans une position où ils devaient discuter avec un pair de leurs idées. En effet, les élèves se déplaçaient en équipe de deux (deux molécules d'O₂ ensemble et deux molécules de CO₂ ensemble). Ainsi, les deux élèves jouant le rôle de molécules d'O₂, par exemple, devaient s'entendre pour chaque réponse écrite dans leur carte du parcours (les différents lieux et le traitement des

accessoires). De plus, la correction de la carte de parcours était faite de sorte que les élèves pouvaient discuter entre eux des bonnes réponses. D'ailleurs, ce genre d'échange a été relevé alors que deux élèves validaient la couleur des globules rouges lorsque ceux-ci étaient liés à l'O₂ ou au CO₂.

1.1.3 L'atteinte du conflit cognitif par les élèves

L'atteinte du conflit cognitif comme tel était difficile à évaluer. Cependant, plusieurs indices ont été relevés qui nous indiquent la présence d'un conflit cognitif. On peut noter ces indices en interrogeant les élèves sur le but de l'activité d'introduction, sur le degré de difficulté de l'activité et sur le changement de leur intérêt quant à la connaissance des nouveaux concepts scientifiques depuis l'activité d'introduction.

De ce fait, les résultats révèlent que certains élèves n'ont eu aucune difficulté à identifier que l'activité d'introduction leur permettait de ressortir ce qu'ils connaissaient déjà sur le sujet. Cependant, on pourrait douter de la qualité du conflit cognitif de personnes qui ne comprendraient pas l'utilité d'avoir fait cet exercice. Cette situation a d'ailleurs été observée. Deux élèves ont affirmé ne pas avoir aimé faire l'activité parce qu'elles n'en avaient pas compris le sens. Par leur manque de motivation, elles n'ont sûrement pas bien fait l'activité d'introduction et, de ce fait, elles n'ont fort probablement pas dû approfondir pleinement leur conception initiale, ce qui nous permet de remettre en doute l'adéquation de leur conflit cognitif.

De plus, l'ensemble des personnes interrogées à la suite de l'activité d'introduction était unanime pour affirmer ne pas avoir bien répondu à toutes les questions. La difficulté qui est ressortie le plus a été le dessin du cœur. Ces affirmations corroborent ce qui a été observé lors de l'évaluation du dessin du cœur puisque celle-ci a montré que l'ensemble des élèves était en situation d'échec. D'ailleurs, les faibles taux de réussites aux deux premières questions jumelées et des dessins des poumons comme du cœur de l'activité d'introduction témoignent également des limites des conceptions initiales des élèves.

En ce qui concerne l'augmentation de l'intérêt des élèves par rapport à l'acquisition des connaissances manquantes, comme suite à l'activité d'introduction, elle a été constatée à plusieurs reprises lors des discussions enregistrées suivant l'activité d'introduction spécialement en ce qui concerne le dessin du cœur. À mon avis, cet indice est le plus révélateur parce que le désir de vouloir acquérir une nouvelle connaissance plus qu'avant est la conséquence directe de l'atteinte d'un conflit cognitif. Malgré ce rapport important (6/8) de personnes qui voulaient maintenant plus qu'avant obtenir les réponses à leur interrogation, la minorité restante (2 personnes), rappelons-le, semblait plutôt désintéressée à la possibilité de faire toute forme d'apprentissage additionnelle.

1.1.4 L'intérêt des jeunes relativement à la SAE

Cloutier et Drapeau (2008, p. 218) affirment que « si un élève s'ennuie, a l'impression de perdre son temps ou ne comprend pas l'utilité de ce qu'on lui demande de faire, il n'éprouvera sûrement pas de motivation ». Les élèves étant responsables de leurs apprentissages, il faut nécessairement chercher à rendre les activités qu'on leur propose intéressantes à leurs yeux. Les résultats sur le sujet montrent que la SAE a été majoritairement appréciée. Seulement deux personnes n'ont pas aimé l'activité d'introduction, celles-ci ont attiré mon attention au point d'analyser plus en détail leur réponse et c'est d'ailleurs ces deux filles auxquelles je faisais allusion à la section précédente concernant l'atteinte du conflit cognitif. L'une dit que c'était difficile et l'autre qu'elle n'a rien appris. À mon avis, si l'une l'a trouvé difficile, c'est qu'elle cherchait absolument à écrire « LA » bonne réponse. Pour avoir enseignée, je sais qu'on demande rarement aux élèves de simplement nous dire ce qu'ils savent du sujet sans qu'il y ait pour autant de bonnes ou de mauvaises réponses. Dans l'autre cas, si elle ne l'a pas aimé parce qu'elle n'a rien appris, c'est fort probablement dû à son habitude de faire des apprentissages en répondant à des questions. C'est effectivement quelque chose de très commun dans notre façon d'enseigner. Souvent, on leur mentionne les points importants des concepts à l'étude et ensuite ils font des exercices pour consolider leurs apprentissages. Cependant, le but de l'activité d'introduction n'avait rien de commun avec les exercices

habituels. Pour amener les élèves vers un conflit cognitif, il était inévitable de les questionner sur leurs connaissances antérieures et sur les limites de leur compréhension des sujets à l'étude. En fait, ces deux élèves n'ont simplement pas saisi le but de l'activité faite. Bref, si ces deux filles ont attiré mon attention, c'est parce que, par leur réponse, je me suis aperçue que si elles avaient compris le but de l'activité d'introduction dès le départ, elles auraient, fort probablement, été plus motivées et en auraient ainsi démontré une plus grande appréciation.

En ce qui concerne l'activité PGN, elle fut appréciée de tous. Cette dernière a su interpeller les élèves. Plusieurs facteurs suscitant l'engagement de l'apprenant étaient présents :

- le but était clair;
- les apprentissages étaient contextualisés;
- la connaissance du corps humain est un sujet qui intéressait presque tout le monde;
- l'activité était différente, interactive, dynamique, concrète et authentique;
- elle mettait au défi l'ensemble de leurs connaissances des deux systèmes à l'étude et elle permettait de les perfectionner.

Comme mentionné dans la présentation des résultats, le fait d'aller interroger les élèves sur le degré de difficulté du parcours ne donne pas directement d'information sur leur appréciation. Cependant, de façon indirecte, l'analyse des réponses des élèves révèle deux points qui permettent de mieux caractériser leur appréciation.

Le premier concerne le fait que 6 élèves sur 10 aient trouvé l'activité facile. De mon point de vue, l'activité PGN était plutôt complexe parce qu'elle demandait une bonne connaissance du système respiratoire et du système circulatoire. C'est pourquoi nous sommes d'avis que le sentiment de facilité provient davantage du fait que l'exercice était clair pour eux, qu'ils se sentaient suffisamment encadrés pour relever le défi et qu'ils possédaient tous les outils nécessaires pour le faire. Ainsi, les élèves ont été heureux de

faire le parcours aussi parce qu'il leur a permis de rester dans leur zone de confort malgré la complexité et la nouveauté de l'expérience.

Le deuxième nous vient de la réponse de l'élève qui expliquait avoir eu de la difficulté à imaginer la partie du corps à laquelle étaient associées les boîtes de carton. En fait, cette affirmation révèle que, bien que l'élève ait aimé faire l'activité, elle a moins aimé le manque de réalisme du parcours. La réalité étant que j'ai dû me résoudre à certaines contraintes, ce qui explique le manque de réalisme. C'est un point important qui sera discuté davantage à la deuxième section du présent chapitre.

De façon générale, la SAE fut un succès puisqu'elle a su intéresser les élèves leur permettant ainsi d'être engagés dans leurs apprentissages. Tout de même, dans le but de l'améliorer, quelques modifications pourraient être apportées et seront traitées à la section 3 de ce chapitre.

1.1.5 La qualité du retour métacognitif des élèves

Les résultats présentent que 93 % des élèves ont fait un retour métacognitif. Parmi eux, comme je l'ai mentionné, 76 % ont obtenu la note C ou D. C'est pourquoi je considère que bien qu'un retour métacognitif ait été fait par la majorité, les élèves auraient pu en faire un meilleur. La pauvreté du retour métacognitif provient du fait que cet exercice est encore trop peu commun pour les élèves. En effet, Portelance (2002), psychopédagogue et professeure en enseignement à l'Université du Québec à Trois-Rivières, a mentionné dans un de ses articles parus dans la revue « Vie pédagogique » que peu d'effet ou des effets non souhaités avaient été observés dans les cas où les enseignantes et les enseignants faisaient un usage sporadique des retours métacognitifs. Pour améliorer le retour métacognitif de nos élèves, il faut leur montrer comment le faire et leur donner la chance de se pratiquer régulièrement. Ma recommandation serait donc de prévoir du temps dans leur planification de cours pour développer la compétence métacognitive des élèves.

1.2 Évaluer les impacts de cette SAE sur les apprentissages des élèves

Après avoir documenté que la SAE créée favorise maintenant l'intégration des connaissances en raison de ses nouvelles caractéristiques, nous pouvons évaluer son impact sur les apprentissages, d'où la création des deux derniers objectifs spécifiques. Cette section détermine donc l'atteinte de ces objectifs spécifiques en faisant état des apprentissages réalisés par les élèves lors de la SAE et en explorant les répercussions de ces apprentissages lors de l'examen traditionnel.

1.2.1 *La considération des apprentissages faits par les élèves lors de la SAE*

Les résultats présentés au chapitre précédent relativement aux apprentissages lors de la SAE ont été recueillis de trois façons : en questionnant les élèves sur certaines connaissances relatives au parcours, en observant leurs réponses contenues dans le cahier de l'élève et en comparant l'activité d'introduction avec sa reproduction à la fin de la SAE, c'est-à-dire la partie « voici ce que je sais maintenant » du cahier de l'élève.

Lors des discussions suivant le parcours, les élèves participants ont été en mesure de répondre à toutes les questions traitant de quelques connaissances sélectionnées, soit les rôles des fosses nasales, la diffusion et les globules rouges. Parfois les élèves avaient plus de facilité à répondre et d'autres fois un peu moins. Par exemple, le rôle de réchauffer l'air des fosses nasales a été le plus mentionné. C'est peut-être parce que ce rôle était plus facile à retenir ou à cause de l'efficacité de l'ampoule à infrarouge qui a été utilisée pour produire de la chaleur dans le parcours. Aussi, le passage de l'O₂ et du CO₂ à travers des membranes n'a été nommé correctement qu'une seule fois par un élève. À mon avis, c'est parce que « la diffusion » est un nouveau mot de vocabulaire pour la grande majorité et ils devaient, en plus de se souvenir du mot, se rappeler sa définition. Pour ce qui est de l'association de la bonne couleur au globule rouge et du moyen de transport de l'O₂ et du CO₂, pour avoir enseigné ce module, je sais que ce sont des notions qu'on répète à maintes reprises. Donc, je n'étais pas surprise de constater qu'ils les avaient bien intégrées. Dans tous les cas, nous avons choisi de questionner ces connaissances particulièrement, car nous considérons que

ce sont trois sujets dont les élèves n'auraient pas pu parler avant la SAE. En effet, le système respiratoire et le système circulatoire font partie des concepts prescrits par le PFEQ pour la première fois en première année du deuxième cycle du secondaire. C'est pourquoi nous pouvions penser que les parties les moins mentionnées dans notre quotidien puissent être inconnues des élèves, soit le cas des fosses nasales et de leurs rôles, de la diffusion. En ce qui concerne les globules rouges, bien qu'il soit commun d'en entendre parler, il est moins fréquent d'entendre parler de leur fonction et c'est justement ce sujet qui a été remis en question.

L'évaluation du cahier de l'élève a permis de quantifier les apprentissages du groupe à 60 % avec un écart-type de 13,8. Pour chacune des parties du cahier, des résultats plus ou moins élevés ont contribué à l'obtention de cette note.

Si la correction du parcours a donné la meilleure note (82 % avec un écart-type de 16,0), c'est peut-être parce que les élèves étaient impliqués dans une activité stimulante possédant un défi à relever, ils avaient acquis des connaissances lors des cours magistraux qu'ils ont pu appliquer et ils avaient une attitude positive par rapport à l'activité. On pourrait également remettre en question le degré de difficulté de l'exercice. Est-ce que nous pouvons affirmer que c'était trop facile? Certes, les élèves avaient recours à une liste de lieux pour déterminer l'endroit où ils étaient dans le parcours. Cependant, nous ne pensons pas qu'il aurait été raisonnable d'ôter cette liste surtout considérant le manque de réalisme du parcours mentionné auparavant, et ce, même si plusieurs caractéristiques étaient présentes pour faciliter l'identification des parties du parcours. Nous sommes plutôt d'avis que le taux de réussite de l'activité est dû à la qualité de l'activité.

La moyenne la plus basse est de 46 % et elle correspond à celle obtenue lors de l'évaluation de l'exactitude des concepts scientifiques décrits dans l'ensemble du cahier grâce à la grille d'appréciation des concepts. D'après nous, les notes sont plus basses dans ce cas parce qu'à plusieurs questions nous demandions à l'élève de développer en quelques phrases sa réponse, par exemple : « pourquoi respire-t-on plus vite lorsqu'on fait de

l'exercice? », « pourquoi pensais-tu que les poumons étaient comme ça avant? » et « pourquoi pensais-tu que le cœur était comme ça avant? ». Ces questions étaient plus complexes parce qu'elles demandaient aux élèves de transférer leurs connaissances dans un autre contexte.

En comparant l'activité d'introduction avec sa reprise à la fin de la SAE, la conclusion est certainement une augmentation générale des connaissances puisque les résultats ont indiqué que la moyenne du groupe est passée de 33 % à 52 %.

La reprise de la question 1 dans le cahier de l'élève a été quelque peu modifiée, comme la question 3 d'ailleurs, puisqu'elles offraient un choix de réponses ce qui n'était pas le cas dans l'activité d'introduction. Certains pourraient penser que l'augmentation de son taux de réussite de 26 % est due en partie à ce changement dans la formulation de la question. Cependant, nous avons plutôt l'impression qu'elle est principalement due à l'apprentissage que les élèves ont fait. Après tout, la troisième question a subi le même changement et la différence observée, au niveau de son taux de réussite, n'est pas significative. À ce sujet, il est assez fréquent dans notre quotidien d'entendre que le CO₂ est le principal gaz expulsé par le corps lors de l'expiration. C'est ce qui explique, à notre avis, pourquoi ce taux de réussite n'a pas changé après la SAE.

De plus, il est intéressant de remarquer l'augmentation du taux de réussite de la question 1 et 2 (Q1 + Q2) de 22 % qui témoigne vraiment de l'apprentissage réalisé.

En ce qui concerne la diminution observée à la quatrième question, de 3 %, nous considérons qu'elle est minime et peu significative. Ce faible taux de réussite (44 % et 41 %) est fort probablement dû à un phénomène que j'ai régulièrement observé au cours de mes années d'enseignement et que j'ai nommé : le phénomène de la question à choix de réponse. Ce phénomène est observé lorsqu'une question à choix de réponse est mal comprise ou lorsque les élèves ne connaissent pas la réponse. À ce moment, ces derniers choisissent une réponse au hasard. Nous pensons que c'est ce qui est arrivé à la question 4,

car le taux de réussite des élèves, qui était déjà en échec assez important, a diminué. Maintenant, si les élèves ne connaissent pas encore la réponse après avoir eu les cours sur le sujet, nous posons l'hypothèse que la raison provient du fait qu'ils ne se sont fait de représentation explicite du sang et de ses constituants à aucun moment entre les deux activités.

Comme mentionnée à la présentation des résultats, parmi toutes les comparaisons possibles entre ces deux activités, la comparaison des dessins est la plus révélatrice de l'amélioration des conceptions des élèves sur les poumons et le cœur. D'ailleurs, ce qui est intéressant avec les dessins c'est que les élèves n'ont pas besoin de s'exprimer avec des mots. Même s'ils n'ont pas de talent en dessin, ils peuvent parvenir à décrire des caractéristiques sur lesquelles ils n'auraient jamais été en mesure de placer des mots.

Bien que la comparaison de l'activité d'introduction avec la partie « voici ce que je sais maintenant » du cahier de l'élève mette en valeur les apprentissages des élèves, la note moyenne obtenue de 52 % est en dessous du seuil de réussite. De plus, la note moyenne obtenue au niveau de l'évaluation des connaissances pour toute la SAE est de 60 %. Cette moyenne de groupe étant exactement la note de passage établi, cela sous-entend que plusieurs élèves sont en situation d'échec. D'après le tableau 16 présenté précédemment, il s'agit en fait de 11 élèves sur 27 qui sont dans cette posture.

Ce constat nous amène à nous questionner à savoir si tous les élèves ont réellement fait des apprentissages significatifs ou si certains ont simplement mémorisé des connaissances. L'extrait de l'article de Carbonneau et Legendre (2002) rappelle à quel point la mémorisation de connaissances suite à des cours de type traditionnels où l'enseignant fait un exposé ou propose des lectures aux élèves sans travail personnel de compréhension ne produit pas d'intégration significative des connaissances, mais produit un enregistrement d'informations superficielles. Alors, il serait possible que certains élèves aient mémorisé les connaissances exposées par leur enseignant et, lorsqu'est venu le temps de démontrer leur

compréhension des concepts scientifiques en répondant aux différentes questions, ils soient retournés à leur conception initiale.

D'ailleurs, il peut être difficile de décrocher de sa conception initiale et d'accepter d'y apporter des changements. Les facilitateurs d'un changement conceptuel présentés au premier chapitre alors qu'il était question de l'intégration du PFEQ dans le milieu professionnel peuvent certainement être transposés dans le cas des apprentissages significatifs. Il s'agit de vivre une insatisfaction relativement à la conception initiale, de se faire communiquer la nouvelle conception de façon intelligible, que cette dernière soit présentée avec crédibilité, que les solutions qu'elle présente soient plus viables et que l'apprenant arrive à une acceptation émotive du sentiment de s'être trompé ou d'être moins compétent pour un moment (Hasni, Lenoir et Lebeaume, 2006). En effet, Laplante (1997) les reprend presque tous lorsqu'il explique le chemin qui mène à un apprentissage significatif. Le tableau 17 fait la synthèse des étapes importantes qui mènent vers cette forme d'apprentissage. En fait, nous y avons séparé les éléments clés en deux catégories : s'ils contribuaient à l'atteinte du conflit cognitif ou s'ils intervenaient après celle-ci. Nous tenons à souligner également que la communication intelligible du nouveau concept et la démonstration de sa crédibilité doivent se faire en tenant compte des points relevés dans le paragraphe précédent, c'est-à-dire de fournir les moyens à l'élève d'arriver à ces conclusions tout en lui laissant la place de l'acteur principal dans la construction de ses connaissances.

Tableau 17
Tableau de synthèse des étapes menant vers un apprentissage significatif et leurs conséquences

Étape	Caractéristique	Conséquence
1 ^{re} étape	Identifier sa conception initiale	Insatisfaction par rapport à la conception initiale qui se traduit en conflit cognitif et qui entraîne le désir de vouloir changer sa conception.
	Expérimenter les limites de sa conception initiale	
2 ^e étape	Communication intelligible du nouveau concept	Apprentissage significatif
	Crédibilité du nouveau concept	
	Acceptation émotive	

D'après ce tableau, on comprend que certains apprenants peuvent atteindre l'étape du conflit cognitif, qui est préalable à la deuxième, mais sans jamais se rendre à l'étape de l'apprentissage significatif. Maintenant, il ne faut pas diminuer l'importance de l'atteinte du conflit cognitif comme il a été mentionné depuis le début de l'essai. De plus, c'est le seul repère observable au cours de l'étude avant de constater les apprentissages faits à la toute fin. Cependant, nous poussons la réflexion un peu plus loin pour tenter d'expliquer le taux de réussite des élèves lors de la SAE qui n'est pas plus haut que 60 %. De ce fait, l'atteinte du conflit cognitif était une étape clé sans quoi les résultats auraient été bien pires, mais nous supposons que plusieurs élèves se sont arrêtés à ce point et n'ont pas franchi la deuxième étape, ce qui explique que les notes pourraient être encore plus élevées. Ce premier cycle de recherche-action a mené, entre autres, à cette réflexion qui nous guide ensuite sur deux améliorations qu'on pourrait apporter à la SAE lors d'essais futurs pour favoriser la réussite de la deuxième étape, c'est-à-dire favoriser la communication intelligible, la crédibilité et l'acceptation émotive du nouveau concept. Ainsi, nous proposons d'étirer la durée de la SAE et de remplacer les cours magistraux par des ateliers. Ces points seront détaillés davantage à la section 3 de ce présent chapitre.

1.2.2 Les répercussions des apprentissages faits lors de la SAE sur les résultats de l'examen

En consultant les résultats des élèves à l'examen on constate trois choses : ils sont presque tous en échec, il y a une différence importante entre leurs résultats lors de la SAE et lors de l'examen, et les résultats sont plus hétérogènes lors de l'examen que lors de la SAE.

À la lumière de ces constats et dans le but de pousser notre réflexion un peu plus loin, nous avons fait un retour dans la littérature afin de comprendre pourquoi cette situation s'est produite. En lisant sur le sujet de la cohérence entre les moyens d'apprentissage et d'évaluation, nous sommes venues à la conclusion qu'il y avait sûrement un mauvais arrimage au niveau de la complexité de la SAE et de l'examen. La politique d'évaluation des apprentissages fait ressortir l'importance de cette cohérence en mentionnant : « il est nécessaire de recourir à des instruments d'évaluation qui rendent compte, de façon juste, de la complexité et de la diversité des apprentissages réalisés par les élèves » (Gouvernement du Québec, 2003, p. 45). La principale lacune au niveau de la cohérence des instruments pédagogiques utilisés concerne l'encadrement offert aux élèves et le type d'exercice qui leur a été demandé. Le tableau 18 compare ces deux points pour la SAE et l'examen.

Tableau 18
Comparaison de l'encadrement offert et du type d'exercice proposé aux élèves lors de la SAE et de l'examen

	SAE	Examen
Encadrement offert aux élèves par l'enseignant	L'enseignant guide. Il répond aux questions et dirige les élèves.	L'enseignant surveille. Il répond uniquement aux questions de compréhension de texte.
Type d'exercice proposé aux élèves	L'élève doit écrire des réponses courtes de quelques mots à quelques phrases. Le parcours offre une visualisation du trajet. Un choix de réponses est fourni pour la localisation des lieux. Le fonctionnement de quelques organes des systèmes est représenté et doit être identifié.	L'élève doit écrire un texte d'environ une page. Des schémas sont fournis à l'élève, mais le trajet n'est pas donné. Une liste des concepts est fournie, mais dans le désordre. Le vocabulaire doit être appris par cœur. Le fonctionnement des organes des systèmes doit être maîtrisé.

Ainsi, on constate que l'examen est plus complexe que la SAE puisqu'il offre moins d'encadrement de la part de l'enseignant et que l'exercice demandé demande une plus grande maîtrise des connaissances. C'est fort probablement ce manque de cohérence au niveau de la complexité des activités qui fait en sorte que les apprentissages observés lors de la SAE ne sont pas reflétés lors des examens. Dans ce cas, il faudrait harmoniser les instruments pédagogiques, soit en apportant des modifications à la SAE ou aux évaluations.

2. LES LIMITES DE LA RECHERCHE

L'analyse des résultats a permis de constater l'atteinte de l'objectif général de recherche. Tout de même, nous avons rencontré des limites qui ne nous ont pas donné accès à toutes les répercussions qu'aurait pu avoir cette SAE sur les apprentissages des élèves. Ces limites sont d'abord au niveau de l'ajustement de la SAE à la planification de cours des enseignants participants, du manque de réalisme du parcours lors de l'activité PGN et, enfin, du manque de cohérence des instruments pédagogiques utilisés pour permettent aux élèves d'apprendre et d'être évalués.

2.1 L'ajustement à la planification de cours des enseignants participants

Étant donné l'ampleur de l'étude, je ne pouvais prendre en charge complètement les groupes visés. En effet, un groupe-classe avait été sélectionné par enseignant ce qui faisait en sorte que dans l'horaire de l'école deux groupes pouvaient avoir un cours simultanément. De plus, ce n'était pas l'ensemble des élèves de la classe qui avait consenti à participer. De ce fait, lors du rallye, par exemple, l'enseignant devait rester en classe avec les élèves non participants, j'étais avec les élèves qui faisaient l'activité PGN et la technicienne en travaux pratiques surveillait les élèves qui remplissaient leur cahier de l'élève. Ainsi, ne pouvant pas être indépendante des enseignants participants, j'ai dû regarder avec eux leur planification de cours qu'ils avaient déjà établie et décider avec eux des moments où j'allais intervenir, des cours qu'ils allaient garder et du temps accordé au projet. C'est pourquoi la SAE dure 10 périodes de 75 minutes en plus de la période d'examen et que l'exposition des élèves aux concepts scientifiques à l'étude a gardé sa saveur traditionnelle de cours magistraux.

2.1.1 *Le temps alloué à la SAE*

Il faut dire que l'horaire établi par les enseignants a été conçu pour couvrir l'ensemble du programme de formation dans le temps alloué. Plusieurs heures sont nécessaires pour couvrir l'ensemble des concepts scientifiques prescrits par le MELS au sujet des systèmes respiratoire et circulatoire (voir l'annexe M). De plus, selon la progression des apprentissages, c'est la première fois que ces connaissances sont présentées aux élèves (Gouvernement du Québec, 2011). Donc, nous ne disons pas que ces enseignants devraient revoir leur planification de cours. Nous affirmons plutôt que le programme est trop chargé pour espérer que les élèves intègrent significativement l'ensemble des connaissances qu'il contient. Rappelons ce que mentionne Carbonneau et Legendre (2002, p. 16), « la démarche d'appropriation de connaissances par mémorisation de cours, exposés ou lectures, sans travail personnel de compréhension, ne conduit pas à des connaissances véritables ». Nous comprenons le désir du Québec de garder sa position concurrentielle au niveau mondial en ce qui concerne la qualité de la formation scientifique

de sa population. Nous avançons seulement l'idée que, pour favoriser l'acquisition des connaissances à long terme plutôt qu'une simple mémorisation superficielle, il y aurait un meilleur équilibre à trouver entre la quantité des connaissances au programme et le temps prévu pour les acquérir. En ce qui concerne la SAE, nous proposons donc d'allonger la durée des activités d'apprentissage. L'idéal serait de doubler le nombre de périodes prévues à la SAE afin de donner plus de liberté à l'enseignant dans le choix des activités d'apprentissage pour arriver à une SAE de 15 à 20 périodes au lieu de 10. Ainsi, l'on éviterait le transfert rapide des connaissances de l'enseignant à l'élève et l'on pourrait explorer des façons d'amener les élèves à découvrir eux-mêmes ces connaissances.

2.1.2 La tenue des cours magistraux dans la SAE

À la base, la partie des activités d'apprentissage de la SAE avait gardé une saveur traditionnelle dans le but de respecter l'horaire des enseignants participants et d'adoucir l'incorporation de la réforme dans la préparation de cours des enseignants encore réticents. Comme elle est présentement, la SAE a permis aux élèves de réaliser des apprentissages de façon passable (60 %) comme démontré plus haut. Maintenant, si nous désirons augmenter le taux de réussite des élèves lors de l'évaluation des apprentissages, intégrer davantage la vision de la réforme à la SAE pourrait être une avenue intéressante à explorer. C'est dans cette logique que nous proposons de transformer les cours d'enseignement magistraux traditionnels en petits ateliers où les élèves, en équipe, devraient résoudre des problèmes qui leur permettraient d'apprendre les concepts scientifiques prévus. D'ailleurs, un tel plan de cours nécessite plus de temps qu'un simple exposé oral de l'enseignant. C'est pourquoi idéalement cette proposition serait reliée à la première. Certes, ce n'est qu'une proposition qui devra être développée plus en détail lors de sa réalisation, mais nous sommes d'avis qu'il est possible de faire en sorte que ces petits ateliers concordent davantage avec les éléments soulevés par les trois théories à la base du nouveau programme.

2.2 Le manque de réalisme du parcours

Lors de la conception du parcours, nous avons constamment en tête de trouver du matériel pouvant transformer un local en un système respiratoire et un système circulatoire pour que ce soit le plus réaliste possible. Cependant, notre plus grand défi était d'agencer ce désir avec la réalité, c'est-à-dire le temps, la disponibilité et l'argent. Le temps réservé au montage était limité puisque l'étude se déroulait dans une autre ville que celle où j'habitais. Donc, j'ai condensé le tout en quatre jours de préparation et trois jours de montage.

À cela s'ajoute la disponibilité. Dans ce cas, elle a plusieurs dimensions. Ainsi, il s'agit de la disponibilité :

- du local dans lequel nous avons fait le montage, soit un atelier servant à plusieurs groupes de science qui ont été assez gentils pour nous laisser monopoliser leur local pour quatre semaines;
- de la technicienne en travaux pratiques qui a travaillé avec moi en étroite collaboration tout en assurant un soutien aux enseignants lors des laboratoires;
- du matériel (dans un temps limité, il peut devenir même très difficile de trouver un fournisseur de boîte de réfrigérateur).

Enfin, l'argent est souvent le facteur limitant le plus courant. Dans ce cas, il était absolument non négligeable et très contraignant puisque les couts ont été absorbés principalement par moi-même et en partie par l'école qui a notamment couvert les frais d'impression des différents documents.

2.3 Le manque de cohérence des instruments pédagogiques

Le manque de cohérence des instruments pédagogiques utilisés lors de l'enseignement et de l'examen a été amplement expliqué à la section 1.2.2 de ce présent chapitre. Cependant, ce manquement a fortement restreint les observations possibles

concernant les répercussions à l'examen des apprentissages faits par les élèves. C'est pourquoi nous avons tenu à le mentionner à nouveau dans cette partie du chapitre.

À la troisième section du chapitre, nous présenterons une série de modifications possibles pour améliorer la reproduction de cette expérience. Parmi ces modifications, deux solutions seront proposées pour pallier le problème de cohérence entre la SAE et l'examen.

3. LES MODIFICATIONS À APPORTER

Cette expérience est le premier tour du cycle de recherche-action suivant : planification, action, observation et réflexion (Karsenti et Savoie-Zajc, 2004). Par sa définition, ce cycle peut être reproduit autant de fois nécessaire. La recherche-action est « un va-et-vient continu entre le monde de l'action et le monde de la réflexion » (*Ibid*, 2004, p. 193). Dans ce cas, nous avons réfléchi, nous avons agi, nous avons réfléchi à nouveau pour être en mesure de présenter nos recommandations pour une éventuelle reproduction par moi-même ou toutes autres personnes intéressées par les répercussions de ce projet. Les modifications qui sont proposées concernent autant la SAE que les entrevues et les examens.

De façon générale, comme abordée dans les limites de la recherche, nous proposons donc d'allonger la durée des activités d'apprentissage. De plus, nous enlèverions les cours magistraux pour remplacer la transmission des connaissances par des ateliers où les élèves devraient, en équipe, arriver eux-mêmes à utiliser les ressources à leur disposition pour se construire avec justesse leur conception des connaissances à l'étude. À cela, nous ajouterions qu'il serait important de tenter de recréer un conflit cognitif avant d'aborder un nouveau concept pour joindre le plus d'élèves. Il aurait aussi été important de mettre plus d'importance à la conception initiale des jeunes et de partir de celle-ci pour présenter les différents concepts. De cette façon également, nous aurions été en mesure d'amener plus d'élèves en conflit cognitif. Pour évaluer l'atteinte du conflit cognitif, un autre moyen serait de passer en entrevue, qu'elle soit ouverte ou semi-dirigée, chaque

participant un à un et de discuter avec eux jusqu'à ce que nous ayons une bonne idée de son état cognitif relativement aux concepts à l'étude.

Maintenant, plus précisément, lors de l'activité d'introduction, nous reformulerions la quatrième question. Je ne donnerais pas un choix de réponse, mais je poserais la question ainsi : « Nous avons tous déjà vu du sang, mais savons-nous le décrire correctement? Décris-moi, au meilleur de tes connaissances, la composition du sang. Pour t'aider, tu peux le comparer à d'autres liquides ». En ce qui concerne le rallye, on pourrait jouer avec les facteurs qui ont limité le réalisme du parcours comme : tenter d'avoir un budget fourni par l'école pour la réalisation de l'essai et prévoir le local et le matériel nécessaire dans le but de favoriser leur disponibilité et le temps mis à notre disposition. D'ailleurs, on pourrait ajouter à cette SAE un volet interdisciplinaire avec le cours d'arts plastiques où les élèves pourraient utiliser différentes techniques d'arts pour créer certaines parties du corps humain propres aux systèmes respiratoire et circulatoire en format géant pour les inclure dans le parcours.

Enfin, pour favoriser la cohérence entre la SAE et l'examen, il faudrait soit modifier l'examen ou soit modifier la SAE. Si l'on désire garder l'examen tel qu'il est, sous forme de rédaction d'un texte qui met en relation toutes les connaissances du module en relation où les élèves doivent être complètement autonomes, il serait important de voir des ateliers dans la SAE qui prépare les élèves à ce genre d'autonomie. À l'opposé, si on désire adapter l'examen, ce dernier pourrait être un peu plus à l'image du rallye où l'élève aurait une situation problème à résoudre sous forme de simulation de la réalité dans la représentation du corps humain.

En conclusion, ce chapitre a discuté de l'atteinte de l'objectif général, des limites de la recherche et des modifications qu'on pourrait y apporter lors d'essais futurs. La qualité de la SAE était telle qu'elle favorisait le rôle actif de l'élève et de l'enseignant, guide et médiateur, le travail d'équipe entre l'élève et ses pairs lors du rallye, les indices révélateurs de l'atteinte du conflit cognitif et l'appréciation des élèves. Nous avons

également souligné les points forts et les points faibles de chaque activité qui la composent et nous avons énoncé les raisons qui expliquent la pauvreté du retour métacognitif fait par les élèves. Nous avons considéré les apprentissages faits par les élèves grâce à la SAE et nous avons évalué leur impact lors de l'examen. C'est ainsi que trois conclusions ont été tirées et que nous avons démontré l'importance de la cohérence du matériel pédagogique utilisé lors de l'enseignement et de l'évaluation.

La discussion sur les limites de la recherche a permis de faire ressortir :

- la nécessité d'ajuster la planification de cours établie par les enseignants participants à la SAE notamment en ce qui a trait au manque de temps alloué à la SAE et à la tenue de cours magistraux;
- le manque de réalisme du parcours;
- le manque de cohérence entre la SAE et l'examen.

Enfin, les modifications proposées sont d'allonger la durée de la SAE, de tenter de recréer régulièrement un conflit cognitif chez les élèves et de valider l'atteinte de ce dernier par une entrevue personnalisée, de reformuler quelques questions de l'activité d'introduction et du cahier de l'élève, de favoriser le réalisme du parcours en prévoyant les détails de celui-ci ou en planifiant un projet interdisciplinaire avec le cours d'arts plastiques, et de modifier la SAE ou l'examen dans le but de les harmoniser.

CONCLUSION

Dans la quête de favoriser l'intégration des apprentissages chez les élèves, en créant une SAE et en évaluant ses impacts lors de l'évaluation traditionnelle, la rédaction de cet essai a permis de dégager plusieurs facteurs à considérer. Dès le début de cet ouvrage, nous notions l'importance du conflit cognitif. Par la suite, l'étude des théories à la base du PFEQ a fait ressortir également l'importance du retour métacognitif, du respect du rôle de l'élève actif et de l'enseignant guide et médiateur, de l'intérêt que l'apprenant porte à la SAE et de l'interaction qu'il a avec ses pairs. La SAE produite a tenu compte de tous ces facteurs. Ainsi, une intégration des apprentissages de la part des élèves a pu être constatée et quantifiée pour donner une moyenne de groupe de 60 %. Pour augmenter davantage ce résultat, nous avons misé sur l'amélioration de la communication intelligible, de la crédibilité et de l'acceptation émotive de nouveaux concepts à l'étude. Enfin, la comparaison de la SAE avec l'examen a démontré toute l'importance de la cohérence entre le matériel pédagogique utilisé pour enseigner et celui pour évaluer les étapes.

Par ailleurs, cette recherche comporte certaines limites d'ajustement reliées à la planification de cours des enseignants participants, notamment au temps alloué à la SAE et à la tenue de cours magistraux dans la SAE, au manque de réalisme du parcours et au manque de cohérence des instruments pédagogiques.

Pour orienter les essais futurs et pour enrichir les prochaines réflexions sur le sujet, des modifications ont été proposées autant au niveau de la SAE, du déroulement des entrevues et des moyens d'évaluation.

Produire cet essai a grandement influencé ma vision de ma pratique professionnelle. En plus d'en connaître davantage sur les étapes qui mènent l'élève vers un apprentissage significatif, j'ai réalisé l'importance d'outiller les élèves pour leur permettre

de développer leur compétence métacognitive et de m'assurer que mes examens reflètent ce qui a été enseigné aux élèves et la façon dont cela leur a été enseigné. Finalement, de façon plus générale, cette recherche m'a démontré les avantages de la recherche-action pour les enseignants. J'ai réalisé que c'était possible de faire de nos classes des petits laboratoires de recherche afin d'étudier et de comprendre les situations problématiques que nous vivons. En effet, derrière chacune d'elles, se cachent des réflexions qui nous permettront de modifier notre façon de faire. Après tout, c'est en améliorant notre compétence d'enseignant que nous pourrons aspirer à améliorer la compétence de nos élèves et ainsi, répondre de plus en plus aux exigences de la société en ce qui concerne la formation scientifique et technologique des citoyens de demain.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Astolfi, J.-P. et Peterfalvi, B. (1993). Obstacles et construction de situations didactiques en sciences expérimentales. *Aster*, 16 : *Modèles pédagogiques 1*. pp.103-141.
- Benyamna, S., Desautels, J. et Larochelle, M. (1993). Du concept à la chose : la notion de particule dans les propos d'étudiants à l'égard de phénomènes physiques. *Revue Canadienne de l'éducation*, 18 :1. Document téléaccessible à l'adresse <<http://www.csse-scee.ca/CJE/Articles/FullText/CJE18-1/CJE18-1-06Benyamna.pdf>>.
- Bednarz, N. et Garnier, C. (1989). *Construction des savoirs: obstacles et conflits*. Montréal : Cirade et Agences d'Arc.
- Bissonnette, S. et Richard, M. (2006). Un regard critique sur la réforme québécoise. *Formation et Profession - Bulletin de CRIFPE-LAVAL*, 30-36.
- Boulet, A. (2007). *Enseigner les stratégies d'apprentissage au primaire et au secondaire*. Montréal : Éditions Saint-Martin.
- Carbonneau, M. et Legendre, M-F. (2002). Pistes pour une relecture du programme de formation et de ses référents conceptuels. *Revue Vie pédagogique*, 123, 12-17.
- Cloutier, R. et Drapeau, S. (2008). *Psychologie de l'adolescence* (3^e éd.). Montréal : Gaëtan Morin (1^{re} éd. 1982).
- Conseil de la science et de la technologie (2003). *La culture scientifique et technique au Québec. Synthèse des consultations*. Gouvernement du Québec. Document téléaccessible à l'adresse <http://www.economie.gouv.qc.ca/pageSingleCFile/bibliotheques/milieu-recherche/conseil-de-la-science-et-de-la-technologie-cst/publications/2002/rapport-la-culture-scientifique-et-technique-au-quebec-bilan/?tx_igfileimagectypes_pi1%5Buid%5D=1759&tx_igfileimagectypes_pi1%5BdlImage%5D=1&tx_igfileimagectypes_pi1%5Bindex%5D=0>.
- Conseil de la science et de la technologie (2002). *La culture scientifique et technique au Québec : bilan*. Gouvernement du Québec. Document téléaccessible à l'adresse <http://www.economie.gouv.qc.ca/pageSingleCFile/bibliotheques/milieu-recherche/conseil-de-la-science-et-de-la-technologie-cst/publications/2002/rapport-la-culture-scientifique-et-technique-au-quebec-bilan/?tx_igfileimagectypes_pi1%5Buid%5D=1760&tx_igfileimagectypes_pi1%5BdlImage%5D=1&tx_igfileimagectypes_pi1%5Bindex%5D=0>.

- Flaysakier, J-D. (2009). Grippe A(H1N1) : Premiers résultats vaccinaux. Et pour la bêtise, il y aura un vaccin? *France Télévisions Interactive*. Document téléaccessible à l'adresse < <http://blog.france2.fr/mon-blog-medical/page/212/>>.
- Gouvernement du Canada (1998, avec les modifications de 2000, 2002 et 2005). *Énoncé de politique des trois conseils : éthique de la recherche avec des êtres humains*. Ottawa : Secrétariat en éthique de la recherche.
- Gouvernement du Québec (2011). *Programme de formation de l'école québécoise Enseignement secondaire, deuxième cycle*. Québec : Ministère de l'Éducation.
- Gouvernement du Québec (2010). *Un nouveau bulletin dès l'an prochain*. Québec : Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport.
- Gouvernement du Québec (2007a). *Situations d'apprentissage et d'évaluation*. Québec : Ministère de l'Éducation.
- Gouvernement du Québec (2007b). *Soutenir l'appropriation des compétences transversales et des domaines généraux de formation*. Québec : Conseil supérieur de l'Éducation.
- Gouvernement du Québec (2003). *Politique d'évaluation des apprentissages*. Québec : Ministère de l'Éducation.
- Gouvernement du Québec (2001). *Programme de formation de l'école québécoise, Enseignement secondaire, premier cycle*. Québec : Ministère de l'Éducation.
- Hasni, A., Moresoli, C., Samson, G. et Owen, M-E. (2009). Points de vue d'enseignants de sciences au premier cycle du secondaire sur les manuels scolaires dans le contexte de l'implantation des nouveaux programmes au Québec. *Revue des sciences de l'éducation*, 35(2), 83-105.
- Hasni, A., Lenoir, Y. et Lebeaume, J. (2006). *La formation à l'enseignement des sciences et des technologies au secondaire – Dans le contexte des réformes par compétences*. Québec : Presses de l'Université du Québec.
- Hasni, A. (2004). L'approche par compétences et son impact sur la restructuration de l'enseignement de la science et de la technologie au secondaire. *CRIE-CRIFPE*. Document téléaccessible à l'adresse < <http://www.crifpe.ca/download/verify/259>>.
- Henry, J. et Cormier, J. (2008). *La réforme*. Document téléaccessible à l'adresse < www.csrndn.qc.ca/discas/reforme/FAQreforme.html>.
- Jonnaert, P. (2002). *Compétences et socioconstructivisme – un cadre théorique*. Belgique : Éditions De Boeck Université.
- Jonnaert, P. et Vander Borght, C. (1999). *Créer des conditions d'apprentissage : un cadre socioconstructiviste pour une formation didactique des enseignants*. Belgique : Éditions De Boeck Université.

- Kamii, C. (1990). *Les jeunes enfants réinventent l'arithmétique*. Berne : Peter Lang.
- Karsenti, T. et Savoie-Zajc, L. (2004). *La recherche en éducation : étapes et approches* (3^e éd. du livre *Introduction à la recherche en éducation*). Sherbrooke: Éditions du CRP.
- Laplante, B. (1997). Le constructivisme en didactique des sciences – dilemmes et défis, *Éducation et francophonie*, Vol. 25 no.1, 9950009.
- Larochelle, M. et Bednarz, N. (1994). À propos du constructivisme et de l'éducation, *Revue des sciences de l'éducation*. XX(1), 5-19.
- Larochelle, M. et Désautels, J. (1992). *Autour de l'idée de science : itinéraires cognitifs d'étudiants et d'étudiantes*. Québec et Bruxelles : Presses de l'Université de Laval et De Boeck Wesmael.
- Lebrun, J., Oliveira, A. et Lenoir, Y. (2010). L'enseignement-apprentissage des sciences humaines : quelles finalités, quelles difficultés et quelles compétences professionnelles ? Résultats d'une enquête auprès de futurs enseignants québécois du primaire. *Revue canadienne de l'éducation*. 33(1), 1-30.
- Lebrun, J., Hasni, A. et Oliveira, A. (2008). Point de vue de futurs enseignants québécois du primaire sur l'enseignement dans les domaines des sciences et technologies et des sciences humaines. In Baillat, G. et Hasni, A (dir.), *La profession enseignante face aux disciplines scolaires : le cas de l'école primaire* (p. 217-245). Sherbrooke : Éditions du CRP.
- Legendre, M-F. (2007). Que propose le socioconstructivisme aux enseignants ? In V. Dupriez et G. Chapelle (dir.), *Enseigner*. France : Les éditions PUF.
- Legendre, M.-F. (2005). Vygotsky et le socioconstructivisme en éducation. In A. Gauthier et M. Tardif (dir.), *La pédagogie, théories et pratiques de l'Antiquité à nos jours*. 2^{ème} édition. Montréal : Gaëtan Morin Éditeur.
- Legendre, M-F., Aubé, M., Joannert P. (2001). *Le socioconstructivisme*. Document téléaccessible à l'adresse <http://www.pedagogies.net/ActesCol2003/PPtJeudi/Constructivisme.ppt> >.
- Lenoir, Y. et Sauvé, L. (1998). Introduction - L'interdisciplinarité et la formation à l'enseignement primaire et secondaire : quelle interdisciplinarité pour quelle formation? *Revue des sciences de l'éducation*, 24(1), 3-29.
- Loiselle, B. et Fybe, D. (2005). L'intégration de la science et de la technologie : difficultés éprouvées et changements anticipés. *Revue Vie pédagogique*, 135, 23-26.
- Paillé, P. (2007). La méthodologie de recherche dans un contexte de recherche professionnalisante : douze devis méthodologiques exemplaires. *Recherches qualitatives*, 27(2), 133-151.

- Portelance, L. (2002). Intégrer la métacognition dans l'ensemble de ses interventions pédagogiques. *Revue Vie pédagogique*, 122, 20-23.
- Schepper, C., Bélanger, B. et Ouellette, B. (2007). *Science tech au secondaire – Un regard sur la vie*. Laval : Éditions Grand Duc.
- Tardif, J. (1998). *Intégrer les nouvelles technologies de l'information. Quel cadre pédagogique?* Paris: ESF Editeur.
- Teppa, S. (2000). Influence of a Constructivist Didactic Strategy on Creativity and Learning in Cellular Biology, *Article parût dans Bioed2000*, Document téléaccessible à l'adresse <<http://www.iubs.org/cbe/papers/teppa.html>>.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society - the development of higher psychological processes*. États-Unis: Harvard University Press.

ANNEXE A
VERSION INTÉGRALE DE L'ACTIVITÉ D'INTRODUCTION

Nom : _____

Date : _____

Groupe : _____

Activité d'introduction sur les systèmes respiratoire et circulatoire

1. L'air est composé de plusieurs gaz et de vapeur d'eau. Quel gaz dans l'air notre corps a-t-il besoin lorsque nous inspirons?

2. Pourquoi notre corps a-t-il besoin de ce constituant pour vivre?

3. À chaque jour, notre corps produit des déchets. Il utilise plusieurs moyens pour s'en débarrasser. Parmi ces déchets, on retrouve un gaz qu'on expulse hors du corps lors de l'expiration. De quel gaz s'agit-il?

4. Si tu devais comparer le sang à un autre liquide, à quoi le comparerais-tu?
Encerle ta réponse.

a) du savon à vaisselle parce que le sang est visqueux un peu comme le savon à vaisselle.

b) de la soupe avec des morceaux de légumes parce que dans le sang il y a plein de chose comme il y a des morceaux de légumes dans la soupe aux légumes.

c) de l'eau pur parce que, comme le sang, l'eau pur est un liquide tout simplement.

5. Dessine-moi, au meilleur de tes connaissances, les poumons. Mets-y le plus de détails possibles.



6. Dessine-moi, au meilleur de tes connaissances, l'intérieur du cœur. Mets-y le plus de détails possible.



ANNEXE B

RÉSULTATS BRUTS DES ÉLÈVES POUR L'ACTIVITÉ D'INTRODUCTION

Tableau 19

Réponses de chaque élève pour les questions 1 à 4 de l'activité d'introduction

Élève	Question 1				Question 2						Question 3				Question 4		
	O ₂	CO ₂	Autres	Ne sait pas	Énergie	Nourrir les cellules	Respirer	Pour le cœur	Autres	Ne sait pas	CO ₂	O ₂	Autres	Ne sait pas	a)	b)	c)
B. M.	1									1	1					1	
B. G.	1				1		1		1					1		1	
B. A.	1						1				1					1	
B. V.	1									1				1			1
B. S.	1							1			1						1
C. K.	1									1	1					1	
D. J.	1				1						1						1
F. V.	1						1							1		1	
F. E.	1									1	1					1	
L. A.				1						1				1			1
L. G.		1					1				1				1		
L. K.	1				1						1						1
M. C.	1							1			1						1
M. K.	1						1						1			1	
M. A.	1						1						1			1	
M. E.		1								1	1						1
M. J.	1									1				1			1
M. J.			1		1						1					1	
M. S.	1									1	1					1	
N. W.	1						1				1				1		
P. M.		1								1				1			1
P. E.	1						1	1					1			1	

R. S.	1								1				1			1
T. P.	1		1		1									1		1
A. S.	1							1								1
B. G.			1				1									1
B. K.	1					1	1									1
C. K.	1	1	1					1	1					1		
C. S.	1								1							1
C. N.	1					1										1
G. N.	1					1										1
M. E.	1	1					1	1								1
M. J.	1						1	1								1
T. J.	1					1										1
T. S.	1							1								1
T. T.			1			1								1		

Même s'il y avait qu'une seule réponse exacte les élèves pouvaient avoir écrit plusieurs réponses. C'est pourquoi ce tableau présente la réponse exacte et les réponses les plus populaires. Dans le cas où un élève a répondu une réponse inattendue, celle-ci entre dans la catégorie « autre ». Lorsque l'élève n'a rien écrit, il entre dans la catégorie « ne sait pas » pour ce numéro. Les colonnes jaunes indiquent la bonne réponse. Les lignes roses indiquent que l'élève a donné plus qu'une réponse. Donc, qu'il n'a pas été comptabilisé parmi ceux ayant bien répondu à la question.

Tableau 20
Description du dessin des poumons de l'activité d'introduction pour chaque élève

Élève	Présence de...				
	Deux divisions (droite et gauche)	Division du poumon en lobes	Alvéoles	Bronches	Vaisseaux sanguins
B. M.	0	0	0	0	0
B. G.	1	0	0	1	0
B. A.	1	0	1	1	1
B. V.	1	0	0	0	0
B. S.	1	0	0	0	0
C. K.	1	0	0	0	0
D. J.	1	0	0	0	1
F. V.	1	0	0	0	0
F. E.	1	0	0	0	0
L. A.	0	1	0	0	0
L. G.	1	0	0	0	1
L. K.	1	1	0	0	0
M. C.	Copié du manuel				
M. K.	1	0	0	0	0
M. A.	1	0	0	0	0
M. E.	1	0	0	0	1
M. J.	1	0	0	0	0
M. J.	1	0	0	0	1
M. S.	1	0	0	0	1
N. W.	1	0	1	0	0
P. M.	0	0	0	0	0
P. E.	1	0	0	1	0
R. S.	0	0	0	0	0
T. P.	1	0	0	1	1
A. S.	1	0	0	0	0

B. G.	1	0	0	0	0
B. K.	1	0	0	0	0
C. K.	1	0	0	0	0
C. S.	1	0	0	0	0
C. N.	1	0	0	0	1
G. N.	1	0	0	0	0
M. E.	1	0	0	1	1
M. J.	1	0	0	0	0
T. J.	1	0	0	1	0
T. S.	1	1	0	0	0
T. T.	1	0	1	0	0

Le chiffre indique que le critère était présent. Le chiffre 0 indique que le critère était absent.

Tableau 21
Description du dessin du cœur de l'activité d'introduction pour chaque élève

Élève	Présence de...						
	Deux divisions (droite et gauche)	Quatre cavités (2x2)	Deux petites cavités en-haut	Vaisseaux sanguins reliés au cœur	Bon lien entre les vaisseaux et les cavités	Valvules entre les oreillettes et les ventricules	Petits vaisseaux sur le cœur
B. M.	0	0	0	0	0	0	0
B. G.	1	0	0	1	0	0	0
B. A.	1	0	0	1	0	0	1
B. V.	0	0	0	1	0	0	0
B. S.	1	0	0	1	0	0	0
C. K.	0	0	0	0	0	0	0
D. J.	0	0	0	1	0	0	1
F. V.	0	0	0	0	0	0	0
F. E.	0	0	0	1	0	0	0
L. A.	1	0	0	0	0	0	0
L. G.	0	0	0	0	0	0	1
L. K.	1	0	0	1	0	0	0
M. C.	0	0	0	0	0	0	0
M. K.	1	0	0	0	0	0	1
M. A.	1	0	0	0	0	0	1
M. E.	0	0	0	0	0	0	0
M. J.	0	0	0	1	0	0	0
M. J.	1	0	0	0	0	0	1
M. S.	0	0	0	1	0	0	1
N. W.	0	0	0	0	0	0	1
P. M.	0	0	0	0	0	0	1
P. E.	1	0	0	0	0	0	0
R. S.	0	0	0	0	0	0	0
T. P.	1	0	0	1	0	0	0
A. S.	0	0	0	1	0	0	0

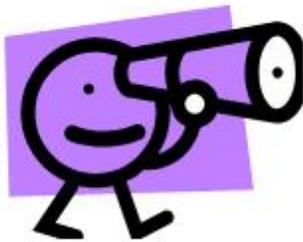
B. G.	0	1	1	1	0	0	0
B. K.	0	0	0	1	0	1	1
C. K.	0	0	0	1	0	0	0
C. S.	0	0	0	1	0	0	1
C. N.	0	0	0	1	0	0	0
G. N.	0	0	0	0	0	0	0
M. E.	0	0	0	1	0	0	0
M. J.	0	0	0	0	0	0	0
T. J.	1	0	0	1	0	0	0
T. S.	0	0	0	0	0	0	1
T. T.	1	0	0	1	0	0	0

Le chiffre indique que le critère était présent. Le chiffre 0 indique que le critère était absent.

ANNEXE C
VERSION INTÉGRALE DU CAHIER DE L'ÉLÈVE

L'Expérience plus grande que nature
Cahier de l'élève

Tu es amateur de sensation forte?



Tu es du genre qui veut tout voir pour y croire?

Cette activité est pour toi!

Tu veux savoir comment tu fonctionnes?

**Tu voudrais bien devenir miniature
pour pouvoir visiter le corps humain?**



Voici ta chance!

L'expérience plus grande que nature

Cahier de l'élève

Mise en situation

À défaut de ne pas pouvoir nous transformer pour voyager dans le corps humain, nous l'avons agrandi. Ainsi, tu pourras y entrer et vivre une expérience plus grande que nature.

Déroulement de l'activité

L'expérience plus grande que nature se divise en 3 parties :

- Laisse-moi vivre l'expérience p. 3
 - Consignes p. 3
 - Représentation du parcours p. 4
 - Carte du parcours p. 5
- Voici ce que je sais maintenant p. 6
 - Consignes p. 7
 - Exercices p. 7
- Montre-moi donc ce que j'ai appris p. 9
 - Consignes p. 9
 - Exercices p. 9

Pour chacune des parties, tu seras appelé à réaliser une tâche. Sois bien attentif aux consignes qui te seront donné.

Grilles d'appréciation de l'élève

Consulte les grilles d'appréciation de l'élève pour voir les objectifs que tu es appelé à atteindre lors de cette activité. Ne remplis pas ces grilles. C'est la responsable du projet qui le fera. Les trois grilles d'appréciation portent sur :

- la maîtrise des connaissances p. 6;
- la compréhension des concepts p. 12;
- le retour métacognitif p. 12.

LAISSE-MOI VIVRE L'EXPÉRIENCE...

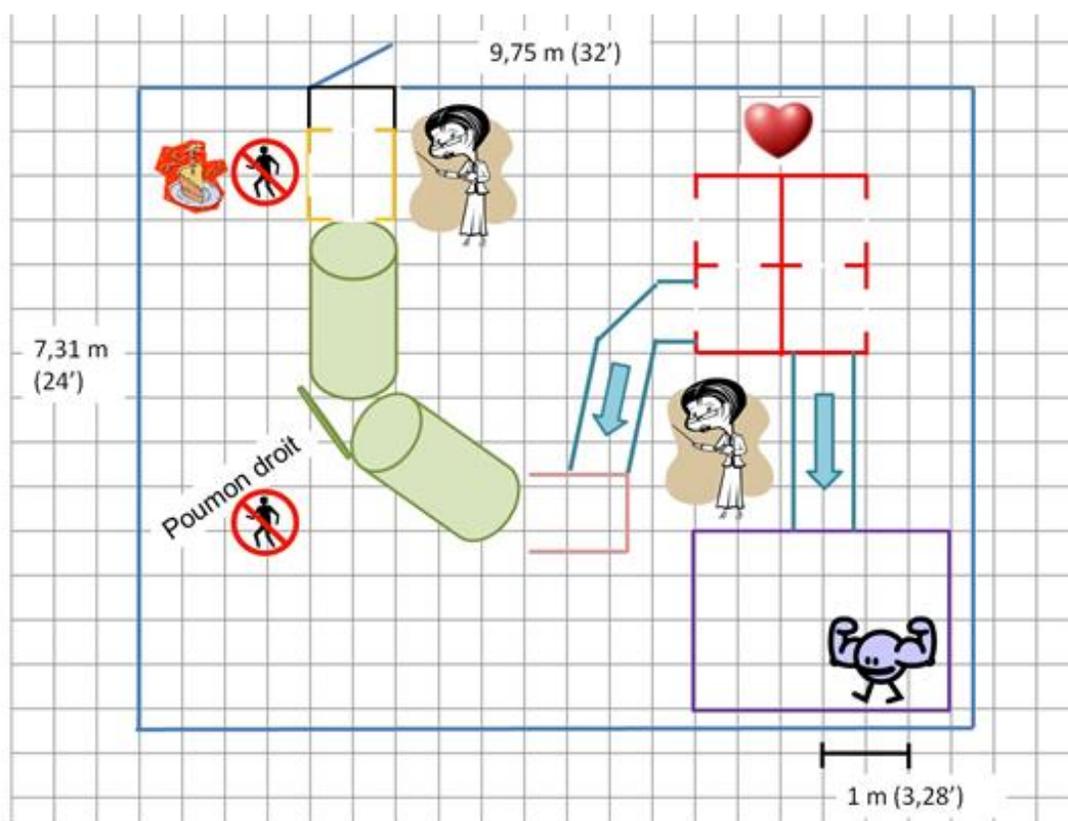
Pour cette partie, tour à tour, en petit groupe, vous serez conduit dans un autre local où vous vivrez l'expérience plus grande que nature. Cette expérience est un parcours que vous ferez en équipe de 2.

Consignes

- Formez une équipe de 2 personnes. Déterminez vos rôles. Une personne sera une molécule d'oxygène (O_2) et l'autre une molécule de dioxyde de carbone (CO_2).
- Chaque personne devra remplir sa propre carte du parcours (voir p.6).
- Tu devras écrire sur ta carte de parcours à chaque fois que tu arriveras à un poste de contrôle (là où il y a des autocollants).
- Au poste de contrôle, identifie, à l'aide de la liste des lieux, l'endroit où tu es dans le corps humain. Écris ce mot vis-à-vis le mot «Départ» si c'est ton premier poste de contrôle ou vis-à-vis les chiffres de 2 à 7 dans la colonne Oxygène (O_2) ou Dioxyde de carbone (CO_2) selon l'endroit où tu es rendu et le rôle que tu joues.
 **À noter, certains mots peuvent être utilisés plus d'une fois et d'autres peuvent ne pas être utilisés du tout. **
- À chaque poste de contrôle se trouve un type d'autocollant. Colles-en un sur ta carte de parcours dans la case prévue à cet effet.
- Lorsque tu voyages dans le corps humain, respecte les indications. Il y aura des personnes pour vous guider en cas de besoin.
- Dans la section bonus, tu peux remplir le tableau et répondre à la question pour avoir plus de points.
 - Arrivé dans le sang, tu devras prendre un globule rouge comme moyen de transport. Coche dans le tableau la couleur du globule rouge que tu auras prise et l'endroit où tu étais par rapport à lui.

- Lorsque tu seras une molécule d'O₂, de la poussière te sera remise comme accessoire. Tu devras t'en débarrasser lors du parcours. Indique à quel endroit tu l'as laissé sur la carte du parcours.
- À la fin de l'expérience, dirige-toi vers la personne responsable. Celle-ci te donnera ton pointage.

Représentation du parcours



Carte du parcours

Liste des lieux			
- muscle	- pharynx	- œsophage	- oreillette droite
- bronche	- estomac	- ventricule gauche	- oreillette gauche
- ventricule droit	- fosses nasales	- bouche	- alvéole
Postes de contrôle			
Oxygène (O ₂)	Collant	Gaz carbonique (CO ₂)	Collant
Départ. _____		Départ. _____	
2. _____		2. _____	
3. _____		3. _____	
4. _____		4. _____	
5. _____		5. _____	
6. _____		6. _____	
7. _____		7. _____	

<u>Section bonus</u>	Globule rouge		<input checked="" type="checkbox"/>		Lorsque tu étais une molécule d'oxygène, où t'es-tu débarrassé de la poussière? _____
			O ₂	CO ₂	
	Lequel as-tu choisi?	rouge	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	bleu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Où étais-tu par rapport à lui?	intérieur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	extérieur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

VOICI CE QUE JE SAIS MAINTENANT...

Dans cette section, tu recevras tout d'abord ton pointage du parcours. Par la suite, tu seras invité à retourner en classe pour répondre à quelques questions sur tes connaissances actuelles du système circulo-respiratoire.

Grille d'appréciation de la maîtrise des connaissances

Critères d'évaluation		Parcours O ₂	Parcours CO ₂
Le choix des lieux	L'élève a choisi tous les bons lieux parmi la liste offerte.	5	5
	L'élève a fait une erreur mineure dans son choix de lieux.	3	3
	L'élève a fait une erreur majeure ou plus d'une erreur dans son choix de lieux.	1	1
L'ordre des lieux	L'élève a placé tous les bons lieux dans le bon ordre.	5	5
	L'élève a inversé 2 lieux.	3	3
	L'élève a inversé plus de 2 lieux.	1	1
Total		/10	/10
L'élève a choisi la bonne couleur de globule rouge	Oui	2	2
	Non	0	0
L'élève s'est placé au bon endroit par rapport au globule rouge	Oui	1	1
	Non	0	0
L'élève a laissé la poussière au bon endroit	Oui	2	2
	Non	0	0
Total + Bonus		/10	/10

VOICI CE QUE JE SAIS MAINTENANT...

Consignes

- Réponds aux questions de la page 7 et 8.

Exercices

1. Parmi les gaz suivants, encercle celui que notre corps a besoin lorsque nous inspirons.

Azote	Oxygène
Dioxyde de carbone	Argon

2. En te référant à la question précédente, pourquoi notre corps a-t-il besoin de ce gaz pour vivre?

3. Parmi les gaz suivants, encercle celui que notre corps a besoin de rejeter lorsque nous expirons.

Azote	Oxygène
Dioxyde de carbone	Argon

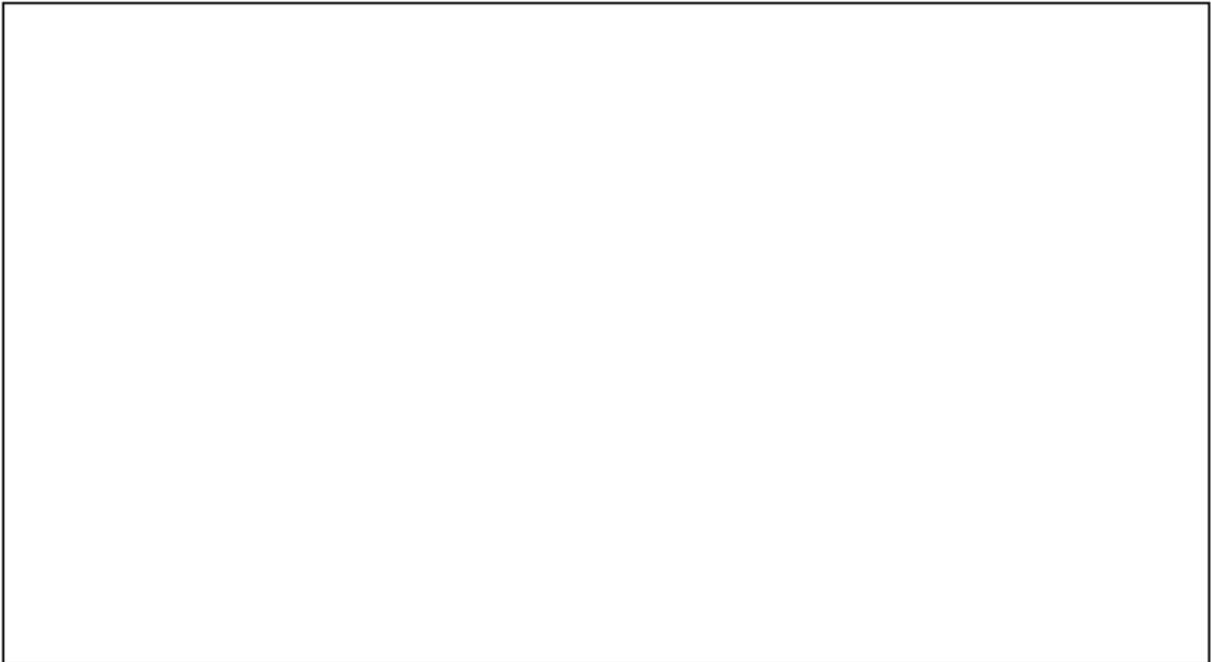
4. Si tu devais comparer le sang à un autre liquide, à quoi le comparerais-tu?

Encercle ta réponse.

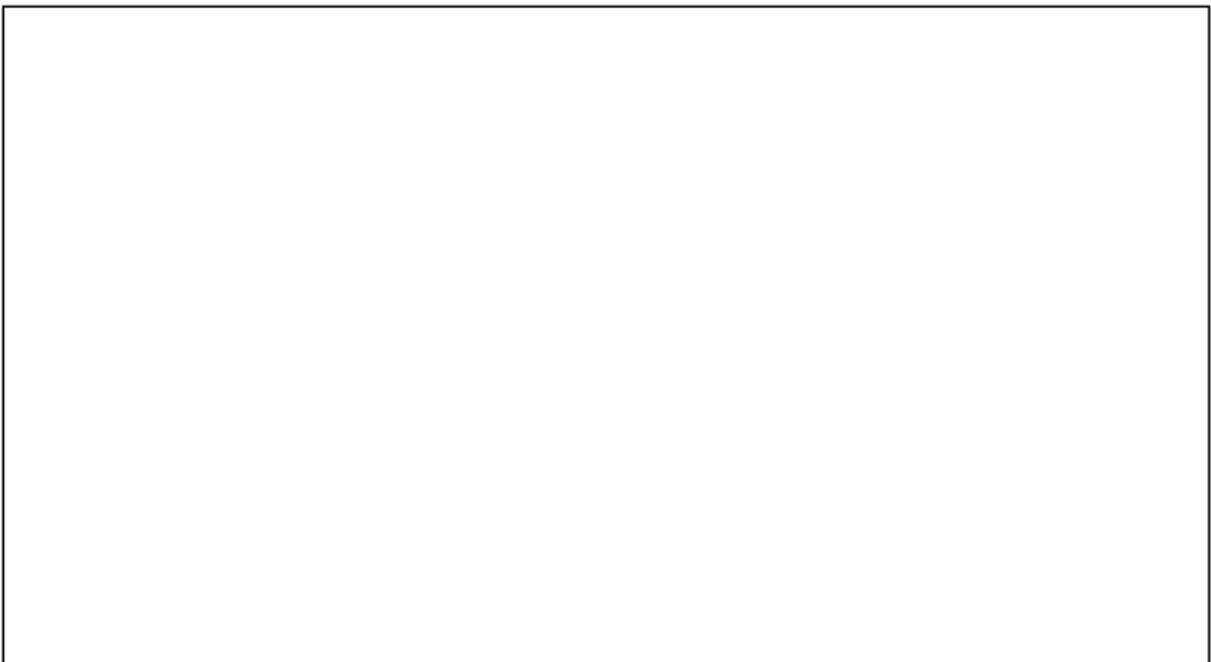
- a) du savon à vaisselle parce que le sang est visqueux un peu comme le savon à vaisselle.
- b) de la soupe avec des morceaux de légumes parce que dans le sang il y a plein de chose comme il y a des morceaux de légumes dans la soupe aux légumes.
- c) de l'eau pur parce que, comme le sang, l'eau pur est un liquide tout simplement.

VOICI CE QUE JE SAIS MAINTENANT...

5. Dessine-moi, au meilleur de tes connaissances, les poumons. Mets-y le plus de détails possibles.



6. Dessine-moi, au meilleur de tes connaissances, l'intérieur du cœur. Mets-y le plus de détails possible.



MONTRE-MOI DONC CE QUE J'AI APPRIS...

Voici la dernière partie de l'expérience plus grande que nature. Grâce à cet exercice, tu pourras comparer ce que tu connaissais avant de faire le module sur le système circulo-respiratoire à ce que tu connais maintenant. Ainsi, tu seras en mesure de réaliser les apprentissages que tu as faits en classe au cours des dernières semaines et en vivant l'expérience plus grande que nature.

Consignes

- Demande à la surveillante de te remettre ton activité d'introduction.
- Consulte ton activité d'introduction et compare tes réponses à celles de la page 7 et 8 en répondant aux questions suivantes.

Exercices

1. Remplis le tableau de comparaison suivant en encerclant ton choix de réponse parmi ces 3 réponses : oui, presque ou pas du tout.

Connaissances antérieures (Voir l'activité d'introduction)	Connaissances actuelles (Voir p. 7 du cahier de l'élève)	La réponse que tu as indiqué lors de l'activité d'introduction est-elle la même que celle que tu as écrit dans le cahier de l'élève?
#1	#1	Oui Presque Pas du tout
#2	#2	Oui Presque Pas du tout
#3	#3	Oui Presque Pas du tout
#4	#4	Oui Presque Pas du tout

MONTRE-MOI DONC CE QUE J'AI APPRIS...

2. Pour répondre à cette question, tu devras consulter le tableau de la question précédente.

Remplis le tableau suivant seulement pour les numéros où tu as encadré « Presque » ou « Pas du tout ».

J'ai encadré « Presque » ou « Pas du tout » pour le numéro...	Si je compare ma réponse lors de l'activité d'introduction à celle de la p. 7, quelle est la différence?	Qu'est-ce qui a amené ce changement dans ta réponse?
# _____		
# _____		
# _____		
# _____		

MONTRE-MOI DONC CE QUE J'AI APPRIS...

Grille d'appréciation de la compréhension des concepts

Sélection des bonnes ressources d'informations et compréhension qualitative des concepts scientifiques	Identifie et utilise les concepts scientifiques associés au système respiratoire et au système circulatoire sans faire d'erreur, avec précision et en allant au-delà des ressources documentaires fournies en classe.	A
	Identifie et utilise les concepts scientifiques associés au système respiratoire et au système circulatoire sans faire d'erreur et avec précision.	B
	Identifie et utilise les concepts scientifiques associés au système respiratoire et au système circulatoire, mais ne les approfondies pas.	C
	Identifie et utilise peu les concepts scientifiques associés au système respiratoire et au système circulatoire.	D
	N'utilise pas les concepts scientifiques associés au système respiratoire et au système circulatoire.	E

Grille d'appréciation du retour métacognitif

Adéquation du retour réflexif sur les apprentissages	Justifie clairement son explication, sa décision ou son opinion. Fait un bon retour sur sa conception initiale. Démontre clairement son cheminement cognitif.	A
	Justifie de façon appropriée son explication, sa décision ou son opinion. Fait un bon retour sur sa conception initiale.	B
	Justifie de façon appropriée son explication, sa décision ou son opinion. Fait partiellement appel à sa conception initiale.	C
	Justifie peu son explication, sa décision ou son opinion. Fait peu appel à sa conception initiale.	D
	Ne justifie pas son explication, sa décision ou son opinion.	E

ANNEXE D
PHOTOS DU RALLYE



L'entrée par une narine nous conduit dans les fosses nasales. On y retrouve une lumière chauffante rouge jouant le rôle des capillaires sanguins qui réchauffe l'air inspiré, un humidificateur qui humidifie l'air inspiré et des poils et du mucus qui capturent les poussières.



À la sortie des fosses nasales, nous arrivons dans le pharynx : jonction du système respiratoire et du système digestif.



Avant d'entrer dans la trachée, représentée par un tunnel en carton entouré d'une corde, il y a deux draps blancs avec des dessins de notes de musique qui permettent à l'élève de reconnaître le larynx.

	<p>Les élèves passent de la trachée à la bronche gauche au moment où ce premier tube se divise formant un Y. L'indication « poumon gauche » et « poumon droit » favorise la localisation des élèves.</p>
	<p>À la fin du système respiratoire, on retrouve l'alvéole. Pour représenter la diffusion, c'est-à-dire le passage de l'O₂ vers la circulation sanguine à travers la membrane de l'alvéole, des fentes ont été faites dans la toile. Ainsi, l'élève a vraiment l'impression de passer au travers et non d'emprunter un passage prévu à cette fin ce qui pourrait biaiser la conception de l'élève.</p>
	<p>Au sol, on voit des passages délimités avec du ruban adhésif. Ces passages représentent les vaisseaux sanguins. Les rouges sont pour le sang oxygéné et les gris sont pour le sang non oxygéné. Avant de parcourir ce trajet, l'élève doit prendre la bonne couleur de globule rouge (bleu ou rouge) et se placer au bon endroit (intérieur ou extérieur). Ceux-ci sont visibles au bas de la photo précédente.</p>

	<p>Les cavités du cœur ont été conçues à l'aide de boîtes de carton pour réfrigérateur. L'oreillette et le ventricule de droite étaient tapissés de carton bleu et ceux de gauche tapissés de carton rouge pour donner l'indice du type de sang allant dans ces parties du cœur. À noter, la droite et la gauche sont déterminées d'après la convention où l'on regarde le corps comme s'il est face à nous. La photo en bas à gauche montre le fonctionnement des portes battantes pour imiter les valvules du cœur.</p>
	<p>Le trajet de la molécule d'O₂ se termine dans le muscle alors que celui du CO₂ débute à cet endroit. Un dessin des muscles du pied était présent pour signifier aux élèves l'endroit où ils étaient.</p>

ANNEXE E

**RÉSULTATS BRUT DES ÉLÈVES POUR LA PARTIE « VOICI CE QUE JE SAIS MAINTENANT »
DU CAHIER DE L'ÉLÈVE**

Tableau 22

Réponses de chaque élève pour les questions 1 à 4 de la partie « Voici ce que je sais maintenant » du cahier de l'élève

Élève	Question 1				Question 2						Question 3				Question 4		
	O 2	CO 2	Autre s	Ne sait pas	Énergie	Nourrir les cellules	Respirer	Pour le cœur	Autre s	Ne sait pas	CO 2	O ₂	Autre s	Ne sait pas	a)	b)	c)
B. G.	1									1	1					1	
B. A.	1		1				1				1		1			1	
B. S.	1						1				1				1		1
C. K.	1					1					1					1	
D. J.	1	1			1						1		1				1
F. E.	1						1		1		1						1
L. A.	1								1				1		1		
L. G.	1								1		1				1		
M. A.	1				1						1					1	
M. E.	1									1	1	1	1		1		
M. J.	1				1						1						1
M. S.	1								1		1				1		
P. M.	1					1					1				1		
P. E.	1									1	1					1	
R. S.	1									1			1		1		
T. P.	1				1						1				1		
A. S.	1				1						1					1	
B. G.	1					1					1						1
B. K.	1					1					1				1		
C. K.	1					1					1				1		

C. S.	1								1		1						1
C. N.	1					1					1						1
M. E.	1	1							1		1						1
M. J.	1						1				1						1
T. J.	1						1				1						1
T. S.	1								1		1						1
T. T.	1					1					1						1

Même s'il y avait qu'une seule réponse exacte les élèves pouvaient avoir écrit plusieurs réponses. C'est pourquoi ce tableau présente la réponse exacte et les réponses les plus populaires. Dans le cas où un élève a répondu une réponse inattendue, celle-ci entre dans la catégorie « autre ». Lorsque l'élève n'a rien écrit, il entre dans la catégorie « ne sait pas » pour ce numéro. Les colonnes jaunes indiquent la bonne réponse. Les lignes roses indiquent que l'élève a donné plus qu'une réponse. Donc, qu'il n'a pas été comptabilisé parmi ceux ayant bien répondu à la question.

Tableau 23
Description du dessin des poumons de la partie « Voici ce que je sais maintenant » du cahier de l'élève
pour chaque participant

Élève	Présence de...				
	Deux divisions (droite et gauche)	Division du poumon en lobes	Alvéoles	Bronches	Vaisseaux sanguins
B. G.	1	0	1	1	0
B. A.	1	0	1	1	0
B. S.	1	0	0	0	0
C. K.	0	0	1	1	1
D. J.	1	0	1	1	1
F. E.	1	0	0	0	0
L. A.	1	0	0	0	0
L. G.	1	0	0	0	0
M. A.	1	0	0	0	0
M. E.	1	0	1	1	0
M. J.	1	0	0	0	1
M. S.	1	0	0	1	0
P. M.	1	1	1	1	0
P. E.	1	0	1	0	1
R. S.	0	0	0	0	0
T. P.	1	0	1	1	1
A. S.	1	1	1	1	0
B. G.	1	0	1	1	0
B. K.	1	1	0	0	0
C. K.	1	0	1	1	0
C. S.	1	0	0	1	0
C. N.	1	1	1	1	0
M. E.	1	0	1	1	0
M. J.	1	0	1	1	0
T. J.	0	0	0	0	0

T. S.	1	0	0	0	1
T. T.	1	1	1	1	0

Le chiffre indique que le critère était présent. Le chiffre 0 indique que le critère était absent.

Tableau 24

Description du dessin du cœur de la partie « Voici ce que je sais maintenant » du cahier de l'élève pour chaque participant

Élève	Présence de...						
	Deux divisions (droite et gauche)	Quatre cavités (2x2)	Deux petites cavités en-haut	Vaisseaux sanguins reliés au cœur	Bon lien entre les vaisseaux et les cavités	Valvules entre les oreillettes et les ventricules	Petits vaisseaux sur le cœur
B. G.	1	1	1	0	0	1	0
B. A.	1	1	1	1	1	1	0
B. S.	1	0	0	1	0	0	0
C. K.	1	0	0	0	0	0	0
D. J.	1	1	0	0	0	1	0
F. E.	1	1	0	1	1	1	0
L. A.	1	1	0	1	0	0	0
L. G.	1	1	1	0	0	1	0
M. A.	1	0	0	1	0	0	0
M. E.	1	1	0	1	1	0	0
M. J.	1	1	0	0	0	1	0
M. S.	1	1	0	1	0	1	0
P. M.	1	0	0	1	0	0	0
P. E.	1	1	1	1	0	1	0
R. S.	1	1	0	0	0	0	0
T. P.	0	0	0	0	0	0	0
A. S.	1	1	1	1	1	1	0
B. G.	1	1	0	1	0	0	0
B. K.	1	0	0	1	0	0	0
C. K.	1	1	0	1	1	1	0
C. S.	0	0	0	1	0	0	0

C. N.	1	1	1	1	1	1	0
M. E.	1	1	1	1	1	1	0
M. J.	1	1	0	1	1	0	0
T. J.	0	0	0	0	0	0	0
T. S.	1	1	0	1	0	0	0
T. T.	1	1	1	1	1	1	0

Le chiffre indique que le critère était présent. Le chiffre 0 indique que le critère était absent.

ANNEXE F

LISTE DES QUESTION POSÉES LORS DES DEUX SÉRIES D'ENTREVUES

Liste des questions posées lors des entrevues suivant l'activité d'introduction

1. As-tu aimé l'activité d'introduction?
2. Y a-t-il des questions dont tu ne connaissais pas la réponse?
3. Y a-t-il des questions dont tu connaissais la réponse?
4. Le prochain module traitera du système respiratoire et du système circulatoire. Est-ce que c'est un sujet qui t'intéresse? Si oui, quoi particulièrement?
5. Crois-tu que cette activité d'introduction t'a apporté quelque chose?
6. Crois-tu que ton intérêt pour ce module aurait été différent si tu n'avais pas fait l'activité d'introduction?

Liste des questions posées lors des entrevues suivant l'activité PGN

1. As-tu aimé l'*Expérience plus grande que nature*?
2. L'as-tu trouvé facile ou difficile?
3. As-tu l'impression de mieux comprendre le parcours d'une molécule d'oxygène ou de dioxyde de carbone dans le corps?
4. Lorsque tu es entré dans les fosses nasales, qu'as-tu remarqué? À quoi cela servait-il?
5. Comment as-tu passé de l'alvéole à la circulation sanguine?
6. Pourquoi penses-tu qu'on a accordé de l'importance à ta position par rapport au globule rouge?
7. Pourquoi penses-tu qu'on a accordé de l'importance à la couleur du globule rouge?

ANNEXE G
VERSION ÉCRITE D'UNE ENTREVUE POUR CHAQUE SÉRIE

Exemple de discussion réalisée à la suite de l'activité d'introduction

Discussion 2

Dirigée par Julie Lachance-Brassard

OK, moi je voulais savoir, l'activité que vous venez juste de faire, l'avez-vous aimée?

- Oui.
- Oui.
- Oui.
- C'était correct

C'était correct?

- Oui.

Est-ce qu'il y a des questions dont vous ne connaissiez pas du tout la réponse?

- Non, mais, tu sais, on sait tout, mais juste un petit peu.
- Oui!
- Oui!
- Tu sais les dessins là, tu sais à peu près à quoi ça ressemble, mais pas exactement.
- Moi, c'est juste les dessins que j'ai eu de la misère à part de ça c'était facile.

Là, la prochaine chose que vous allez voir avec Marc, c'est le système respiratoire et le système circulatoire avec le sang puis tout ça. Est-ce que c'est un sujet qui t'intéresse?

- Bien oui, je crois que c'est cool de savoir comment on marche là.

Alors, tout ce qui est par rapport au corps, comment il fonctionne, ça t'intéresse?

- Oui.
- Oui.

La bio, en général, c'est quelque chose qui vous intéresse?

- Oui.
- Oui, bien j'aime vraiment ça.
- Bien étudié le corps humain, c'est nous, c'est cool.

Parce que c'est toi, parce que ça parle de toi de comment tu fonctionnes.

- Oui.
- Oui.

OK. L'activité que tu viens de faire, est-ce que tu crois que ça t'a apporté quelque chose?

- Pas vraiment.

Non?

- Bien, c'est quelque chose qui est un peu... **partie incompréhensible** on n'a encore rien appris. Alors, il fallait savoir ce qu'on connaissait déjà.

OK. Puis est-ce qu'il y a des trucs, tu disais, que tu avais de la difficulté à faire le dessin?

- Le cœur.

Le cœur?

- Oui.
- Oui.

Le cœur, est-ce que tu penses que parce que tu as fait l'activité là tu vas être plus attentif au cours à quoi ça ressemblait?

- Oui.
- Oui.
- Oui.

Ça, tu veux le savoir, tu te dis : « Aïe! Je n'ai pas été capable de répondre à cette question-là »...

- Oui.
- Surtout s'il l'a à l'examen, c'est important de le savoir.

OK. Ou juste parce que tu veux savoir comment tu es fait?

- Oui.

Puis, penses-tu que, si tu n'avais pas fait cette activité-là, ton intérêt pour savoir la forme du cœur ou à quoi ça ressemble, aurait été différent ou le même?

- Bien, ça l'a un peu piqué ma curiosité, mais pas beaucoup. C'est juste pour dire que j'ai plus le goût de le savoir.

- Oui.
- Oui, c'est exactement ça. Tu sais, on ne le savait pas avant, mais si tu ne l'avais pas donné on ne se serait pas posé la question : « Comment est-ce fait un cœur? »

OK. Alors là au moins cette partie-là du cours va attirer votre attention. OK. Et bien, c'est tout! Merci beaucoup!

Exemple de discussion réalisée à la suite de l'activité PGN

Discussion 1

Dirigée par Julie Lachance-Brassard

Vous avez vécu l'expérience plus grande que nature. Est-ce que vous avez aimé ça?

- Oui.
- Oui.
- Oui.
- Oui, c'était réel.

Facile?

- Oui.
- Moyen.
- C'était correct.
- Plutôt complexe, mais ce n'est pas grave.
- C'était le fun.

As-tu l'impression que ça t'a donné quelque chose?

- Bien, je ne sais pas si ça me donne l'impression de m'avoir donné quelque chose, mais me semble que ça m'a aidée.

Oui?

- Oui.
- Oui.
- Bien, c'est sûr que si je me corrigeais, je pourrais savoir si j'ai compris de quoi.

C'est bon. Je vais vous poser des questions, ça va vous permettre de vous corriger un peu puis après, je vais prendre 2 minutes et je vais le faire.

Bon, lorsque tu es entré dans les fosses nasales quand tu as passé le nez quand tu es entré pour les molécules d'oxygène et quand tu es sorti pour les molécules de CO₂, as-tu remarqué quelque chose?

Quand tu es entré, as-tu remarqué qu'il y avait des trucs spéciaux?

- Oui.
- Il y avait du poil.

OK. Il y avait du poil. Qu'est-ce qu'il y avait aussi?

- Il y avait des patentes qui te collent dans les cheveux!

Il y avait des patentes qui te collent dans les cheveux. OK, et quoi d'autre?

- C'était chaud.

C'était chaud, humide. Il y avait un humidificateur. À quoi ça sert ça?

- Bien, c'est ça qui a... bien, je ne sais pas...

À quoi sert le mucus? Coller la poussière. OK, super!

À quoi sert la chaleur? L'air, est-ce que c'est toujours chaud? L'hiver?

- Tempérer la température.

Exactement, exactement! C'est bon!

Quand tu es passé, ici, de l'alvéole à la circulation sanguine...

- Ça, c'est lequel?

Le numéro 4.

Comment es-tu passé? Quand tu étais dans la bulle, ici, faite en toile, à ici, qu'est-ce que tu as fait? Par où es-tu passé?

- On est entré dans le pharynx.
- Moi, je suis passée à travers.

Tu es passée à travers?

- Oui.

Tu es passée à travers de l'alvéole. Il n'y avait pas de tunnel, il n'y avait pas de porte, alors tu es passé au travers. Et comment ça s'appelle ça?

- L'alvéole.

De passer au travers? Vous ne vous en souvenez pas? Non? La diffusion.

Pourquoi, vous pensez que j'ai apporté de l'importance à la couleur de globule rouge que vous avez pris?

- Bien pour savoir qu'est-ce qu'on faisait?
- Parce qu'il y a deux sortes de sang : le sang rouge foncé, qui est bleu dans le fond, et le rouge pâle. Oh! On a fait une erreur! Est-ce qu'on était la bonne couleur?

Vous autres vous étiez l'oxygène?

- Oui.
- Est-ce qu'on était rouge? Est-ce qu'on était la bonne couleur?
- Bien oui. Oui, parce que le CO₂, elle a dit que c'était plus foncé, que le sang était plus foncé.
- Ha! C'est vrai. Ça, c'est l'oxygène. Je ne sais pas pourquoi...

Pourquoi est-il plus foncé?

- Parce qu'il n'y a pas d'oxygène.
- CO₂.

L'oxygène, qu'est-ce qu'il fait?

- Il pâlit?

Le sais-tu?

- Non.

L'oxygène, lorsqu'il va se lier au globule rouge, il va donner une couleur rouge et lorsqu'il n'y a pas d'oxygène, le globule est plus foncé. OK? C'est l'absence d'oxygène qui va faire qu'il va être bleu foncé et la présence d'oxygène qui va donner la couleur rouge au globule.

Et ta position par rapport au globule rouge. Pourquoi ai-je accordé de l'importance à ça?

- Pour choisir où l'on allait. Pour savoir...

Quand tu étais ici, tu prends ton globule, est-ce que tu te mets dessus ou à côté?

- Parce que l'oxygène est dedans.

OK. Et le CO₂, il est où?

- À l'extérieur.

À l'extérieur, dans le...

- Plasma.

Dans le plasma. Excellent!

Alors, là est-ce que vous sentez que ça fait plus de sens dans votre tête?

- Oui.
- Oui.

Je vais prendre le temps de vous corriger. La discussion est finie. Merci beaucoup!

ANNEXE H

EXEMPLAIRE DES DEUX VERSIONS DE L'EXAMEN

Version 1 – Parcours de l'oxygène

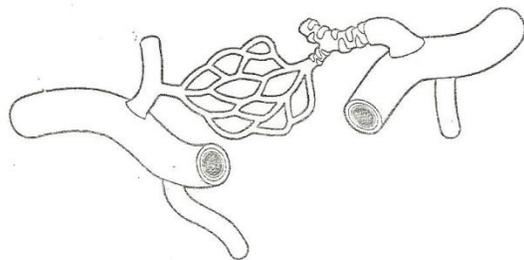
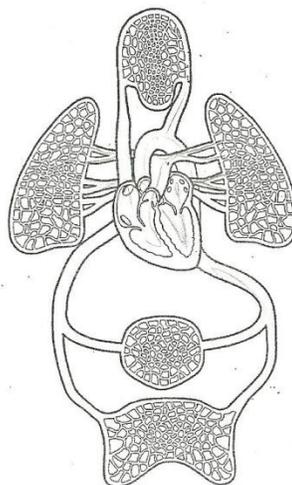
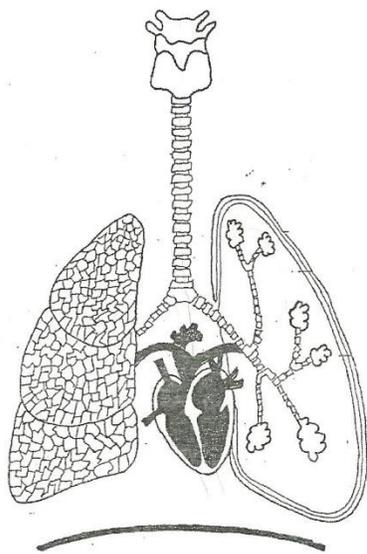
Évaluation module 4 Les réseaux de transport

1. Décris et explique le trajet d'une molécule d'oxygène (O_2) dans ton corps. Celle-ci commence son parcours dans l'une de tes narines. Elle voyage jusqu'à son arrivée dans une cellule de ton gros orteil.

Il est essentiel que cette molécule d'oxygène puisse se retrouver dans une cellule pour participer au processus de la respiration cellulaire et te procurer de l'énergie. Aide-le à s'y rendre !

Voici une liste des concepts que tu dois utiliser pour atteindre ton but.

- Voies respiratoires et poumons
- Composition de l'air
- Échanges avec les capillaires
- Mécanisme respiratoire
- Circulation sanguine
- Constituants du sang impliqué dans le transport
- Les concepts présentés dans la question ne sont pas nécessairement dans l'ordre.
- Respiration cellulaire = combustion cellulaire
- Les schémas peuvent vous aider à construire votre réponse. Vous pouvez les identifier si vous le désirez.
- Utilisez le verso de cette feuille pour faire votre plan.
Numérotez dans l'ordre les concepts à utiliser et donnez une brève description de ceux-ci.
- Dans votre texte final, surlignez les mots clés.



Version 2 – Parcours du CO₂Évaluation module 4
Les réseaux de transport

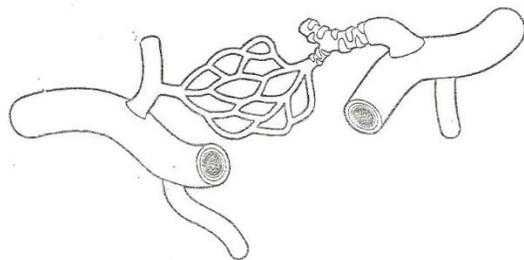
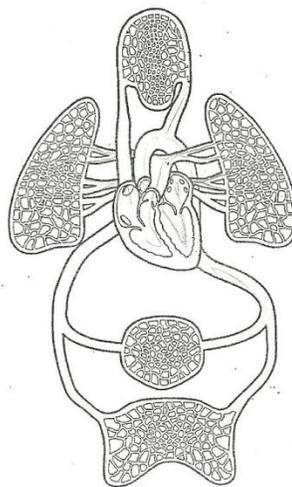
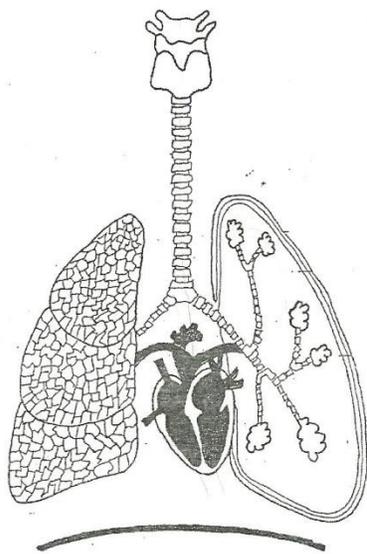
1. Décris et explique le trajet d'une molécule de **dioxyde de Carbone** (CO₂) dans ton corps. Celle-ci a été produite dans une cellule de ton gros orteil suite au processus de respiration cellulaire pour te procurer de l'énergie.

La molécule de **dioxyde de carbonique** commence son parcours lorsqu'elle traverse la membrane de ta cellule. Son voyage se poursuit jusqu'à son expulsion du corps.

Il est essentiel d'évacuer hors de ton organisme ce déchet, car tu pourrais t'empoisonner. Aide-le à trouver la sortie !

Voici une liste des concepts que tu dois utiliser pour atteindre ton but.

- Voies respiratoires et poumons
- Composition de l'air
- Échanges avec les capillaires
- Mécanisme respiratoire
- Circulation sanguine
- Constituants du sang impliqué dans le transport
- Les concepts présentés dans la question ne sont pas nécessairement dans l'ordre.
- Respiration cellulaire = combustion cellulaire
- Les schémas peuvent vous aider à construire votre réponse. Vous pouvez les identifier si vous le désirez.
- Utilisez le verso de cette feuille pour faire votre plan.
Numérotez dans l'ordre les concepts à utiliser et donnez une brève description de ceux-ci.
- Dans votre texte final, surlignez les mots clés.



ANNEXE I
BARÈME DE CORRECTION DE L'EXAMEN

Version 1 – Parcours de l'oxygène

Nom : _____

Oxygène

/6	Concept dans l'ordre
/6	Composition de l'air La molécule de CO ₂ va rejoindre l'air N ₂ = 78% O ₂ = 21% CO ₂ = 0,03%
/10	Mécanisme respiratoire Les muscles intercostaux se contractent Les cotes montent Le diaphragme descend La pression dans les poumons diminue L'air sort
/15	Voies respiratoires Narine- poil – filtration – fausse nasale – mucus – humidification - vascularisation- réchauffement – cils – filtration- pharynx – larynx – trachée – cil et mucus – Bronche – cils et mucus – Bronchioles – cils – sacs alvéolaires - alvéole
/4	Échange avec les capillaires Diffusion, passage du O ₂ de l'alvéole vers le capillaire Du plus conc. Vers le moins conc.
/2	Constituant du sang impliqué Le globule rouge capte l'oxygène
/9	Circulation sanguine Capillaire – artériole – veine de calibre moyen – veine pulmonaire – oreillette gauche – ventricule gauche – aorte – artère de calibre moyen – artériole – capillaire
/3	Extra
/55	total

Version 2 – Parcours du CO₂

Nom : _____

Dioxyde de Carbone

/6	Concept dans l'ordre
/6	Constituant du sang impliqué Le dioxyde de carbone est dissous dans le plasma
/10	Circulation sanguine Capillaire – veinule – veine de calibre moyen – veine cave inférieure – oreillette droite – ventricule droit – artère pulmonaire – artère de calibre moyen – artériole – capillaire
/4	Échange avec les capillaires Diffusion, passage du CO ₂ du plasma vers l'alvéole Du plus conc. Vers le moins conc.
/10	Mécanisme respiratoire Les muscles intercostaux se relâchent Les cotes descendent Le diaphragme remonte La pression dans les poumons augmente L'air sort
/8	Voies respiratoires Alvéole - Sac alvéolaire - Bronchiole Bronche - Trachée - Larynx Pharynx (Bouche ou fosses nasales, nez)
/6	Composition de l'air La molécule de CO ₂ va rejoindre l'air N ₂ = 78% O ₂ = 21% CO ₂ = 0,03%
/5	extra
/55	total

ANNEXE J
EXEMPLAIRE DE LA LETTRE DE CONSENTEMENT PRÉSENTÉE
AUX ÉLÈVES¹⁸

La Faculté d'éducation



 UNIVERSITÉ DE
SHERBROOKE
www.Usherbrooke.ca/education

Invitation à participer à un projet de recherche

**LES IMPACTS D'UNE SITUATION D'APPRENTISSAGE FAVORISANT L'INTÉGRATION DES
CONNAISSANCES DANS LE CADRE DU COURS DE SCIENCES ET DE TECHNOLOGIES CHEZ DES
ÉLÈVES DU SECONDAIRE**

Responsable : Julie Lachance-Brassard, finissante au programme de MES-profil des Sciences et des technologies. Université de Sherbrooke
Projet de recherche réalisé dans le cadre du cours PRS 802 : Essai

Chère élève, cher élève,

Grâce à ce document, nous te demandons de participer à la recherche nommée ci-dessus. Cette recherche vise à évaluer les impacts d'une situation d'apprentissage (SA) qui devrait favoriser l'intégration des connaissances dans le cadre du cours de Sciences et de technologies en première année du deuxième cycle du secondaire.

En quoi consiste le projet de recherche?

En collaboration avec ton enseignante ou ton enseignant de Sciences et de technologies, des activités pédagogiques particulières seront menées en classe au cours de l'année 2011-2012. Ces activités correspondent aux exigences du nouveau programme de l'école québécoise et s'inscrivent dans le contexte normal de la classe. Le déroulement des activités et leur effet sur l'apprentissage seront observés par la responsable, Julie Lachance-Brassard. Ces activités seront documentées et 4 discussions de groupe seront enregistrées afin de permettre une analyse complète des impacts de la situation d'apprentissage.

Qu'est-ce que tu auras à faire?

Pour cette recherche, il y aura des groupes témoins et des groupes expérimentaux. **Tu ne sauras pas dans quel groupe tu fais partie.** Cependant, voici ce que tu pourrais faire : **répondre à des questionnaires, participer à des activités pédagogiques en lien avec les notions aux programmes et donner ton opinion lors de discussions de groupe enregistrées.** Ces discussions de groupes **ne sont pas obligatoires** pour la personne qui désire participer à l'étude. C'est quelque chose de plus que le participant peut faire selon ce qu'il désire. Ces discussions seront enregistrées grâce à un magnétophone dans le but d'en favoriser l'analyse uniquement.

De plus, en participant à l'étude, tu autorises la responsable du projet, Julie Lachance-Brassard, à **consulter tes renseignements académiques amassés dans le cours de sciences et de technologies.** Ces informations permettront de tirer une conclusion plus pertinente par rapport aux résultats de la recherche.

Si tu ne veux pas participer au projet de recherche, tu feras quand même les activités pédagogiques habituelles orchestrées par ton enseignante ou ton enseignant. Tes renseignements académiques ne seront pas consultés par la responsable du projet. Tu ne répondras pas aux questionnaires, tu ne participeras pas aux activités pédagogiques propres à l'étude et tu ne participeras pas non plus aux discussions de groupe enregistrées.

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

Il n'y a pas de risques associés à la participation à ce projet. Tu ne seras pas jugé pour ta compétence en sciences et technologies. Aussi, le temps investi dans la situation d'apprentissage n'affectera pas le temps d'enseignement prévu avec ton enseignante ou ton enseignant de Sciences et de technologies. En effet, les activités pédagogiques de l'étude se dérouleront seulement pendant les périodes d'exercices. La contribution à l'avancement des connaissances au sujet de l'intégration des connaissances et l'étude des conditions favorables à l'implantation de la nouvelle réforme au secondaire sont les bénéfices directs prévus. Dans les bénéfices possibles, il se peut aussi que les activités proposées t'aident à mieux comprendre les sciences et les technologies. Aucune compensation d'ordre monétaire n'est accordée.

Qu'est-ce que la responsable fera avec les enregistrements et documents obtenus dans ce projet?

Les données recueillies par cette étude sont entièrement confidentielles et ne pourront en aucun cas mener à ton identification. Les données recueillies (enregistrements, questionnaires de la situation d'apprentissage, notes du chercheur, renseignements du dossier académique de l'enfant) seront conservées sous la responsabilité de Julie Lachance-Brassard. Seuls la responsable du projet, ton enseignante ou ton enseignant et les responsables du cours PRS 802 auront accès aux données. Les autres membres du personnel de l'école n'y auront pas accès. Les enregistrements et les renseignements tirés de ton dossier académique seront détruits au plus tard un an après la fin du projet. Les résultats du projet seront présentés à l'équipe d'évaluation de l'essai. Les résultats généraux seront aussi présentés au personnel de l'école.

Est-il obligatoire de participer?

Tu es totalement libre de participer ou non à cette étude. De plus, ta décision de participer ou non à cette étude n'affectera en rien les services reçus. Ta participation nous aidera à mieux comprendre les impacts d'une situation d'apprentissage (SA) qui devrait favoriser l'intégration des connaissances dans le cadre du cours de Sciences et de technologies en première année du deuxième cycle du secondaire et ainsi de proposer des pistes d'amélioration de l'enseignement des Sciences et des technologies.

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

Ce projet a été revu et approuvé par le directeur du projet de recherche, Jacques Tardif, et ton enseignante ou ton enseignant. Cette démarche vise à assurer la protection des participantes et participants.

ANNEXE K

EXEMPLAIRE DU DÉPLIANT EXPLICATIF DE L'ÉTUDE À L'INTENTION DES PARENTS DES ÉLÈVES¹⁹

Madame, Monsieur,

La présente est pour vous informer que nous avons invité votre enfant à participer à la recherche en titre. L'objectif de ce projet de recherche est d'évaluer les impacts d'une situation d'apprentissage (SA) qui devrait favoriser l'intégration des connaissances dans le cadre du cours de Sciences et de technologies en première année du deuxième cycle du secondaire.

En quoi consiste la participation au projet?

En collaboration avec l'enseignant de Sciences et de technologies de votre enfant, M. Marc Gagnon, des activités pédagogiques particulières seront menées en classe au cours de l'année 2011-2012. Ces activités sont en cohérence avec le nouveau programme de l'école québécoise et s'inscrivent dans le contexte normal de la classe. Le déroulement des activités et leur effet sur l'apprentissage seront observés par l'étudiante, Julie Lachance-Brassard. Ces activités seront documentées et 4 discussions de groupe seront enregistrées afin de permettre une analyse complète des impacts de la situation d'apprentissage.

Qu'est-ce que mon enfant aura à faire?

Si votre enfant fait partie des **groupes témoins**, il sera simplement invité à **participer à ses activités en classe, comme à l'habitude**. Si votre enfant a accepté de participer au projet de recherche, la seule différence sera que la responsable du projet, Julie Lachance-Brassard, aura **accès aux renseignements du dossier académique** de votre enfant à des fins d'analyse.

Si votre enfant fait partie des **groupes expérimentaux**, il sera invité à **participer à la situation d'apprentissage à l'étude en plus de participer à ses activités habituelles de classe**. La responsable du projet, Julie Lachance-Brassard, aura **accès aux renseignements du dossier académique** de votre enfant à des fins d'analyse. La situation d'apprentissage (SA) se déroulera en deux parties : la première est une activité d'introduction d'environ 15 minutes et la deuxième est une tâche complexe d'une durée de 30 minutes.

La participation aux discussions de groupe enregistrées **n'est pas obligatoire avec la participation à l'étude**. Sur une base volontaire, les participants seront invités à échanger leurs commentaires à 4 moments durant la tenue de la recherche. **Ces discussions seront enregistrées à l'aide d'un magnétophone uniquement dans le but d'en faciliter l'analyse**.

Si votre enfant **ne participe pas au projet de recherche**, il prendra quand même part aux activités pédagogiques habituelles, mais les renseignements académiques le concernant **ne seront pas** consultés par la responsable du projet. Votre enfant **ne participera pas** à la situation d'apprentissage à l'étude et il **ne participera pas** non plus aux discussions de groupe enregistrées.

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

Il n'y a **pas de risques** associés à la participation de votre enfant à ce projet. Votre enfant **ne sera pas** jugé pour sa compétence en sciences et technologies. Aussi, le temps investi dans la situation d'apprentissage **n'affectera pas** le temps d'enseignement prévu avec l'enseignant de Sciences et de technologies de votre enfant, M. Marc Gagnon. En effet, la SA se déroulera seulement pendant les périodes d'exercices. La contribution à l'avancement des connaissances au sujet de l'intégration des connaissances et l'étude des conditions favorables à l'implantation de la nouvelle réforme au secondaire sont les bénéfices directs prévus. Dans les bénéfices possibles, il se peut aussi que les activités proposées aident votre enfant à mieux comprendre les sciences et les technologies. Aucune compensation d'ordre monétaire n'est accordée.

Qu'est-ce que l'étudiante fera avec les enregistrements et documents obtenus dans ce projet?

Les données recueillies par cette étude sont entièrement **confidentielles** et ne pourront en aucun cas mener à l'identification de votre enfant. Les données recueillies (enregistrements, questionnaires de la situation d'apprentissage, notes du chercheur, renseignements du dossier académique de l'enfant) seront conservées sous la responsabilité de Julie Lachance-Brassard. **Seuls l'étudiante, l'enseignant de votre enfant et l'équipe d'évaluation du cours PRS 802 auront accès aux données**. Les autres membres du personnel de l'école n'y auront pas accès. Les enregistrements et les renseignements tirés du dossier de votre enfant seront détruits au plus tard un an après la fin du projet. Les résultats du projet seront présentés à l'équipe d'évaluation de l'essai. Les résultats généraux seront aussi présentés au personnel de l'école.

Mon enfant est-il obligé de participer?

Votre enfant est totalement **libre de participer ou non à cette étude**. De plus, sa décision de participer ou non à cette étude n'affectera en rien les services reçus. Sa participation nous aidera à mieux comprendre les impacts d'une situation d'apprentissage (SA) qui devrait favoriser l'intégration des connaissances dans le cadre du cours de Sciences et de technologies en première année du deuxième cycle du secondaire et ainsi de proposer des pistes d'amélioration de l'enseignement des Sciences et des technologies.

¹⁹ Ce dépliant fait mention de groupes témoins et de groupes expérimentaux. À la base, la recherche était construite en ce sens. Cependant, certains résultats et leurs réflexions nous ont obligés à réorienter notre titre. C'est pourquoi nous les avons ôtés dans la présente version de l'essai.

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

Ce projet a été revu et approuvé par le directeur du projet de recherche, Jacques Tardif, et l'enseignant de votre enfant. Cette démarche vise à assurer la **protection des participantes et participants**.

Si vous avez des questions concernant ce projet de recherche, n'hésitez pas à communiquer avec :

- La personne responsable du projet de recherche :
Julie Lachance-Brassard
Julie.Lachance-Brassard@USherbrooke.ca
- L'enseignant de Sciences et de technologies :
Marc Gagnon
Tél. au travail : (819) 822-5388 poste 11694

Julie Lachance-Brassard
MESQ, Faculté d'éducation.
Université de Sherbrooke

M. Marc Gagnon
Enseignant de
Sciences et de technologies

Ce projet a été revu et approuvé par le comité d'éthique de la recherche Éducation et sciences sociales, de l'Université de Sherbrooke. Cette démarche vise à assurer la protection des participantes et participants. Si vous avez des questions sur les aspects éthiques de ce projet (consentement à participer, confidentialité, etc.), n'hésitez pas à communiquer avec M. Eric Yergeau, président de ce comité, par l'intermédiaire de son secrétariat au numéro suivant : 819-821-8000 poste 62644, ou par courriel à : ethique.ess@usherbrooke.ca.



Information quant à la participation de votre enfant à un projet de recherche en enseignement

Les impacts d'une situation d'apprentissage favorisant l'intégration des connaissances dans le cadre du cours de sciences et de technologies chez des élèves du secondaire

Projet de recherche réalisé dans le cadre du cours PRS 802 : Essai

Julie Lachance-Brassard

Julie.Lachance-Brassard@USherbrooke.ca

Étudiante à la maîtrise en enseignement au secondaire
Faculté d'enseignement, Université de Sherbrooke

Jacques Tardif

Directeur du projet de recherche
Faculté d'enseignement, Université de Sherbrooke



ANNEXE L

EXEMPLAIRE DE LA CARTE DE PARCOURS D'UN ÉLÈVE AINSI QUE DE SA CORRECTION

Carte du parcours

Liste des lieux			
<ul style="list-style-type: none"> - muscle - bronche - ventricule droit 	<ul style="list-style-type: none"> - pharynx - estomac - fosses nasales 	<ul style="list-style-type: none"> - œsophage - ventricule gauche - bronche 	<ul style="list-style-type: none"> - oreillette droite - oreillette gauche - alvéole
Postes de contrôle			
Oxygène (O ₂)	Collant	Gaz carbonique (CO ₂)	Collant
Départ. _____		Départ. <u>Muscle</u> <i>B</i>	
2. _____		2. <u>Oreillette droite</u>	
3. _____		3. <u>Oreillette gauche</u>	
4. _____		4. <u>Alvéole</u> <i>B</i>	
5. _____		5. Oesophage	
6. _____		6. <u>Pharynx</u> <i>B</i>	
7. _____		7. <u>Bouche</u>	

Section bonus	Globule rouge		<input checked="" type="checkbox"/>		Lorsque tu étais une molécule d'oxygène, où t'es-tu débarrassé de la poussière? <u>§ Fosses nasales</u>
			O ₂	CO ₂	
	Lequel as-tu choisi?	rouge	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	bleu	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
Où étais-tu par rapport à lui?	intérieur	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
	extérieur	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		

VOICI CE QUE JE SAIS MAINTENANT...

Dans cette section, tu recevras tout d'abord ton pointage du parcours. Par la suite, tu seras invité à retourner en classe pour répondre à quelques questions sur tes connaissances actuelles du système circulo-respiratoire.

Grille d'appréciation de la maîtrise des connaissances

Critères d'évaluation		Parcours	Parcours
		O ₂	CO ₂
Le choix des lieux	L'élève a choisi tous les bons lieux parmi la liste offerte.	5	5
	L'élève a fait une erreur mineure dans son choix de lieux.	3	3
	L'élève a fait une erreur majeure ou plus d'une erreur dans son choix de lieux.	1	1
L'ordre des lieux	L'élève a placé tous les bons lieux dans le bon ordre.	5	5
	L'élève a inversé 2 lieux.	3	3
	L'élève a inversé plus de 2 lieux.	1	1
Total		6 /10	/10
L'élève a choisi la bonne couleur de globule rouge	Oui	2	2
	Non	0	0
L'élève s'est placé au bon endroit par rapport au globule rouge	Oui	1	1
	Non	0	0
L'élève a laissé la poussière au bon endroit	Oui	2	2
	Non	0	0
Total + Bonus		11 /10	/10

ANNEXE M

LISTE DES CONCEPTS SCIENTIFIQUES PRESCRITS PAR LE MELS AU SUJET DES SYSTÈMES RESPIRATOIRE ET CIRCULATOIRE POUR LA PREMIÈRE ANNÉE DU DEUXIÈME CYCLE DU SECONDAIRE

Orientations (Suite)	Concepts prescrits (Suite)
Systèmes – Fonction de nutrition (Suite)	
<p><i>Systèmes circulatoire et respiratoire</i></p> <p>Pour accomplir leurs activités métaboliques, les cellules de l'organisme humain ont besoin d'un apport constant en oxygène et d'une élimination adéquate du dioxyde de carbone. Les systèmes de transport (respiratoire, circulatoire et lymphatique), qui permettent les échanges entre les organes et les cellules, sont essentiels au maintien de la vie.</p> <p>Le système respiratoire assure l'apport en oxygène et l'élimination du dioxyde de carbone, tandis que l'échange d'oxygène et de dioxyde de carbone assure la respiration cellulaire. La circulation sanguine permet ces échanges en empruntant diverses voies et divers types de vaisseaux alors que les constituants du sang jouent un rôle important dans le transfert de diverses substances à l'organisme.</p> <p>Le système immunitaire rend possible la défense de l'organisme humain contre des virus, des bactéries et d'autres menaces extracellulaires. L'immunité active peut être acquise naturellement (production d'anticorps) ou artificiellement (vaccination). Les troubles du système immunitaire peuvent causer des maladies comme les allergies et l'immunodéficience.</p>	<ul style="list-style-type: none">– Système respiratoire (fosses nasales, pharynx, trachée, bronches, poumons)– Fonctions des constituants du sang (plasma, éléments figurés)– Compatibilité des groupes sanguins– Système circulatoire (voies de circulation, types de vaisseaux)– Système lymphatique (lymphe, anticorps)

Gouvernement du Québec (2007). *Programme de formation de l'école québécoise Enseignement secondaire, deuxième cycle*. Québec : Ministère de l'Éducation.