

Université de Montréal

**Influence des simulateurs associés à un exerciceur sur la
motivation des élèves de 3^e en apprentissage des sciences
physiques : cas d'un lycée rural camerounais**

Par

Yannick Stéphane NLEME ZE

Département d'andragogie et de psychopédagogie
Faculté des sciences de l'Éducation

Mémoire présenté à la Faculté des études supérieures
en vue de l'obtention du grade de Maître (M.A)
en sciences de l'éducation
option psychopédagogie

Septembre 2016

© Yannick Stéphane NLEME ZE, 2016

Résumé

L'usage des simulateurs associés à un exerciceur a-t-il une influence sur la motivation des élèves du secondaire à apprendre les sciences physiques ? Si oui, comment et pourquoi ? Pour répondre à cette question, notre étude multi-cas a été menée de manière interactive entre le chercheur, dix élèves de la classe de 3e d'un lycée rural camerounais, et leur enseignante. Les dix élèves, regroupés par affinité en binômes pour former cinq cas, ont suivi des apprentissages de sciences physiques via des simulateurs associés à l'exerciceur HOT POTATOES 6, pendant seize séances de deux heures. En référence au cadre théorique, nous avons recouru à l'analyse puis interprétation des indices de la motivation de Viau (1994), en l'occurrence, le *choix d'investissement* des élèves dans ces activités d'apprentissage, leur *persévérance* et *engagement cognitif*.

Les données ont été colligées par des observations directes des sujets de recherche, quatre journaux de bord tenus par ceux-ci, cinq entretiens approfondis de groupes de deux élèves, et un entretien individuel avec l'enseignante. Ces données ont révélé trois faits relatifs aux activités d'apprentissage intégrant les simulateurs associés à l'exerciceur en sciences physiques chez 80% de sujets de recherche : 1) ils y participent volontiers ; 2) ils consacrent le temps nécessaire à la réalisation des apprentissages et à la compréhension des concepts et de leurs erreurs ; 3) ils privilégient les stratégies autorégulatrices d'apprentissage (stratégies métacognitives, de gestion et motivationnelles) et délaissent les stratégies de mémorisations. Par ailleurs, la discussion a permis d'étayer le processus ayant conduit à l'amélioration de la motivation. Enfin, seize raisons pour lesquelles ces applications informatiques ont amélioré la motivation des élèves ont été explicitées.

Mots clés : Simulateurs ; exerciceur ; sciences physiques ; motivation ; intégration pédagogique ; persévérance ; engagement cognitif ; engagement comportemental ; choix d'investissement.

Abstract

Can the use of stimulators associated to an exerciser influence the motivation of high school students to learn physics? If so, how and why? The target population that helped us to give an efficient answer to the abovementioned questions was made up of ten students of form four (troisième in the francophone subsystem in Cameroon), interacting with the researcher and their female teacher in rural area.

The students were grouped in pairs to form affinity with the exerciser HOT POTATOES 6 and simulators for sixteen sessions, two hours each.

Referring to the theoretical framework, we used the analysis and interpretation of indices as proposed by VIAU (1994) namely students' investment choice in learning situation, their perseverance, and their cognitive engagement.

Data were collected through direct observation of research subjects, four logs bound by these, five in-depth interviews of groups of two students and a personal interview with the teacher. These data revealed three facts in physics learning using stimulators associated with the exerciser in 80% of the students:

- 1- They are willing to participate;
- 2- They commit time it takes to achieve the learning and the understanding of concepts;
- 3- They favour self regulation in learning strategies (metacognitive strategies, management and interactional); on the contrary, they tend to abandon memorization strategies.

Furthermore, the discussion helped to support the leading process aiming at improving motivation. Finally, sixteen reasons why these computer programmes have improved students' motivation were explained.

Keywords : Simulators; exerciser; physical science; motivation; educational integration; perseverance; cognitive engagement; behavioural commitment; choice of investment.

TABLE DES MATIÈRES

Résumé.....	ii
Abstract.....	iii
Liste des figures.....	vii
Liste des tableaux.....	viii
Liste des sigles et abréviations.....	ix
Remerciements.....	x
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE I : PROBLÉMATIQUE.....	3
1.1. Motivation à l'apprentissage des sciences physiques.....	3
1.1.1. Motivation scolaire, gage de réussite scolaire.....	3
1.1.2. Attitude des élèves envers les sciences physiques.....	5
1.2. Contexte camerounais et motivation à l'apprentissage des sciences physiques.....	6
1.2.1. Motivation des élèves en sciences physiques et émergence du Cameroun.....	6
1.2.2. Situation motivationnelle des élèves en sciences physiques dans un lycée camerounais : cas du lycée d'Elat.....	9
1.3. TIC et motivation à l'apprentissage des sciences physiques en contexte camerounais.....	12
1.3.1. Motivation scolaire par les TIC en contexte camerounais.....	13
1.3.2. Simulateurs et exerciceur, des TIC pour motiver à apprendre les sciences physiques ?.....	16
1.4. But, question principale et pertinences de la recherche.....	17
CHAPITRE II : CADRE THÉORIQUE.....	19
2.1. Apprentissage des sciences physiques.....	20
2.1.1. Définition du concept d'apprentissage.....	20
2.1.2. Modèle SOMA et réussite de l'apprentissage en sciences physiques.....	20
2.1.3. Triangle pédagogique et réussite de l'apprentissage.....	23
2.2. Intégration pédagogique des TIC (simulateurs et exerciceurs) et apprentissage des sciences physiques.....	25
2.2.1. Intégration pédagogique des simulateurs et exerciceurs en sciences physiques.....	25
2.2.2. Simulateurs, principes d'apprentissage et courants pédagogiques.....	26
2.2.3. Logiciels-exerciceurs, principes d'apprentissage et courants pédagogiques.....	27
2.3. Enseignant et motivation des élèves en apprentissage des sciences physiques via les TIC.....	30
2.3.1. Élucidation du concept de motivation scolaire.....	30
2.3.2. Enseignant et déterminants de la motivation.....	31

2.3.3.	Observation des indicateurs de la motivation	36
2.4.	Questions et objectifs de recherche	42
CHAPITRE III : MÉTHODOLOGIE		43
3.1.	Type et méthode de recherche	43
3.1.1.	Type de recherche : Une recherche qualitative/interprétative.....	43
3.1.2.	Méthode de recherche : Une étude multi-cas	45
3.2.	Échantillonnage ou préparation de la recherche	47
3.2.1.	Sélection des cas	47
3.2.2.	Choix de l'exerciseur et des simulateurs utilisés	49
3.2.3.	Préalables à la collecte des données	51
3.3.	Méthodes et outils de collecte des données	52
3.3.1.	Observations directes	52
3.3.2.	Journal de bord des élèves	55
3.3.3.	Entrevues de groupes et entrevue individuelle	56
3.4.	Traitement et analyse des données qualitatives	58
3.4.1.	Démarche adoptée	58
3.4.2.	Validité et fidélité de l'analyse	60
3.5.	Synthèse du devis méthodologique	60
3.6.	Limites d'une collecte des données qualitatives et contraintes du milieu.....	62
3.6.1.	Limites d'une collecte des données qualitatives	62
3.6.2.	Contingences du milieu	63
CHAPITRE IV : RÉSULTATS.....		65
4.1.	Présentation et analyse des résultats.....	65
4.1.1.	Première catégorie thématique : choix d'investissement des élèves dans les tâches d'apprentissage suite à l'intégration des simulateurs couplés à un exerciseur.....	65
4.1.1.1.	Cas n° 1 (E1 et E2)	65
4.1.1.2.	Cas n° 2 (E3 et E4)	67
4.1.1.3.	Cas n° 3 (E5 et E6)	69
4.1.1.4.	Cas n° 4 (E7 et E8)	70
4.1.1.5.	Cas n° 5 (E9 et E10)	71
4.1.1.6.	Réponse à la 1 ^{ère} sous question : Les élèves changent-ils leurs choix de s'investir dans les tâches d'apprentissage suite à l'intégration des simulateurs couplés à un exerciseur ?.....	72
4.1.2.	Deuxième catégorie thématique : Persévérance des élèves dans les tâches d'apprentissage suite à l'intégration des simulateurs couplés à un exerciseur.....	73

4.1.2.1.	Cas n° 1 (E1 et E2)	73
4.1.2.2.	Cas n° 2 (E3 et E4)	75
4.1.2.3.	Cas n° 3 (E5 et E6)	76
4.1.2.4.	Cas n° 4 (E7 et E8)	77
4.1.2.5.	Cas n° 5 (E9 et E10)	78
4.1.2.6.	Réponse à la 2 ^{ème} sous question : la persévérance des élèves dans les activités d'apprentissage est-elle modifiée suite à l'intégration des simulateurs couplés à un exerciceur ?	79
4.1.3.	Troisième catégorie thématique : Engagement cognitif des élèves dans les tâches d'apprentissage suite à l'intégration des simulateurs couplés à un exerciceur.....	80
4.1.3.1.	Cas n° 1 (E1 et E2)	80
4.1.3.2.	Cas n° 2 (E3 et E4)	82
4.1.3.3.	Cas n° 3 (E5 et E6)	83
4.1.3.4.	Cas n° 4 (E7 et E8)	85
4.1.3.5.	Cas n° 5 (E9 et E10)	86
4.1.3.6.	Réponse à la 3 ^{ème} sous question : l'engagement cognitif des élèves dans les activités d'apprentissage est-elle modifiée suite à l'intégration des simulateurs couplés à un exerciceur ?	87
4.2.	Discussion des résultats.....	88
4.2.1.	Valeur accordée aux activités d'apprentissage menées.....	88
4.2.2.	Activités d'apprentissage menées, compétences à acquérir et à utiliser les connaissances	90
4.2.3.	Activités d'apprentissage menées et contrôlabilité	91
4.2.4.	Activités d'apprentissage menées et flux de Csikszentmihalyi (1975)	92
4.2.5.	Simulateurs associés à l'exerciceur et effectivité des apprentissages	93
4.2.6.	Réponse à la question de recherche.....	95
CONCLUSION GÉNÉRALE		98
Synthèse des trois premiers chapitres		98
Synthèse des résultats		101
Forces et limites méthodologiques de la recherche.....		103
Perspectives de recherches futures		104
RÉFÉRENCES.....		105
ANNEXES		116
Appendice 1 : Demande d'autorisation d'effectuer une recherche auprès des élèves		116
Appendice 2 : Formulaire de consentement pour les parents		117
Appendice 3 : Fiche collective d'inscription définitive des participants à la recherche.....		120
Appendice 4 : Grille d'observation des comportements liés à la motivation des élèves dans des activités d'apprentissage		121

Liste des figures

Figure 1: Reconstitution de la situation motivationnelle des élèves en sciences physiques au lycée d'État.....	10
Figure 2: Illustration de la situation pédagogique « SOMA » selon Legendre (1993, p.1168)	21
Figure 3: Le triangle pédagogique de Houssaye (1988, p.41)	23
Figure 4: Modèle de la motivation en contexte scolaire de Viau (1997, p. 32).....	31

Liste des tableaux

Tableau 1: Motivation et rendement de quelques classes en physique et chimie d'après les bilans annuels des conseils d'enseignement du département de PCT (Physique, Chimie, Technologie) de 2010 à 2013.....	9
Tableau 2: Critères d'une recherche interprétative selon Bogdan et Biklen (1992) et caractéristiques de la présente recherche.....	44
Tableau 3: Liens entre les caractéristiques de l'étude de cas selon Merriam (2002) et la présente étude.....	46
Tableau 4: Simulateurs intégrés dans l'apprentissage de la physique et chimie dans les classes de 3ème.....	50
Tableau 5: Principales étapes de l'analyse de contenu des données qualitatives dans la présente étude.....	59
Tableau 6: Synthèse du devis méthodologique.....	61
Tableau 7: Récapitulatif des modifications du choix de participation des sujets aux activités d'apprentissage des sciences physiques suite à l'intégration des simulateurs couplés à un exerciceur.....	72
Tableau 8: Récapitulatif des modifications de la persévérance des sujets aux activités d'apprentissage des sciences physiques suite à l'intégration des simulateurs couplés à un exerciceur.....	79
Tableau 9: Récapitulatif des modifications de l'engagement cognitif des sujets aux activités d'apprentissage des sciences physiques suite à l'intégration des simulateurs couplés à un exerciceur.....	87

Liste des sigles et abréviations

APEE : Association des Parents d'Élèves et des Enseignants.

BAD : Banque Africaine de Développement.

B.R.I.C.S : Brésil, Russie, Inde, Chine, Afrique du Sud.

DANE : Délégation Académique au Numérique Éducatif.

DSCE : Document de Stratégie pour la Croissance et l'Emploi.

ENS : École Normale Supérieure.

GRIP : Groupe de Recherche en Insertion Professionnelle.

MINESEC : Ministère des Enseignements Secondaires.

MINEPAT : Ministère de l'Économie et de l'Aménagement du Territoire.

ROCARE: Réseau Ouest et Centre Africain pour la Recherche en Éducation.

SDT: Self-Determination Theory.

SOMA: Sujet-Objet-Milieu-Apprenant.

TIC : Technologies de l'Information et de la Communication.

TICE : Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Éducation.

TD : Travaux dirigés.

PCT : Physique, Chimie et Technologie.

UNESCO: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

Remerciements

À vous tous qui m'avez soutenu...

J'aimerais remercier tous ceux qui ont contribué à la réalisation de cette étude, et particulièrement les élèves de la classe 3^e, sans le concours desquels cette recherche n'aurait pu être réalisée.

Je remercie tout particulièrement Thierry Karsenti, Michel Lepage et Bruno Poellhuber, mes directeurs de recherche, pour leur dévouement et leurs qualités qui m'ont permis de compléter ma Maîtrise tout en créant en moi, un fort intérêt pour la recherche en éducation. Sans votre encadrement, je n'aurais jamais pu parachever mon mémoire.

Je tiens à remercier Salomon Tchameni Ngamo, Tuteur du Master TICEF, pour sa promptitude, ses conseils et ses encouragements soutenus durant toute ma formation.

Enfin, je dois remercier chaleureusement Colette Mvoto Meyong, qui a bien voulu accorder son temps pour lire et apporter des suggestions à ce travail, en sa qualité d'examineur externe.

Note: l'utilisation du masculin a été choisie pour faciliter la lecture. Son usage n'est pas discriminatoire.

INTRODUCTION

Né dans les années 1980, le concept de pays émergents est, d'après *Alternatives Économiques* (1997, n°151), relatif aux pays caractérisés par :

...un accroissement significatif de leur revenu par habitant et, de ce fait, leur part dans le revenu mondial est en forte progression. [...] ils s'intègrent rapidement à l'économie mondiale d'un point de vue commercial (en développant leur secteur exportateur) et financier (en ouvrant leurs marchés financiers aux capitaux extérieurs).

C'est le cas du Brésil, de la Russie, de l'Inde, de la Chine et de l'Afrique de Sud, constituant le groupe appelé BRICS. L'émergence économique de ces pays a incité des pays africains, à l'instar du Cameroun, à se fixer comme objectif stratégique d'être des pays émergents (Mbaloula, 2011). Le Cameroun qui souhaite donc internationaliser l'ensemble de ses facteurs économiques, financiers et commerciaux, a particulièrement envisagé d'accélérer le développement du secteur manufacturier, celui de la démographie, ainsi que ceux de l'infrastructure et de l'économie (MINEPAT, 2009).

Cependant, la physique étant « ...à la base du développement industriel et économique » (Séoud, 2001, p.91), il y aurait donc une adéquation entre les sciences physiques et l'émergence d'un pays. Cette adéquation amène le Cameroun à relever deux défis. Le premier est l'augmentation de la proportion d'élèves dans les filières scientifiques et technologiques qui est actuellement de 5% (MINEPAT, 2009). Et ce, en les motivant à davantage apprendre les sciences physiques, disciplines incontournables aux formations d'ingénieurs, de médecins,...dont a besoin le pays pour le développement des secteurs susmentionnés. Le second est l'amélioration de la qualité de l'enseignement des sciences physiques par l'intégration pédagogique des TIC (Barry, 2009) qui facilite l'apprentissage de la physique et la chimie afin de réaliser le premier défi. C'est d'ailleurs dans le cadre de la réalisation de ces défis que la présente recherche s'inscrit. Elle s'intéresse particulièrement aux simulateurs et exercices qui facilitent respectivement la réalisation d'expériences virtuelles (De Vries, 2001) et des entraînements via divers exercices répétitifs (Soucard, 2003) en sciences physiques, s'interrogeant sur la capacité de ces outils à motiver les élèves du secondaire en apprentissage de ces matières. Notamment les apprenants des zones qui ont une forte

aversion envers ces matières. Il nous a donc semblé nécessaire de confronter des élèves de 3^e du lycée rural d'Élat à l'apprentissage des sciences physiques via les simulateurs et exercices, en complément à l'apprentissage traditionnel. Observer ces élèves en apprentissage via ces applications informatiques et d'appréhender leurs pensées vis-à-vis de ces outils, permet subséquemment de trouver des éléments de réponse à notre question de recherche :

L'usage des simulateurs associés à un exercice a-t-il une influence sur la motivation des élèves de 3^e su lycée d'Élat à l'apprentissage des sciences physiques ? Si oui, comment et pourquoi ?

Afin de mieux présenter la recherche menée, le présent mémoire de recherche est structuré en quatre chapitres. Le premier chapitre abordera de façon plus détaillée la problématique de l'étude qui a conduit à la formulation de la question principale. Les pertinences socio-économique, scientifique et pédagogique y sont explicitées. Quant au deuxième chapitre, le cadre théorique, après la définition de certains concepts de l'étude, il scrute des modèles et théories liés à l'usage des simulateurs et exercices à des fins pédagogiques en sciences physiques et leurs relations avec la motivation des élèves à apprendre. Ce qui a permis d'aboutir aux sous-questions de recherche suivantes :

- *Les élèves changent-ils leurs choix de s'investir dans les tâches d'apprentissage suite à l'intégration des simulateurs couplés à un exercice ? Si oui, comment et pourquoi ?*
- *La persévérance des élèves dans les activités d'apprentissage est-elle modifiée suite à l'intégration des simulateurs couplés à un exercice ? Si oui, comment et pourquoi ?*
- *L'engagement cognitif des élèves dans les activités d'apprentissage est-elle modifiée suite à l'intégration des simulateurs couplés à un exercice ? Si oui, comment et pourquoi ?*

Le troisième chapitre explicite nos choix épistémologiques et méthodologiques, dont l'étude multi-cas. Le déroulement de l'étude et les méthodes de collecte et d'analyse des données seront abordés. Enfin, les limites de notre étude, suivies des contingences contextuelles qui lui sont inhérentes, annoncent le quatrième chapitre : la présentation, l'analyse et la discussion des résultats. En plus de l'essentiel des quatre chapitres du mémoire, la conclusion générale explicite, entre autres, les limites de la présente recherche et propose quelques nouvelles perspectives de recherche.

CHAPITRE I : PROBLÉMATIQUE

Ce chapitre couvre quatre principales dimensions. La première met en relief l'importance de la motivation scolaire puis étaye la situation préoccupante de la motivation des élèves en sciences physiques (section 1.1). La deuxième dimension s'intéresse particulièrement au contexte camerounais. Elle porte sur les enjeux de la motivation à l'apprentissage des sciences physiques pour l'émergence du Cameroun puis, met en exergue la situation motivationnelle déplorable des élèves quant à l'apprentissage de ces disciplines dans un lycée (section 1.2). Dans la troisième dimension, nous soutenons la nécessité d'intégrer les TIC dans l'éducation au Cameroun et particulièrement en sciences physiques. Une attention particulière est portée sur les simulateurs et exercices qui permettent de pallier des manquements à l'origine la démotivation en sciences physiques qui y est déplorée (section 1.3). Cela conduit à des interrogations qui annoncent le but et la question principale de recherche (section 1.4).

1.1. Motivation à l'apprentissage des sciences physiques

Quelle est l'importance de la motivation scolaire et comment la soutenir ? Pourquoi la motivation des élèves en sciences physiques est-elle préoccupante ? Telles sont les questions qui trouvent des réponses dans cette section.

1.1.1. Motivation scolaire, gage de réussite scolaire

Il est indéniable que la motivation des élèves est un sujet préoccupant dans les établissements scolaires. En effet, la motivation des élèves est variable ; ils ne peuvent avoir le même niveau de motivation tout le temps (Lacroix et Potvin, 2009). En général, la motivation des élèves baisse au cours de leurs études, et au secondaire, les études les intéressent de moins en moins au fil des classes (Dubet, 2004). Particulièrement, c'est au collège que le problème de motivation se pose avec le plus d'acuité (Ibid) puisque, d'une part, c'est un endroit « *invivable car déchiré entre deux objectifs : celui de scolariser tous les élèves tels qu'ils sont et celui de les faire entrer dans une culture scolaire complètement définie par le lycée* » (p.633) et puisque, d'autre part, on s'y heurte à des adolescents difficiles à motiver en tant que tels (p.634). Le

manque de motivation conduisant inévitablement à l'absentéisme, l'obtention de mauvaises notes et, éventuellement, l'abandon scolaire (Karsenti, 1997, p.6), il semble donc avoir un lien entre la motivation des élèves et la réussite scolaire. C'est d'ailleurs ce que révèlent les travaux de certains chercheurs.

Effectivement, d'après les travaux de Wang, Haertel et Walberg (1993 ; Cité par Viau, 2002), « *la motivation, tout comme des stratégies d'apprentissage efficaces, font partie des sept éléments les plus importants à considérer pour expliquer le succès scolaire* » (p.2). Par ailleurs, Thérèse Bouffard, dans le *code Chastenay*¹ (2011, épisode 80) affirme, à la lumière de ses études menées sur des milliers d'élèves, que la variable clé associée à la réussite scolaire n'est pas l'intelligence, mais la motivation. Pour elle, la motivation de l'apprenant est marquée par son sentiment d'efficacité personnel qui le rend réceptif à l'apprentissage. Cette position est davantage confortée par le point de vue de Laferrière (1997, cité par Karsenti, 1997) pour qui, la motivation de l'apprenant est un facteur clé dans son apprentissage. Quant à Viau (2002), il voit plutôt la motivation comme une condition nécessaire à l'apprentissage pour tous les élèves. Il dira d'ailleurs : « *pour apprendre, il faut donc pouvoir, c'est-à-dire avoir de bonnes stratégies et il faut vouloir, c'est - à- dire être motivé* » (p.2). Tous ces chercheurs se rejoignent sur un point : « *La motivation scolaire est essentielle à la réussite éducative des élèves et les intervenants scolaires peuvent contribuer à son développement* » (Lacroix et Potvin, 2009, p.4).

En réalité, « *le travail pédagogique suppose de plus en plus de motiver les élèves* » (Dubet, 2004, p.628). Effectivement, une motivation scolaire accrue des apprenants passe, entre autres, par l'amélioration des interactions enseignant-élève (Karsenti, 1997), l'enthousiasme de l'enseignant (Bujold, 1995, cité par Diallo, 2001) et l'optimisation de l'organisation des situations d'enseignement-apprentissage. Cependant, cela n'est pas une tâche facile car chaque discipline a sa particularité. En effet, le niveau de démotivation des élèves varie d'une discipline à une autre et est pire en sciences physiques (Lindhal, 2003 ; Venturini, 2007). La

¹ Télé-québec (Réalisateur). (2011). *La clé de la motivation scolaire*. [Vidéo en ligne publiée le 16 avril 2011]. Récupéré du site : <https://www.youtube.com/watch?v=FsXtXkBjzIA>.

« Le Code Chastenay est un magazine télévisuel hebdomadaire québécois diffusé sur les ondes de Télé-Québec animé par Pierre Chastenay, astronome au planétarium de Montréal. Le mandat de l'émission est de vulgariser la recherche scientifique et technologique menée au Québec. ». Le Code Chastenay. (n.d.). Dans *Wikipédia*. Consulté le 26 mars 2015, Récupéré du site : http://fr.wikipedia.org/wiki/Le_Code_Chastenay.

sous-section suivante explicite d'ailleurs l'attitude des élèves envers les sciences physiques qui est très négative.

1.1.2. Attitude des élèves envers les sciences physiques

Il est avéré que l'envie d'apprendre les sciences n'est pas très développée de nos jours (Venturini, 2007, p.1). Effectivement, les conceptions scientifiques des élèves constituent un problème majeur d'apprentissage des sciences (Gauthier, Garnier et Marinacci, 2005 ; Tiberghien et Vince, sous presse), notamment en sciences physiques dont la vocation profonde est la modélisation du comportement du monde naturel et du monde des objets (Giuseppin, 1996). Et pour causes, la nature du curriculum, la discipline prise en compte, le niveau d'étude, le genre et l'environnement scolaire influencent les attitudes envers les sciences à l'école (Venturini, 2004).

Parlant de la nature du curriculum, « *dans la plupart des pays, l'enseignement des sciences paraît aux élèves très peu attrayant, difficile, souvent théorique et décontextualisé, et ces perceptions conduisent à des attitudes négatives qui se détériorent au fil du temps* » (Venturini, 2007, p.3). En effet, Venturini (2004) précise que la complexité des concepts manipulés et l'abstraction croissante qui est en cause prend naissance dès le secondaire et évolue jusqu'au supérieur. Et donc au fil du temps, les élèves ne trouvent plus de rapport entre les apprentissages qui leurs sont proposés et la vie quotidienne, ils ne les trouvent plus pertinents et par conséquent, s'y désintéressent. Ainsi, ce n'est que le choix des carrières des élèves qui les obligerait à faire les sciences, et par conséquent, les orienterait vers les études scientifiques (Garnier, 2000).

Quant à la discipline scientifique prise en compte, en l'occurrence les sciences physiques (physique et chimie), les études montrent que celles-ci suscitent les attitudes les plus négatives (Lindhal, 2003 ; Venturini, 2007). Elles sont seulement étudiées par les élèves les plus forts (Boyer et Tiberghien, 1989 ; Osborne et al., 1998), les autres préfèrent s'abstenir, parce que percevant les sciences physiques comme les plus difficiles (Havard, 1996).

Par ailleurs, Demers (1991) observe une érosion progressive des attitudes des élèves à l'égard des sciences. Cela sera confirmé par des recherches (Reid et Skryabina, 2003 ;

Weinburgh, 2000) qui précisent cette érosion progresse avec le niveau d'étude. Débutant dès le primaire, cette dégradation s'accroît lors du passage dans le secondaire. Justement, au secondaire, cette détérioration est plus importante chez les filles que chez les garçons (Weinburgh, 2000) parce qu'elles s'intéressent moins aux sciences que ces derniers (Hadden et Johnstone, 1983).

En ce qui concerne l'environnement scolaire, elle a une grande influence sur l'attitude des élèves envers les sciences. En effet,

Les élèves apprécient beaucoup plus les activités expérimentales que les activités écrites, de manière générale, selon eux, l'enseignement scientifique manque d'activités de discussion, particulièrement sur des aspects qualitatifs. Leurs attitudes sont favorablement influencées par les cours où ils peuvent fortement participer, dans lesquels l'enseignant apporte un soutien personnel important, met en œuvre des stratégies d'enseignement très variées, offrent une organisation lisible de l'enseignement, et propose une faible compétition envers les élèves. (Venturini, 2007, p.4).

Suite de ce qui précède, il est donc crucial d'améliorer l'attrait et les attitudes des élèves envers les sciences, en l'occurrence, les sciences physiques. Et l'usage d'une didactique appropriée est un moyen (Demers, 1991).

1.2. Contexte camerounais et motivation à l'apprentissage des sciences physiques

Cette section circonscrit la nécessité de motiver les élèves à apprendre les sciences physiques en contexte camerounais. Elle étaye la contribution des sciences physiques à l'émergence du Cameroun puis, met en exergue la situation motivationnelle des élèves quant à l'apprentissage de ces disciplines dans un lycée.

1.2.1. Motivation des élèves en sciences physiques et émergence du Cameroun

Bon nombre de programmes scolaires à l'instar de ceux du Cameroun subdivisent les sciences physiques en deux grandes parties : la physique et la chimie. Parlant de la physique, elle est la...

...science qui étudie, par l'expérimentation et par le développement de concepts et de théories, les propriétés fondamentales de la matière, de l'énergie, de l'espace et du temps, et qui vise à expliquer l'ensemble des phénomènes naturels, en établissant les lois qui les régissent. (Physique. Dans *Microsoft® Encarta® 2009*. © 1993-2008 Microsoft Corporation).

Séoud (2001), comme de nombreux auteurs, affirme que l'importance de la physique est manifeste et palpable. Pour lui, il suffit de regarder l'histoire du progrès pour se rendre compte que la physique est une science qui est à la base du développement industriel et économique.

...si on considère que la modernité est passée par la machine à vapeur, par l'électricité, etc., on comprendra que la physique est à l'origine de ce qui s'appelle le Progrès. L'avantage de la physique comme science est qu'elle ne sert pas seulement à interpréter le monde mais aussi à le changer. En d'autres termes, la physique est la science qui répond le plus au besoin de l'industrie par la technologie qu'elle permet de développer. J.-M. Lévy dira qu'elle est la plus « sociale », en ce sens qu'elle est la plus liée à l'économie, fondement de toute société (p.91).

Ainsi, la vision de la physique de Séoud rejoint celle de Ducloy (2006) pour qui la physique est une science à la base non seulement de notre civilisation technologique, mais aussi de notre culture. C'est d'ailleurs ce qui pourrait justifier la forte mobilisation de 85 pays dont des pays en voie de développement d'Afrique, Asie et Amérique latine à Paris, lors du lancement en 2005, de l'année mondiale de la physique. Conscients de la valeur de la physique dans la vie humaine, ces pays ont montré durant toute l'année 2005, « *la forte implication des scientifiques dans les grands problèmes de la société tels que l'énergie, l'environnement, la santé* » (Ibid., p.1).

Ainsi, motiver les élèves à l'apprentissage de la physique s'avère alors capital pour un pays en voie de développement où la modernisation s'impose dans tous les sous-secteurs. C'est d'ailleurs le cas du Cameroun d'après DSCE² (MINEPAT, 2010). En effet, la physique est un impératif aux formations d'ingénieurs et de techniciens dont a urgemment besoin le sous-secteur des infrastructures au Cameroun. Il s'agit notamment des formations permettant de diversifier et moderniser les infrastructures routières (génie civil, topographie, géotechnique, etc.), énergétiques (génie électrique, énergies renouvelables, biomasse) et les télécommunications (génie télécom, réseaux, etc.).

Quant à la chimie, elle est, d'après l'*American Chemical Society*, la science qui étudie la matière et ses transformations. Pour ne parler que de la chimie organique, celle-ci est entrée dans l'ère de la production industrielle suite aux progrès effectués dans le domaine de la

² Document de Stratégie pour la Croissance et l'Emploi

recherche depuis le début du 19^e siècle. Aujourd'hui, la chimie lourde³, la chimie fine⁴, la parachimie⁵ et la pharmacie⁶ qui sont les secteurs industriels les plus dépendants de la chimie organique, lui donnent une importance économique considérable⁷. Spécifiquement, parlant de l'industrie chimique française,

en 2012, sa valeur ajoutée de près de 18 milliards d'euros (8 % de la valeur ajoutée de l'industrie manufacturière) la positionnait au troisième rang des secteurs industriels derrière les industries agro-alimentaires et l'automobile.... En termes d'emplois, elle accueille près de 157000 personnes en emplois directs (630 000 avec les emplois indirects) dans plus de 3300 entreprises dont 94 % de PME, ce qui représente 5,4% des effectifs directs de l'industrie (UIC, 2015, p.16).

En contexte camerounais, apprendre la chimie est donc aussi important qu'apprendre la physique. Le DSCE (MINEPAT, 2010) le confirme, et c'est d'ailleurs ce que révèle le document *Cameroun Vision 2035* (MINEPAT, 2009). Ces deux documents révèlent précisément que l'apprentissage de la chimie par les élèves ainsi que leurs orientations vers les formations professionnelles rattachées à cette science sont indispensables pour le pays. En effet, certaines de ces formations professionnelles dont, entre autres, celles de pharmaciens industriels, médecins biologistes, d'ingénieurs et techniciens dans le domaine du traitement et de l'assainissement des eaux, concourent à l'augmentation de l'espérance de vie, un objectif de premier ordre à l'horizon 2035 (MINEPAT, 2009).

Par ailleurs, la chimie via la production d'engrais locaux d'excellentes qualités ainsi que la physique, à travers des formations professionnelles adéquates, permettront donc de relever l'agriculture camerounaise...

...qui est confrontée à d'importantes difficultés: accès à la terre, à l'eau et aux financements ; prédominance des exploitations familiales de petite taille, rendements faibles, techniques de production archaïques, association de cultures et d'importantes pertes après récolte, faible diffusion des fruits de la recherche. (MINEPAT, 2009, p.22).

Pour atteindre tous ces objectifs, « ...le Cameroun doit impérativement relever, dans les niveaux secondaire et supérieur, la proportion des élèves dans les filières scientifiques et technologiques. De 5%

³ La chimie lourde assure la fabrication des matières plastiques et du caoutchouc. Cette production en gros tonnages s'effectue en peu d'étapes et à partir de matières premières facilement accessibles.

⁴ La chimie fine élabore des molécules plus complexes et en volume de production plus restreint.

⁵ La parachimie a des produits possèdent des propriétés bien connues du grand public (détergents, savons, encres, produits de beauté, colles...).

⁶ La pharmacie élabore les principes actifs des médicaments (analgésiques, antibiotiques, etc).

⁷ <http://www.cnrs.fr/cnrs-images/chimieaulycee/THEMES/organique/importan.htm>

actuellement, leur proportion doit passer à 30% » (Ibid., p. 36) à l'horizon 2035. De cet impératif, il ressort que l'enseignement des sciences physiques est un pivot dans l'accompagnement du Cameroun vers l'atteinte de ses objectifs d'industrialisation, d'où la nécessité de motiver les élèves dans ces disciplines dès le secondaire. Avant de s'y atteler, il est indispensable d'avoir une idée de la situation motivationnelle à améliorer. C'est d'ailleurs l'objet de la sous-section suivante qui fait un zoom avant sur la situation motivationnelle des élèves en sciences physiques dans un établissement de l'enseignement secondaire, en l'occurrence le lycée d'Élat.

1.2.2. Situation motivationnelle des élèves en sciences physiques dans un lycée camerounais : cas du lycée d'Élat.

Le lycée d'Élat, situé à environ 45 kilomètres de la ville de Yaoundé (Cameroun), connaît une situation déplorable quant à la motivation des élèves à apprendre les sciences physiques et dont la synthèse en est faite dans le tableau ci-dessous.

Tableau 1: Motivation et rendement de quelques classes en physique et chimie d'après les bilans annuels des conseils d'enseignement du département de PCT (Physique, Chimie, Technologie) de 2010 à 2013.

Classes	Observations du conseil d'enseignement de PCT
3 ^e Série Allemand & Espagnol	« Classe au niveau insuffisant, avec un grand nombre d'absentéistes ; manque criard de fournitures scolaires » (Lycée d'Élat, 2012, 2013, p.3).
2 nd e A (Options Allemand & Espagnol)	« Mauvais rendement dû au refus de travailler et au manque de pré requis. Classe absentéiste », (Lycée d'Élat, 2010, p.3). « Classe au niveau faible, avec un grand nombre d'absentéistes ; couverture des programmes perturbée par l'abandon d'un nombre important à la 5 ^e séquence » (Lycée d'Élat, 2012, 2013, p.3).
2 nd e C (Option Maths et sciences physiques)	« Classe absentéiste. Refus de travailler » (Lycée d'Élat, 2010, p.3). « Classe non motivée et absentéiste ; manque d'engouement de la part des élèves ; classe parfois vide, d'où la perturbation de la couverture des programmes ; résultats insatisfaisants » (Lycée d'Élat, 2012, 2013, p.3).
1 ^{ère} A (Options Allemand & Espagnol)	« Classe de redoublants et absentéistes ; niveau médiocre ; absence de documents » (Lycée d'Élat, 2012, 2013, p.3).
1 ^{ère} D (Option Maths et sciences naturelles)	« Classe absentéiste. Refus de travailler » (Lycée d'Élat, 2010, p.3). « Classe de redoublants et absentéiste ; mauvais rendement » (Lycée d'Élat, 2012, 2013, p.3).
Tle D (Option Maths et sciences naturelles)	« Assiduité remarquable. Cependant, beaucoup de lacunes enregistrées et peu de travail en groupe » (Lycée d'Élat, 2010, p.3). « Elèves non motivés ; niveau médiocre ; manque de documents » (Lycée d'Élat, 2012, 2013, p.3).

En effet, le tableau ci-dessus fait état d'un problème général de motivation (absentéisme, refus de travailler, peu de travail en groupe, abandon scolaire) et de rendement

scolaire (mauvais rendement, travail médiocre, beaucoup de lacunes enregistrées, manque des fournitures scolaires) en Physique et Chimie, et ce, malgré le dévouement et la conscience professionnelle des enseignants du lycée d'Elat. Des observations présentes dans ce tableau, la modélisation graphique suivante de la situation motivationnelle des élèves en sciences physiques a été faite.

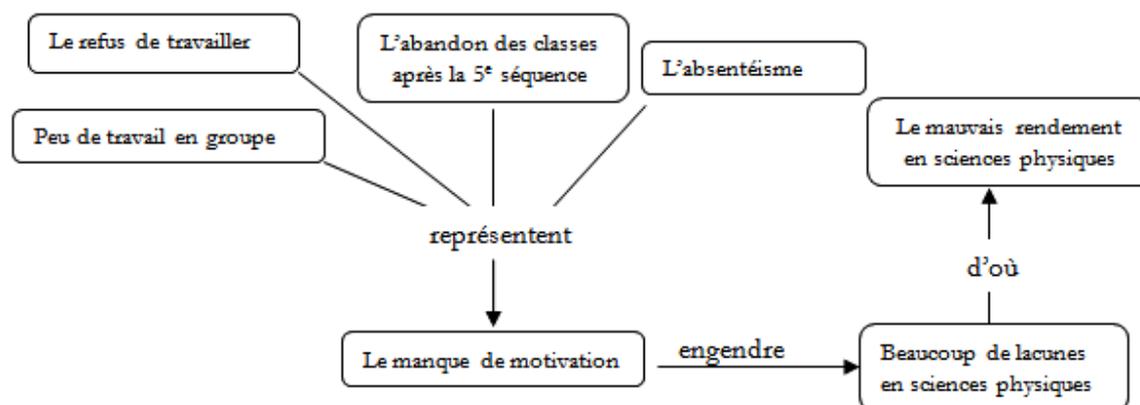


Figure 1: Reconstitution de la situation motivationnelle des élèves en sciences physiques au lycée d'Elat.

Cette synthèse graphique de la situation à améliorer au lycée d'Elat met en relief un fait en accord avec les travaux de Wang, Haertel et Walberg (1993), puis de Lacroix et Potvin (2009) : une influence positive sur la motivation des élèves à apprendre les sciences physiques pourrait améliorer sensiblement leurs rendements dans ces disciplines.

Ainsi, conscients que l'enthousiasme, la motivation, les attentes et les relations interpersonnelles de l'enseignant peuvent influencer la qualité de l'apprentissage tant sur le plan cognitif qu'affectif (Bujold, 1995, cité par Diallo, 2001), et que « *le manque d'interactions enseignants-élèves peut contribuer à la démotivation des élèves, voire à l'abandon scolaire* » (Ibid., p.188), les membres du conseil d'enseignement ont adopté les stratégies suivantes :

Sensibilisation à l'importance de l'école ; causeries éducatives ; mise à disposition des fiches de TD⁸ ; rappel de l'importance de se faire évaluer ; révision avant les évaluations et communication du programme d'évaluation ; invitation d'un responsable administratif en vue d'un rappel des exigences de la classe ; motivation des apprenants avec des bonus pour ceux qui participent au cours et font systématiquement leurs devoirs. (Lycée d'Elat, 2015a, section *Examen des conditions de travail*, p.3-4)⁹.

⁸ Travaux dirigés.

⁹ Rapport du conseil d'enseignement de la 2^{ème} séquence du département de PCT du lycée d'Elat, année scolaire 2014-2015.

En effet, les d'efforts se sont surtout focalisés sur l'environnement scolaire et le climat de la classe dans l'enseignement des sciences physiques. D'une part, l'administration a progressivement amélioré le confort des salles de classe (installation des prises de courant et des points lumineux dans les salles de classe, réfection des tableaux et sécurisation des ouvertures, etc.) et renfloué la bibliothèque avec le soutien de l'APEE¹⁰ par divers documents qui permettent déjà de pallier le manque criant de documents des élèves. La salle d'informatique offerte et dûment équipée (ordinateurs, vidéoprojecteur, tableau numérique) par le MINESEC¹¹, opérationnelle depuis le début de l'année scolaire 2014-2015, est à la disposition de tout enseignant qui voudrait y mener des activités d'apprentissage.

D'autre part, l'accent mis sur l'optimisation du climat de classe est marqué par le rappel des exigences de la classe aux élèves, les causeries éducatives et les sensibilisations à l'importance de l'école dans le but de rendre les élèves réceptifs à l'apprentissage. À cela, il faut ajouter le don des points bonus aux apprenants qui participent activement aux cours et à ceux qui font systématiquement leurs devoirs afin de créer une saine émulation. Ensuite, la révision avant les évaluations et la communication du programme d'évaluation afin d'augmenter le sentiment d'efficacité personnel de l'apprenant et par conséquent, le mettre en confiance lors de ces tests. Enfin, la possibilité des apprenants de s'entretenir avec les enseignants à huis clos pour des conseils sur des problèmes particuliers dans le but d'optimiser la relation enseignant-élève.

Malgré le déploiement de ces stratégies, les rapports séquentiels des conseils d'enseignement des deuxième (2015a) et troisième (2015b) séquences révèlent que le taux de réussite en Physique et Chimie est inférieur à 50% dans presque toutes les classes. De plus, les constatations de ce conseil explicitent clairement que la stratégie mise en place n'a pas produit l'effet escompté :

Beaucoup d'efforts sont donc à fournir dans toutes les classes pour relever le taux de réussite général. Les enseignants ont relevé comme facteurs de mauvaises performances, le manque d'engagement des apprenants, le refus de travailler, l'absentéisme, le manque de fournitures scolaires de première nécessité ; le manque de volonté (Lycée d'Elat, 2015b, p.3).

¹⁰ APEE – Association des parents d'élèves et des enseignants.

¹¹ MINESEC – Ministère des Enseignements Secondaires (Cameroun).

Ces constatations négatives pourraient s'expliquer, entre autres, par le fait que l'enseignement des sciences physiques sous forme de « notion – exercice d'application » est quasiment la seule initiative prise pour améliorer les activités d'enseignement-apprentissage. Malgré le parc informatique, les activités d'enseignement-apprentissage des sciences physiques sont restées traditionnelles car les TIC qui motivent davantage les élèves dans l'apprentissage (Matchinda, 2008) ne sont pas utilisées.

Par ailleurs, comme le précise le rapport de la Bad-UNESCO (1996, Cité par Noupét Tatchou, 2004), l'enseignement purement théorique des sciences expérimentales est une triste réalité dans la majorité d'établissements de l'enseignement secondaire général au Cameroun du fait du non-équipement en matériel scientifique de base. C'est spécifiquement le cas du lycée d'Elat où, l'enseignement théorique des sciences physiques est d'abord soutenu par les matériels scientifiques manquants et l'absence de personnels spécifiques de laboratoire, ensuite, par la formation des enseignants donnant une priorité aux exposés théoriques, et enfin, par les faiblesses de moyens financiers disponibles pour le développement des pratiques expérimentales (Ibid).

À la lumière de tout ce qui précède, il ressort qu'en presque six ans, les mesures prises par les personnels enseignant et administratif du lycée d'Elat n'ont pas eu une influence significative sur la motivation dans l'apprentissage des sciences physiques. Au demeurant, l'enseignement expérimental des sciences physiques et l'usage des TIC dans les activités d'enseignement-apprentissage y afférentes apparaissent dès lors, comme des pistes qui pourraient améliorer la motivation des élèves.

1.3. TIC et motivation à l'apprentissage des sciences physiques en contexte camerounais

Subséquent à la section précédente, la présente section argumente sur la nécessité d'intégrer les TIC dans l'éducation au Cameroun, et particulièrement dans l'apprentissage des sciences physiques afin d'éventuellement améliorer le problème de motivation qui y est déploré, notamment au lycée d'Élat. Une attention particulière portée sur les simulateurs et exercices qui permettent de pallier des manquements à l'origine la démotivation ci-dessus

explicitée, conduit à des interrogations qui annoncent le but et la question principale de recherche.

1.3.1. Motivation scolaire par les TIC en contexte camerounais

Selon Barry (2009),

la recherche et l'éducation se situent au cœur du développement économique et social et sont des préalables à l'essor technologique. En retour, la maîtrise des TIC pourrait contribuer à l'amélioration de la qualité de l'éducation. Dès lors, intégrer les TIC à l'éducation devient une voie privilégiée pouvant favoriser l'émergence d'un secteur socioéconomique de haut niveau technologique (p.2).

Ce point de vue conforte celui de Tchameni Ngamo (2007) pour qui, l'Afrique fera face aux défis du troisième millénaire en améliorant la qualité de l'éducation qui passe nécessairement par l'intégration pédagogique des TIC de manière régulière. Cette vision est par ailleurs en accord avec celle du MINEPAT (2009) qui recommande de mener des actions audacieuses, notamment « *le recours à des formes innovantes de transmission des connaissances* » (p.36), dont ceux fournis par les TIC, en vue de l'atteinte des objectifs d'industrialisation du Cameroun qui sont :

...renforcer l'éducation et la formation des ressources humaines dans le domaine de la santé, des sciences et des techniques notamment. Il s'agira, notamment dans le secteur de la santé, de passer de 7 médecins pour 100 000 habitants à 70 médecins pour 100 000 habitants. Des progrès semblables devront être réalisés dans la formation des enseignants dans tous les cycles et dans la formation des ingénieurs (TIC, Génie Civil, pétrochimie, mines, génie des procédés, agronomes, industries animales, ...) (Ibid.).

Cependant, bien qu'on observe une intégration des TIC à l'école depuis quelques années en Afrique francophone (Karsenti et Tchameni Ngamo, 2007), le secteur de l'éducation souffre encore des problèmes de déficit et de vétusté d'infrastructures et de matériels pédagogiques (Ndoye, 2000 ; Blair, et al, 2005, cité par Camara, 2011). Ces problèmes limitent l'usage des TIC qui « *permettent d'apprendre, de comprendre, d'entreprendre, de motiver, de partager, d'interagir, de communiquer, d'échanger, de collaborer, d'exposer, de transmettre et de distribuer le savoir* » (Ndamb Bomba, 2009, p.1). En conséquence, sans l'accès à ces avantages que confère l'intégration pédagogique des TIC, les élèves des pays moins développés pourraient accuser davantage de retards par rapport à leurs pairs des pays développés (Dirsuweit, 2009, p.4) où, il est difficile d'imaginer une école moderne sans les TIC.

Tout comme bon nombre de pays de l'Afrique de l'Ouest et du Centre, le Cameroun a commencé l'intégration des TIC dans l'éducation autour de l'an 2000. En effet,

Conscient à la fois du potentiel qu'offrent les TIC et des dangers de marginalisation accrue qu'elles représentent pour ceux qui n'y ont pas accès, le Gouvernement s'est engagé dans une politique axée vers l'intégration des TIC dans l'enseignement secondaire (Secrétaire d'Etat au Ministère des Enseignement secondaires, juillet 2006, cité par Onguéné Essono, 2007, p.6).

Cela s'est d'ailleurs concrétisé, entre autres, par trois faits marquants. Tout d'abord, par la création depuis 2001 des centres de ressources multimédias (Onguéné Essono, 2007) dont les premiers sont ceux du Lycée Leclerc et du Lycée Bilingue d'Essos de Yaoundé, qui, le 30 novembre de la même année, ont été inaugurés par Paul Biya, Président de la République du Cameroun (Aboulaye, 2010). Il est d'ailleurs prévu à terme, la création de 347 centres (Onguéné Essono, 2007). Ensuite, dès la rentrée scolaire 2003-2004, c'était l'instauration de l'enseignement de l'informatique comme matière obligatoire dans toutes les classes du secondaire (Onguéné Essono, 2007 ; Aboulaye, 2010 ; Bediam à Zintsem, 2010). Et enfin, en 2007, c'était l'ouverture de la filière informatique à l'école normale supérieure de Yaoundé (Onguéné Essono, 2007).

Seulement, malgré les efforts du Président Paul Biya, beaucoup reste à faire. En effet, Onguéné Essono, dans une présentation s'intitulant *L'insertion des Tic à l'École : l'exemple du ROCARE et des Centres de ressources multimédias scolaires* (2007), révèle : une insuffisance des équipements au regard du ratio machines/utilisateurs (60.000 postes pour 3 millions) et des infrastructures nécessaires ; une insuffisance d'encadrement (600 tuteurs pour 3 millions) ; des tuteurs étrangers à la discipline enseignée, et une didactique de discipline qui est relative (p.13). De plus, parlant de l'intégration pédagogique, le gouvernement a surtout centré ses efforts dans l'usage des TIC dans l'enseignement et l'apprentissage de l'informatique au détriment des autres matières.

Au demeurant, il est important de noter qu'il ne suffit pas d'équiper les centres multimédia en ordinateurs et autres technologies pour une bonne intégration pédagogique des TIC. En plus de cela, il est essentiel de se les approprier en tant que support pédagogique, et ce, dans toutes les matières du secondaire. En se référant au Gouvernement

Camerounais qui recommande d'innover dans la transmission des connaissances (MINEPAT, 2009), il est explicite que l'intégration des moyens novateurs, notamment ceux fournis par les TIC, dans les activités d'enseignement-apprentissage est donc encouragé.

En effet, des études (Bracewell et Laferrière, 1996 ; Lapierre et Gingras, 2001 ; Ouellet, Couture et Gauthier, 2001, cité par Ait-Dahmane, 2011) ont permis de conclure qu'une activité pédagogique faisant appel aux TIC motiverait plus les apprenants que les approches coutumières en classe, et améliorerait même leur plaisir d'apprendre (Poyet et Drechsler, 2009).

Cependant, l'usage de l'ordinateur comme nouveau mode d'enseignement-apprentissage modifie les apprentissages et l'activité enseignante (Boilevin et Brandt-Pomares, 2007). De manière générale, « *l'usage des TIC à des fins pédagogiques suppose des changements dans la conception et l'organisation des situations d'enseignement-apprentissage (en termes de conception, de scénarisation et d'intégration de données textuelles, sonores et iconographiques numérisées)* » (Camara, 2011, p.76). L'augmentation de la motivation des élèves ne se fera donc que si les technologies, notamment celles appliquées à l'enseignement scientifique, sont correctement utilisées (Torres Gil, 2011). En d'autres termes, « *les TIC peuvent accroître la motivation des élèves en classe, à la condition que certains des déterminants qui favorisent cette motivation soient inhérents à l'intégration des technologies* » (Karsenti, 2003, p.27). N'Dede (2012) dira d'ailleurs : « *La présence des TIC en classe (ordinateur, connexion internet, vidéo projecteur etc.) suscite la fascination et la motivation des apprenants. Toutefois, ces équipements TIC n'ont de valeur qu'intégrés aux activités pédagogiques* » (p.2). Il est par conséquent nécessaire d'utiliser, en autres, les supports pédagogiques attrayants et de rendre l'apprentissage interactif quelle que soit la technologie (Murphy, Anzalone, Bosch et Moulton, 2002). C'est à dessein que la sous-section suivante étaye la nécessité d'intégrer des simulateurs et exercices aux activités pédagogiques en sciences physiques pour pallier, en théorie, des manquements sources de démotivation au lycée d'État.

1.3.2. Simulateurs et exerciceur, des TIC pour motiver à apprendre les sciences physiques ?

Il est nécessaire de préciser que la situation déplorable quant à la motivation des élèves en apprentissage des sciences physiques n'est pas uniquement observée au lycée d'État. C'est un problème général, à des degrés différents, que connaissent tous les établissements secondaires des zones rurales et bon nombre de lycées et collèges des villes du Cameroun. Le cas particulier du lycée d'État révèle que la mobilisation astucieusement de diverses ressources modernes dans les activités d'enseignement-apprentissage en sciences physiques, quasi-inexistante au secondaire, serait un adjuvant à la motivation des élèves en apprentissage des sciences physiques, et par conséquent, permettra de relever le taux d'orientation vers les filières scientifiques et technologiques.

Cependant, la question qui se pose est donc de savoir quelles TIC semblent pouvoir améliorer la situation ? Puisque les finalités des TIC en éducation sont, entre autres, de favoriser l'acquisition de compétences cognitives chez les élèves, et de résoudre des problèmes liés à l'enseignement et à l'apprentissage (Ahaji et al., 2008), l'usage conjoint des *simulateurs* et des *exerciceurs d'accompagnement* en complément à l'enseignement classique semble être intéressant à cet effet. Véritablement, les simulateurs sont un palliatif au manque de laboratoires, permettant ainsi de rendre pratique les enseignements de Physique et Chimie qui se veulent expérimentales (De Vries, 2001 ; Varenne, 2003). Quant aux exerciceurs d'accompagnement appropriés après avoir suivi un enseignement classique (Alessi et Trollip, 1991), ils contiennent des exercices répétitifs visant l'entraînement des élèves via l'ordinateur (Dejean-Thircuir et Nissen, 2013 ; Souchard, 2003).

Puisqu'en théorie, l'idée de mobiliser les simulateurs et un exerciceur en sciences physiques permet de pallier aux sources de démotivations ci-dessus étayées, il serait judicieux de se baser sur des faits concrets, en d'autres termes, des données de terrains, pour comprendre, le cas échéant, le changement de la situation motivationnelle des élèves du secondaire induite par ces technologies. C'est donc à dessein que la présente étude, qui s'intéresse particulièrement au cas du lycée d'État, s'intitule « *Influence des simulateurs associés à un*

exerciceur sur la motivation des élèves du secondaire en apprentissage des sciences physiques : cas d'un lycée rural camerounais ».

1.4. But, question principale et pertinences de la recherche

Le but de cette recherche est d'étudier l'interaction entre l'intégration pédagogique des simulateurs couplés à un exerciceur et le changement de motivation des élèves en apprentissage des sciences physiques en classe de 3^e, notamment au lycée rural d'Élat. Elle s'inscrit dans l'optique de décrire et expliquer les effets des interventions pédagogiques susceptibles d'optimiser chez les élèves, les comportements motivationnels en vue d'éventuellement améliorer leurs notes en sciences physiques. Cette étude de l'influence de l'usage des simulateurs couplés à un exerciceur sur la motivation des élèves en apprentissage des sciences physiques se veut qualitative et interprétative. Le principal objectif est de répondre à la question :

L'usage des simulateurs associés à un exerciceur a-t-il une influence sur la motivation des élèves de 3^e du lycée d'Élat à l'apprentissage des sciences physiques ? Si oui, comment et pourquoi ?

Une problématique ne saurait être clôturée sans évoquer les pertinences ainsi que les bénéfices prévisibles par la recherche entreprise (Karsenti, 1998, p.30). L'étude proposée présente ainsi des pertinences pédagogique et scientifique. Parlant de la pertinence pédagogique, à long terme, les résultats de l'étude pourraient permettre aux enseignants du secondaire, d'une part, d'être informés sur les effets des simulateurs et exerciceurs sur le comportement motivationnel (enthousiasme, engouement, absentéisme, etc.) des élèves en apprentissage des sciences physiques et d'autres part, de comprendre les processus conduisant à ces effets. Mieux renseignés, les enseignants pourraient être incités à se former à l'intégration des simulateurs et exerciceurs dans leurs enseignements afin d'optimiser la motivation des élèves. Cela permettrait dès lors, aux élèves de trouver les sciences physiques plus intéressantes.

Quant à la pertinence scientifique de cette recherche, elle est liée au fait qu'on dénombre peu d'études sur les TIC et l'éducation en Afrique subsaharienne (Karsenti, 2003 ; Ngamo, 2007 ; cité par Ngnoulaye, 2010). C'est le cas du Cameroun où en général, très peu

d'études portent sur les TIC et la motivation à l'apprentissage en contexte camerounais, et en particulier, aucune n'est relative aux effets des usages des simulateurs et exercices sur la motivation des élèves du secondaire à apprendre les sciences physiques. Il ressort donc qu'en contexte camerounais, les recherches y afférentes ont encore de beaux jours devant elles. En somme, cette étude ambitionne donc de documenter et d'enrichir les résultats scientifiques basés sur une expérience camerounaise.

CHAPITRE II : CADRE THÉORIQUE

Ce chapitre présente les concepts importants de notre recherche, les théories et les modèles qui l'inspirent et les recherches déjà effectuées. Spécifiquement, la première section (Section 2.1) circonscrit le concept d'apprentissage en se fondant principalement sur le modèle SOMA de Legendre (1983) et le triangle pédagogique de Houssaye (1988). Grâce à une analyse de ces modèles pédagogiques enrichis par la littérature existante, les rôles des divers acteurs clairement sont précisés pour la réussite de l'apprentissage, notamment en sciences physiques.

La deuxième section (section 2.2), complémentaire à la première, explique quant à elle, après l'élucidation du concept d'intégration pédagogique TIC, comment les simulateurs et exercices doivent être intégrés en sciences physiques pour favoriser l'apprentissage, puis met en exergue les théories (constructivisme, behaviorisme, cognitivisme, etc.) courants pédagogiques (cognition située, enseignement programmé, etc.) associés à leur utilisation.

La section 2.3, élucide le concept de la motivation en contexte scolaire selon l'approche sociocognitive et à la psychologie cognitive, puis retient la définition donnée par Viau (1994) ainsi que son modèle de motivation. C'est d'ailleurs sur la base des déterminants et indicateurs de la motivation issus de ce modèle et à la lumière de la littérature existante que : 1) les actions à mener par l'enseignant pour motiver l'élève dans une activité d'apprentissage sont étayées ; 2) savoir reconnaître si l'élève est effectivement motivé est explicité. Enfin, à la lumière de toutes ces sections, les sous-questions de recherche élaborées sont précisées la dernière section (Section 2.3).

2.1. Apprentissage des sciences physiques

Dans cette section, nous élucidons le concept d'apprentissage en contexte scolaire. Un zoom avant sur deux modèles pédagogiques, SOMA et le triangle pédagogique, permet de clarifier les rôles des personnes (enseignants, tuteurs, pairs), les moyens (livres, TIC...) et les processus (types de cours, travail individuel ou collectif) pour la réussite d'un apprentissage en sciences physiques.

2.1.1. Définition du concept d'apprentissage

Selon Legendre (1993), l'apprentissage ou « relation d'apprentissage » est la rencontre de l'apprenant avec l'objet (le savoir, savoir-faire ou savoir être) à apprendre. C'est l'aboutissement de toutes les actions que l'enseignant réalisera à travers la relation didactique et la relation d'enseignement. Dans la relation d'apprentissage, l'élève acquiert, s'approprie des connaissances, construit de nouvelles compétences, modifie sa façon d'agir, de penser, etc. Ainsi, apprendre c'est « *assimiler, comprendre, modifier ses représentations, créer des liens pour retenir* » (Roxin, 2003, p.12). L'apprentissage est donc « *une modification stable et durable des savoirs, des savoir-faire ou des savoir-être d'un individu, modification attribuable à l'expérience, à l'entraînement, aux exercices pratiqués par cet individu* » (Barnier, n.d., p. 2).

Cependant, il est à noter que l'enseignant n'a pas de pouvoir direct sur la relation d'apprentissage, donc ne peut apprendre à la place de l'élève ni le forcer à apprendre. Il ne peut qu'agir, de manière indirecte, soit sur la relation didactique, soit sur la relation d'enseignement pour que l'apprenant entre en relation d'apprentissage avec l'objet d'apprentissage. D'où la nécessité de faire allusion aux travaux de Legendre (1993) et Jean Houssaye qui clarifient le rôle de l'enseignant dans les relations didactique et d'enseignement pour un apprentissage réussi.

2.1.2. Modèle SOMA et réussite de l'apprentissage en sciences physiques

Élaboré par Legendre (1983), le modèle SOMA (Sujet, Objet, Milieu et Agent) permet d'explicitier la notion de « situation pédagogique » et le rôle de chaque acteur pour la réussite d'un apprentissage. En effet, à travers ce modèle illustré par le schéma suivant (figure 2), le

chercheur considère la situation pédagogique comme l'ensemble des composantes inter-reliées, Agent, Objet, et Sujet, dans le milieu éducatif M (Ibid., p.1167).

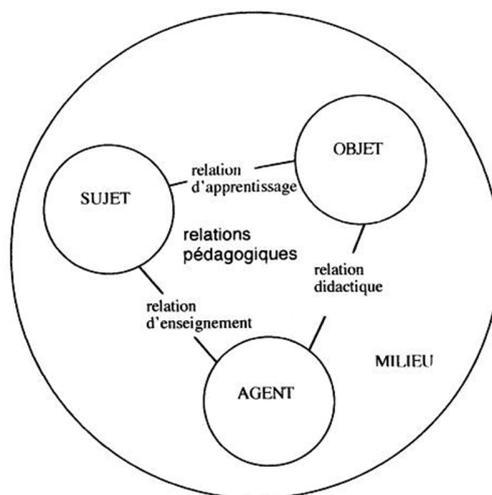


Figure 2: Illustration de la situation pédagogique « SOMA » selon Legendre (1993, p.1168)

Pour Legendre(1983), l'Agent A désigne les « ressources d'assistance », c'est-à-dire les personnes (enseignants, tuteurs, pairs), les moyens (livres, TIC...) et les processus (types de cours, travail individuel ou collectif) mis à la disposition de l'apprenant ou groupe d'apprenant (Sujet S) avec pour objectif de l'aider à acquérir un savoir, un savoir-faire, un savoir-être ou un assemblage de l'un ou l'autre, c'est-à-dire l'Objet O. Ces trois composantes interagissent dans milieu éducatif M qui fait référence l'environnement éducatif humain (enseignant, orienteurs, conseillers), les opérations (administratives et d'évaluation), et les moyens disponibles (locaux, équipements, matériel didactique, temps, finances). Comment donc agir sur la « relation didactique » et la « relation d'enseignement » afin de favoriser l'apprentissage en sciences physiques ?

D'après le modèle SOMA, la « relation didactique » fait référence à la planification par l'Agent d'un contenu apte à favoriser l'apprentissage du sujet (Legendre, 1983). Elle lie par exemple l'enseignant aux savoirs et renvoie à la façon de faire percevoir les savoirs à apprendre à l'élève. Cela peut être sous forme d'une représentation, d'une organisation ou d'un fonctionnement des savoirs. Pour le cas particulier des sciences physiques, l'Agent doit faire travailler les apprenants sur leur processus de pensée afin que ces derniers assimilent mieux les concepts et théories et aient une meilleure perception des sciences (Gauthier,

Garnier et Marinacci, 2005). Par ailleurs, l'Agent doit mettre l'accent sur les activités expérimentales pour permettre au Sujet d'accéder à un bon niveau de conceptualisation grâce à de nombreux allers-retours entre la réalité (le monde matériel) et sa modélisation (Giuseppin, 1996) car en sciences physiques, « *toute manipulation, tout protocole, toute expérience sont destinés à consolider un modèle, une loi et à éclairer le lien profond entre l'activité expérimentale et la théorie* » (p.118).

Quant à la « relation d'enseignement », elle lie l'Agent au Sujet et se définit comme « *un processus de communication en vue de favoriser l'apprentissage* » (Legendre, 1983, p. 228). Elle est marquée par ce que l'Agent met en place pour que l'apprenant comprenne ses attentes (fiche de tâche, etc.), c'est-à-dire comment il veut que le travail se réalise ? Cette manière de faire est d'ailleurs en accord avec ce que prescrit Bernstein (1975, cité par Gauthier, Garnier et Marinacci, 2005) dans des situations d'enseignement : faire appel à la « pédagogie dialoguée ». En effet, il insiste sur le fait que, dès le départ, l'enseignant doit nécessairement mentionner les finalités de la séquence pour ainsi procurer plus de cohérence aux échanges que le sujet suscite. C'est ainsi que Barnier (2002) dira d'une part qu'« *Enseigner revient à faire apprendre, faire étudier, guider, accompagner les élèves dans les mises en activité que l'on propose* » (p.3) et d'autre part ; c'est aussi « *entraîner les élèves à produire les réponses attendues selon les problèmes rencontrés* » (Ibid., p.2). Selon lui, l'Agent doit donc privilégier les processus d'acquisition et de construction des savoirs par le Sujet ou privilégier les automatismes puisqu'il inculque des comportements, des réactions, des attitudes aux apprenants.

En somme, du modèle SOMA (Legendre, 1983), il ressort que les outils technologiques peuvent être utilisés comme des ressources pédagogiques puisqu'ils sont considérés comme Agent. Par ailleurs, il met en relief que « *la dynamique de l'apprentissage repose sur l'engagement des parties prenantes, leurs représentations quant à leurs rôles sur la scène pédagogique, la richesse et la flexibilité du **Milieu*** » (Mvoto, p.59). En complément au modèle SOMA, le triangle pédagogique apporte une contribution à la réussite de l'apprentissage qui est étayées dans la sous-section suivante.

2.1.3. Triangle pédagogique et réussite de l'apprentissage.

Selon Houssaye (1988), toute situation pédagogique peut s'articuler autour de trois pôles (savoir-professeur-élève). Ceux-ci, fonctionnant sur le principe du tiers exclu, donnent naissance à trois processus qui privilégient une relation entre deux de ces termes (Ibid, p.40). Nous avons ainsi, le « processus apprendre » (entre l'élève et les savoirs) qui fait référence à la relation d'apprentissage ; le « processus d'enseignement » (entre l'enseignant et le savoir) qui correspond à la relation d'enseignement ; et le « processus former » (entre l'enseignant et l'élève) qui renvoie à la relation pédagogique. La figure suivante illustre d'ailleurs ces propos.



Figure 3: Le triangle pédagogique de Houssaye (1988, p.41)

Selon la théorie de Jean Houssaye (1988), il ne peut donc qu'y avoir un seul processus à la fois dans un temps donné. En effet, lorsque deux acteurs du triangle interagissent, le troisième doit accepter la place du « mort » pour que tout se passe bien si non, il fait le « fou ».

Ainsi, pour privilégier l'apprentissage, l'enseignant doit être « *un organisateur de situation de formation où il met directement l'élève en contact avec le savoir* » (p.42). Dans ce cas, l'élève est donc actif et manipule le savoir seul ou en groupe. Le rôle de l'enseignant est de s'effacer durant le travail de l'élève. Il joue alors le rôle du « mort ». En d'autres termes, l'enseignant n'est pas le médium direct par lequel passe le savoir et de ce fait, n'est pas centré sur les contenus, les

programmes, les cours magistraux comme lorsqu'il favorise le processus « enseignement ». Par ailleurs, au risque de prendre la place du « fou », il ne doit, pendant l'apprentissage, mener des actions mettant l'accent sur l'acte « former » qui met en avant les techniques d'enseignement (du professeur à l'élève) et dont l'enjeu se situe au niveau de l'économie de la communication (d'après Lerbet, 1984, cité par Houssaye, 1988) ou de l'optimisation des interactions professeur-élève.

Cependant, les processus « former » et « enseigner » qui sont dits « marginalisés » « *représentent des étapes ou des moments nécessaires à la réalisation du schéma principal (processus apprendre)* » (Houssaye, 1988, p.49). De ce fait, l'enseignant peut intervenir dans le processus « apprentissage » en faisant quelques cours, « *à condition que ces derniers s'inscrivent dans un ensemble de moyens et de méthodes à la disposition des élèves* » (Ibid., p.42). Il ressort donc de la description de ces processus que l'élève peut mieux s'activer dans l'apprentissage lorsqu'il est encouragé par l'enseignant.

Suite de ce qui précède, le modèle pédagogique de Legendre (1983) et celui de Jean Houssaye (1988) sont complémentaires quant aux conditions de réussite des activités d'apprentissage. Il ressort que l'engagement, la motivation de l'élève dans l'apprentissage repose sur la capacité de l'Agent¹² à l'encourager, à l'amener à mieux s'activer à travers la relation didactique ou processus « former » et la relation d'enseignement ou processus « enseigner ».

C'est donc à dessein que la section suivante traite de l'intégration pédagogique des simulateurs et exercices, c'est-à-dire, de la manière de les utiliser en tant qu'Agent, tout en élucidant leurs techniques d'enseignement ainsi que leurs planifications des contenus aptes à favoriser l'apprentissage de l'élève à travers la relation didactique.

¹² Dans le cadre de la présente recherche, l'enseignant ainsi que les simulateurs et l'exerciceur, sont les considérés comme Agents (Legendre, 1983).

2.2. Intégration pédagogique des TIC (simulateurs et exercices) et apprentissage des sciences physiques

Cette section explique comment les simulateurs et exercices doivent être intégrés pour favoriser l'apprentissage. Ensuite, les techniques d'enseignement de ces outils et les modes d'apprentissage y afférents sont clarifiés. Enfin, les théories et courants pédagogiques mis en jeu sont décryptés.

2.2.1. Intégration pédagogique des simulateurs et exercices en sciences physiques

En nous référant à IsaBelle, Lapointe, et Chiasson (2002), l'intégration pédagogique des TIC¹³, en l'occurrence des simulateurs et exercices, se rapporte au fait de relier l'utilisation de ces applications informatiques aux programmes d'études, donc de les utiliser à des fins d'enseignement et d'apprentissage, notamment en physique et chimie. Clairement, il s'agit, en tant qu'enseignant, de modifier ses pratiques scolaires par un usage approprié de ces technologies, suffisamment régulier et habituel, au bénéfice des apprenants (Depover et Strebelle, 1996), notamment dans les situations d'enseignement-apprentissage. En effet, c'est surtout la manière dont les TIC sont incorporées dans la démarche pédagogique qui permet de résoudre efficacement des problèmes liés à l'enseignement et à l'apprentissage des sciences physiques (U.S. Congress, Office of Technology Assessment, 1995, p. 57, cité par Ahaji et al.). Concrètement, en sciences physiques,

L'exploration du monde physique par simulation par exemple, nécessite de passer par des activités scientifiques fondées sur l'élaboration de modèles (*modélisation*) et sur leur utilisation. L'usage de la simulation paraît comme un bon exemple d'incorporation des TIC dans la démarche pédagogique. Elle permet l'exploration du modèle en recherchant de nouvelles propriétés ou de conséquences particulières. (Ahaji et al., 2006, p. 2).

Ainsi, dans la présente recherche l'accent sera donc mis sur l'usage des logiciels éducatifs qui, d'après Taylor (1980), permettent d'enseigner, de former, d'apprendre. En l'occurrence, les outils de simulation et les exercices en accord avec les programmes scolaires de sciences physique. À cet effet, il sera question d'identifier pour chaque situation

¹³ TIC sont considérées comme des technologies permettant de véhiculer et/ou traiter un ensemble de données avec pour finalité d'éduquer, d'instruire, de diriger ou de divertir.

d'enseignement et d'apprentissage proposée, le type d'outil numérique ou d'environnement pédagogique informatisé auquel cela peut être rattaché.

Cependant, selon Karsenti et Larose (2002, Cité par IsaBelle et Savoie, 2006), les « savoirs » de certains enseignants en matière de TIC ne suffisent pas pour leur conférer des habiletés techno-pédagogiques suffisantes pour qu'ils les intègrent à leur pratique en salle de classe. Il est à cet effet, nécessaire d'être suffisamment formé à l'usage pédagogique des TIC (Isabelle et Savoie, 2006).

2.2.2. Simulateurs, principes d'apprentissage et courants pédagogiques

Dans la présente recherche, la simulation informatique renvoie au minimum à « *un traitement pas à pas par ordinateur soit d'un modèle mathématique sans solution analytique, soit d'un moteur d'inférence à base de règles : automates cellulaire, SMA, modélisation orientée objet* » (Varenne, 2003, p.2), et non simplement à « *tout usage de l'ordinateur pour modéliser les choses* » (Mc Leod, 1986, cité par Varenne, 2003, p.2). Les logiciels de simulation, appelés simulateurs, imitent ainsi une partie de la réalité et fournissent un environnement pour la découverte des lois naturelles (De Vries, 2001). En physique par exemple, les simulations incorporent des lois relatives à la chute d'un corps, à l'équilibre d'un corps soumis à deux forces, au principe de flottaison (la poussée d'Archimède), etc. Concrètement,

L'élève apprend en agissant sur une simulation d'une façon similaire à la façon dont il agirait dans une situation réelle. Il peut changer la valeur des variables et en observer les effets sur d'autres variables. Les tâches à exécuter par les élèves sont de manipuler, d'observer, et d'interpréter les résultats. (*Ibid.*, p.111).

À cet égard, la simulation informatique est conçue comme expérience concrète, donc dotée d'un caractère empirique. En effet, « *...du fait de son **polyformalisme intrinsèque** - probabilités, géométrie, graphes, topologie, analyse, encapsulation informatique, etc. -, la simulation informatique peut valoir comme une expérience concrète du second genre, le premier genre renvoyant à l'expérience immédiate et aux expérimentations scientifiques.* » (Varenne, 2003, p. 13). Ainsi, comme le précise De Vries (2001), la simulation associe donc deux points de vue théoriques : le *constructivisme* et la *cognition située*.

Effectivement, le constructivisme prône un apprentissage par la découverte et par l'action (Larochelle et Bednarz, 1994).

Ainsi, une personne confrontée à une situation ou à un problème donné va être amenée à mobiliser un certain nombre de structures cognitives, nommées schèmes opératoires. À partir de là, la personne peut soit incorporer les informations perçues au sein de sa structure cognitive (assimilation), soit modifier sa structure cognitive afin d'incorporer les éléments nouveaux provenant de la situation (accommodation). La compréhension de la réalité qui se renouvelle constamment va s'élaborer à partir de représentations plus anciennes d'événements passés, que la personne a d'ores et déjà emmagasinées grâce à ce double processus d'assimilation et d'accommodation. Partant de là, elle va opérer une conceptualisation à travers ce jeu d'assimilation de données perçues aux représentations anciennes et d'accommodation de ces représentations aux données perçues, et donc aux nouvelles exigences de la situation. La compréhension du monde qui nous entoure, ainsi constamment renouvelée, va s'élaborer par le biais d'une démarche de conceptualisation basée sur les expériences de la personne, fruit des régulations produites par les mécanismes d'assimilation et d'accommodation (Kerzil, 2009, p.112).

Selon Tardif (1993), « *étant donné l'état des connaissances et des recherches au regard de l'apprentissage, les principes issus du paradigme constructiviste sont les plus susceptibles de provoquer et d'assister l'acquisition d'un savoir significatif, réutilisable fonctionnellement et transférable* » (p.2).

Quant à la cognition située, elle se fonde sur la croyance que les activités authentiques créent davantage d'opportunités pour construire des connaissances exploitables dans des situations futures (De Vries, 2001, p.111). D'ailleurs, d'après les recherches de Laville (2000), « *la rationalité du comportement ne résulte pas des seules capacités cognitives d'un agent, mais du système cognitif que cet agent forme avec son environnement* » (p.1301). Ainsi, les simulations qui sont des activités authentiques dans des situations ressemblant à la réalité (De Vries 2001), rendraient plus rationnel le comportement l'apprenant (Laville, 2000).

2.2.3. Logiciels-exerciseurs, principes d'apprentissage et courants pédagogiques.

« *Un exerciseur est tout d'abord un logiciel générateur d'exercices, de questionnaires, QCM, quiz, ou tests, et qui permet de donner des corrections et des évaluations selon des schémas préétablis* »¹⁴. Dans la présente recherche, nous considérons les exerciseurs d'accompagnement scolaire et non ceux de type ludo-éducatif (activités d'éveil autour des premiers apprentissages)¹⁵. Explicitement,

¹⁴ <http://edutechwiki.unige.ch/fr/Exerciseur>, Section *Définition*.

¹⁵ Pour alléger le texte, l'expression « exerciseur d'accompagnement scolaire » sera tout simplement désigner par le terme « exerciseur ».

ces exercices contiennent des exercices répétitifs visant l'entraînement des élèves via l'ordinateur (Dejean-Thircuir et Nissen, 2013). Souchard (2003) les définit plus spécifiquement ainsi :

...Ils sont constitués d'exercices classiques adaptés à l'environnement informatique. Ils sont totalement fermés car les exercices sont déjà totalement programmés et le professeur ne peut même pas les choisir à l'avance comme il le ferait avec un livre. Toute l'évolution de l'élève dans le logiciel est programmée et chaque erreur de celui-ci est automatiquement répertoriée. Ce type de logiciel d'entraînement peut donc être considéré comme tuteur : l'accompagnement est directif et le logiciel ne tolère pas les erreurs ; il se base sur le dialogue tutoriel car c'est l'élève qui est maître de ses réponses sous la conduite du logiciel. (p.4)

Par ailleurs, un exerciceur génère des items qui sont des stimuli qui provoquent des réponses des élèves (De Vries, 2001). Étant donné que les bonnes réponses permettent, entre autres, de passer à l'item suivant et d'obtenir un événement visuel ou sonore, le but de l'exerciseur est de renforcer positivement les bonnes réponses des élèves afin que celles-ci se répètent ; et de renforcer négativement les mauvaises réponses afin qu'elles ne soient plus données. Ainsi, les exercices mettent en relief les erreurs commises par l'élève (Pouts-Lajus, 2001). Cela permet ainsi que celui-ci prenne conscience de la nature de ses erreurs de façon à combler ses lacunes.

À la lumière de ce qui précède, les exercices d'accompagnement sont appropriés après avoir suivi un enseignement classique (Alessi et Trollip, 1991). Au niveau pédagogique, l'exerciseur associe donc deux courants pédagogiques : le *behaviorisme* avec *l'enseignement programmé* et *l'approche cognitive de l'apprentissage* (Pouts-Lajus et Riché-Magné, 1998, cité par Fenouillet et *al.*, 2001).

En effet, l'enseignement programmé est issu du *behaviorisme*¹⁶ qui est une approche de la psychologie qui met l'accent sur l'étude du comportement observable et du rôle de l'environnement en tant que déterminant du comportement (Travis et Wade, 1999, p.182). Pour les psychologues de la perspective behavioriste, « *l'ensemble des comportements s'acquièrent et se maintiennent en fonction des conséquences qu'elles entraînent* » (p.181). Ainsi, selon cette perspective, l'apprentissage se fait par la modification, la manipulation de l'environnement pour obtenir les comportements recherchés. Spécifiquement, la méthode de l'enseignement programmé

¹⁶ Le behaviorisme ou comportementalisme, le terme vient de l'anglais behavior qui signifie « comportement ».

implique un apprentissage à partir d'un système de stimulus et réponse, sur l'idée de « conditionnement » et de « renforcement » (Giordan, 1994). Cette méthode repose alors sur la Loi de l'effet

selon laquelle le comportement est régi par les effets qu'il procure. Ainsi, parmi les actions exercées dans une situation, celles qui sont accompagnées ou immédiatement suivies d'une satisfaction seront liées plus fermement à la situation de telle sorte que, si cette situation se renouvelle, le sujet tendra à reproduire ces actions avec une plus grande probabilité (Crahay, 2005, p.126-127).

Comme le précise Oléron (1964), l'originalité de l'enseignement programmé par rapport aux enseignements traditionnels, se situe sur la spontanéité et rapidité l'exécution des sanctions négatives (punitions) ou positives (récompenses). Avec l'enseignement programmé, l'élève sait immédiatement si sa réponse est correcte ou non ; tandis qu'avec les enseignements traditionnels, la sanction relatives aux tests ou aux devoirs survient tardivement, souvent plusieurs jours après que l'élève a répondu.

Quant à l'approche cognitiviste de l'apprentissage, elle a pour l'objectif est de faire comprendre à l'apprenant la nature de ses erreurs de façon à combler ses lacunes (Fenouillet et *al*, 2001). Comme le béhaviorisme, cette approche tient compte de l'existence d'une réalité objective externe, mais voit plutôt l'apprenant comme un système actif de traitement de l'information (Rocheleau, 2009). Ainsi,

Plutôt que de répondre simplement à des stimuli de l'environnement, les individus contrôlent leur propre apprentissage en déterminant comment ils vont traiter l'information qu'ils reçoivent et si cette situation est susceptible de leur fournir un apprentissage. (p14).

Comme le précise Fenouillet et *al*. (2001), ces deux courants théoriques se fondent donc sur le retour d'informations (feedback) que renvoie l'exerciseur à l'apprenant après sa réponse proposée pour l'aider à localiser ses erreurs et corriger ses fautes.

Cependant, l'utilisation des simulateurs et les exercices nécessite également la présence de l'enseignant en tant qu'Agent afin favoriser l'apprentissage des élèves. C'est à dessein que la section suivante clarifie les rôles à jouer par l'enseignant afin d'éventuellement engager, motiver les élèves dans l'apprentissage.

2.3. Enseignant et motivation des élèves en apprentissage des sciences physiques via les TIC

Cette section limite l'élucidation du concept de la motivation à l'approche sociocognitive et à la psychologie cognitive. Après avoir mis en relief les actions que doit mener l'enseignant pour motiver l'élève dans une activité d'apprentissage, il sera question des indices de la motivation en classe.

2.3.1. Élucidation du concept de motivation scolaire

En psychologie cognitive, « *la motivation scolaire est essentiellement définie en fonction de l'engagement, la participation et la persistance de l'élève dans une tâche* » (Tardif, 1992, p.91). En plus de ces trois variables, l'approche sociocognitive tient compte des perceptions que l'élève a de lui-même et de son environnement dont la perception de l'importance d'une tâche (Brophy, 1983), la perception de sa compétence à accomplir une tâche (Bandura et Schunk, 1981) et la perception de la contrôlabilité de la tâche (Tardif, 1992). Par ailleurs, dans l'approche sociocognitive, l'engagement dont il est question est du type cognitif (Corno et Mandinach, 1983), et doit être compris comme la qualité et le degré d'effort mental fourni par l'élève dans l'accomplissement des tâches d'apprentissage (Barbeau, 1995). Corno et Mandinach (1983), soulignant les influences mutuelles entre l'engagement cognitif et les perceptions (de soi et de l'environnement), précisent d'ailleurs qu'une étude de la motivation scolaire doit tenir compte de ces deux variables.

C'est ainsi que Viau (1994), inspiré des chercheurs ayant une approche sociocognitive, définit la motivation scolaire en fonction de l'atteinte d'un but :

La motivation en contexte scolaire est un état dynamique qui a ses origines dans les perceptions qu'un élève a de lui-même et de son environnement et qui l'incite à choisir une activité, à s'y engager et à persévérer dans son accomplissement afin d'atteindre un but (p. 7).

Cette définition sur laquelle s'ancre notre recherche met en évidence, l'interaction réciproque entre les facteurs comportementaux, environnementaux et personnels (perceptions de soi et de son environnement), bases de l'étude des phénomènes humains pour Bandura (1986). En effet, dans le modèle de Viau (figure 4),

Les facteurs comportementaux (choisir une activité, s’y engager et persévérer dans son accomplissement) sont présentés comme les indicateurs de la motivation, tandis que les facteurs internes (les perceptions qu’un élève a de lui-même et de son environnement) et environnementaux (le contexte, représenté par les activités scolaires d’enseignement et d’apprentissage, mais aussi par tout stimulus ou événement qui influence les perceptions qu’un élève a de lui-même) en constituent l’origine, ou les déterminants (Huart, 2001).

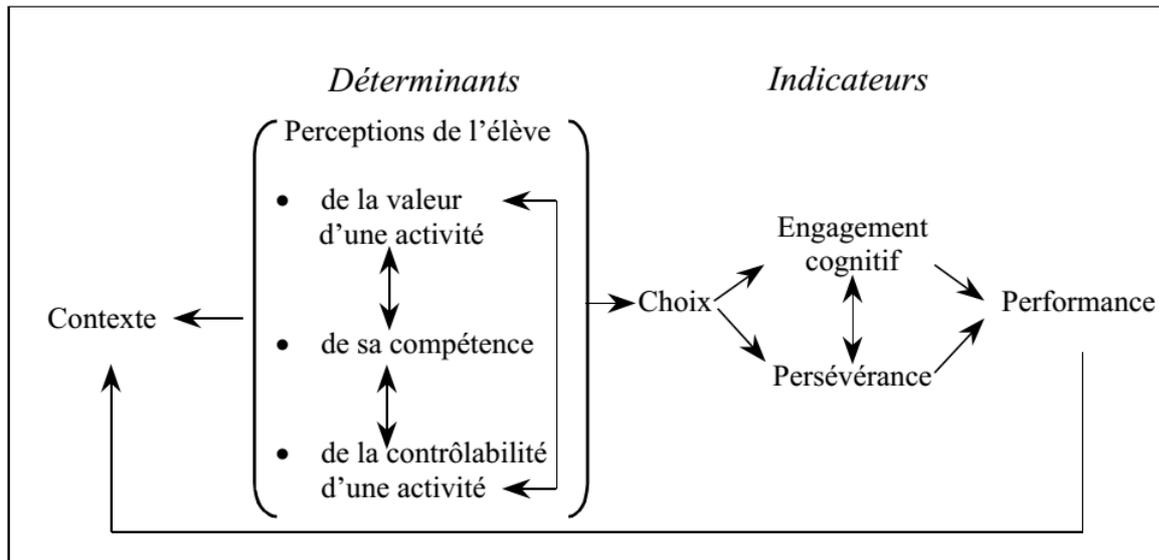


Figure 4: Modèle de la motivation en contexte scolaire de Viau (1997, p. 32).

Par ailleurs, dans ce modèle, la performance est à la fois un indicateur et un déterminant de la motivation. En effet, d’une part, plus un élève persévère et est cognitivement engagé dans un tâche, plus il a un effet positif sur sa performance ; et d’autre part, cette dernière influence la motivation de l’élève en modifiant les perceptions qu’a l’élève de lui-même et qui sont à l’origine de sa motivation (Pellerin, 2005).

La sous section suivante clarifie le rôle que doit jouer l’enseignant afin de favoriser les déterminants de la motivation qui nous intéressent dans cette recherche, en l’occurrence, la perception de la valeur d’une activité, la perception de sa compétence à accomplir cette activité et la perception de la contrôlabilité de cette activité.

2.3.2. Enseignant et déterminants de la motivation

Dans l’enseignement secondaire, la motivation des élèves varie en fonction des activités qui leur sont proposées dans un cours (Louis, Viau et Lefebvre, 1998). De ce fait, les

élèves ne développent pas toujours une attitude favorable devant les activités liées aux TIC comme l'a montré Matchinda (2008) au cours de ses recherches menées dans l'enseignement secondaire camerounais, en milieu urbain. Pour rectifier le tir, le modèle de Viau (figure 4), transférable à une activité d'apprentissage intégrant les TIC, recommande à l'enseignant d'être particulièrement regardant sur la valeur que l'élève accorde à cette activité, sur la perception de sa capacité à l'accomplir, ainsi que sur le degré de contrôle qu'il estime avoir sur le déroulement de l'activité qui lui est présentée.

De la valeur des activités à mener

En réalité, l'élève juge de la valeur d'une activité sur son utilité en regard des buts qu'il poursuit (Viau, 1997, p.44). Pour qu'il accorde plus de valeur à l'activité à mener et qu'il s'y engage, les buts scolaires que peut poursuivre l'apprenant doivent être privilégiés aux buts sociaux (*Ibid.*, p.45). Parmi les buts scolaires, Dweck (1989) distingue les *buts d'apprentissage* par lesquels l'élève évalue la valeur d'une activité en fonction des nouvelles connaissances qu'elle lui permettra d'acquérir, des *buts de performance* dont les objectifs visent une reconnaissance sociale (obtenir une récompense, avoir de bonnes notes pour plaire à l'enseignant, etc.). Il est donc à noter que la poursuite des *buts d'apprentissage*, encore appelés buts par la *motivation intrinsèque* (Lepper et Hodell, 1989, cité par Viau, 1997), est plus adaptée aux apprentissages du secondaire (Ryan, Hicks, et Midgley, 1997), que les *buts de performances* qui vont de pair avec la volonté d'éviter les jugements négatifs et qui sont par conséquent des buts par la *motivation extrinsèque*. En effet, comme le souligne Moussa Tessa (2011) :

La motivation intrinsèque (MI) correspond à une situation motivationnelle au cours de laquelle la pratique ou la réalisation de l'activité procure strictement du plaisir et la satisfaction. Quand une personne est intrinsèquement motivée, elle effectue des activités volontairement et par intérêt pour l'activité elle-même, sans attendre de récompense ou sanction, et sans chercher à éviter un quelconque sentiment de culpabilité. La motivation intrinsèque induit des conduites autodéterminées, émanant de la personne ; c'est d'ailleurs le type de motivation qui possède le plus haut niveau d'autodétermination. (p. 66)

Quant à la motivation extrinsèque, c'est celle qui pousse l'individu à s'engager dans une activité pour des raisons non constitutives à celle-ci, mais plutôt dans l'espoir d'obtenir

une récompense, d'éviter quelque chose de déplaisant ou de faire plaisir (Bressoux, 2003 ; Moussa Tessa, 2011).

Ainsi, l'enseignant devra, d'une part, organiser de la classe d'une manière coopérative plutôt que compétitive (Barbeau, Montini et Roy, 1997) et d'autre part,

...lier la tâche aux intérêts personnels des élèves, refléter un certain plaisir à démontrer le concept ou l'habileté à maîtriser plutôt que promettre une récompense, se centrer sur l'aspect instrumental de la tâche ou prévenir les élèves d'un échec futur dans leur vie s'ils ne maîtrisent pas la tâche (*Ibid.*, p.10).

Par ailleurs, l'apprentissage à réaliser doit offrir un défi combiné à la connaissance pour favoriser l'engagement, la motivation de l'élève (Barbeau et *al.*, 1997). C'est ainsi que l'enseignant devra veiller à ce que :

- l'élève reçoive les feed-back sur les activités réalisées (Bandura, 1986, cité par Bouffart, 1993),
- les objectifs à atteindre soient, d'une part, les plus spécifiques et les plus explicites possible (clairs et réalisables), afin que l'élève évalue l'effort requis ; d'autre part, qu'ils soient de difficulté modérée et tout en exigeant de la rigueur, afin de susciter un effort intense et engendrer la satisfaction (Bandura et Cervone, 1983, Cité par Barbeau et *al.*, 1997, p.12) ;
- les objectifs intermédiaires permettant d'atteindre les objectifs complexes soient explicités (*Ibid.*)

De la perception de ses compétences à acquérir et utiliser ses connaissances

En matière de compétences, Viau (1997) distingue les perceptions générales de soi (qui ont trait à l'école, aux activités sportives, aux relations sociales, à l'apparence physique et au comportement social) des perceptions spécifiques (qui sont relatives aux perceptions qu'un élève a de lui-même quant aux différentes matières). Dans cette recherche, nous nous intéressons donc aux perceptions spécifiques, qui, en d'autres termes, sont des perceptions « *qu'a l'élève à propos de ses capacités à utiliser les connaissances et habiletés qu'il possède dans le but d'effectuer de nouveaux apprentissages* » (Moisan, 2001, p.43), en l'occurrence, en sciences physiques.

Il a été montré que les perceptions de ses compétences acquérir et utiliser ses connaissances jouent un rôle très important dans la motivation de l'élève à mener des tâches d'apprentissage. En effet, lorsqu'un élève s'estime compétent dans une tâche, il est plus porté à s'y engager et à persévérer dans son accomplissement (Dweck, 1989). Par contre, « *ceux qui se perçoivent comme peu compétents prennent peu de risques à effectuer une tâche et ont moins tendance à persister pour surmonter les difficultés éprouvées* » (Moisan, 2001, p.43). De ce fait, il est donc nécessaire d'aider les élèves à avoir une meilleure perception de leur compétence à acquérir et à utiliser des connaissances théoriques et des connaissances pratiques (Barbeau et *al.*, 1997, p.10). Cela passe par le renforcement des perceptions positives et la modification des perceptions négatives (Moisan, 2001). Pour ce faire, Barbeau et ses collaborateurs (1997) proposent des pistes d'intervention dont : 1) tenir compte des caractéristiques de la mémoire ; 2) utiliser des stratégies d'intervention pédagogique différentes, selon le type de connaissances.

Parlant de la première piste, son importance est liée au fait que la mémoire est considérée comme le centre de traitement de l'information, le lieu « mental » où se construisent les savoirs théoriques et pratiques de l'élève, où se passent les décisions (cognitives, affectives, sociales, affectives) qu'il prend (*Ibid.*). En effet, « *si un élève a la perception d'être compétent pour acquérir et pour utiliser de nouvelles connaissances, c'est qu'il a la perception d'être capable de traiter efficacement l'information avec laquelle il est en contact* » (p.10). Pour aider l'élève à traiter efficacement l'information, Barbeau et ses collaborateurs recommandent :

- de présenter à l'élève un matériau « captivant » et signifiant – notamment en faisant référence à ses connaissances antérieures – et de lui indiquer où diriger ses récepteurs sensoriels, parce qu'au début du processus d'apprentissage, l'information n'est disponible pour la mémoire que durant une courte période (celle de la mémoire à court terme, soit environ dix secondes) (p.10) ;
- d'aider l'élève à utiliser au mieux sa mémoire de travail et sa mémoire à long terme en reliant la nouvelle information à du connu, en faisant des liens entre les diverses connaissances de l'élève afin qu'il apprenne ainsi à transférer ses connaissances d'une situation à une autre.

Parlant de la seconde piste, pour les connaissances théoriques, Barbeau recommande d'abord de faciliter la construction du sens en multipliant les voies d'accès à l'information (l'analogie, l'exemple, le rappel des connaissances antérieures, etc.). Ensuite, d'intervenir directement et explicitement dans l'organisation des connaissances avec l'élève. Et enfin, de faciliter l'emmagasinement de l'information par les élèves en les aidant à imaginer l'information dans une représentation mentale, en l'associant à des sensations physiques ou à des émotions, etc. (*Ibid.*, p.10). Quant aux connaissances pratiques, « *le professeur doit toujours vérifier si les connaissances préalables sont acquises, sinon il est confronté à une lacune qu'il doit absolument combler* » (*Ibid.*). De plus, l'acquisition d'une connaissance procédurale (pratique) ne s'effectuant que dans l'action et par celle-ci (Tardif, 1992, p. 363), « *il faut permettre à l'élève d'observer une démonstration exécutée soit par l'enseignant ou par un autre élève avant d'exécuter une tâche* » (Moisan, 2001, p. 44), l'amener à faire divers exercices en contextes variés (Barbeau et *al.*, 1997), tout en abordant ses erreurs comme des occasions riches en apprentissage et non comme des échecs (Moisan, 2001).

De la contrôlabilité d'une activité

Viau (2004) définit la perception de contrôlabilité comme :

la perception qu'a l'élève du contrôle qu'il exerce sur le déroulement d'une activité et sur ses conséquences. Ici, entrent en jeu ce que l'on appelle les attributions causales, c'est-à-dire les causes qu'un élève évoque pour expliquer ses échecs ou ses succès scolaires (p.3).

En effet, un élève qui attribue ses échecs et ses réussites scolaires à des causes qui lui sont externes (l'humeur de l'enseignant, l'opinion de cet enseignant vis-à-vis de l'élève, la difficulté de l'épreuve, etc.), a généralement une perception faible de contrôlabilité. À l'inverse, lorsqu'il les attribue à des causes internes à lui-même (son aptitude, l'effort qu'il a consenti à fournir, sa fatigue, etc.), il a une perception de forte contrôlabilité (Huart, 2001 ; Viau, 2004).

Spécifiquement, il a été montré qu'en général, « *les élèves les plus performants attribuent leurs succès aux efforts qu'ils fournissent ainsi qu'à leurs capacités intellectuelles, tandis que leurs échecs sont expliqués par des causes internes, transitoires et contrôlables comme le manque d'effort* » (Huart, 2001, p.230). Par ailleurs, plus l'élève « *...percevra que les causes de ses résultats sont externes et non*

modifiables, et plus il percevra qu'il n'en a aucun contrôle, moins il s'engagera cognitivement » (Moisan, 2001, p.42). De ce fait, il est donc nécessaire de lui donner l'impression qu'il a une certaine part de responsabilité (contrôle) dans le déroulement de ses apprentissages et le convaincre qu'il est en grande partie responsable de ses succès comme de ses échecs (Viau, 2004, p.4). En d'autres termes, Moisan (2001, p.43) parle de : 1) favoriser chez l'élève une perception de lui-même qui l'incite à prendre en charge son apprentissage ; 2) l'amener à identifier ce qui lui appartient et ce sur quoi il a du pouvoir par rapport à son apprentissage ; 3) lui donner des moyens d'améliorer sa perception du contrôle qu'il peut avoir sur les causes de ses difficultés scolaires. Par conséquent, il suggère les actions suivantes :

- favoriser le retour sur les activités de même que sur les stratégies d'apprentissage à développer pour réussir ;
- exploiter les ressources des pairs comme support aux élèves ayant une faible perception de la contrôlabilité de leur échec ;
- lors d'exercices, faire place autant au processus métacognitif qu'aux habiletés liées au contenu ;
- outiller l'élève à utiliser des stratégies favorisant la réussite de l'exercice en prenant le temps d'expliquer ces stratégies individuellement ou en groupe ;
- mettre l'accent sur les interventions plus individualisées afin d'éviter de faire ressortir les difficultés d'un élève devant le groupe ;
- ne pas mettre un élève devant des situations de honte et d'humiliation ;
- renforcer l'effort et l'amélioration ;
- accepter que des élèves prennent plus de temps que d'autres pour effectuer le travail demandé (*Ibid*).

2.3.3. Observation des indicateurs de la motivation

Pour rappel, le but de cette recherche est d'étudier l'interaction entre l'intégration pédagogique des simulateurs couplés à un exerciceur et le changement de motivation des élèves en apprentissage des sciences physiques en classe de 3^e, notamment au lycée rural d'Élat.

De ce but, il ressort que l'observation des éléments perceptibles de la motivation est indispensable. Pour Viau (1997), ces éléments perceptibles de la motivation sont des indicateurs de la motivation qu'il définit comme des effets de la motivation (p.35). C'est d'ailleurs dans le modèle de ce chercheur que trois indices de la motivation, en l'occurrence, *le choix de s'investir ou non* dans une tâche, *la persévérance* et *l'engagement cognitif* ont été choisis pour

mener notre recherche, car *la performance* (quatrième indicateur de la motivation), bien que déclencheur de la motivation, n'est que la conséquence des autres indicateurs (Pellerin, 2005). Cependant, ce modèle ne tient pas compte des variables cognitives et sociales d'apprentissage, même si celles-ci influencent à des degrés différents les composantes de la motivation (Viau, 2003, p.74).

Du choix de s'investir/participer

Le premier indicateur est **le choix** que l'élève fait de s'investir ou non dans la tâche qui lui est confiée. En effet, Viau (2003) précise qu'« *un élève motivé choisit d'entreprendre une activité d'apprentissage tandis qu'un élève démotivé a tendance à l'éviter* » (p.75). Spécifiquement, l'élève démotivé utilise des stratégies d'évitement, c'est-à-dire, adopte des comportements pour éviter de s'engager dans une activité ou de retarder le moment où il devra l'accomplir. Par exemple, il demandera des explications inutiles, et fera répéter le professeur pour gagner en temps (Lebeau, 1992, Cité par Viau, 2003).

Par ailleurs, pour Moisan (2001), un élève qui choisit d'entreprendre une activité d'apprentissage participe à celle-ci, c'est-à-dire, s'implique volontiers dans sa réalisation et décide de mettre des efforts dans son accomplissement. Ainsi, un élève qui participe à une activité d'apprentissage fait preuve d'engagement comportemental aussi appelé « engagement socio-relationnel ». En effet,

On reconnaîtra les manifestations de l'engagement comportemental chez un étudiant au fait qu'il pose des questions tant au professeur qu'à ses collègues. De plus, l'étudiant aura tendance à être proactif, à expliquer la matière du cours à d'autres étudiants et à solliciter des rétroactions concernant ses activités scolaires de la part des professeurs, de ses pairs ou des intervenants à l'extérieur de la classe. (Parent, 2014, p.14).

De ce fait, observer les manifestations de l'engagement comportemental de l'élève dans une activité d'apprentissage, c'est observer les manifestations de sa participation effective, qui témoignent de son choix de s'y investir.

De la persévérance

La persévérance de l'élève, deuxième indicateur de la motivation, se manifeste par des réactions positives face aux obstacles et par le fait d'accorder le temps nécessaire à la réalisation des tâches à exécuter. Le terme persévérance doit donc être compris dans le sens de la ténacité et non de l'entêtement. C'est ainsi que Viau (2003) dira : « *nous mesurons la persévérance en calculant le temps que l'élève consacre à des activités comme la prise de notes, l'accomplissement d'un exercice, la compréhension de ses erreurs, l'étude des manuels, etc.* » (p.76).

En effet, pour Viau (2004), plus l'élève est motivé, plus il y consacre du temps à accomplir une activité d'apprentissage et plus il augmente ses chances de la réussir. Inversement, lorsqu'il est démotivé, il tend à abandonner rapidement une activité ou à faire le strict nécessaire (p.3). L'élève persévérant consacre donc le temps nécessaire dans ses activités d'apprentissage, revoit les matières présentées en classe, prépare son prochain cours, etc. (Viau, 2003, p.77).

Cependant, il ne suffit pas de passer beaucoup sur une activité d'apprentissage, il faut également fournir des efforts de qualité. C'est pour cela qu'à la persévérance, vient s'ajouter l'engagement cognitif comme autre indicateur de la motivation selon l'approche sociocognitive.

De l'engagement cognitif

L'engagement cognitif, troisième indicateur de la motivation, réfère au comportement de l'étudiant à l'égard du savoir (Parent, 2014). Elle se définit par « *la qualité et la quantité de l'effort fourni par l'élève dans l'accomplissement d'une tâche* » (Moisan, 2001, p.43). Salomon (1989, cité par Viau, 2004) l'assimile au degré d'effort mental que l'élève déploie lors de la réalisation d'un apprentissage.

On peut juger de cet effort en examinant les types de stratégies d'apprentissage auxquels il fait appel pour accomplir une activité pédagogique. Si, par exemple, il se limite à utiliser des stratégies de mémorisation, on peut considérer qu'il est peu engagé au plan cognitif. (Viau, 2004, p.3).

En effet, l'engagement cognitif est mis en exergue, d'une part, par l'utilisation des stratégies d'apprentissage qui sont « *des moyens que les élèves peuvent utiliser pour acquérir, intégrer et se rappeler les connaissances qu'on leur enseigne* » (Weinstein et Meyer, 1991, Cité par Viau, 2003, p.78). Il s'agit :

- **des stratégies de mémorisation** utilisées lorsqu'il s'agit d'encoder des informations factuelles (des dates, des règles, des équations, etc.) en mémoire, afin d'en faciliter le rappel ultérieur (Huart, 2001, p.231). Ces stratégies consistent à répéter constamment, mentalement ou oralement, l'information à mémoriser, mais sans chercher à en saisir la signification profonde (*Ibid.*).

Relire plusieurs fois un texte pour se souvenir de son contenu, répéter maintes et maintes fois à haute voix des termes compliqués ou écrire des dizaines de fois une règle ou une loi sont les stratégies que les élèves privilégient (Viau, 2003, p.78-79) ;

- **des stratégies d'organisations** utilisées par l'élève pour emmagasiner des informations plus nombreuses et plus complexes. « *Elles consistent à structurer l'information donnée, notamment à l'aide de tableaux de synthèse (regroupement en catégories, points communs et différences, etc.) ou de schémas (montrant les relations entre concepts)* » (Huart, 2001, p.231) afin que l'élève l'intègre plus facilement à ses connaissances et de la mémorise (Viau, 2003) ;
- Et **des stratégies d'élaboration** utilisées par l'élève lorsqu'il réalise des inférences entre différents concepts et crée ainsi dans sa mémoire de nouveaux réseaux d'informations (Derry, 1989, Cité par Viau, 2003, p. 80).

Les inférences simples se rapportent à des procédés mnémotechniques ou en la création d'images mentales (par exemple, imaginer l'Atomium à neuf choux de Bruxelles pour associer la ville au monument). Pour des inférences plus complexes (comme l'interaction entre le climat d'une région, sa situation géographique et les denrées agricoles qu'elle produit), interviennent l'analogie, la rédaction de résumés, la reformulation dans ses propres mots,... (Huart, 2001, p.231).

Suite de ce qui précède, les stratégies d'organisation et d'élaboration sollicitent un traitement plus en profondeur de l'information par rapport aux stratégies de mémorisation, c'est-à-dire un engagement cognitif plus intense (Huart, 2001).

D'autre part,

...l'engagement cognitif dépend de la maîtrise de stratégies autorégulatrices d'apprentissage (la conscience de son processus de pensée, la planification, la connaissance

des ressources nécessaires à une tâche, la réceptivité au feed-back, la capacité d'évaluer l'efficacité de ses actions, etc.). Selon Marzano et al., les stratégies mentales d'autorégulation rendent les personnes plus conscientes et leur permettent de mieux contrôler leurs actions (Barbeau et al, 1997, p.12).

Ces stratégies autorégulatrices réfèrent à l'utilisation par l'élève de stratégies métacognitives, de gestion et motivationnelles (Viau, 2003) telles que synthétisées dans le tableau ci-dessous (Tableau 2).

Tableau 2 : Les stratégies d'autorégulation (Viau, 2003, p.85)

STRATÉGIES MÉTACOGNITIVES	STRATÉGIES DE GESTION	STRATÉGIES MOTIVATIONNELLES
La planification	Choisir un rythme d'apprentissage	Se fixer des buts à atteindre
Le monitoring	Choisir un lieu d'apprentissage	Se donner des défis à relever
L'autoévaluation	Choisir des ressources humaines et matérielles	Se récompenser

Parlant de la métacognition, « elle correspond à la conscience qu'une personne a de son fonctionnement cognitif et des stratégies qu'elle utilise pour réguler sa façon de travailler intellectuellement » (Pintrich, 1990, Viau, 2003, p.85). Ces stratégies sont de trois types :

- **la planification** qui consiste à examiner une activité à faire afin de prendre connaissance des exigences et objectifs y afférents ainsi que de choisir les stratégies d'apprentissage à déployer en conséquence (Huart, 2001 ; Viau, 2003) ;
- **le monitoring** utilisé lors de l'accomplissement d'une activité, consiste pour l'élève à évaluer constamment l'efficacité des stratégies d'apprentissage employées par rapport à l'objectif que l'on s'est donné afin d'éventuellement les ajuster (Viau, 2003). Par ailleurs, le monitoring pour à l'élève de contrôler son degré d'attention (*Ibid*). « Par exemple, se poser des questions à soi-même pour vérifier si l'on a bien compris le contenu d'un texte est une stratégie de monitoring » (Huart, 2001, p.232) ;
- **l'autoévaluation**, qui a lieu à la fin d'une activité, « consiste pour l'élève à évaluer les apprentissages qu'il a faits en mesurant le degré d'atteinte des objectifs qu'il s'était fixé » (Viau, 2003, p.86).

Quant aux stratégies de gestion, elles réfèrent aux stratégies qu'utilise l'élève pour créer un environnement propice à son apprentissage. Ces stratégies se résument pour l'élève :

- **à l'organisation du travail dans le temps.** Apprend-il au moment de la journée où il est le plus disposé à le faire ? s'impose-t-il un rythme de travail (longues heures de travail ou plages horaires déterminées) ?

- **au choix du lieu d'apprentissage.**

À la maison, l'étude devrait se faire dans un endroit calme, suffisamment éclairé et aéré. À l'école, le choix de sa place dans la classe peut également constituer un choix stratégique : se placer sur un banc près du tableau noir afin de bien écouter sans être dérangé par les élèves plus turbulents qui, quant à eux, choisissent les bancs situés à l'arrière et sur le côté du local. (Huart, 2001, p.233).

- **au choix des ressources humaines et matérielles.** Quels choix explicites fait-il pour recevoir l'aide des gens ? En d'autres termes, demande-t-il à l'enseignant de lui expliquer une nouvelle fois ce qu'il n'a pas compris ? Préfère-t-il de travailler en groupe ou individuellement ? etc. Par ailleurs, démontre-t-il qu'il connaît les ressources matérielles (le dictionnaire et d'autres documents de référence) mises à sa disposition ainsi que les stratégies nécessaires pour les utiliser ? En d'autres termes, utilise-t-il le matériel approprié pour mener son apprentissage.

Enfin, les stratégies motivationnelles sont les stratégies d'autorégulation que l'élève utilise pour maintenir ou augmenter sa motivation dans un apprentissage (Viau, 2003). Par exemple, il peut se donner ses propres défis, se convaincre de l'importance de ce qu'il fait, se récompenser à la fin du travail, décider de se fixer des objectifs à court terme pour évaluer le chemin qu'il a parcouru, etc. (p.88). Ces stratégies qui consistent donc à manier soi-même la carotte et le bâton (Huart, 2001), permettent à l'élève de se motiver lui-même et d'être moins dépendant des stratégies motivationnelles mises en place par l'enseignant en classe, et qui ne correspondent pas nécessairement à ses valeurs (Viau, 2003, p.88-89).

2.4. Questions et objectifs de recherche

Pour rappel, le principal objectif est de répondre à la question :

L'usage des simulateurs associés à un exerciceur a-t-il une influence sur la motivation des élèves de 3^e du lycée d'État à l'apprentissage des sciences physiques ? Si oui, comment et pourquoi ?

Approfondir la compréhension de la problématique de notre recherche à travers cette question se fonde sur les comportements et discours des élèves par rapport à la situation d'apprentissage qu'ils vivent via l'usage des simulateurs couplés à un exerciceur, quant à la situation préalablement vécue pendant les activités traditionnelles d'apprentissage. Trois sous-questions permettent de repérer des éléments de réponse à la question de recherche :

- *Q₁ Les élèves changent-ils leurs choix de s'investir dans les tâches d'apprentissage suite à l'intégration des simulateurs couplés à un exerciceur ? Si oui, comment et pourquoi ?*
- *Q₂ La persévérance des élèves dans les activités d'apprentissage est-elle modifiée suite à l'intégration des simulateurs couplés à un exerciceur ? Si oui, comment et pourquoi ?*
- *Q₃ L'engagement cognitif des élèves dans les activités d'apprentissage est-il modifié suite à l'intégration des simulateurs couplés à un exerciceur ? Si oui, comment et pourquoi ?*

Les réponses à ces sous-questions de recherche conduisent à la réalisation de deux objectifs principaux :

- *identifier et apprécier, le cas échéant, les nouveaux comportements motivationnels des élèves suite à l'intégration des simulateurs associés à un exerciceur dans l'apprentissage des sciences physiques ;*
- *mettre en relief les diverses raisons qui justifient ces nouveaux comportements motivationnels.*

CHAPITRE III : MÉTHODOLOGIE

Le présent chapitre est organisé en six sections principales. La première expose et justifie la recherche de type qualitative effectuée ainsi que la méthode d'étude multi-cas utilisée (section 3.1). La deuxième est consacrée à la préparation de la recherche, notamment la procédure suivie pour sélectionner les cas (binômes d'élèves), et la présentation des simulateurs et de l'exerciseur utilisés par les cas afin de collecter les données (section 3.2). La troisième section porte sur la présentation et la justification des méthodes et outils de collecte des données utilisées (section 3.3) alors que la quatrième étaye la démarche adoptée pour l'analyse des données (section 3.4). Quant à la cinquième, elle présente une synthèse du devis méthodologique (section 3.5). Enfin, quelques limites de la méthodologie et les contraintes du milieu de recherche sont soulignées au sixième point (section 3.6).

3.1. Type et méthode de recherche

Cette section étaye l'approche de notre recherche qui se veut qualitative selon Savoie-Zajc (2000), Paillé (1996), Bogdan et Biklen (1992). Elle soutient aussi notre choix de la méthode d'étude de cas multiple selon la perspective interprétative (Merriam, 1988).

3.1.1. Type de recherche : Une recherche qualitative/interprétative

Afin de spécifier le type de recherche menée, il est préalablement nécessaire de préciser comment celle-ci s'est déroulée. Rappelons que la présente recherche vise à comprendre l'expérience que les élèves ont vécue au cours de l'utilisation des simulateurs couplés à un exerciceur en tant qu'outils motivant à apprendre des sciences physiques. Pour atteindre ce but, la recherche a été menée de manière interactive entre le chercheur, dix élèves d'une classe, et leur enseignante. Quant à l'échantillonnage et la collecte des données, ils découlent du cadre théorique. C'est ainsi que les données collectées (propos, commentaires, et avis des répondants, comportements des élèves) par des entretiens approfondis, l'observation directe et des journaux de bord, font état des nouveaux comportements motivationnels des élèves suite à l'intégration des simulateurs couplés à un exerciceur dans l'apprentissage des sciences physiques. Il met en relief les diverses raisons liées à ces changements de comportements

motivacionnels. Enfin, l'analyse des données collectées a suivi une logique typiquement inductive car le chercheur, partant des discours des participants et des comportements des élèves, fournit des interprétations des situations étudiées. De ce fait, le terme de *qualitatif* selon Savoie-Zajc (2000), Paillé (1996), Bogdan et Biklen (1992), peut être associé à la présente recherche. En effet, d'après Savoie-Zajc (2000), sur le plan épistémologique, la recherche qualitative/interprétative est « *animée du désir de mieux comprendre le sens qu'une personne donne à son expérience* » (p.172) : c'est justement le cas de notre recherche.

Aussi, Paillé (1996) associe le terme *qualitatif* à toute recherche empirique en sciences humaines et sociales qui répond aux caractéristiques suivantes, en adéquation avec notre recherche :

- 1) La recherche est conçue en grande partie dans l'optique compréhensive.
- 2) Elle aborde son objet d'étude de manière ouverte et assez large.
- 3) Elle inclut une cueillette des données effectuée au moyen de méthodes qualitatives, c'est-à-dire des méthodes n'impliquant, à la saisie, aucune quantification, voire aucun traitement, ce qui est le cas, entre autres, de l'interview, de l'observation libre et de la collecte de documents.
- 4) Elle donne lieu à une analyse qualitative des données ou les mots sont analysés directement par l'entremise d'autres mots, sans passage par une opération numérique.
- 5) elle débouche sur un récit ou une théorie, et non sur une démonstration (p. 196).

Enfin, comme montre le tableau 2, tous les critères exposés par Bogdan et Bilken (1992) pour une recherche qualitative sont rencontrés dans notre recherche.

Tableau 2: Critères d'une recherche interprétative selon Bogdan et Biklen (1992) et caractéristiques de la présente recherche.

Critères de Bogdan et Biklen (1992)	Caractéristiques de la présente étude
1) Réalisée en milieu naturel	Le projet de recherche est réalisé en milieu naturel, et c'est dans une salle d'informatique, bien réelle, où les élèves utilisent les simulateurs et l'exerciseur à des fins d'apprentissage, que les données sont recueillies.
2) Descriptive	La recherche se veut essentiellement descriptive puisqu'elle vise à mettre en évidence, mieux comprendre et expliquer l'existence d'une relation possible entre l'intégration pédagogique des simulateurs associés à l'exerciseur et le changement de motivation des élèves en apprentissage des sciences physiques.
3) Étudier les résultats (produit), mais aussi le processus	Les éventuels changements des comportements motivationnels des élèves au cours des séances d'apprentissage via les simulateurs associés à l'exerciseur seront étudiés (RÉSULTAT), mais également comment (PROCESSUS) ces technologies auront agit sur les élèves pour modifier ces comportements motivationnels.
4) Résultats analysés de façon inductive	Comme la méthode de recherche proposée est de nature essentiellement descriptive, il est implicite que les données soient analysées de façon inductive.

5) Interprétation que font les gens d'un phénomène	L'analyse utilisée, notamment la confrontation des sources multiples des données, favorisera une meilleure compréhension des phénomènes étudiés, puisque les perceptions des différents acteurs joueront un rôle important dans l'analyse des données.
--	--

Suite de ce qui précède,

la recherche qualitative/interprétative est une forme de recherche qui exprime des positions ontologiques (relatives à la vision de la réalité) et épistémologiques (associées aux conditions de production du savoir) particulières dans la mesure où le sens attribué à la réalité est vu comme étant construit entre le chercheur, les participants à l'étude et même les utilisateurs des résultats de la recherche. Ces derniers, en prenant connaissance des résultats de la recherche, se mettent en position de délibération, de critique et mettent en question son applicabilité et sa transférabilité dans leur propre contexte (Savoie-Zajc, 2011, p. 118).

Mvoto (2009) se référant à Savoie-Zajc (2004), précise que dans cette démarche, « *le chercheur et les participants ne sont pas neutres parce que leurs profils, avec leurs conceptions et leurs valeurs, influencent leurs conduites et comportements* » (p. 85). Dans cette dynamique, le chercheur

tente de produire un savoir objectivé, c'est-à-dire validé par les participants à la recherche. Le savoir produit est aussi vu comme dynamique et temporaire, dans la mesure où il continue d'évoluer. Le savoir est également contextuel, car les milieux de vie des participants colorent, orientent les résultats. (Savoie-Zajc, 2011, p. 118).

3.1.2. Méthode de recherche : Une étude multi-cas

Afin de mener cette recherche, la méthode de cas a été privilégiée. Elle peut être abordée selon trois perspectives : la perspective interprétative (Merriam, 1988), la perspective « mixte » (Stake, 1995), et la perspective positiviste (Yin, 1994). Pour la présente recherche, c'est la perspective interprétative/qualitative qui a été adoptée. Notre intérêt pour cette perspective est lié au fait que notre recherche porte une attention particulière sur une perspective encore peu étudiée, notamment les perceptions par les élèves, des effets de l'usage des simulateurs couplés à l'exerciceur sur leur motivation à apprendre des sciences physiques. En effet, en adéquation avec cette perspective, notre problématique vise à construire la réalité par la pensée des individus. De plus, les données analysées sont essentiellement de nature qualitative et les résultats de type interprétatif.

D'ailleurs, Bassey (1999, cité par Najat, 2010) considère que

l'étude de cas est interprétative du fait qu'elle permet de saisir ce que les différents acteurs réalisent ou pensent des événements qui se produisent, qu'elle permet d'analyser et d'interpréter les données collectées et du fait qu'elle permet également d'obtenir un rapport cohérent qui doit être assez long pour être significatif et assez synthétisé pour être lisible. La

réalisation d'une recherche en sciences de l'éducation à partir d'une étude de cas dans une perspective interprétative consiste à aboutir à des résultats par la description d'un phénomène et à construire un sens commun à ce phénomène (p.92).

De plus, Merriam (1988, Cité par Karsenti et Demers, 2011) considère que l'étude de cas est une méthode de recherche particulariste, descriptive, heuristique et inductive.

Particulariste puisque l'objet de l'étude est un système restreint (programme, événement, phénomène). [...] descriptive puisque le résultat final est une description détaillée comportant néanmoins des éléments d'interprétation. [...] heuristique, c'est-à-dire qu'elle améliore la compréhension du cas étudié et permet l'émergence de nouvelles interactions, de nouvelles variables, ce qui peut mener à une redéfinition du phénomène. [...] inductif, c'est-à-dire que l'étude de cas dépend en grande partie du raisonnement que le chercheur élabore en se fondant sur l'observation des faits (p.222-223).

Comme montre le tableau 3, toutes les caractéristiques exposées par Merriam (2002) pour étude de cas qualitative sont rencontrées dans notre recherche.

Tableau 3: Liens entre les caractéristiques de l'étude de cas selon Merriam (2002) et la présente étude.

Caractéristiques de l'étude de cas selon Merriam (2002)	Caractéristiques de cette étude de cas
Particulariste	L'influence de l'intégration pédagogique des simulateurs couplés à un exerciceur en sciences physiques sur la motivation des élèves à apprendre ces matières, constitue un objet de recherche encore peu étudié.
Descriptive	Les résultats proposent pour cinq groupes d'élèves, une description riche et détaillée de leurs comportements motivationnels (Choix d'investissement aux tâches d'apprentissage, persévérance, engagement cognitif) liés à l'apprentissage des sciences physiques via des simulateurs couplés à l'exerciceur, sous la responsabilité d'un enseignant de sciences physiques et d'un moniteur au secondaire.
Heuristique	L'exploration, le questionnement, les échanges avec l'enseignant et les élèves, ainsi que l'observation de ces derniers mènent à une connaissance plus approfondie du phénomène.
Inductive	En analysant les cinq groupes d'élèves (cinq cas) à partir des concepts exposés dans le cadre théorique, des liens de ressemblances et de différences ont été dégagés, ce qui favorise la généralisation, aux seuls cas étudiés, de certains aspects plutôt que la vérification d'hypothèses préétablies.

Par ailleurs, « une interprétation fondée sur plusieurs cas peut être plus intéressante et plus convaincante pour le lecteur que des résultats provenant d'un seul cas » (Merriam, 1988 ; cité par Karsenti et Demers, 2011, p.225-226). En effet, multiplier les groupes de répondants permet « d'amasser un maximum de données sur la singularité du phénomène étudié ». (Merriam, 1998, cité par Mvoto, 2007, p. 86). Aussi, l'étude de cas des groupes retenus « permet de considérer la

particularité des contextes de chacun, tout en favorisant la mise en lumière de ressemblances et de différences par une analyse comparative qui mène à des conclusions générales, mais toutefois limitées à ces cas » (Allaire, Theriault, Gagnon, et Normandeau, 2013, p.18). D'où le choix de l'étude de cas multiple pour notre recherche.

Cependant, le nombre restreint de cas (cinq cas) ne doit pas être considéré comme une limite à notre recherche. En effet, « *c'est le cas en soi qui est important – pour ce qu'il révèle au sujet du phénomène et pour ce qu'il peut représenter* » (Karsenti et Demers, 2011, p.223). Ainsi, le nombre de cas restreint peut favoriser une étude approfondie par le recours à la triangulation méthodologique pouvant jumeler plusieurs méthodes (Merriam, 1988) telles que l'observation des élèves, des entretiens semi-dirigés avec les élèves, des échanges avec les élèves et l'enseignant.

3.2. Échantillonnage ou préparation de la recherche

Comment les participants à la recherche ont-ils été sélectionnés ? Quels sont les spécificités des simulateurs et de l'exerciseur utilisés dans cette recherche ? Quelles conditions préliminaires indispensables à la collecte des données ont été prises ? Telles sont les questions qui trouvent des réponses dans cette section.

3.2.1. Sélection des cas

La sélection des participants à la recherche consiste à choisir l'échantillon d'une population auprès duquel les informations seront collectées. Nous référant à Savoie-Zajc (2011), les critères de sélection de ces participants proviennent du cadre théorique et sont en adéquation avec les postures épistémologiques et méthodologiques.

La présente étude multi-cas étant qualitative/interprétative, l'échantillonnage est basé, non pas sur un modèle statistique, mais sur la signifiante des cas en fonction de l'objet de recherche (Savoie-Zajc, 1990). Il a donc été question de choisir des cas où le phénomène recherché est susceptible d'apparaître conformément aux suggestions de Stake (1995) et Yin (1994). C'est ainsi que les cas (groupes d'élèves) non pas été choisis pour leur représentativité,

mais plutôt pour leurs spécificités à exprimer spontanément, par leurs comportements et des mots, leur motivation à apprendre les sciences physiques. Ces élèves sont issus des classes de 3^e du lycée d'État, car seule l'enseignante de sciences physiques de ce niveau a accepté, en plus des cours traditionnels, d'organiser pendant les horaires destinés à l'étude, des séances d'apprentissage de physique et chimie intégrant des simulateurs couplés à l'exerciseur afin de réaliser la présente recherche. Au préalable, une demande d'autorisation à effectuer notre recherche auprès de ces élèves a été adressée au Proviseur dudit lycée (Annexes : Appendice 1). Ce dernier a d'ailleurs apposé la mention « Avis favorable » sur la correspondance y afférente.

Parlant du nombre de cas sélectionnés, il doit être suffisant en fonction des possibilités du chercheur (Stake, 1995). La salle d'informatique du lycée disposant huit ordinateurs fonctionnels et d'un vidéo projecteur afin de mener les apprentissages via les simulateurs et l'exerciseur, le chercheur ne pouvait que disposer d'un maximum de huit cas ; le cas correspondant à un binôme (groupe de deux élèves) apprenant avec un même ordinateur. Afin d'avoir des cas de qualité, une présélection a été faite.

En effet, les 62 élèves des classes de 3^e ont été observés pendant les cours traditionnels de sciences physiques, durant quatre semaines, soit huit séances de cours. Cette observation a permis de présélectionner 22 élèves sur la base des indicateurs observables de la motivation tels que décrits dans le cadre théorique (capacité des élèves à déployer spontanément des stratégies d'évitement ou de retardement des activités d'apprentissage, et des stratégies de participation à celles-ci ; capacité à émettre des signaux observables attestant de la qualité ou du degré de leur persévérance et de leur engagement cognitif).

Suite à cette présélection, un autre critère a guidé la sélection des élèves : La participation des élèves à cette recherche de manière volontaire. Les élèves devaient donc manifester une intention explicite d'utiliser les simulateurs et l'exerciseur afin d'apprendre les sciences physiques aux horaires prévues pour l'étude en classe. C'est ainsi que les 22 élèves présélectionnés ont été sensibilisés aux enjeux de la présente recherche. La nature de leur participation ainsi que leurs implications dans cette recherche, s'ils décident d'y participer,

leur ont été élucidées. Parce que mineurs, un formulaire de consentement éclairé (Annexes : Appendice 2) a été envoyé à chacun de leurs parents. Une fois les élèves présélectionnés et leurs parents ayant maîtrisé les tenants et les aboutissants de la recherche, 14 formulaires de consentement éclairé ont été signés et retournés au chercheur. Cependant, des 14 élèves ayant ramené ces formulaires dûment signés, quatre ont dû se désister. L'un pour maladie et les autres pour non paiement des frais de scolarité auprès du lycée. Ainsi, les 10 élèves restants, après diagnostic de leur niveau en informatique (Appendice 3), ont été initiés à l'usage de base de l'ordinateur par un enseignant d'informatique afin qu'ils puissent être à l'aise avec les simulateurs et l'exerciseur.

Les groupes de deux élèves se sont formés lors de la première séance d'apprentissage via les simulateurs et l'exerciseur. Les élèves se sont regroupés par affinité afin de favoriser les interactions entre eux. Chacun de ces cinq binômes formés devait être maintenu inchangé durant toutes les séances d'apprentissage via l'ordinateur, ce qui a été fait. C'est ainsi que chaque binôme constituant un cas a fait l'objet d'une étude détaillée. Il y va de la qualité de notre étude qui se veut multi-cas (Yin, 1994 ; Stake, 1995).

3.2.2. Choix de l'exerciseur et des simulateurs utilisés

Du logiciel-exerciseur

Dans le cadre de l'entraînement des sujets de recherche en sciences physiques, le logiciel **HOT POTATOES 6**¹⁷ était l'exerciseur privilégié. Cet outil a été utilisé par le chercheur afin de générer des exercices de physique et chimie en adéquation avec les programmes des classes de 3^e. Il s'est agit notamment, à partir des composantes (JMatch, JMix, JCross, JQuiz et JCloze) de ce logiciel, de créer : a) des questionnaires à choix multiples ou un questionnaire où l'élève doit taper une réponse ; b) des exercices où l'élève doit mettre en ordre des segments de phrases ; c) des mots croisés (ou mots fléchés) ; e) des exercices de mise en correspondance ou d'associations de deux éléments (exemple : une image et un texte) ; f) des exercices à trous, aussi appelés tests de *closure* ou texte lacunaires.

¹⁷ <https://hotpot.uvic.ca/> - Ce logiciel a été créé par l'équipe de recherche et développement du *Humanities Computing and Media Centre*, University of Victoria.

Une fois les exercices générés, ils étaient régulièrement résolus, via les ordinateurs de la salle informatique, par les sujets de recherche aux heures d'études et de permanences. Cet exercice étant un outil d'accompagnement, comme le recommande Alessi et Trollip (1991), les sujets de recherche suivaient d'abord les enseignements classiques avant de résoudre les exercices qui y étaient générés.

Des simulateurs

Dans le cadre de la présente recherche, les simulateurs du tableau 4 suivant ont été sélectionnés pour l'expérimentation. Ces simulateurs, conformément au cadre théorique, sont en adéquation avec les programmes pédagogiques des classes de 3^{ème}. Ils étaient donc utilisés par les élèves (sujets de recherche), en salle d'informatique.

Tableau 4: Simulateurs intégrés dans l'apprentissage de la physique et chimie dans les classes de 3^{ème}.

MATIÈRES	CHAPITRES ¹⁸	SIMULATEURS	THÉMATIQUES DES SIMULATEURS
PHYSIQUE	Chapitre 1 : Le mouvement d'un objet.	<i>L'homme en mouvement.</i> Version 2.05 Site : http://phet.colorado.edu/fr/simulation/legacy/moving-man	Position ; Vitesse ; Accélération.
		<i>Mouvement en 2D.</i> Version 1.07 Site : https://phet.colorado.edu/fr/simulation/motion-2d	Mouvement ; Accélération ; Vitesse.
	Chapitre 2 : Les forces	<i>Les forces et le mouvement : pour débiter.</i> Version 1.02 Site : https://phet.colorado.edu/fr/simulation/legacy/forces-and-motion-basics	Force ; Mouvement ; Friction ; Vitesse ; Première loi de Newton
		<i>Force et mouvement.</i> Version 2.06 Site : https://phet.colorado.edu/fr/simulation/legacy/forces-and-motion	Force ; Position ; Vitesse ; Accélération.
		<i>Tais toi et pousse ! Observation d'un mouvement rectiligne.</i> Version 1.24 Site : https://phet.colorado.edu/fr/simulation/legacy/forces-1d	Force ; Position ; Vitesse ; Accélération.
CHIMIE	Chapitre 2 : Les réactions chimiques.	<i>Équilibrer les équations chimiques.</i> Version 1.01 Site : https://phet.colorado.edu/fr/simulation/legacy/balancing-chemical-equations	Equations chimiques
		<i>Réactifs, Produits et Restes.</i> Version 1.05 Site : https://phet.colorado.edu/fr/simulation/legacy/reactants-products-and-leftovers	Réactions chimiques ; Réactifs limitant.

¹⁸ Les chapitres mentionnés ont été sélectionnés sur la base du fait qu'ils devaient être enseignés durant la période réservée à la collecte des données de la présente recherche, conformément au calendrier de recherche et à la fiche de progression des enseignements du lycée d'Elat.

Ces simulateurs, accompagnés de leurs « guides des enseignants » et de divers guides d'activités pouvant être menées, sont les produits du projet *PhET*¹⁹ *Interactive Simulations* (fondé en 2002 par le Lauréat Nobel Karl Wieman) de l'Université du Colorado Boulder.

3.2.3. Préalables à la collecte des données

Afin d'avoir assez de données à collecter, il était question de faciliter la réalisation des apprentissages via les simulateurs et l'exerciseur. Pour ce faire, certaines conditions ont été mises en place pour favoriser la participation des élèves aux tâches exigées par le chercheur et, par la même occasion, d'atteindre les objectifs pédagogiques en adéquation avec le programme de la classe de 3^{ème}. C'est ainsi que le chercheur a veillé à la mise en pratique des recommandations issues du cadre théorique afin que les élèves accordent de la valeur à ces activités, se sentent capable de les accomplir, et estiment avoir le contrôle sur le déroulement des ces activités.

Par ailleurs, le chercheur et l'enseignante ont joué un rôle d'animateur pendant les activités. Il s'agissait principalement d'initier et favoriser les échanges lors de l'usage des simulateurs, ainsi que d'encourager les élèves à faire preuve de remarques constructives concernant l'usage de l'exerciseur. Des rencontres individuelles et ponctuelles ont permis aux élèves qui éprouvaient des difficultés particulières (compréhension de la tâche, difficulté à réaliser de travail demandé, etc.) d'être aidés et de reprendre le travail demandé.

D'un autre côté, il est important de préciser que les activités menées pendant l'apprentissage via l'exerciseur venaient en complément à celles des cours traditionnels. De ce fait, les élèves avaient pour principale mission d'apprendre impérativement les leçons qui leurs étaient dispensées lors des cours classiques avant d'assister aux activités d'apprentissage avec l'exerciseur. Une fois ces conditions remplies, les premières collectes de données par observation des sujets de recherche en situation d'apprentissage pouvaient alors être réalisées.

¹⁹ L'acronyme "PhET" signifie « Physics Education Technology ». La mission du PhET est de faire avancer la science et instruction ainsi que éducation dans le monde entier par des simulations interactives libres. (PhET Interactive Simulations. (s.d.). Dans *Wikipédia*. Consulté le 20 juillet 2015, tiré de https://en.wikipedia.org/wiki/PhET_Interactive_Simulations).

3.3. Méthodes et outils de collecte des données

Cette section justifie et décrit l'usage des observations directes, des entrevues menées ainsi que l'usage des journaux de bord pour la collecte des données dans cette recherche.

3.3.1. Observations directes

De la justification du choix de l'observation comme méthode de collecte de données

D'après Karsenti (1998), la méthode d'observation directe « ...met en évidence l'observation de comportements (choix de la tâche, effort, persistance, etc.). Ces comportements sont ensuite interprétés par des juges pour évaluer la motivation des sujets observés » (p.313). Lors de l'observation de ces comportements, on alterne les « séances d'observation » (moments où on est effectivement sur le terrain) et des moments de réflexion et d'écriture sur ce qu'on a observé (Revillard, 2014, p.15).

Souhaitant relever les comportements liés à la motivation des élèves aux séances d'apprentissage de sciences physiques intégrant les simulateurs et l'exerciceur, et que de prime abord, « pour un enseignant, le comportement de ses élèves est souvent le seul indice de leur motivation » (Karsenti, 1998, p.314), l'observation directe a donc été choisie comme l'une des méthodes de collecte de données qualitatives. Le choix de cette méthode a été influencé, d'une part, par les propos étayés de Hamond (2013) qui affirme que l'observation directe permet de s'enquérir de la manifestation observable de la motivation des élèves. Pour ce chercheur, cette méthode permet de se rendre compte de l'engagement comportemental des élèves (effort, persistance dans la tâche, participation aux activités), de leur engagement émotionnel (fait d'être intéressé, d'être heureux) et leur engagement cognitif (fait de désirer apprendre, de questionner, de répondre à des défis) qui, par ailleurs, ont été mis en relief dans une étude (Hammond et al., 2009, cité par Hamond, 2013) afin de mieux comprendre la motivation des élèves utilisant le tableaux blanc interactif en classe.

D'autre part, le choix de cette méthode a davantage été confortée d'autant plus qu'elle a été utilisée par Matchinda (2008) pour décrire les comportements que les élèves affichent au cours de l'utilisation de l'ordinateur en classe, au secondaire en contexte camerounais. En

effet, cela lui a permis de mettre en évidence des manifestations de motivation accrue notamment chez la jeune fille qui développait des attitudes particulièrement positives (concentration, attention, envie de se surpasser, etc.) face à l'ordinateur.

Du rôle du chercheur en tant qu'observateur

D'après Revillard (2014, p.19), on désigne par statut/rôle de l'observateur la manière dont celui-ci se présente et se comporte sur le terrain, et/ou la manière dont il est perçu par les enquêtés (les deux ne coïncidant pas nécessairement). Parlant du degré et des modalités de participation, le chercheur et l'enseignante ont joué un rôle existant dans la situation étudiée, notamment celui de tuteur (moniteur) aux séances d'apprentissage avec les simulateurs et l'exerciseur dans la salle d'informatique. Il s'agit donc d'une observation participante. Cette posture a permis au chercheur de se « fondre dans le paysage » et de ne pas être considéré comme un intrus par les élèves. Cela a effectivement permis aux enquêtés de ne pas se sentir surveillés pendant les apprentissages et ce, pour qu'ils réagissent de manière spontanée face aux activités à mener.

Par ailleurs, ce rôle de tuteur a permis à l'équipe de recherche d'encadrer les élèves de près dans toutes les activités d'apprentissage et a donc justifié la libre mobilité du chercheur dans la salle d'informatique. Cette mobilité a été mise à profit pour observer, individuellement et de manière générale, les élèves utiliser les simulateurs et l'exerciseur, et par conséquent, d'observer leurs comportements (ponctualité et l'assiduité, degré d'attention, participation aux échanges, d'engouement, d'émulation, l'engagement cognitif, la persévérance, etc.) à l'aide d'une grille d'observation (Annexes : Appendice 4) conçue à partir des indicateurs de la motivation de Viau (1994), puis de consigner les faits dans le journal de bord.

Aussi, pendant les apprentissages via l'ordinateur, le chercheur a mené une observation incognito. Il s'agissait principalement de ne pas dévoiler aux sujets de recherche la posture de chercheur pendant toute la durée des apprentissages. Car il était important que le chercheur soit uniquement être considéré comme moniteur et non comme chercheur par les enquêtés. Du point de vue scientifique, Arborio et Fournier (1999) révèlent que ce statut

de l'observateur est en adéquation des constats à la réalité ordinaire, et permet la compréhension intime des rôles sociaux. Par ailleurs, ces auteurs précisent que ce statut d'observateur incognito offre la possibilité de prise de notes, à condition que le rôle prévoit l'utilisation de l'écriture. C'est d'ailleurs le cas du rôle de moniteur qu'a pris le chercheur.

Cependant, il est utile de rappeler que dans le cadre de la présente étude, les observations directes étaient aussi faites pendant les apprentissages dits traditionnels, afin de présélectionner des sujets de recherche, mais aussi, à des fins de comparaison avec la motivation des élèves lors des séances d'apprentissage avec des simulateurs et l'exerciseur. De même que les séances d'apprentissage intégrant ces technologies, le chercheur a adopté un statut d'observateur incognito. En effet, les sujets de recherche étaient observés par le chercheur du fond de la classe, et jouant cette fois, le rôle de stagiaire aux yeux des observés.

De la consigne des données collectées à l'issue de chaque séance d'observation

C'est dans le journal de bord, support essentiel de la collecte des données et de la réflexion (Revillard, 2014), qu'étaient consignées les données collectées à l'issue de chaque séance d'observation. Concrètement, le journal de bord est un outil de collecte des données (Savoie-Zajc et Karsenti, 2011), une sorte de « mémoire vive » de la recherche (Savoie-Zajc, 2011). Guay et Prud'homme (2011), citant Legendre (2005), précisent notamment que :

Un journal de bord est un document rédigé par une personne et permettant de consigner les actions accomplies, des impressions, des découvertes ou d'autres remarques pertinentes. Il spécifie habituellement : 1) le moment où une information est consignée (date et heure) ; 2) une description d'un ou plusieurs événements ou actions ; 3) une analyse réflexive qui témoigne d'une prise de recul vis-à-vis d'une action ou d'un ensemble d'actions mises en relation. (p. 192).

Dans la présente recherche, le chercheur a tenu son propre journal de bord dans lequel il consignait d'une part, des données relatives aux comportements motivationnels des élèves, et d'autre part, des réflexions autour de chaque séances d'observation. Quant aux analyses et impressions qui apparaissaient sur le vif, elles étaient retranscrites dans le journal après chaque séances d'observation, et impérativement le jour même afin d'éviter la déperdition de l'information qui est rapide. Au final, le journal de bord du chercheur a mis en

relief des réflexions méthodologiques²⁰, des notes descriptives²¹, des notes d'analyse²² et des notes prospectives²³ qui ont permis d'atteindre les objectifs fixés.

Cependant, « *même si l'observation directe est intéressante, elle ne permet pas nécessairement de comprendre la motivation dans son ensemble* » (Karsenti, 1998, p.314). De plus, contrairement à Hamond (2013), certains chercheurs, à l'instar de Karsenti (1998), pensent que l'observation directe ne tient pas compte de la dimension cognitive de la motivation. C'est ainsi qu'en complément de ces observations, ont également été exploités, le journal de bord de chaque élève et les interviews de ceux-ci.

Par ailleurs, une enquête par observation peut recourir à des informateurs (Revillard, 2014). Ce « *...sont des personnes bien intégrées dans le milieu étudié, et qui vont nous donner des informations complémentaires, auxquelles on n'aurait pas nécessairement pu avoir accès par la seule observation directe* ». (Ibid, p.14). Dans cette recherche, il s'agissait des personnes (les sujets de recherche ou l'enseignante) qui sont spontanément venues parler au chercheur de leurs impressions par rapport aux activités d'apprentissage via l'ordinateur ou des comportements motivationnels des sujets de recherche.

3.3.2. Journal de bord des élèves

Dans le cadre de la présente recherche, les sujets de recherche étaient invités à tenir un *journal de bord*²⁴ dans lequel ils ont exprimé, en toute liberté, leurs sentiments vis-à-vis des activités d'apprentissage via les simulateurs et l'exerciseur. Ces impressions, jugements et convictions positifs ou négatifs (admiration ou rejet) étaient particulièrement consignés dans

²⁰ Il s'agit de noter l'évolution des relations avec les enquêtés, les difficultés particulières, en essayant de les analyser. (Revillard, 2014, p.17).

²¹ Au niveau des données d'observation, le journal complétait les notes prises sur le vif (décomptes, caractéristiques des individus présents, bribes de propos entendus) avec des descriptions plus détaillées (description des lieux, description de séquences d'événements remémorées). Dans l'écriture descriptive, le vocabulaire le plus neutre possible était adopté ; des efforts de dissociation entre la description et les interprétations étaient faits. (Ibid).

²² Il s'agit des bribes d'interprétation, hypothèses, amorces de généralisation, connexion avec des concepts et théories. (Ibid).

²³ Idées sur la façon de se comporter lors de la prochaine séance d'observation, sur les choses à vérifier, à observer. Evolution de la grille d'observation. (Ibid).

²⁴ Pour des raisons pratiques, c'est un cahier de 32 pages qui a servi de journal de bord. Le chercheur, dans sa posture de moniteur, a montré aux sujets de recherche comment le tenir, comment y consigner les données utiles à la recherche.

ce journal à la fin de chaque activité. Cependant, la tenue de ce journal étant facultative, nous n'avons reçu que quatre journaux de bord exploitables.

3.3.3. Entrevues de groupes et entrevue individuelle

De la justification du choix des entrevues de groupe comme méthode de collecte de données.

Une entrevue est « *une interaction verbale entre des personnes qui s'engagent volontairement dans pareille relation afin de partager un savoir d'expertise, et ce, pour mieux dégager conjointement une compréhension d'un phénomène d'intérêt pour les personnes en présence* » (Savoie-Zajc, 2011, p.122). Etant donné qu'il est fastidieux et coûteux (temps, matériel, finance) d'interviewer chacun des sujets de recherche, nous avons opté pour les entrevues de groupes qui impliquent au moins deux répondants (Mayer et Ouellet, 1991). Spécifiquement, il s'agissait de cinq entrevues « semi-dirigées », soit cinq groupes. Les questions posées étaient donc relatives à des thèmes prédéfinis provenant du cadre théorique et suggérés par le chercheur (Savoie-Zajc, 2011). De plus, celui-ci demeurait ouvert à l'émergence (Guay et Prud'homme, 2011) et donc, les relances dépendaient des propos des l'interviewés. En d'autres termes, les questions formulées avec précisions par le chercheur ont donné la possibilité d'en poser de nouvelles en fonction de l'évolution de l'entretien. Afin d'arriver à une connaissance aussi complète et détaillée que possible des thèmes en question, ces entretiens étaient similaires à des entretiens approfondis et menés à l'aide d'un guide d'entretien semi-structuré (Boudreault et Cadieux, 2011).

Habituellement, cette technique est employée au cours d'entrevues avec des participants qui ont un vécu ou une expérience personnelle qui contribuent à améliorer la connaissance sur des aspects de la recherche entreprise. Un intervieweur formé se sert d'une liste établie de questions ouvertes pour la plupart, qui seront posées à l'enquêté. L'entrevue en profondeur donne à l'enquêté beaucoup de latitude pour exprimer ses points de vue. Les entrevues durent habituellement de 15 à 40 minutes, et parfois plus longtemps, selon l'intérêt du participant pour le sujet. Cette technique permet au chercheur d'obtenir des descriptions détaillées des expériences individuelles (ROCARE, 2006, p.8).

Par ailleurs, le choix de mener un entretien de groupe semi-structuré tout en nous inspirant de l'entretien approfondi sous forme de groupe pour collecter des données a été influencé par fait que, dans recherche menée par Deliyanni et Dimitrakopoulou (2013), cette dernière méthode a permis, entre autres, à ces chercheurs : a) de faire rentrer dans le champ

de la recherche, l'expression et les réactions non verbales des participants, b) de se focaliser sur le comportement des participants, sur leurs sentiments, leurs opinions, leurs expériences, et leurs vécus en général (p.4). D'autre part, ce choix a davantage été conforté par le fait que, d'après Karsenti (1998), il est possible d'évaluer la motivation à partir de l'analyse des dialogues ou des conversations recueillis. Enfin, le dernier motif qui a orienté notre choix vers les entrevues de groupe en général est relatif au fait qu'elles connaissent un succès dans les études camerounaises (Simard, 1986, 1989, cité par Mvoto, 2009) du fait que « *la gestion d'un groupe de discussion rejoint les stratégies de résolution de conflits à l'africaine, sous l'arbre à palabres* » (Lohisse, 1974 ; Maquet, 1967 et Terray, 1969, cité par Mvoto, 2009, p. 91).

De la gestion des entrevues de groupe par le chercheur

Toutes les entrevues de groupe ont eu lieu le même jour, ceci afin que tous les sujets de recherche aient le sentiment de participer et d'éviter qu'une partie d'entre eux se sentent exclus du processus (Deliyanni et Dimitrakopoulou, 2013). Il a été formé cinq groupes d'interview constitués de deux sujets de recherche issus de binômes de travail différents. Ceci afin de favoriser la discussion.

Les entrevues, d'une durée de 20 à 30 minutes, se sont déroulées dans la salle des professeurs, un lieu confortable. Afin de ne pas créer la sensation d'une interrogation chez les élèves, une attention particulière a été portée à la manière dont les interviewés et l'intervieweur se sont assis (Ibid.). En effet, « *la dimension affective étant importante dans cette recherche, l'interviewé doit, sans crainte d'être jugé, pouvoir exprimer ses sentiments et ses intérêts* » (Lessard-Hébert, Goyette et Boutin, 1996 cité par Mian Bi, p.234).

En complément à ces entrevues de groupe, l'enseignante de la classe a individuellement été interviewée pendant 25 minutes. Un guide d'entretien « semi-dirigé » a également été utilisé.

Dans le cadre de cette recherche, les entrevues étaient enregistrées via un magnétophone loué et stockées dans l'ordinateur portable du chercheur. Par la suite, ces

enregistrements audio ont été transcrits de façon conforme et exacte. Les réponses aux questions posées ont été utilisées en tant qu'unités d'analyse.

3.4. Traitement et analyse des données qualitatives

Cette section présente la démarche adoptée pour analyse des données qualitatives collectées : celle proposée par Baribeau (2009) inspirée de L'Écuyer (1989). Par ailleurs, elle rend compte de la validité et de la fidélité de notre analyse des données effectuée.

3.4.1. Démarche adoptée

L'analyse des données qualitatives (issues des journaux de bord, des entrevues et observations directes) s'est faite suivant l'approche de type « analyse de contenu ». Ce type d'analyse est notamment proposé par L'Écuyer (1990, cité par Karsenti, 1998) et Van der Maren (1995, cité par Raby, 2004). Selon L'Écuyer (1990), l'analyse de contenu est une *« méthode de classification ou de codification des divers éléments du matériel analysé, permettant à l'utilisateur d'en mieux connaître les caractéristiques et la signification »* (p.9).

Quant à l'analyse des entrevues, elle a été facilitée à l'aide du logiciel Welf QDA. Le choix s'est porté sur ce logiciel open source car il est reconnu pour faciliter les analyses qualitatives. De plus, divers guides d'utilisation (vidéo et fichiers numériques) étaient disponibles gratuitement sur internet et donc, à la portée du chercheur.

La démarche qui a été suivie pour analyse le contenu y afférent, est celle proposée par Baribeau (2009) inspirée de L'Écuyer (1989) qui se résume en deux phases : la phase de préparation et la phase d'analyse proprement dite, toutes clairement détaillées dans le tableau 5 ci-dessous.

Tableau 5: Principales étapes de l'analyse de contenu des données qualitatives dans la présente étude

CARACTÉRISTIQUES DE L'ANALYSE DE CONTENU PROPOSÉE PAR BARIBEAU (2009)		CARACTÉRISTIQUES DE L'ANALYSE DE CONTENU DES DONNÉES QUALITATIVES POUR LA PRÉSENTE ÉTUDE
1 PHASE DE PRÉPARATION	a) <i>S'approprier le contenu</i>	<p>Avant la transcription intégrale des contenus des entrevues préalablement enregistrées à l'aide d'un magnétophone, une lecture flottante a été faite en réécoutant ces enregistrements. Cette lecture a permis non seulement, une appropriation du contenu, mais aussi, après réflexion, d'ordonner puis de retenir les entretiens les plus riches.</p> <p>Une appropriation des contenus des journaux de bord a également été faite avant la transcription des observations directes et des impressions des élèves quant aux activités d'apprentissage.</p>
	b) <i>Transcrire</i>	Ce sont les entrevues, les observations et les impressions des d'élèves retenues parce pertinentes, qui ont été transcrites à l'ordinateur, à l'aide du logiciel de traitement de texte <i>Word</i> .
	c) <i>Le choisir l'unité d'analyse</i>	Ce sont les réponses aux questions posées par le chercheur qui ont été utilisées en tant qu'unité d'analyse.
	d) <i>Préparer les outils pour le codage</i>	À la lumière des objectifs de recherche, l'élaboration d'une fiche de code provisoire a été établie afin de faciliter le repérage.
2 PHASE D'ANALYSE	a) <i>Coder</i>	<p>Les codes qui ont pris la forme d'un terme ou d'un concept étaient issus du cadre théorique et éventuellement du <i>verbatim</i>.</p> <p>En relation avec les indicateurs de la motivation des élèves à utiliser l'exerciseur et les simulateurs, ces codes sont bien sûr rattachés et en adéquation avec des phrases et paragraphes significatifs des élèves interviewés.</p>
	b) <i>Catégoriser</i>	<p>Les différents codes ont été regroupés par catégories. Ces catégories ont été définis avec le plus de rigueur possible.</p> <p>Une partie de ces catégories provient du cadre théorique, et l'autre a émergé suite aux observations effectuées.</p>
	c) <i>La description du phénomène</i>	Après la <i>décontextualisation</i> par le code et la catégorisation, une remise en contexte sous forme de modèle plus ou moins élaboré a été faite. Elle a ainsi mis en relief une bonne configuration visuelle des données. Cette mise en contexte a tissé des liens avec le cadre théorique et entre les catégories, puis, a nuancé des aspects spécifiques.
	<i>Interprétation des résultats décrits à l'étape V. À cette étape, L'Écuyer (1990 : 23) parle de « découvrir le sens voilé, le contenu latent » des données recueillies.</i>	<p>À ce stade, il était question de dépasser la description des faits et d'essayer de donner du sens aux données collectées. C'est-à-dire de voir ce que les données nous apprennent sur la motivation des élèves en apprentissage avec les simulateurs et l'exerciseur.</p> <p>Il s'agissait de faire une opération d'aller-retour entre les données et la théorie de façon à remettre en cause ou de confirmer les intuitions antérieures.</p>

3.4.2. Validité et fidélité de l'analyse

Dans le cadre la présente analyse qualitative, la validité interne met en relief l'authenticité et la crédibilité de l'analyse. Pour ce faire, le rôle des différents partenaires (chercheur, enseignante et élèves) a été clairement défini et a fait l'objet de consensus. Le contrat de communication entre le chercheur et les sujets de recherche était clair ; les codes et les catégories ont été définis en relation étroite avec le cadre théorique ; il en est de même pour les différents outils qui ont aidé à l'analyse. À cela il faudra ajouter l'usage des *sources multiples*²⁵ (triangulation) comme élément conduisant à la validité interne.

Quant à la validité externe du processus d'analyse, « *c'est-à-dire la relation entre la problématique et les résultats compte tenu du caractère unique de la situation étudiée (certains parlent de pertinence ou de transférabilité ou de cohérence interne)* » (Baribeau, 2009, p.145), elle est assurée par l'échantillon ci-dessus justifié et argumenté, la description des caractéristiques des participants et la prise en compte de ces informations dans l'analyse des échanges.

Enfin, la fidélité est garantie, d'une part, par la triangulation des données, et d'autre part, par la saturation des données recueillies à laquelle le chercheur a attaché du prix. En effet, le chercheur a collecté des données via des entrevues approfondies de groupes et les journaux de bord dont les résultats ont été comparés entre eux et ont permis de contrer les biais relatifs aux limites de chaque dispositif et d'atteindre la stabilité (Ibid.)

3.5. Synthèse du devis méthodologique

Suite de ce qui précède, le devis méthodologique de la présente étude a été bâti en trois étapes : la « préparation », l'« exécution » et l'« analyse, traitement et validation des résultats » (Karsenti et Demers, 2000, 2004). Le tableau 6 donne une synthèse de ces étapes et l'échéancier de ce devis.

²⁵ Verbatims d'entrevues de groupe, Journal de bord du chercheur, journal de bord des élèves

Tableau 6: Synthèse du devis méthodologique

ÉTAPES	SOUS-ÉTAPES	ÉCHÉANCIER
ÉCHANTILLONNAGE <i>(Préparation à la collecte des données)</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Entretien avec le Proviseur du lycée d'Etat sur les enjeux et objectifs du projet de recherche à mener au sein de son établissement ; - Information et sensibilisation des enseignants de sciences physiques sur les enjeux et objectifs de la recherche afin qu'ils y participent ; - Sélection du terrain de recherche : la classe de 3^{ème} (3^{ème} ALL et 3^{ème} ESP) ; 	Mai -Juillet 2015
	<ul style="list-style-type: none"> - Obtention de l'autorisation formelle d'effectuer la recherche auprès des élèves de 3^e par le Proviseur ; - Présélection de 22 potentiels sujets de recherche par observation directe lors des apprentissages classiques/traditionnels ; - Sensibilisation de ces 22 élèves à la participation à la recherche ; - Signature des formulaires de consentement éclairé par les parents de ces potentiels sujets de recherche ; - Récupération de 14 formulaires de consentement éclairé des parents ; - Identification des 10 participants après désistement de 04 élèves. 	Septembre - Octobre 2015
	<ul style="list-style-type: none"> - Sélection des simulateurs en adéquation avec les projets pédagogiques de PCT du niveau de 3^{ème} et choix de l'exerciseur ; - Installation et paramétrage de l'exerciseur et des simulateurs dans les ordinateurs de la salle d'informatique ; - Mise à niveau des élèves en informatique de base (allumer et éteindre un ordinateur, ouvrir un programme ou une application informatique, utiliser la souris et le clavier) ; - Prise en main de l'exerciseur et de quelques simulateurs par les élèves. 	Octobre 2015
EXÉCUTION <i>(collecte des données)</i>	<i>Observation et Entrevues / transcription jusqu'à saturation de la connaissance</i>	
	<ul style="list-style-type: none"> - Observation directe des élèves menant les activités traditionnels d'apprentissage (08 séances de 02 heures) ; - Observation directe des cas menant les activités d'apprentissage via les simulateurs et l'exerciseur, en salle d'informatique (16 séances de 02 heures) ; - Tenue d'un journal de bord par les cas (consigne de leurs impressions sur les activités d'apprentissage menées via l'ordinateur) ; - Discussions en groupe avec les élèves (20 min à 30 min). - Entretien individuel avec l'enseignante de la classe (15 min). 	Octobre 2015 Novembre 2015 – Février 2016
ANALYSE, TRAITEMENT ET VALIDATION DES DONNÉES	<ul style="list-style-type: none"> - Appropriation des données collectées et transcriptions ; - Choix des unités d'analyse, préparation des outils de codage ; - Codage des verbatims/Classification catégorielle ; - Validation des données sur le terrain ; 	Février-Juin 2016
	<ul style="list-style-type: none"> - Analyse comparative des données ; - Interprétation des résultats ; 	Juillet – Septembre 2016
	<ul style="list-style-type: none"> - Rédaction du mémoire. 	Avril 2015- Septembre 2016

3.6. Limites d'une collecte des données qualitatives et contraintes du milieu

Cette section rend compte des limites de la présente recherche ainsi que des faits imprévus pendant et après la collecte des données.

3.6.1. Limites d'une collecte des données qualitatives

La démarche qualitative utilisée présente certaines limites relatives aux méthodes de collecte des données (entrevues et observations directes) et à la reproductibilité des analyses. Parlant des entrevues de groupes, quatre limites sont répertoriées. La première est le risque d'orientation des réponses données par les participants. Pour pallier cela, les questions posées aux répondants étaient assez ouvertes et certaines réponses ont dû être formulées pour écarter toute ambiguïté quant à leur interprétation. La deuxième est la peur des répondants de faire des appréciations négatives relatives aux activités d'apprentissage en salle d'informatique à cause d'éventuels sanctions de leur l'enseignante. Pour remédier à cela, les dispositions du formulaire de consentement éclairé, dont l'anonymat des répondants, étaient rappelées aux participants au début de chaque entrevue. La troisième est le risque de domination de certains participants (leaders d'opinion) face à répondants timides. Le chercheur a donc essayé de jouer le rôle de modérateur afin de favoriser l'expression des points de vue de tous les répondants. Enfin, la dernière limite est inhérente à la délicatesse de la maîtrise du groupe car la liberté d'expression des participants tendait à les éloigner des thèmes prédéfinies par le chercheur. Ce dernier se devait donc de recentrer le débat aussitôt que les répondants s'en éloignaient.

Quant aux observations directes faites par le chercheur, elles présentent des limites puisqu'elles n'étaient pas filmées. Le chercheur prenait à vif des notes relatives aux comportements motivationnels des élèves. Plusieurs comportements pouvant se manifester à la fois, il ne pouvait donc pas tous les observer. D'où la nécessité de multiplier des séances d'observation jusqu'à l'obtention des données recherchées.

Par ailleurs, une autre limite majeure de la recherche qualitative est qu'elle est très chronophage. En effet, la préparation et l'organisation des rencontres et réunions avec les

parties prenantes de la recherche nécessitent beaucoup de temps et de patience. Aussi, une heure d'entrevue enregistrée correspond à environ huit heures de retranscriptions (Moreau et al., 2004). De plus, parce que les données qualitatives sont particulièrement difficiles à interpréter et à analyser, il faut soumettre leur analyse à plusieurs avis.

3.6.2. Contingences du milieu

Cette sous-section met en relief les difficultés rencontrées pendant et après de la collecte des données. Lors cette activité, les interventions et certaines décisions du chercheur dépendaient quatre faits majeures : 1) l'indisponibilité de la salle informatique ; 2) l'interruption brusques des observations directes ; 3) la mauvaise tenue des journaux de bords par les élèves ; 4) et la perte des *verbatim*s des élèves.

En effet, parlant de l'indisponibilité de la salle d'informatique, il nous est arrivé à quatre reprises de trouver que les détenteurs des clés de cette salle étaient tous absents. Il a fallu négocier auprès du Proviseur, la mise à notre disposition d'un jeu de clés auprès de son secrétariat afin de ne plus renvoyer les séances d'apprentissage via les ordinateurs.

Par ailleurs, les observations directes en salle d'informatique étaient interrompues à plusieurs reprises à cause de deux faits : les coupures d'électricités et la distraction des sujets de recherche par des élèves curieux, agglutinés à la porte de la salle d'informatique. Effectivement, sans électricité, les ordinateurs ne pouvant fonctionner, les élèves ne pouvaient utiliser les simulateurs et l'exerciseur et par conséquent, ne pouvaient faire l'objet d'une observation directe par le chercheur. C'est ainsi que lorsqu'il était financièrement possible, le chercheur mobilisait le groupe électrogène du lycée afin de cueillir les données en salle d'informatique. Lorsque les finances ne le permettaient pas, ces séances d'observations étaient simplement reprogrammées. Quant aux mesures prises pour minimiser la distraction des sujets de recherche pendant les apprentissages en salle d'informatique, le chercheur a dû suspendre certaines observations directes et a parfois fait appel aux surveillants généraux afin d'éloigner les élèves curieux guettant à travers la porte.

Aussi, il a été constaté que plusieurs sujets de recherche ne remplissaient pas le journal de bord. Afin de rectifier le tir, le chercheur a décidé de primer les élèves dont le journal de bord serait exploitable. Cette décision a créé une émulation auprès de quatre élèves qui se sont attelés à dûment tenir ce document.

Enfin, quelques semaines après leurs exploitations, les *verbatim* des élèves ont été perdus suite à l'endommagement du disque dur de l'ordinateur du chercheur. Le guide d'entretien semi-structuré, les enregistrements audio des discussions des élèves et d'autres documents liés à notre recherche ont aussi été détruits. La perte de ces données n'a donc pas permis d'affiner davantage nos analyses. Malheureusement, en dépit de plusieurs tentatives de reprise de contact avec les mêmes élèves, de nouvelles entrevues n'ont pu être réalisées qu'avec les sujets de recherche E6, E7 et E10. Cette indisponibilité des élèves était due à leurs participations aux cours de rattrapages et aux examens de fins d'année scolaire. Cependant, le chercheur a pu récupérer les dernières versions de certains documents relatifs au présent devis de recherche qu'il s'envoyait systématiquement par courriel. Aussi, la dernière version des transcriptions des entrevues, des observations directes et des données des journaux de bord a été retrouvée.

CHAPITRE IV : RÉSULTATS

Le travail de compréhension interprétative permettant de répondre à la question de recherche est l'objet de ce chapitre. Pour ce faire, il présente d'abord les résultats des trois sous-questions de recherche tout en les analysant (section 4.1.), puis discute ces résultats de l'analyse pour progressivement répondre à la question principale de recherche (Section 4.2.).

4.1. Présentation et analyse des résultats

Cette section met en évidence les données significatives. Elle met en perspective ces données par rapport au choix d'investissement, à la persévérance et à l'engagement cognitif des sujets de recherche dans les tâches d'apprentissage suite à l'intégration des simulateurs associés à l'exerciseur. Notamment, elle fait parler ces données recueillies en vue de répondre aux sous-questions de recherche y afférentes.

4.1.1. Première catégorie thématique : choix d'investissement des élèves dans les tâches d'apprentissage suite à l'intégration des simulateurs couplés à un exerciseur.

Conformément au cadre théorique, cette sous-section met en relief la motivation des sujets de recherche à entreprendre les activités d'apprentissage via les simulateurs couplés à l'exerciseur en regard des **choix** qu'ils font de s'y investir ou non. En l'occurrence, l'analyse des stratégies d'évitement ou de participation qu'ils déploient y est faite. En d'autres termes, les comportements adoptés par certains élèves pour éviter de s'engager dans une activité ou de retarder le moment où ils devront l'accomplir, ainsi que ceux adoptés par d'autres afin d'y participer sont passés au crible.

4.1.1.1. Cas n° 1 (E1 et E2)

Les données recueillies pour le cas n°1 font état d'une préférence de participation aux activités d'apprentissage via les simulateurs couplés à l'exerciseur ; ce qui n'est pas le cas des activités traditionnelles d'apprentissage. Il a en effet été remarqué que les comportements

rattachés aux stratégies d'évitement de tâches déployées par E1 et E2, lors des activités traditionnelles d'apprentissage, ont laissé place aux comportements indiquant leur participation effective aux apprentissages via ces applications informatique.

En effet, le manque d'assiduité d'E1 et E2 aux huit séances traditionnelles d'apprentissage s'est manifesté par une diversification des stratégies d'évitement de tâche.

Pour ne pas participer aux séances d'exercices, je procédais de deux manières. Soit je demandais la permission de sortir au début des séances d'exercices, disant être convoqué à la surveillance générale, pour ne revenir qu'à la fin de la séance d'exercices parce que je ne faisais pas mes devoirs. Soit je demandais à sortir quelques minutes avant que ce ne soit mon tour d'aller résoudre un exercice au tableau et je restais dehors le temps qu'on donne mon exercice à quelqu'un d'autre (E1).

E1 justifiera son absence volontaire aux activités traditionnelles d'apprentissage parce qu'il les trouve peu attrayantes, mais aussi parce pour lui, les sciences physiques semblent réservées à d'autres personnes. *« Je pensais vraiment ne pas avoir le don pour la physique et la chimie. Je trouvais ces matières dures »* dira-t-il.

Quant à E2, il quittait délibérément sa place, proche du tableau, pour s'asseoir au fond de classe, très souvent derrière un élève qui est bien plus grand de taille que lui. Cette position lui permet de ne pas être vu par l'enseignant et par conséquent, de ne pas être interrogé. E2 dira d'ailleurs : *« je me cachais parce que c'est compliqué pour moi de parler devant tout le monde. Je tremble, je bégaie et je m'embrouille même quand j'ai souvent la bonne réponse »*.

Cependant, lors des seize séances d'apprentissages via les simulateurs associés à l'exerciceur, c'est plutôt une assiduité remarquable des sujets de recherche qui a été observée. Ceux-ci y ont adopté des comportements qui témoignent du choix qu'ils ont fait d'effectivement y participer.

D'abord, notons la tendance d'E1 à être proactif : *« je prenais l'initiative de me porter volontaire pour aider le moniteur à faire des simulations en physique, devant toute la classe à l'aide du vidéoprojecteur et l'ordinateur »*. Cette attitude est induite par la similitude qu'il trouve entre les simulateurs et les jeux vidéo. C'est dans ce sens qu'il dira : *« J'aime faire les simulations avec l'ordinateur parce que c'est comme les jeux vidéo, sauf que c'est le professeur qui te dit ce que tu dois faire »*.

Ensuite, notons le fait de poser des questions utiles au professeur. En réalité, on ne peut poser des questions utiles que si l'on est intéressé par l'activité à mener : c'est le cas d'E1. Il précisera d'ailleurs : *« je ne pouvais plus déranger puisque je voulais comprendre comment utiliser l'exerciseur et les simulateurs comme cela se doit »*. Ses questions relatives au fonctionnement de l'exerciseur sont liées à son émerveillement face à l'exerciseur qui semble susciter en lui un intérêt envers les sciences physiques.

Hééééé ! [Exclamation] Monsieur [le Moniteur] ! Venez voir. On dirait que l'ordinateur nous parle [en souriant] ! L'ordinateur nous dit « Bravo » quand on trouve la bonne réponse, et « Faux » quand la réponse est fautive. Comment l'ordinateur fait pour nous corriger ? Est-ce qu'il y a un secret pour trouver toutes les réponses ? (E1).

Enfin, notons la sollicitation de l'aide du professeur à plusieurs reprises par E2 afin d'être guidé lors des activités d'apprentissage. Cette sollicitation de l'aide, preuve de sa participation aux apprentissages, est liée à la nature de la difficulté de tâche qui impose à l'enseignant une aide individuelle, loin des réactions désobligeantes d'autres élèves.

C'est vraiment mieux de faire les exercices dans la salle d'info qu'en classe. Avec les ordinateurs, on n'a pas besoin d'aller au tableau devant tout le monde. Et quand tu ne comprends pas les consignes ou quand tu as des blocages, tu appelles le prof qui vient t'aider particulièrement sur tes difficultés sans que les camarades se moquent de toi. C'est pour cette raison que j'appelai le prof le prof dès que j'avais un souci (E2).

Par ailleurs, E2 confie que sa participation a également été favorisée par la curiosité qu'a suscitée l'usage de l'outil informatique à des fins d'apprentissage : *« Dès qu'on nous a dit qu'on devait utiliser l'ordinateur pour apprendre la physique et la chimie, j'étais surpris. Je croyais qu'on utilisait l'ordinateur juste pour écrire, donc j'étais curieux et impatient de voir ça en manipulant l'ordinateur moi-même »*.

4.1.1.2. Cas n° 2 (E3 et E4)

À l'instar du cas précédent, des données recueillies pour le cas n°2 font état des comportements attestant d'une pleine participation aux activités d'apprentissage via les simulateurs couplés à l'exerciseur et de l'abandon des stratégies d'évitement déployées lors des activités traditionnelles d'apprentissage.

En effet, les stratégies d'évitement ayant été abandonnées sont :

- « ... *poser des questions inutiles à l'enseignante et de lui faire reprendre inutilement des explications en prétextant de ne pas les comprendre* » (E3) ;
- « ... *refuser de répondre aux questions sous prétexte de n'avoir pas levé le doigt* » (E3) ;
- « ... *refuser de solliciter la prise de parole pour répondre aux questions malgré la connaissance de la réponse* » (E4).

Parlant d'E4, son comportement traduisait d'une part, un manque de confiance en soi.

Il m'est arrivé plusieurs fois d'avoir des bonnes réponses aux questions que pose Madame [l'enseignante de PCT]. C'est souvent au moment de lever le doigt que j'ai des doutes et je préfère rester tranquille. Parfois, je donne la réponse à mon voisin de banc qui répond à la question. Ce n'est qu'après que le Prof l'a félicité que je me dis que j'aurais dû répondre moi-même (E4).

D'autre part, le manque de participation de ce sujet dénotait sa peur de la réaction des autres élèves.

Parfois, si tu donnes une réponse fautive, on se moque de toi. Et lorsque tu commences à donner trop de bonnes réponses, soit on dit que tu veux montrer que tu connais plus que tout le monde, soit on te donne un sobriquet que tu n'aimes pas (E4).

Quant à E3, ses agissements indiquaient un désintérêt pour les activités d'apprentissage lié à ses difficultés de compréhension des concepts des sciences physiques. « *J'ai parfois l'impression que ma présence en classe ne me permet pas de mieux comprendre la physique et la chimie [...] Je m'ennuie durant ces cours* » précise-t-il.

Quant aux séances d'apprentissages via les simulateurs et l'exerciseur, ces stratégies d'évitement ont laissé place à :

- une ponctualité et assiduité remarquables du binôme à toutes les seize séances d'apprentissage comme le précise E3 : « *On s'arrangeait à être à la salle d'info à l'heure et à ne rater aucune séance* » ;
- l'exécution volontiers de toutes les tâches d'apprentissage comme le relève E4 : « *On était content de faire les simulations et de travailler avec l'exerciseur. On faisait toutes les activités avec plaisir* » ;
- l'aide spontanée du binôme à deux élèves qui n'arrivaient pas à effectuer des simulations comme le met en relief E4 : « *lorsqu'on a par exemple vu certains camarades qui n'arrivaient pas à faire les simulations sur l'équilibre des réactions chimiques, on a vite fait de leur expliquer comment faire* » ;

- des encouragements verbaux d'E3 à des camarades invités par le moniteur à faire des simulations devant toute l'assistance. « *Vas-y, tu es notre informaticien* », « *Défie nous cette ordinateur là* » ou encore « *Monsieur, l'ordinateur là à d'avance perdu contre elle* » disait-il.

Pour E3, ses nouveaux comportements semblent liés à la réussite des tâches d'apprentissage via les simulateurs qui impliquent une meilleure compréhension des concepts de sciences physiques, et donc, plus d'intérêt pour ces matières. « *Puisqu'on a bien réussi à faire ce que le moniteur attendait de nous, on a eu comme une envie de devenir le prof des autres* » (E3).

Quant à E4, sa participation est liée, d'une part, au fait qu'il semble plus rassuré par le type de tâches à réaliser qui préserve la confidentialité des réponses et des scores réalisés.

Si je suis plus à l'aise lorsque je réponds aux questions de l'exerciseur, c'est parce que je ne me sens pas particulièrement observé. Chacun est face à son ordinateur et se préoccupe de son exercice. C'est-à-dire que quand je dois répondre aux questions de l'exerciseur, même si j'ai des doutes, je valide quand même la réponse que je pense être la plus juste. Je n'ai pas peur que l'ordinateur me dise « faux » puisque l'ordinateur ne communique qu'avec moi et aucun autre camarade ne se préoccupe de mes erreurs. Et c'est ça que j'aime (E4).

D'autre part, son aide apportée à ses pairs est liée au fait qu'il s'est préalablement rassuré, via des rétroactions des simulateurs et exerciseurs, d'avoir bien réalisé les tâches demandées. « *Puisque j'avais réussi les simulations et que l'exerciseur m'a guidé pour avoir les bonnes réponses, j'étais plus confiant lorsqu'il fallait partager mes connaissances. C'est d'ailleurs pour cela que j'ai aidé des camarades. Je tenais vraiment à leur montrer comment faire cette simulation* » précisera-t-il.

4.1.1.3. Cas n° 3 (E5 et E6)

Les données recueillies pour le cas n°3, font état des comportements attestant d'une participation active dans les activités traditionnelles d'apprentissage qui s'est accrue suite à l'intégration des simulateurs couplés à l'exerciseur.

En effet, au cours des apprentissages via les simulateurs et l'exerciseur :

- Les deux élèves faisaient preuve d'assiduité, de ponctualité et d'exécution volontiers des tâches d'apprentissage comme révèle E5 : « *nous ne pouvions manquer aucune séance d'apprentissage, on écourtait nos récréations pour être tôt en salle d'informatique. [...] on en profitait pour travailler avant le début des cours. [...] et nous avons exécuté avec plaisir toute les tâches* » ;

- le binôme a une tendance à être proactif comme le précise E6 : « ...comme on avait soif d'apprendre, E5 et moi, n'attendions pas d'être interrogé pour agir. Nous nous proposons régulièrement d'assister le Moniteur pendant qu'il faisait les démos avec les simulateurs et l'exerciseur » ;
- E5 sollicitait régulièrement avec vigueur, de manière verbale (« Madame, j'ai levé le doigt, interrogez moi » ou encore « Moi Madame, moi Madame ») et par des gestes (doigts en l'air, les deux mains en l'air, claquement des phalanges), la prise de parole pour répondre aux questions posées.

L'intérêt que ces sujets de recherche portent à ces activités est lié d'une part à leur curiosité face au nouveau dispositif d'apprentissage et, d'autre part, au caractère attrayant des activités proposées via ce dispositif à cause de leurs similitudes aux jeux.

Nous aimons nous asseoir juste à côté du moniteur pour qu'il nous voit bien et nous interroge vite quand nous demandons à refaire les démos. [...] ça nous permet de bien voir comment il manipule l'ordinateur. Ça nous donne aussi l'occasion de toucher de temps en temps le vidéoprojecteur. [...] On a plus l'impression de jouer que d'apprendre avec les simulateurs et l'exerciseur, et c'est ce qui est bien (E6).

4.1.1.4. Cas n° 4 (E7 et E8)

Tout comme pour le cas n°3, les données colligées auprès d'E7 et E8 font état des comportements témoignant de leur participation active dans les activités traditionnelles d'apprentissage qui a été soutenue suite à l'intégration des simulateurs couplés à l'exerciseur.

Explicitement, les séances d'apprentissage intégrant les simulateurs et l'exerciseur étaient marquées par :

- l'assiduité de ponctualité d'E7 et E8 à tous les apprentissages ;
- l'exécution volontiers de toutes les tâches d'apprentissage (E7 et E8) ;
- la tendance d'E7 à être plus proactive que lors des activités traditionnelles d'apprentissage. « J'écartais mes pauses (récréations) [...] j'aidais à allumer les ordinateurs et j'en profitais même pour demander au Prof de l'interroger prioritairement pour refaire les simulations devant toute la classe [...] je refaisais aussi les simulations des séances précédentes » précise-t-elle ;

- la tendance d'E8 à imposer son aide à l'enseignant afin d'effectuer des présentations à l'attention de ses camarades. « *J'étais fatigué de lever le doigt sans être interrogée et impatiente d'aller manipuler devant la classe [...] j'ai même claqué les doigts pour attirer l'attention du prof sans succès [...] je me suis donc levée pour y aller de moi-même [de mon propre chef]* » dit-elle parlant séances d'apprentissage n°14 et 16.

Ces comportements indiquent que les activités via les simulateurs et l'exerciseur éveillent et captivent l'esprit d'E7 et E8. Aussi, ces attitudes semblent être liées à l'émerveillement suscité par ces outils chez les sujets de recherche à cause leurs rétroactions et similitudes avec les jeux comme le révèle E8 :

C'est vraiment mieux d'apprendre avec les simulateurs et l'exerciseur. C'est plus interactif et plus attrayant. Ce qui est étonnant c'est que ces outils dialoguent avec nous à travers les rétroactions, [...] et les activités d'apprentissage sont en réalité des jeux. C'est ce qui nous plaît. On n'a donc pas le temps de penser à autre chose qu'à effectuer les tâches, et on veut à tous prix toutes les effectuer.

4.1.1.5. Cas n° 5 (E9 et E10)

Les données collectées font état des comportements témoignant du manque de participation effective d'E9 et E10 aux activités d'apprentissages malgré l'intégration des simulateurs couplés à l'exerciseur. En effet, lors des activités traditionnelles d'apprentissage, ces élèves se contentent d'observer sans agir ou réagir.

Il est vrai que certains de ces élèves ne lèvent pas souvent le doigt parce qu'ils n'ont pas de réponses à la question posée, mais que peut-on dire alors de ceux qui ne lèvent jamais le doigt et qui, dès que vous les interrogez, vous répondent fermement qu'ils n'ont pas manifesté le désir de répondre aux questions ou d'aller faire un exercice au tableau ? Je pense personnellement que pour ce type d'élèves, [...] ce silence est en réalité une stratégie pour ne pas participer aux activités d'apprentissage. [...] c'est le cas d'E9 et E10 qui ne prennent jamais les notes et font rarement les exercices (Marie Louise, enseignante).

Lors de l'usage des simulateurs et de l'exerciseur dans l'apprentissage des sciences physiques, aucune amélioration n'a été observée dans les comportements du cas n°5. Bien qu'assidus à toutes les seize séances, ces élèves ont :

- eu une tendance passive comme l'explique E9 : « *... on ne posait aucune question, on observait juste* » ;

- « ...exclusivement fait usage de l'ordinateur pour écouter la musique et jouer aux cartes au lieu de consacrer aux apprentissages » (Marie Louise, enseignante).

Ce désintérêt vis-à-vis activités d'apprentissage proposées semblent lié à un environnement familial défavorable, au capital scolaire des parents et au manque d'aide scolaire qu'offre le ménage des sujets de recherche.

Je sais que les sciences physiques sont importantes, mais c'est compliqué pour moi parce que je n'ai personne pour m'aider à apprendre à la maison. [...] Pendant mon temps libre, je dois aussi être chauffeur de mototaxi pour avoir un peu d'argent pour moi même. Donc j'ai beaucoup de lacunes en physique et chimie et ça m'intéresse de moins en moins [...] c'est surtout pour toucher à l'ordinateur et découvrir ses fonctionnalités que j'étais là (E10).

E9 précise quant à lui :

Je préférerais explorer l'ordinateur que mener les activités avec les exercices parce que je n'ai pas vraiment le temps d'apprendre à la maison. [...] La distance entre le lycée et la maison me fatigue dans l'après midi, quand je rentre chez moi. [...] en plus, une fois à la maison il faut souvent aller au champ chercher les vivres pour faire à manger. Après, [...] je mange et je dors jusqu'au lendemain matin.

4.1.1.6. Réponse à la 1^{ère} sous question : Les élèves changent-ils leurs choix de s'investir dans les tâches d'apprentissage suite à l'intégration des simulateurs couplés à un exerciceur ?

À la lumière des analyses des données collectées, le tableau 7 faisant état des changements des choix des élèves à s'investir dans les activités d'apprentissage des sciences physiques, suite à l'intégration des simulateurs, a été dressé.

Tableau 7: Récapitulatif des modifications du choix de participation des sujets aux activités d'apprentissage des sciences physiques suite à l'intégration des simulateurs couplés à un exerciceur.

		Cas 1		Cas 2		Cas 3		Cas 4		Cas 5	
		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
participation aux activités	Stratégies d'évitement	↓	↓	↓	↓	RAS	RAS	RAS	RAS	→	→
	Stratégies de participation	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	RAS	RAS
Légende : ↓ : Abandon ↑ : Déploiement : Maintien RAS : Rien à signaler											

Ce tableau met relief une amélioration des comportements attestant de la participation effective de 80% (4/5) des cas aux activités d'apprentissage, suite à l'intégration des simulateurs et exercices. Cela est lié :

- à l'émerveillement des élèves face aux rétroactions de l'exerciceur (E1, E7 et E8) ;
- à la curiosité que suscite l'ordinateur (E2), ainsi que les simulateurs et l'exerciceur (E5 et E6) ;
- aux traits communs qui existent entre les jeux vidéo et les simulateurs et l'exerciceur (E1, E7 et E8) ;
- à la compréhension des concepts de sciences physiques facilitée par les simulateurs (E3) ;
- à la confidentialité des réponses et des scores réalisés par l'exerciceur (E4) ;
- aux rétroactions des simulateurs et exercices qui guident et rassurent les apprenants dans les apprentissages (E4).

4.1.2. Deuxième catégorie thématique : Persévérance des élèves dans les tâches d'apprentissage suite à l'intégration des simulateurs couplés à un exerciceur

Conformément au cadre théorique, cette sous-section met en relief la motivation des sujets de recherche dans les activités d'apprentissage via les simulateurs couplés à l'exerciceur en regard de leur **persévérance**. En l'occurrence, l'analyse de la ténacité des élèves dans la réalisation des tâches d'apprentissage y est faite. En d'autres termes, le temps qu'ils consacrent pour accomplir une activité est passé au crible.

4.1.2.1. Cas n° 1 (E1 et E2)

Les données recueillies pour le cas n°1 font état d'une amélioration de la ténacité suite à l'intégration des simulateurs couplés à l'exerciceur dans les activités d'apprentissage. En effet, le binôme ne consacrait pas assez de temps dans la réalisation des activités traditionnelles d'apprentissage :

- E1 abandonnait régulièrement les exercices à la moindre difficulté, puis, se mettait machinalement à bavarder et évoquait des sujets qui n'ont aucun lien avec

l'activité menée. *« Je ne cherchais pas à trop réfléchir pour résoudre les exercices de physique et chimie puisque pour moi, je n'avais pas le don pour ces matières. Je préférais donc attendre la correction »* précisera-t-il.

- E2 avait une forte tendance à débiter ses exercices sans toute fois les achever. Pour cause, il semblait ne pas pouvoir faire un exercice seul et avait besoin d'aide pour faire entièrement un exercice. *« J'ai du mal à faire des exercices de physique seul, sans être guidé afin d'être rassuré. C'est pour cela que j'ai tendance à me décourager et à abandonner les exercices »* Confiera-il.

Lors des apprentissages avec les simulateurs et exercices, les comportements d'E1 et E2 se sont améliorés car ils consacraient le temps nécessaire pour :

- l'accomplissement des exercices.
... Il y a une vraie différence entre faire les exercices sur le cahier et les faire avec l'ordinateur. C'est vraiment convivial de faire les exercices sur l'ordinateur. [...] C'est pour cela que je refais ces exercices plusieurs fois jusqu'à ce que mon score soit acceptable à mes yeux (E2).
- la compréhension de ses erreurs et concepts. *« Même comme il nous a fallu refaire plusieurs fois les simulations pour bien comprendre comment équilibrer des équations chimiques. Ça ne nous a pas découragés. C'était un plaisir pour nous de refaire les simulations »* (E1).

Cette amélioration de persévérance semble liée au défi que suscite l'exerciceur chez les élèves. *« On recommençait constamment les exercices de l'exerciceur pour améliorer notre score, et nous prouver à nous même qu'on pouvait être meilleurs qu'avant et meilleurs que l'ordinateur »* (E2). Ensuite, elle semble liée à l'aspect ludique des simulateurs et de l'exerciceur.

On mettait plus de temps à mener des activités par ce qu'on avait plus l'impression de jouer que d'apprendre. Faire des simulations c'était comme jouer aux jeux vidéo et utiliser l'exerciceur c'est en réalité jouer aux quizz, mots croisés et autres. [...] Je vous assure que réfléchir n'était plus un problème (E1).

Enfin, il faut ajouter que cette persévérance est accentuée par le sentiment de mieux comprendre les concepts et exercices de physique et chimie. C'est dans ce sens qu'E2 dira : *« Plus on était félicité par l'exerciceur, plus on sentait qu'on avait de meilleures connaissances en physique et chimie, plus on voulait continuer à faire les exercices »*.

4.1.2.2. Cas n° 2 (E3 et E4)

À l'instar du cas précédent, des données colligées pour le cas n°2, font état des comportements attestant d'une amélioration de la ténacité dans activités d'apprentissage de sciences physiques, suite à l'intégration des simulateurs couplés à l'exerciseur. En effet, le binôme consacrait peu de temps dans la réalisation des activités traditionnelles d'apprentissage :

- E3 abandonnait les tâches à la moindre difficulté. « ...*puisque la physique et la chimie étaient difficiles pour moi, quand je faisais des exercices, je ne cherchais pas à perdre du temps en faisant les questions que je trouvais compliqué. J'en profitais plutôt pour apprendre une autre matière* » (E3).
- E4 se contentait régulièrement de traiter les questions dont il avait la réponse et ne faisait pas d'efforts pour réfléchir sur des questions plus difficiles pour lui.

...Je n'aime pas les exercices de PCT qui sont difficiles. Quand je traite un exercice, je fais juste ce que je comprends. Je donne les définitions, les formules et je réponds aux questions de cours. Pour les calculs là...lorsque je vois que ça devient compliqué, je laisse tomber. En plus, ça m'énerve de voir ma feuille biffée par le bic [Stylo] rouge du prof.

Lors des apprentissages avec les simulateurs et exercices, les comportements d'E3 et E4 se sont améliorés car ils consacraient le temps nécessaire pour l'accomplissement des exercices ainsi qu'à la compréhension des concepts et erreurs. E4 dira d'ailleurs : « *On refaisait plusieurs fois les exercices avec l'exerciseur pour améliorer notre score sans que personne ne nous le demande* ». Et E3 précisera : « *Quand on ne trouvait pas des résultats acceptables ou quand on faisait mal les simulations, on recommençait à simuler sans problème* ».

Cette amélioration de la persévérance semble d'abord liée aux rétroactions de l'exerciseur qui encouragent l'élève à améliorer son score, et par conséquent, ses connaissances. Ensuite, elle semble liée au fait que, cet outil donne l'impression de participer (virtuellement) à un match des incollables incitant ainsi l'élève à relever un défi.

Quand « bravo » s'affiche parce que nous avons trouvé la bonne réponse, ça me fait du bien et j'ai envie de continuer. Et quand c'est « faux » qui s'affiche, ça nous tracasse beaucoup mais on ne baisse pas les bras. En utilisant l'exerciseur, j'ai l'impression de participer au jeu « *Question pour un Champion* » et c'est pour ça que je cherche à trouver le plus de questions possibles (E4).

Enfin, pour le binôme cette amélioration semble également liée à la similitude des simulateurs avec les jeux vidéo qui donne à l'élève l'impression d'apprendre en jouant.

C'était aussi bien de faire les simulations parce que pour moi, c'est comme si on te faisait jouer à un jeu vidéo, puis on te demandait de dire ce que tu as observé ou trouvé. [...] Donc nous jouions en apprenant. C'est pour cela que nous mettions beaucoup de temps à utiliser les simulateurs (E3).

4.1.2.3. Cas n° 3 (E5 et E6)

Les données recueillies pour le cas n°3, font état des comportements attestant d'une assez bonne persévérance dans les activités traditionnelles d'apprentissage qui a été maintenue suite à l'intégration des simulateurs couplés à l'exerciseur. Particulièrement, lors des activités classiques d'apprentissage, les membres du binôme consacraient déjà assez de temps pour faire leurs exercices, comprendre les concepts et leurs erreurs. En effet, E5 confie d'ailleurs que *« c'est à partir de ses erreurs qu'on s'améliore. Faire beaucoup d'exercices à plusieurs reprises permet d'avoir des réponses à diverses questions posées sous différentes formes »*. Aussi, E6 renchérit en disant :

Ça me dérange quand un exercice me dépasse, surtout en PCT [Physique, Chimie et Technologie]. Mais je ne me décourage pas puisqu'il y a des gens qui peuvent m'aider. [...] Je cherche toujours à tous les faire. [...] peu importe le temps que ça me prend.

Cette persévérance était surtout liée à des sources extrinsèques de motivation. Effectivement, E6 dira : *« ... quand je fais bien tous les exercices ou quand je réponds bien aux questions, Madame me donne parfois les bonus [points en plus]. C'est ce qui me motive »*. Quand E5, il précisera : *« c'est surtout parce que je veux être ingénieur que je ne me laisse pas décourager par les difficultés de l'apprentissage des sciences physiques. Je m'applique pour avoir les pré-requis »*.

Parlant de leur persévérance dans les apprentissages avec les simulateurs associés à l'exerciseur, il a également été noté que le temps nécessaire a été consacré à la compréhension des concepts et erreurs ainsi qu'à la réalisation des exercices.

Comme E6 et moi aimons à toujours à trouver entièrement un exercice [...]. Nous n'avons pas réussi à avoir 20/20 au premier essai, mais nous sommes passés de sept essais à trois essais pour tout trouver. Mais pour atteindre les 20/20, nous avons dû plusieurs fois, entre deux essais, consulté notre cahier afin de comprendre pourquoi nos réponses étaient fausses (E5).

Par ailleurs, cette persévérance observée trouve justification dans les propos d'E6 :

Lorsque nous utilisons l'exerciseur et les simulateurs, on ne pensait plus aux bonus et au fait d'apprendre les sciences physiques par rapport à notre futur métier. On faisait les tâches d'apprentissage parce que c'est amusant, attrayant... bref, parce qu'on aimait. [...] On pouvait travailler toute durant plusieurs heures.

Tout comme l'exerciseur, les simulateurs sont donc des sources de motivation intrinsèque pour le binôme puisque les propos d'E5 et E6 traduisent respectivement une persévérance liée, d'une part, à la volonté de faire un score maximal et, d'autre part, à la volonté d'apprendre juste parce que c'est amusant.

4.1.2.4. Cas n° 4 (E7 et E8)

Tout comme pour le cas n°3, les données collectées auprès d'E7 et E8 révèlent une assez bonne persévérance dans les activités traditionnelles d'apprentissage qui s'est accrue lors de l'usage des simulateurs et de l'exerciseur. En effet, E8 précise: « *Nous nous décourageons rarement en apprenant avec les simulateurs et l'exerciseur. Ce n'est pas le cas des apprentissages classiques qui demandent de toujours d'avoir le moral* ». Spécifiquement, lors des séances d'apprentissage avec ces technologies, le binôme a consacré le temps nécessaire, et souvent du temps supplémentaire, pour faire les exercices, comprendre les concepts et ses erreurs.

Comme pendant les séances de TD avec les ordinateurs on n'a que eu le score maximum de 13/20, on s'est décidé d'arriver à la salle d'info avant le début de certaines séances d'apprentissage pour refaire les exercices de l'exerciseur et ainsi améliorer notre score et faire mieux que E5 et E6. [...] On faisait et refaisait les simulations jusqu'à ce que nous comprenions les phénomènes et notions de physique et chimie. [...] Avec les simulateurs et l'exerciseur, on pouvait passer beaucoup de temps à réfléchir sans nous fatiguer, c'était bien (E7).

Cette persévérance est liée au défi suscité par l'exerciseur chez E7 et E8 : défi vis-à-vis de l'exerciseur et envers leurs pairs. E7 précise à cet effet que :

Faire les exercices avec l'exerciseur c'est comme participer à une compétition ou à un match des incollables, le meilleur c'est celui qui a le plus grand score. [...] il était très important pour notre groupe de répondre à toutes les questions de l'exerciseur non seulement pour défier l'exerciseur même, mais aussi, E5 et E6 avec qui j'ai toujours été en compétition.

Par ailleurs, le fait qu'E8 pense que c'est « *...étonnant que ces outils dialoguent [...] à travers les rétroactions* », et que « *[...] les activités d'apprentissage sont en réalité des jeux* », justifient également cette persévérance. Celle-ci semble donc aussi liée à l'émerveillement suscité par ces outils chez les sujets de recherche à cause des rétroactions des simulateurs et de

l'exerciseur ainsi que de leurs similitudes avec les jeux. Aussi, le fait qu'E8 précise que « *C'est vraiment mieux d'apprendre avec les simulateurs et l'exerciseur. C'est plus interactif et plus attrayant* », justifie pourquoi le binôme est plus persévérant que dans les activités traditionnelles d'apprentissage.

4.1.2.5. Cas n° 5 (E9 et E10)

Les données collectées font état des comportements témoignant du manque de persévérance d'E9 et E10 dans les activités d'apprentissage malgré l'intégration des simulateurs couplés à l'exerciseur. En effet, lors des activités traditionnelles d'apprentissage, ces élèves ne consacraient pas du temps à accomplir une activité d'apprentissage comme la prise de notes, l'accomplissement d'un exercice, la compréhension des erreurs, l'étude des manuels, etc. L'enseignante de la classe précisera d'ailleurs que :

Ce sont des élèves attentistes. Lorsqu'on leur donne des devoirs à faire en classe, ils font semblant de travailler et s'occupent autrement : bavardage, jeux, sommeil... Ils se comportent comme des secrétaires. Ils n'attendent que la correction pour la copier dans les cahiers. [...] parfois, ils ne prennent même pas la correction. Ils ne manifestent pas le désir de vouloir faire entièrement un exercice, et ne semblent pas trop dérangés par le fait de ne pas maîtriser une notion ou un concept de physique.

Lors de l'usage des simulateurs et de l'exerciseur dans l'apprentissage des sciences physiques, le binôme semblent s'ennuyer, et ne font pratiquement pas usage de l'exerciseur.

S'exercer avec l'exerciseur fait trop réfléchir. Il faut d'abord lire le cours avant de répondre aux questions. Je trouve que...je perds mon temps en cherchant à répondre aux questions de l'exerciseur puisque je ne comprends même pas d'abord les cours du prof (E9).

Même les simulateurs causent des problèmes au binôme, particulièrement à E10 qui précise :

C'est vrai que je suis faible en physique et chimie et que j'ai l'impression de ne pas être à ma place quand on fait ces cours là. Mais je croyais que j'allais mieux comprendre avec l'ordinateur. Au contraire, j'ai l'impression que les simulations-là m'embrouillent plutôt.

Ce manque de persévérance s'explique par le fait qu'ils ne participent déjà pas pleinement aux apprentissages (voir sous section 4.1.1.5). La persévérance du Cas n°5 semble donc être affectée par l'environnement familial défavorable, le capital scolaire des parents et le manque d'aide scolaire qu'offre le ménage.

4.1.2.6. Réponse à la 2^{ème} sous question : la persévérance des élèves dans les activités d'apprentissage est-elle modifiée suite à l'intégration des simulateurs couplés à un exerciceur ?

À la lumière des analyses des données collectées, le tableau 8 faisant état de la modification de la persévérance des élèves dans les activités d'apprentissage des sciences physiques, suite à l'intégration des simulateurs, a été dressé.

Tableau 8: Récapitulatif des modifications de la persévérance des sujets aux activités d'apprentissage des sciences physiques suite à l'intégration des simulateurs couplés à un exerciceur.

		Cas 1		Cas 2		Cas 3		Cas 4		Cas 5	
		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
Persévérance	Temps consacré pour faire les exercices, comprendre les concepts et les erreurs...	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	ABS	ABS
Légende :		↑ : Amélioration						ABS : Absence de persévérance			

Ce tableau met relief l'amélioration de la persévérance chez 80% (4/5) des cas aux activités d'apprentissage, suite à l'intégration des simulateurs et exerciceurs. Cela est lié :

- au défi que suscite l'exerciceur chez les élèves (E2, E5, E6, E7, E8) ;
- à l'aspect ludique des simulateurs et de l'exerciceur qui procure du plaisir aux élèves (E1, E3, E5, E6, E7, E8) ;
- au sentiment de mieux comprendre les concepts et exercices de physique et chimie via l'exerciceur (E2) ;
- au sentiment d'être meilleur (incollable) lorsqu'on réalise un bon score avec l'exerciceur (E7) ;
- aux rétroactions de l'exerciceur qui encouragent l'élève à améliorer son score, et par conséquent, ses connaissances (E4).

4.1.3. Troisième catégorie thématique : Engagement cognitif des élèves dans les tâches d'apprentissage suite à l'intégration des simulateurs couplés à un exerciceur.

Conformément au cadre théorique, cette sous-section analyse le comportement des sujets de recherche dans les activités d'apprentissage via les simulateurs couplés à l'exerciceur à l'égard du savoir. En d'autres termes, leurs usages des stratégies d'apprentissage (mémorisation, élaboration et organisation) et de leurs déploiements des stratégies autorégulatrices d'apprentissage (l'utilisation des stratégies métacognitives, de gestion et motivationnelles) sont passés au crible.

4.1.3.1. Cas n° 1 (E1 et E2)

Les données recueillies pour le cas n°1 font état d'une amélioration de l'engagement cognitif suite à l'intégration des simulateurs couplés à l'exerciceur dans les activités d'apprentissage. En effet, lors des activités traditionnelles d'apprentissage, E1 ne faisait pas usage des stratégies autorégulatrices mais plutôt des stratégies de mémorisation. *« Puisque je ne voulais pas à trop réfléchir, lorsque j'étais en classe, je préférais réciter les définitions et formules pour les connaître par cœur. [...] je fixais longuement le symbole des atomes pour garder leurs images dans ma tête et les retenir »* (E1).

Quant à E2, parmi les stratégies d'apprentissage, il déployait beaucoup plus les stratégies d'élaboration.

Je retenais certaines molécules ou phénomènes en pensant régulièrement à leurs goûts ou à leurs effets. Par exemple pour retenir la formule du Chlorure de sodium, je pensais au goût du sel et je fixais l'image de la formule pour ne pas oublier. [...] Pour apprendre le sens et la direction de la poussée d'Archimède, je pensais à cette de force qui, à chaque fois que je plonge mon ballon de foot dans l'eau, le ramène à la surface. D'où sa direction verticale et son sens du bas vers le haut. (E2).

Parlant des stratégies d'autorégulation, il faisait juste usage des stratégies de gestion à travers le choix des ses camarades pour l'aider. *« Il m'arrivait de demander de l'aide pour mieux comprendre mais c'était juste à mes camarades et non au Prof, puisque j'avais tendance à l'éviter pour qu'elle ne m'interroge pas »*.

Lors des activités d'apprentissage avec les simulateurs et exercices, E1 et E2 ont spécifiquement fait usage des stratégies autorégulatrices dans toutes les 16 séances, et ce, de manière régulière. Parlant des stratégies de métacognition, ils ont fait montre :

- de planification comme le confirme E1. *« E2 et moi, nous avons avant tout cherché à bien comprendre les exigences et le but des activités avec les simulateurs et l'exerciseur. C'est ce qui nous a par exemple amené à décider de lire nos cours à la maison avant d'utiliser l'exerciseur ».*
- de monitoring comme le précise E2.
Au départ, chacun travaillait à son tour avec l'exerciseur et on voyait qui avait le plus de meilleures réponses. Puisqu'on a constaté que ça ne nous avantageait pas, nous avons décidé de valider les réponses ensemble. Chacun devait donc convaincre l'autre, et c'est la réponse de celui qui avait de plus d'arguments qu'on validait. Ça nous permettait véritablement de comprendre pourquoi nos réponses étaient vraies.
- d'autoévaluation comme le révèle E2. *« Nous regardions toujours la note obtenue avec l'exerciseur. Ça nous permettait de revenir les questions ratées et on discutait sur les connaissances complémentaires à maîtriser pour les trouver ».*

Quant aux stratégies de gestion, le binôme opté pour :

- l'organisation du travail dans le temps puisqu'ils se sont imposés de toujours lire les cours à la maison avant d'utiliser l'exerciseur ;
- le choix des ressources humaines puisqu'ils qu' *« ils ont régulièrement demandé de l'aide pour mieux comprendre les objectifs des simulations et les notions de sciences physiques y relatives »* (Marie Louise, Enseignante). De plus, E2 confirme sa préférence à travailler de manière collaborative avec E1 avant de faire appel à l'enseignante.

E2 et moi travaillions en collaboration. [...] Même pour l'interprétation des phénomènes en physique après les simulations, [...] comme chacun avait son interprétation, il fait d'abord comprendre l'interprétation faite par l'autre, trouver les limites de cette interprétation, et enfin, la rejeter, l'accepter ou la compléter.[...] Si on n'avait pas la réponse, au lieu de faire appel aux autres élèves, on préférerait faire appel à l'enseignante qui nous expliquait mieux.

Enfin, le binôme a déployé des stratégies motivationnelles qui lui a permis d'augmenter sa motivation dans les apprentissages. Effet, le binôme s'est fixé :

- un but à atteindre, celui d' *« avoir un score de 20/20 avec l'exerciseur, interpréter et comprendre le mieux possible les concepts des simulations »* (E2) ;
- un défi, celui de *« se prouver d'être meilleur qu'avant et meilleur que l'ordinateur »* (E2).

Suite de ce qui précède, E1 et E2 sont plus cognitivement engagés dans les activités d'apprentissage via les simulateurs et l'exerciseur. En effet, ils sollicitent une demande de traitement de l'information plus poussée que dans les activités traditionnelles d'apprentissage où ils déployaient juste des stratégies de mémorisation et les stratégies d'élaboration. Cela est lié au fait que le binôme a « ...le sentiment de mieux réviser les leçons avec l'exerciseur et mieux comprendre les phénomènes de sciences physiques avec les simulateurs » (E1). E2 ajoutera « c'est plus attrayant, on est plus concentré ».

4.1.3.2. Cas n° 2 (E3 et E4)

À l'instar du cas précédent, des données colligées pour le cas n°2, font état d'une amélioration de l'engagement cognitif suite à l'intégration des simulateurs couplés à l'exerciseur dans les activités d'apprentissage. Effectivement, lors des activités traditionnelles d'apprentissage, « ce sont les techniques de mémorisation qui étaient surtout utilisées » (E3), avec des stratégies d'organisation puisque « ...quelques fois, des tableaux de synthèse des connaissances étaient faits après les activités d'apprentissage » (E4).

Quant aux activités d'apprentissage via les simulateurs et l'exerciseur, le binôme a spécifiquement fait usage des stratégies autorégulatrices. Parlant de la métacognition, le binôme faisait preuve :

- de planification comme le révèle E4.
Compte tenu du fait que le but des activités avec l'exerciseur était de trouver toutes les réponses, il fallait donc comprendre pourquoi valider telle réponse et non l'autre. [...] nous avons alors décidé de réfléchir ensemble sur toutes les questions, [...] et surtout de d'abord lire les cours sur lesquels devaient porter ces exercices.
- de monitoring car «... lorsque les données obtenues après les simulations ne permettaient pas de bien interpréter des phénomènes de physique, une vérification, étape par étape, était faite pour savoir si le protocole avait été bien suivi » (E4) ;
- et d'autoévaluation puisqu'il « ...voulait nécessairement voir les questions ratées avec l'exerciseur pour savoir quelles étaient les connaissances qui n'étaient encore connues » (E3).

Quant aux stratégies de gestion, le binôme faisait principalement recours aux ressources humaines et matérielles vu que « l'enseignante était régulièrement sollicitée pour l'aide à la l'interprétation des phénomènes après les simulations, [...] et consulter les cahiers de cours et parfois les livres

étaient incontournables » (E3). Enfin, parlant des stratégies motivationnelles, le binôme avait un objectif de : *« trouver au moins quinze réponses sur vingt au premier coup et faire les meilleures interprétations des phénomènes de physique que les autres après l'utilisation des simulateurs »* (E4).

Suite de ce qui précède, E3 et E4 sollicitaient une demande de traitement de l'information plus poussée que dans les activités traditionnelles d'apprentissage, et étaient donc très plus engagés cognitivement en utilisant les simulateurs et l'exerciseur. Cela est lié au fait que le binôme a :

- *« ... le sentiment que l'exerciseur permet de mieux explorer les cahiers et livres tout en permettant d'être plus attentifs aux connaissances non maîtrisées »* (E3) ;
- *« ... l'impression de savoir pourquoi les réponses sont erronées en jouant et la sensation d'être présent dans le monde virtuel pendant des simulations »* (E4).

4.1.3.3. Cas n° 3 (E5 et E6)

Les données recueillies pour le cas n°3, attestent d'un assez bon engagement cognitif dans les activités traditionnelles d'apprentissage qui s'est accrue suite à l'usage des simulateurs couplés à l'exerciseur. Particulièrement, lors des activités classiques d'apprentissage, les membres du binôme déployaient déjà des stratégies autorégulatrices. En effet, E5 et E6 faisaient usage des stratégies de métacognition via le monitoring et l'autoévaluation puisqu'ils *« ...débattaient régulièrement avec des camarades sur les différences des résultats des exercices pour mieux comprendre les erreurs commises et les méthodes les plus simples à utiliser pour atteindre certains objectifs »* (E6).

Quant aux stratégies de gestion, ils faisaient beaucoup plus appel à l'aide l'enseignante. E6 dira à cet effet : *« chaque fois que je ne comprends pas, j'insiste que le prof revienne sur ses explications »*. Aussi, E5 se distingue par le fait qu'il rencontre souvent l'enseignante après les cours pour lui faire part de ses difficultés (concepts non compris, exercices difficiles). Celle-ci confirmera d'ailleurs cette attitude qu'elle apprécie :

Ce jeune homme est vraiment studieux. En classe, lorsqu'il ne comprend pas, il fait tout pour que je revienne sur les explications séance tenante, jusqu'à ce qu'il comprenne. Il vient automatiquement à ma rencontre dès qu'il a un problème. Très souvent c'est à la salle des Prof. Il lui est même déjà arrivé de me coincer dans la voiture, alors que je rentrais déjà chez moi, pour que je lui explique des exercices. Je ne parle même pas des

épreuves d'autres lycées qu'il traite de son propre chef et qu'il souhaite que je corrige. Il n'a pas peur de m'aborder et c'est ça qui fait sa force.

De plus, « *bien faire les exercices et les expliquer devant la classe pour avoir des points bonus* » (E6) et sans cesse se « *...convaincre d'être entrain d'acquérir des bases pour la formation d'ingénieur pendant les apprentissages des sciences physiques* » (E5) étaient les principales stratégies motivationnelles qui favorisaient l'engagement cognitif du binôme.

Parlant des apprentissages avec les simulateurs et l'exerciseur, les stratégies autorégulatrices ont davantage été diversifiées. D'abord, les stratégies motivationnelles déployées par E5 et E6 étaient moins dépendantes de celles mises en place par l'enseignante : « *Notre but c'est d'avoir le résultat de 20/20 avant tous les autres groupes* » dira E6, « *effectivement, réaliser les défis de l'ordinateur mieux que les autres procure plus de plaisir que recevoir des bonus* » ajoutera E5.

Ensuite, le binôme faisait pleinement usage des stratégies de gestion pour créer un environnement propice à l'apprentissage en :

- organisant le travail dans le temps puisqu'il « *...retravaillait toujours, pendant une partie des récréations, sur les simulations dont l'interprétation des phénomènes de physique étaient compliquées* » (E5) ;
- choisissant de s'asseoir « *... au premier rang, près du moniteur [...] car cela permettait de mieux voir comment il manipulait l'ordinateur pour bien réaliser les simulations, et aussi, d'être plus attentif aux explications* » (E6) ;
- privilégiant « *...beaucoup plus l'aide du prof que celle des autres camarades* » (E5) et aussi, comme le précise E6, en explorant régulièrement le cahier de cours en utilisant l'exerciseur : « *pour atteindre les 20/20, nous avons dû plusieurs fois, entre deux essais, consulter notre cahier afin de comprendre pourquoi nos réponses étaient fausses* ».

Enfin, parlant de la métacognition, le binôme :

- a pris connaissance des exigences et objectifs des apprentissages avec l'exerciseur et a déployé une stratégie d'apprentissage en conséquence comme le précise E5.
 ...nous avons d'abord cherché à percer le secret pour relever le défi de l'exerciseur.
 Après une séance d'utilisation de l'exerciseur, nous avons réalisé que pour défier

- L'exerciseur, le secret était de lire à l'avance le cours sur lequel les exercices devaient porter.
- faisait preuve de monitoring comme le relate E5. « *parfois au point de nous chamailler, on débattait pour savoir si on avait bien compris les consignes pour bien faire les simulations* » ;
 - et s'auto-évaluait puisqu'il « *...cherchait automatiquement savoir pourquoi l'exerciseur marquait « faux » à certaines réponses* » (E6) ;

Cette intensification de l'engagement cognitif semble liée au fait que, d'une part, « *l'exerciseur développe l'esprit de compétition entre camarades* » (E5) et d'autre part, que les simulateurs accentuent la concentration des élèves en les coupant du monde réel comme le révèle E6 : « *Lorsque je fais les simulations, je me sens dans un autre monde. C'est comme si j'étais dans l'ordinateur. Ça me captive parce que c'est comme un jeu, sauf que c'est un jeu qui permet d'apprendre le cours* ».

4.1.3.4. Cas n° 4 (E7 et E8)

Tout comme pour le cas n°3, les données collectées auprès d'E7 et E8 révèlent un assez bon engagement cognitif dans les activités traditionnelles d'apprentissage qui a été maintenu pendant l'usage des simulateurs et de l'exerciseur. En effet, binôme y choisit explicitement de recevoir l'aide des gens, privilégie le travail en groupe et utilise les documents appropriés qui sont à sa disposition.

Comme avec les activités traditionnelles, nous faisons appel à l'enseignante lorsque, après avoir consulté nos cahiers et livres, nous n'arrivons pas à comprendre nos erreurs. Elle nous aidait à mieux comprendre les consignes des simulations et parfois, on lui demandait de revenir sur les explications de certaines notions que nous confirmions avoir mal maîtrisées après plusieurs échecs avec l'exerciseur [...] on préférerait vraiment travailler en binôme, ça favorisait l'échange des connaissances à travers des débats constructifs (E8).

Comme autre stratégie de gestion, « *...arriver à la salle d'info avant le début de certaines séances d'apprentissage pour refaire les exercices de l'exerciseur et [...] faire mieux que E5 et E6* » (E7), est un signe d'organisation de travail dans le temps ; preuve que le binôme s'imposait un rythme de travail afin de favoriser les apprentissages. Par ailleurs, E7 et E8 faisaient preuve d'autoévaluation puisqu'ils étaient « *...très attentifs au score de l'exerciseur qui permettait de mieux savoir les notions sur lesquelles il fallait insister* » (E8).

Enfin, contrairement aux activités traditionnelles d'apprentissage, le binôme s'était consciemment fixé des objectifs. En l'occurrence :

- « *réussir tous les exercices de l'exerciseur et toutes les expériences des simulateurs* » (E8) ;
- « *être meilleurs qu'E5 et E6 avec l'exerciseur et les simulateurs* » (E7).

Ces objectifs ont contribué au maintien de la motivation lors des activités d'apprentissages avec les technologies.

Comme le précise E8, cet engagement cognitif semble lié au fait que les simulateurs et l'exerciseur favorisent l'apprentissage de manière ludique.

Nous étions véritablement marqués par la découverte de nouvelles connaissances de manière divertissante en faisant des simulations et faisant des autoévaluations avec l'exerciseur. [...] Nous étions très impliqués pendant ces apprentissages puisqu'on avait l'impression de jouer. [...] Cette manière de faire nous a donné l'envie d'en savoir plus sur les sciences physiques.

4.1.3.5. Cas n° 5 (E9 et E10)

Les données collectées témoignent du manque d'engagement cognitif d'E9 et E10 dans les activités d'apprentissage malgré l'intégration des simulateurs couplés à l'exerciseur. En effet, « *...ils n'ont demandé aucune aide pendant les seize séances apprentissages et étaient toujours assis devant l'ordinateur situé au dernier rang pour jouer aux cartes et écouter la musique au lieu véritablement travailler avec les simulateurs et l'exerciseur* » (Marie Louise, enseignante). De ce fait, aucune stratégie de gestion n'a donc été déployée.

Par ailleurs, E9 précise :

...avec l'exerciseur, nos résultats ne s'amélioraient pas au fur et à mesure qu'on refaisait les exercices. [...] c'était des résultats en dents de scies. [...] Par exemple, il nous est arrivé d'avoir un résultat de 11/20 avec l'exerciseur et, en refaisant le même exercice quelques minutes après, nous avons obtenu 7/20.

Ce témoignage met en relief deux problèmes. Le premier est la validation des réponses de l'exerciseur par hasard, et le second est le manque mise à jour des connaissances à partir des questions non trouvées. Par conséquent, le binôme ne semble pas déployer des stratégies de métacognition (planification, monitoring et autoévaluation).

Ces faits qui démontrent à suffisance que le binôme ne s'est pas suffisamment engagé cognitivement, s'explique par leur non participation effective aux apprentissages (voir 4.1.1.5) et leur manque de persévérance (voir 4.1.2.5).

4.1.3.6. Réponse à la 3^{ème} sous question : l'engagement cognitif des élèves dans les activités d'apprentissage est-elle modifiée suite à l'intégration des simulateurs couplés à un exerciceur ?

À la lumière des analyses des données collectées, le tableau 9 faisant état de la modification de l'engagement cognitif des élèves dans les activités d'apprentissage de sciences physiques, suite à l'intégration des simulateurs, a été dressé.

Tableau 9: Récapitulatif des modifications de l'engagement cognitif des sujets aux activités d'apprentissage des sciences physiques suite à l'intégration des simulateurs couplés à un exerciceur.

Engagement Cognitif	Stratégies d'autorégulation	Cas 1		Cas 2		Cas 3		Cas 4		Cas 5	
		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
	Stratégies métacognitives	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	ABS	ABS
	Stratégies de gestion	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	ABS	ABS
	Stratégies motivationnelles	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	ABS	ABS
Légende : ↑ : Augmentation ; ABS : Absence ;											

Ce tableau met relief une amélioration de l'engagement cognitif chez 80% (4/5) des cas aux activités d'apprentissage, suite à l'intégration des simulateurs et exerciceurs. Cela est lié, d'une part, aux sentiments :

- de découvrir de nouvelles connaissances et de comprendre ses erreurs de manière ludique (E4, E6, E8) ;
- de mieux réviser les leçons avec l'exerciceur et mieux comprendre les phénomènes de sciences physiques avec les simulateurs (E1) ;
- que l'exerciceur permet de mieux explorer les cahiers et livres tout en permettant d'être plus attentifs aux connaissances non maîtrisées (E3) ;
- de facilement s'immerger le monde virtuel des simulations (E4, E6).

D'autre part, cette amélioration est liée au fait que l'exerciceur :

- crée une saine émulation chez les élèves, et l'esprit de compétition entre eux (E5) ;
- développe l'esprit de persuasion afin de valider les réponses, le désir de partager les connaissances acquises ainsi que l'esprit d'apprentissage collaboratif (E1, E2, E5, E6) ;

4.2. Discussion des résultats

Cette section fait ressortir les principes ou les relations que les résultats autorisent. Elle compare les résultats obtenus avec ceux d'autres chercheurs (dans la littérature). Cela permet de valoriser la présente recherche en passant au crible les convergences et les différences avec les théories courantes, dont celles explicitées dans le cadre théorique.

4.2.1. Valeur accordée aux activités d'apprentissage menées

Rappelons que l'élève juge de la valeur d'une activité sur son utilité en regard des buts qu'il poursuit (Viau, 1997, p.44). Lors de l'analyse des résultats, il a été montré que les élèves des cas n° 1, 2, 3 et 4 (E1 à E8) ont privilégié la poursuite des buts scolaires ; c'est d'ailleurs ce qui justifie qu'ils aient accordé plus de valeur aux activités menées et qu'ils s'y sont engagés (*Ibid.*, p.45).

En effet, parlant des simulateurs, ces élèves participaient aux activités parce qu'ils trouvaient les simulations amusantes et divertissantes, ils aimaient discuter des expériences réalisées par les simulations, et spécifiquement, aimaient en savoir plus long sur les phénomènes et concepts y afférents. D'après Dweck (1989), ces comportements révèlent que les élèves se sont fixés des *buts d'apprentissage* puisqu'ils s'y sont engagés à cause des nouvelles connaissances que les simulateurs permettaient d'acquérir. Ainsi, en nous référant aux chercheurs Lepper et Hodell (1989, cité par Viau, 1997) qui précisent que des *buts d'apprentissage* sont en réalité des buts par la *motivation intrinsèque*, il semble donc que les sujets de recherche ont été intrinsèquement motivés par les simulations. Le caractère intrinsèque de cette motivation est d'ailleurs confirmé par les résultats des travaux de Deci et Ryan (1985) ainsi que de Vallerand et *al.*, (1989) dont la confrontation avec les buts d'apprentissage

des sujets de recherche E1 à E8 montrent que les simulateurs les motivent intrinsèquement à l'accomplissement, à la connaissance et à la stimulation.

Quant à l'exerciseur, le principal but de ces sujets de recherche était de réaliser le score maximal. Cela relève deux aspects. D'une part, le score étant considéré par ces élèves comme un indicateur du niveau de connaissances acquises, avoir pour but de réaliser un score maximal reviendrait à avoir pour objectif de maîtriser toutes connaissances mises en relief par l'exerciseur. De ce fait, ces élèves avaient donc des *buts d'apprentissage* d'après Dweck (1989) et par conséquent, étaient intrinsèquement motivés à apprendre selon Lepper et Hodell (1989, cité par Viau, 1997). Cela justifie donc le fait que les élèves apprenaient pour le plaisir qu'ils ressentaient à se surpasser avec l'exerciseur et parce qu'ils aimaient être guidés dans l'exploration des cahiers et livres afin de combler leurs lacunes avec cet outil.

D'autre part, en visant la réalisation du score maximal, certains élèves (E7 et E8) cherchaient aussi à être meilleurs que leurs pairs, à se prouver qu'ils étaient meilleurs qu'avant et qu'ils pouvaient juste relever le défi de l'ordinateur. Par conséquent, ils avaient là des *buts de performance* selon Dweck (1989) puisqu'ils visaient une reconnaissance sociale et étaient ainsi animés par des buts par la *motivation extrinsèque* (Lepper et Hodell, 1989, cité par Viau, 1997). Le caractère extrinsèque de cette motivation est d'ailleurs confirmé par les résultats des travaux de Deci et Ryan (1985) ainsi que de Vallerand et *al.*, (1989) dont la confrontation avec ces buts d'apprentissage montrent qu'avec l'exerciseur, ces sujets de recherche étaient extrinsèquement motivés par introjection : Cela correspond au fait d'intérioriser ce qui influence ses comportements, par l'intériorisation de contraintes qui étaient auparavant extérieures (Moussa Tessa, p.65). Il ressort donc de nos résultats que, les exerciseurs peuvent être tant source de motivation intrinsèque que de motivation extrinsèque introjectée. Cependant, cette motivation extrinsèque observée uniquement chez E7 et E8, étant le fait de l'esprit de compétition engendré par l'exerciseur, insister sur le travail de manière coopérative aurait davantage favorisé leur engagement à apprendre (Barbeau, Montini et Roy, 1997), c'est-à-dire être uniquement source de motivation intrinsèque.

Suite de ce qui précède, étant donné que les buts par la *motivation intrinsèque* sont plus adaptés aux apprentissages du secondaire (Ryan, Hicks, et Midgley, 1997), il semble que les simulateurs et l'exerciseur correspondent aux apprentissages des élèves de 3^e en sciences physiques, à condition d'insister sur l'organisation des activités y afférentes de manière coopérative plutôt que compétitive (Barbeau, Montini et Roy, 1997).

4.2.2. Activités d'apprentissage menées, compétences à acquérir et à utiliser les connaissances

Dans cette étude, il a été montré que 80% des sujets de recherche (E1 à E8) se sont plus engagés et ont plus persévéré dans l'accomplissement des apprentissages avec les simulateurs et l'exerciseur qu'en apprentissage traditionnel. Cela est une preuve qu'ils se sont estimés plus compétents dans l'exécution des tâches avec les simulateurs et l'exerciseur (Dweck, 1989 ; Moisan, 2001). Puisqu'ils ont privilégié les stratégies autorégulatrices d'apprentissage (stratégies métacognitives, de gestion et motivationnelles) et ont abandonné les stratégies de mémorisations, cela montre qu'ils ont été plus habiles lorsqu'ils effectuaient ces nouveaux apprentissages, et surtout qu'ils ont été capables d'acquérir et d'utiliser les connaissances. De ce fait, ils avaient la perception d'être capable de traiter efficacement les informations avec lesquelles ils étaient en contact (Barbeau et *al.*, 1997, p.10). Aussi, selon (Moisan, 2001), ces sujets de recherche avaient donc de meilleures perceptions spécifiques avec ces applications informatiques. En d'autres termes, ils avaient une meilleure perception d'eux-mêmes quant aux apprentissages des sciences physiques avec les simulateurs et l'exerciseur (Viau, 1997).

Par ailleurs, Moisan (2001) permet également de dire qu'E9 et E10 se sont perçus peu compétents, puisqu'ils n'ont véritablement pas effectué les tâches et ont moins persisté pour surmonter les difficultés d'apprentissage avec les simulateurs et l'exerciseur ; ceci malgré le suivi des recommandations de Barbeau et ses collaborateurs (1997) : utiliser des stratégies d'intervention pédagogique différentes, selon le type de connaissances (théoriques et des connaissances pratiques) et en offrir de l'aide à ces deux élèves pour traiter efficacement l'information. Un retour sur les données colligées permet de comprendre qu'E9 et E10 se

sentaient peu compétents parce qu'ils jugeaient avoir accumulé trop de lacunes qui, en plus d'utiliser l'exerciseur et les simulateurs, demandent de fournir d'autres efforts pour les combler.

En effet, E10 attribue l'origine de ses lacunes en sciences physiques au manque d'aide dans l'apprentissage à la maison, et au fait qu'il ne consacre véritablement pas assez de temps pour étudier parce qu'il doit vaquer à des activités génératrices de revenus afin de subvenir aux besoins de sa famille. Quant à E9, ce sont les travaux champêtres après les cours et la longue distance (parcourue à pied) qui sépare sa maison du lycée qui le fatiguent, l'empêchant ainsi d'accorder le temps nécessaire aux apprentissages. Ces raisons sont en accord avec les travaux de Marcoux, Gueye, et Konaté (2006) qui précisent que les caractéristiques de l'environnement familial, le capital scolaire des parents et l'aide scolaire qu'offre le ménage jouent un grand rôle sur l'échec et l'abandon scolaire des élèves. Ces trois facteurs ont donc, dans une certaine mesure, impacté négativement l'engagement et la persévérance d'E9 et E10.

Inversement, ces facteurs (l'environnement familial, le capital scolaire des parents et l'aide scolaire) semblent avoir contribué à influencer positivement l'engagement et la persévérance des élèves issus des cas n°1, 2, 3, et 4 puisqu'ils n'avaient préalablement vraiment pas de lacunes du fait qu'ils vivent tous, avec au moins un parent proche (père, mère, oncle, grand frère, grande sœur) ayant un assez bon niveau scolaire et qui comprend la nécessité d'encourager les enfants à aller à l'école. Par ailleurs, ils disposent d'une aide scolaire du ménage assez considérable puisqu'ils ont tous, dans leur domicile, d'une pièce équipée (table, chaise, électricité), favorable à l'apprentissage. Aussi, lorsqu'ils sollicitent de l'aide pour leurs devoirs, ils peuvent faire appel à un frère, une sœur, une mère, un tuteur, etc.

4.2.3. Activités d'apprentissage menées et contrôlabilité

Dans cette recherche, il a été montré que les sujets de recherche E1 à E8 cherchaient à comprendre leurs erreurs avec l'exerciseur, en faisant recours à des documents de références, à l'enseignante, au travail en groupe, etc. Aussi, avec simulateurs, ils faisaient par exemple recours au monitoring parce qu'ils avaient conscience que leurs interprétations erronées des

phénomènes de physique étaient liées au fait qu'ils n'avaient pas bien suivi le protocole des simulations. Cela montre de manière implicite que ces élèves attribuaient leurs succès ou échecs dans ces activités d'apprentissage à des causes internes à eux-mêmes et contrôlables. Explicitement, E6 dira : « ...avoir le score de 20/20 avec l'exerciseur et faire les meilleurs interprétations des simulations dépend des efforts que nous faisons nous-mêmes en cherchant à comprendre nos erreurs ». Par contre, E9 et E10 attribuent leurs échecs à l'environnement familial, au faible capital scolaire des parents et au manque d'aide scolaire, donc à des causes qui leur sont externes et non contrôlables. D'après Huart (2001) et Viau (2004), les élèves E1 à E8 ont eu une perception de forte contrôlabilité tandis que le binôme E9 et E10 a fait preuve d'une faible perception de contrôlabilité.

D'un autre côté, puisque la recherche a implicitement révélée que les sujets de recherche E1 à E8 étaient performants avec les simulateurs et l'exerciseur, et qu'E9 et E10 ne l'étaient pas, elle est en accord avec les travaux de Huart (2001) et Moisan (2001). En effet, pour le premier chercheur, « les élèves les plus performants attribuent leurs succès aux efforts qu'ils fournissent ainsi qu'à leurs capacités intellectuelles, tandis que leurs échecs sont expliqués par des causes internes, transitoires et contrôlables comme le manque d'effort » (p.230). Pour le second, plus l'élève « ...percevra que les causes de ses résultats sont externes et non modifiables, et plus il percevra qu'il n'en a aucun contrôle, moins il s'engagera cognitivement » (p.42).

4.2.4. Activités d'apprentissage menées et flux de Csikszentmihalyi (1975)

Les résultats de la présente recherche peuvent également être discutés par rapport aux théories de Malone (1980) et Prensky (2001) qui puisent largement dans le concept de flux (flow) de Csikszentmihalyi (1975). En effet, les réponses aux sous-questions de recherche révèlent que les élèves s'investissent davantage dans les activités d'apprentissage à cause de leur émerveillement et curiosité suscités par les simulateurs et l'exerciseur, et d'autre part, qu'ils sont plus persévérants puisqu'ils veulent désormais « défier l'ordinateur », volontairement améliorer leurs scores (se défier eux-mêmes) et faire entièrement leurs exercices via l'exerciseur. Par ailleurs, puisque les 80% des sujets de recherche (E1 à E8) confient qu'ils apprenaient en jouant avec ces applications informatiques, celles-ci sont, de se

fait, considérées comme des jeux vidéo éducatifs (St-pierre, 2010)²⁶. D'une part, ces deux faits sont donc en adéquation avec la théorie de Malone (1980) dont les notions de défi, de fantaisie et de curiosité sont les éléments clés permettant de contribuer à l'augmentation du facteur de motivation par le jeu. D'autre part, ces constatations sont aussi en accord avec les travaux de Wentworth et Lewis (1973)²⁷ qui montrent que les apprenants soumis à des expériences d'apprentissage par le jeu, bénéficient d'un sentiment d'engagement lié à l'activité ludique.

Par ailleurs, en plus des défis que la majorité des sujets de recherche voulaient volontairement relever face aux simulateurs et à l'exerciseur, les analyses montrent aussi que ces apprenants avaient bien compris les critères de performance des activités d'apprentissage. Aussi, ils affirment que les rétroactions concrètes de l'exerciseur leur ont permis de percevoir comment réussir à satisfaire les critères de performance. De plus, les apprenants précisent que lors de ces activités, ils étaient plus concentrés, plus attentifs, preuve que les stimuli (externe ou interne) susceptibles de perturber l'apprentissage étaient isolés. Ces faits, qui sont en adéquation avec les critères favorisant la notion d'engagement dans un jeu de Prensky (2001), permettent de conclure que le dispositif (simulateurs et exerciseur) a favorisé l'engagement des élèves à apprendre les sciences physiques.

4.2.5. Simulateurs associés à l'exerciseur et effectivité des apprentissages

Les résultats de la présente recherche révèlent que les élèves des cas n°1, 2, 3 et 4 (E1 à E8) avaient l'impression de dialoguer avec les simulateurs et l'exerciseur à travers leurs rétroactions, et qu'ils se sentaient par ailleurs rassurés et guidés par celles-ci lors des apprentissages. Ces faits montrent qu'il y a effectivement eu un processus de communication qui a favorisé l'apprentissage, c'est-à-dire, « une pédagogie dialoguée » (Bernstein, 1975 ; cité par Gauthier, Garnier et Marinacci, 2005).

²⁶ Selon St-pierre, les jeux vidéo éducatifs peuvent être définis comme toute application informatique intégrant des aspects à la fois ludiques et éducatifs.

²⁷ Les travaux de Wentworth et Lewis (1973) synthétisent une cinquantaine d'études relatives à l'apprentissage par le jeu.

Aussi, les Agents (Simulateurs et exerciceur) ont amené ces élèves à systématiquement explorer les cahiers et livres tout en leur permettant d'être plus attentifs aux connaissances non maîtrisées (pour comprendre leurs erreurs), à travailler de manière collaboratives, à partager les connaissances en aidant leurs pairs en difficultés, à pleinement participer aux conflits sociocognitifs de manière constructive. Ainsi, d'après Barnier (2002), les simulateurs et l'exerciseur ont privilégié les processus d'acquisition et de construction des savoirs par les apprenants et favorisé les automatismes puisqu'il leur a inculqué des comportements, des réactions, des attitudes. En d'autres termes, ces Agents ont fait apprendre les apprenants, les ont guidé et accompagné dans les activités proposées (*Ibid.*, p.3) et les ont entraîné à produire les réponses attendues selon les problèmes rencontrés (p.2). Suite de ce qui précède, il y a donc eu effectivement, d'après Legendre (1983), une « relation d'enseignement » qui a lié les Agents (Simulateurs et exerciceur) aux apprenants.

Par ailleurs, les élèves E1 à E8 avouent explicitement avoir découvert de nouvelles connaissances et mieux compris les concepts de physique et chimie ainsi que leurs erreurs. Cela est une preuve que les activités avec simulateurs et l'exerciseur ont fait percevoir à ces apprenants les savoirs d'une façon meilleure que les activités traditionnelles d'apprentissage. Il y a donc eu planification par les Agents des contenus aptes à favoriser l'apprentissage, et par conséquent, la « relation didactique » a été établie entre les Agents et ces apprenants d'après Legendre (1983). En somme, en regard des travaux de Legendre, l'apprentissage des sciences physiques a véritablement été favorisé par les simulateurs et l'exerciseur puisqu'il y a effectivement eu « relation didactique » et « relation d'enseignement ».

Cependant, le triangle pédagogie de Jean Houssaye (1988), complémentaire au modèle SOMA de Legendre (1983), permet de trancher de l'apprentissage d'E9 et E10. En effet, les résultats de la recherche révèlent que ces élèves se servaient de l'ordinateur à des fins non relatives aux activités d'apprentissages telles qu'écouter la musique et jouer jeux qui y étaient incorporés. Cela se produisait pendant que l'enseignant effectuait des démonstrations à l'attention des apprenants et aussi au moment de travailler avec les simulateurs et l'exerciseur. De ce fait, E9 et E10 ont donc régulièrement fait le « fou » au niveau des processus « enseigner » qui ont lié l'enseignante au savoir ainsi que les applications informatiques au

savoir. En conséquence, étant donné que les processus « former » et « enseigner » sont des étapes nécessaires à la réalisation du processus apprendre (Houssaye, 1988, p.49), et qu'E9 et E10 bloqué le processus « enseigner » parce qu'ils ont fait le « fou », l'apprentissage n'a donc pas été effectif auprès de ces sujets. Cela pose donc le problème de vigilance des enseignants sur l'usage positive de l'ordinateur pendant les apprentissages que Matchinda (2008) avait déjà soulevé. Pallier cette difficulté qui a été manifeste lors de la présente étude, permettra effectivement aux élèves de tirer pleinement profit des TIC dans leurs apprentissages.

4.2.6. Réponse à la question de recherche

Cette recherche a étudié l'interaction entre l'intégration pédagogique des simulateurs associés à un exerciceur et le changement de motivation des élèves en apprentissage des sciences physiques en classe de 3^e au lycée d'État. L'analyse des données révèle les trois faits majeurs ci-dessous qui permettent de répondre à la question principale de recherche : *L'usage des simulateurs associés à un exerciceur a-t-il une influence sur la motivation des élèves de 3^e du lycée d'État à l'apprentissage des sciences physiques ? Si oui, comment et pourquoi ?*

Le premier fait est l'amélioration de la participation de 80% d'élèves aux activités d'apprentissages. Concrètement, ces applications informatiques améliorent la volonté des élèves à davantage s'investir dans les activités d'apprentissage par la curiosité et l'émerveillement qu'elles suscitent via leurs effets visuels et sonores, les animations et rétroactions. Ces effets visuels et sonores ainsi que ces animations amènent les élèves à assimiler les simulateurs et l'exerciceur à des jeux vidéo éducatifs, leur donnant ainsi le sentiment de jouer tout en apprenant. Aussi, par les rétroactions, les sujets de recherche ont la conviction d'être bien guidés et rassurés lors des apprentissages, et par conséquent, sont convaincus de mieux comprendre des concepts de sciences physiques facilitée par ces outils.

Quant au deuxième fait, il est relatif à l'amélioration de la persévérance de 80% des sujets de recherche dans les apprentissages. D'une part, cela s'explique par l'exerciceur qui amènent les élèves à vouloir se défier eux-mêmes (améliorer leurs scores), défier l'ordinateur (trouver toutes les réponses aux questions posées par l'ordinateur) et défier leurs pairs

(trouver plus de réponses que leurs pairs). En effet, les élèves confient que les scores réalisés croissent avec connaissances acquises. Ils consacrent donc assez de temps aux apprentissages afin d'avoir le score maximal, indicateur qu'ils ont acquis le maximum de connaissances liées à l'exercice. D'autre part, les sujets de recherche confient que c'est à cause du plaisir ressenti et du sentiment de mieux comprendre les sciences physiques, lors des activités d'apprentissages ludiques menées avec des simulateurs et de l'exerciseur, qu'ils y consacrent le temps nécessaire pour les réaliser.

Enfin, le troisième fait est l'amélioration de l'engagement cognitif, toujours chez 80% des sujets de recherche. En effet, l'usage des simulateurs et de l'exerciseur amène les élèves à beaucoup plus faire recours aux stratégies autorégulatrices d'apprentissage (stratégies métacognitives, de gestion et motivationnelles) qu'aux stratégies de mémorisations. Ces élèves révèlent qu'avec ces outils, ils se fixent des buts à atteindre, se motivent ainsi eux-mêmes, et sont moins dépendant des stratégies motivationnelles mises en place par l'enseignant, et qui ne correspondent pas nécessairement à leurs valeurs. Aussi, ils disent avoir du plaisir à prendre part aux discussions constructives ainsi qu'aux échanges élèves-élèves et élèves-enseignant relatifs aux activités d'apprentissage de sciences physiques proposées. Ils confient par ailleurs qu'en utilisant ces outils, ils découvrent de nouvelles connaissances et comprennent leurs erreurs de manière ludique, explorent mieux leurs cahiers et livres tout en étant plus attentifs aux connaissances non maîtrisées. Par conséquent, ils ont d'une part, le sentiment de mieux réviser les leçons avec l'exerciseur et mieux comprendre les phénomènes de sciences physiques avec les simulateurs, et d'autre part, le désir de partager les connaissances acquises. Enfin, pour ces élèves, le dispositif d'apprentissage isole des stimuli (externes ou internes) susceptibles de perturber l'apprentissage, et améliore de ce fait, leurs attention et concentration ; c'est ce qui explique d'ailleurs, d'après eux, leur facilité à s'immerger dans le monde virtuel des simulations.

Suite de ce qui précède, en regard des améliorations de la participation, de la persévérance et de l'engagement cognitif chez 80% des sujets de recherche (E1 à E8) dans les activités d'apprentissage réalisées, nous pouvons conclure que les sujets de recherche ont été

motivés d'après Tardif (1992). Puisque ces élèves se sont en plus fixés des buts à atteindre, ils ont donc également été motivé à apprendre d'après Viau (1994). D'ailleurs, les travaux de Legendre (1983) et Houssaye (1988) permettent d'affirmer que les sujets E1 à E8 ont effectivement été en apprentissage avec les simulateurs et l'exerciseur.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Cette recherche porte sur l'influence des simulateurs associés à un exerciceur sur la motivation des élèves en apprentissage des sciences physiques en classe de 3^e. Cette conclusion, dernière section de ce travail de recherche, présente d'abord la synthèse des trois premiers chapitres, puis, la synthèse de l'analyse et des conclusions issues des réponses aux trois sous-questions de recherche. Ensuite, les contributions de la recherche sont explicitées. Enfin, les limites de la recherche sont formulées avant de dégager d'éventuelles pistes de recherche futures qui viennent clore ce manuscrit.

Synthèse des trois premiers chapitres

Dans le premier chapitre, la problématique, nous mettons en relief la situation préoccupante de la motivation scolaire des élèves du secondaire (Dubet, 2004) et spécifiquement, celle de la motivation à l'apprentissage des sciences physiques (Boyer et Tiberghien, 1989 ; Havard, 1996 ; Lindhal, 2003 ; Osborne et al., 1998 ; Venturini, 2007). Un zoom sur le contexte camerounais dévoile qu'au secondaire, l'enseignement théorique des sciences physiques (Bad-UNESCO, 1996 ; Cité par Noupét Tatchou, 2004) et la pratique des activités d'enseignement-apprentissage qui est purement traditionnelle, sont les causes de l'aversion envers la physique et la chimie. Pour le cas spécifique du lycée d'Elat, le problème général de motivation envers ces matières a pour conséquences l'absentéisme, le refus de travailler, le manque de travail en groupe, et l'abandon des cours.

À la lumière de la littérature (Alessi et Trollip, 1991 ; De Vries, 2001 ; Dejean-Thircuir et Nissen, 2013 ; Varenne, 2003 ; Souchard, 2003) il a été montré que l'usage conjoint des simulateurs et des exerciceurs d'accompagnement semble être intéressant pour pallier aux sources de démotivations ci-dessus étayées. Par ailleurs, cela permettrait : 1) de relever la proportion d'élèves dans les filières scientifiques et technologiques qui est actuellement de 5% (MINEPAT, 2009) ; 2) d'améliorer la qualité de l'éducation par l'intégration pédagogique des TIC (MINEPAT, 2009 ; Tchameni Ngamo, 2007). La relève de ces défis permettra, par ricochet, de relever celui de l'industrialisation du Cameroun.

C'est donc à dessein que le but de cette recherche était d'étudier l'interaction entre l'intégration pédagogique des simulateurs couplés à un exerciceur et le changement de motivation des élèves en apprentissage des sciences physiques en classe de 3e, notamment au lycée rural d'Élat. D'où la question principale de recherche : *L'usage des simulateurs associés à un exerciceur a-t-il une influence sur la motivation des élèves de 3e du lycée d'Élat à l'apprentissage des sciences physiques ? Si oui, comment et pourquoi ?*

Le cadre théorique élaboré à ce dessein clarifie la notion *d'intégration pédagogique des TIC, notamment des simulateurs et exerciceurs*. Un zoom sur les principes d'apprentissage et les courants pédagogiques inhérents à ces applications informatiques a été fait. Préalablement, il a été montré comment celles-ci peuvent et doivent être utilisées comme Agents, d'après le modèle SOMA (Legendre, 1983), afin de favoriser l'apprentissage. Pour cette même finalité, le triangle pédagogique de Houssaye (1989) a permis de mettre en relief les rôles que doivent jouer les apprenants et l'enseignant dans les processus « former » et « enseigner ». C'est d'ailleurs à la lumière du modèle SOMA et du triangle pédagogique que le concept *d'apprentissage des sciences physiques* a été d'étayé.

Par ailleurs, l'élucidation du concept de *motivation* a été faite en regard de l'approche sociocognitive et de la psychologie cognitive. C'est ainsi, que nous nous sommes référés travaux de Viau (1994) afin de comprendre l'expérience que les élèves ont vécue au cours de l'utilisation des simulateurs couplés à un exerciceur en tant qu'outils motivant à apprendre des sciences physiques. Spécifiquement, nous avons recouru à l'analyse puis interprétation des indicateurs de la motivation, en l'occurrence, *le choix d'investissement* des élèves dans les activités d'apprentissage ainsi que leur *persévérance* et *engagement cognitif* dans celles-ci. C'est d'ailleurs sur la base de ces indicateurs, que trois sous-questions permettant de repérer des éléments de réponse à la question de recherche ont été formulées :

- Q1) *les élèves changent-ils leurs choix de s'investir dans les tâches d'apprentissage suite à l'intégration des simulateurs couplés à un exerciceur ?*
- Q2) *la persévérance des élèves dans les activités d'apprentissage est-elle modifiée suite à l'intégration des simulateurs couplés à un exerciceur ?*
- Q3) *l'engagement cognitif des élèves dans les activités d'apprentissage est-il modifié suite à l'intégration des simulateurs couplés à un exerciceur ?*

Ces sous-questions de recherche ont donc conduit à la réalisation de deux principaux objectifs :

- *identifier et apprécier, le cas échant, les nouveaux comportements motivationnels des élèves suite à l'intégration des simulateurs associés à un exerciceur dans l'apprentissage des sciences physiques ;*
- *mettre en relief les diverses raisons qui justifient ces nouveaux comportements motivationnels.*

Partant des questions et objectifs de recherches formulées, le troisième chapitre relatif à la méthodologie expose et justifie d'abord le caractère qualitatif/interprétatif de la présente recherche selon Savoie-Zajc (2000), Paillé (1996), Bogdan et Biklen (1992). Ensuite, il étaye le choix de l'étude multi-cas comme méthode de recherche, entre autres, via les travaux de Bassegy (1999), Merriam (2002), Karsenti et Demers (2011). Il y est explicité que l'échantillonnage est basé non pas sur un modèle statistique, mais sur la signifiante des cas en fonction de l'objet de recherche (Savoie-Zajc, 1990). C'est ainsi que dix (10) élèves, regroupés par affinité en binômes pour former cinq (05) cas, ont été sélectionnés sur la base des indicateurs observables de la motivation décrits dans le cadre théorique (capacité à déployer spontanément des stratégies d'évitement ou de retardement des activités d'apprentissage, et des stratégies de participation à celles-ci ; capacité à émettre des signaux attestant de la qualité ou du degré de la persévérance et de l'engagement cognitif). Une fois ces élèves initiés à l'outil informatique, chaque binôme (chaque cas) utilisait sur un même ordinateur, les simulateurs et le logiciel-exerciceur **HOT POTATOES 6**, en adéquation avec les programmes de 3^e, qui ont été choisis pour les apprentissages des sciences physiques.

Parlant de la collecte des données, des observations directes ont été menées auprès des sujets de recherche au cours de huit séances traditionnelles d'apprentissage et seize séances intégrant les simulateurs associés à l'exerciceur, toutes d'une durée de deux heures. Afin, de favoriser l'émergence des indicateurs de motivation des élèves, chaque séance d'apprentissage moderne attachait du prix aux recommandations du cadre théorique dans sa section 2.3.2, relative aux déterminants de la motivation.

En compléments aux observations directes, quatre journaux de bord tenus par des élèves explicitent leurs impressions sur les activités d'apprentissage menées via l'ordinateur. Cinq entretiens approfondis de groupes de deux élèves issus de cas distincts d'une durée de

20 à 30 minutes, et un entretien individuel de 25 minutes avec l'enseignante de classe ont été menées avec un guide d'entretien « semi-dirigé ». Cela a permis de collecter jusqu'à saturation, des données relatives aux effets de l'usage des simulateurs associés à un exerciceur sur la motivation des élèves en apprentissage des sciences physiques.

L'analyse de ces données qualitatives s'est faite suivant l'approche de type « analyse de contenu » suivant la démarche proposée par Baribeau (2009) inspirée de L'Écuyer (1989) qui se résume en deux phases : la phase de préparation (appropriation du contenu, transcription, choix de l'unité d'analyse, préparation des outils pour le codage) et la phase d'analyse proprement dite (codage, catégorisation, description du phénomène et interprétation des résultats). L'explicitation des limites de la recherche et des contingences liées au terrain de recherche viennent clore ce chapitre.

Synthèse des résultats

La recherche met en relief trois faits chez 80% des sujets de recherche (E1 à E8) suite à l'usage des simulateurs associés à un exerciceur. Premièrement, les sujets de recherche se sont impliqués volontiers dans les activités d'apprentissage et ont fourni des efforts dans leurs accomplissements. En effet, E1, E2, E3 et E4 ont abandonnés les stratégies d'évitement au profit des stratégies de participation. Quant à E5, E6, E7 et E8, leurs stratégies de participation se sont accrues. Deuxièmement, ces sujets de recherches ont consacré le temps nécessaire, parfois supplémentaire, pour l'accomplissement des exercices ainsi que la compréhension des concepts et de leurs erreurs. Troisièmement, il a été constaté que ces élèves ont privilégié les stratégies autorégulatrices d'apprentissage (stratégies métacognitives, de gestion et motivationnelles) et délaissé les stratégies de mémorisation. Spécifiquement, il a été recensé dix raisons liées à amélioration des comportements motivationnels des élèves par l'exerciseur.

En effet, l'exerciseur :

1. *émerveille et rend curieux par ses rétroactions (c'est-à-dire, sa capacité de « dialoguer ») qui guident et rassurent les apprenants dans les apprentissages ;*

2. *crée l'envie de se surpasser, de se prouver qu'on est meilleur que les autres à travers l'amélioration du score ;*
3. *crée le sentiment que les connaissances acquises augmentent avec l'amélioration du score réalisé, d'être incollable (meilleur) après la réalisation d'un bon score ;*
4. *crée la sensation de s'auto-évaluer et de comprendre ses erreurs de manière ludique ;*
5. *crée le sentiment de mieux réviser les leçons ;*
6. *crée une saine émulation et l'esprit de compétition entre les apprenants ;*
7. *développe la propension à explorer des documents (cahier de cours, livres, etc.) afin de savoir pourquoi ses réponses sont erronées et d'être ainsi plus attentifs aux connaissances non maîtrisées;*
8. *développe, lors d'un apprentissage en groupe, l'esprit de persuasion afin de valider les réponses ainsi que le désir de partager les connaissances acquises, et l'esprit de d'apprentissage collaboratif ;*
9. *isole les stimuli (externe ou interne) susceptibles de perturber l'apprentissage, et par conséquent, améliore l'attention et la concentration ;*
10. *procure du plaisir dans la réalisation des apprentissages.*

Quant aux raisons liées à amélioration des comportements motivationnels des ces sujets de recherche par les simulateurs, nous en avons recensé six :

1. *l'émerveillement et la curiosité par leur similitude aux jeux vidéo ;*
2. *la sensation de découvrir de nouvelles connaissances de manière ludique ;*
3. *le sentiment de mieux comprendre les concepts et phénomènes de sciences physiques ;*
4. *le plaisir éprouvé lors des simulations ;*
5. *l'immersion facile dans le monde virtuel des simulations.*
6. *l'accompagnement des rétroactions dans les apprentissages.*

En confrontant ces résultats au cadre théorique, il a été montré que ces 80% des sujets de recherche (E1 à E8) ont accordé de la valeur aux activités d'apprentissage menées. Ils avaient une forte perception de contrôlabilité et une meilleure perception d'eux-mêmes quant aux apprentissages des sciences physiques avec les simulateurs et l'exerciseur. Aussi, il a été soutenu à la lumière du modèle SOMA et du triangle pédagogique que ces élèves ont effectivement été en apprentissage avec ces applications informatiques. Par ailleurs, des travaux de Wentworth et Lewis (1973) et ceux basés sur le flux de Csikszentmihalyi (1975), notamment ceux de Malone (1980), Prensky (2001) ont permis d'étayer l'engagement et la motivation des élèves E1 à E8 dans les apprentissages.

Cet argumentaire a suffi pour confirmer l'amélioration de la participation, de la persévérance et de l'engagement cognitif chez des sujets de recherche E1 à E8 dans les activités d'apprentissage réalisées. De ce fait, il a été conclut que ces élèves ont été motivés d'après Tardif (1992). Puisqu'ils s'étaient en plus fixés des buts à atteindre, ils ont donc également été motivé à apprendre les sciences physiques d'après Viau (1994).

Cependant, il a été montré qu'E9 et E10 ont utilisé l'ordinateur à des fins autres que les apprentissages. Ils ne s'y sont donc pas investis, n'y ont pas persévéré et ne s'y sont pas cognitivement engagés. Par conséquent, à la lumière du cadre théorique, ils ne se sont pas sentis compétents, ont fait preuve de faible contrôlabilité, et n'ont pas été effectivement en apprentissage avec les simulateurs et l'exerciseur. Par ailleurs, il a été montré que les raisons de ce manque d'engagement et de persévérance évoquées par E9 et E10 sont liées à l'environnement familial, au capital scolaire des parents et à l'aide scolaire qu'offre le ménage. Ce qui est en accord avec les travaux de Marcoux, Gueye, et Konaté (2006). Ces faits nous amène à formuler trois recommandations :

- insister sur l'organisation des activités avec l'exerciseur et les simulateurs de manière coopérative plutôt que compétitive (Barbeau, Montini et Roy, 1997) afin de favoriser chez les apprenants, les buts par la *motivation intrinsèque* ;
- déjouer la tentation qu'ont certains apprenants à se laisser distraire par des jeux, la musique et les films via les ordinateurs pendant les activités d'apprentissage ;
- sensibiliser les parents à l'importance de l'école afin qu'ils offrent les commodités nécessaires à la réussite scolaire des apprenants.

Forces et limites méthodologiques de la recherche

Notre étude est d'un apport indéniable sur le plan méthodologique puisqu'elle honore tous les critères scientifiques d'une recherche qualitative/interprétative et les principes de l'étude multi-cas. En effet, le processus d'analyse jouit d'une validité externe (transférabilité) qui permet d'adapter les résultats de la recherche à d'autres contextes. Cependant, toute étude pouvant se référer à la méthodologie de la présente étude devrait considérer ses limites.

Les limites de la présente étude semblent être avant tout celles imputées aux recherches qualitatives, et particulièrement aux choix méthodologiques délibérés du chercheur. D'abord, notons que le petit nombre de participants à notre recherche ne permet pas de généraliser les résultats. Ensuite, l'observation directe non filmée, la mauvaise tenue des journaux de bord par les deux tiers des répondants, des événements imprévisibles dont la perte des *verbatim* des élèves et l'indisponibilité de ces élèves pour les interviewer à nouveau, n'a pas permis de davantage enrichir notre analyse. Par ailleurs, le chercheur a fait face aux contraintes financières. Effet, au départ il avait été prévu de mener notre étude auprès de diverses classes, en considérant une classe pour un cas. Seulement, les contreparties financières exigées par les enseignants afin d'y participer ont conduit à la restriction des cas aux binômes d'élèves d'une seule classe. Ces contraintes permettent d'envisager d'éventuelles pistes recherches.

Perspectives de recherches futures

Des études traitant de la problématique de ce mémoire peuvent être réalisées dans des établissements du secondaire comparables au lycée d'État. Il serait très intéressant de multiplier et reconsidérer les cas. Notamment, passer d'un cas équivalent à un binôme d'élèves à un cas représentant une salle de classe, mieux, un établissement scolaire. Aussi, l'exploitation d'autres orientations épistémologiques ou une autre approche méthodologique, et la diversification d'autres outils de terrain permettraient de davantage apprendre sur l'influence des simulateurs et exercices sur la motivation des élèves en apprentissage des sciences physiques.

Par ailleurs, des recherches sur des facteurs facilitant l'usage des simulateurs et exercices, par les enseignants de sciences physiques du secondaire dans les activités d'enseignement-apprentissage, permettraient de faciliter leur intégration pédagogique.

RÉFÉRENCES

- Abdoulaye, A. (2010). *Élaboration d'un guide méthodologique pour l'enseignement de l'informatique selon le socioconstructivisme : cas de l'initiation à la saisie et à la modification d'un texte en classe de sixième*. (Mémoire de DIPES 2, ENS – Yaoundé, Université de Yaoundé I, Cameroun). Récupéré [le 13 Janvier 2015] du site : http://www.dite-ens.cm/images/stories/file/memoire_2010/memoire_1_ABDOULAYE.pdf
- Ait-Dahmane, K. (2011). L'impact des TICE sur l'enseignement/apprentissage de la langue française dans le supérieur : quels besoins de formation pour quelle pédagogie ? *Synergies Algérie*, 12, 227-231. Récupéré [le 19 février 2015] du site de la revue <http://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3999482.pdf>
- Ahaji et al. (2006, Novembre). *Effet de l'intégration des TIC dans l'enseignement et l'apprentissage des sciences physiques - Cas de l'utilisation d'un logiciel de simulation en optique géométrique*. Communication présentée au 3ème Colloque Euro Méditerranéen et Africain d'Approfondissement sur la Formation à Distance – CEMAFORAD 3 Sousse'2006 Intégration des TIC à l'Enseignement et à la Formation – Réalités et Perspectives, Intitulée. ISET de Sousse, Tunisie. Récupéré [le 16 janvier 2015] du site : http://ahaji.voila.net/articles/article_ahaji_versionfinale_Sousse_2006.pdf;
- Ahaji, K., El Hajjami, A., Ajana, L., El Mokri, A., & Chikhaoui, A. (2008). Analyse de l'effet d'intégration d'un logiciel d'optique géométrique sur l'apprentissage d'élèves de niveau baccalauréat sciences expérimentales. *EpiNet: revue électronique de l'EPI*, 101.
- Allaire, S., Theriault, P., Gagnon, V., et Normandeau, L. (2013). Étude de cas multiples sur le développement de l'écriture dans des classes du secondaire utilisant le blogue. Récupéré [le 29 mars 2016] du site : <http://constellation.uqac.ca/2450/1/Rapport-Blogue-Sec-v8.pdf> ;
- Alessi, S.M. et Trollip, S.R. (1991). *Computer-based instruction: Methods and development* (2e éd.). Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Arborio, A.-M. et Fournier, P. (1999). *L'enquête et ses méthodes : l'observation directe*, Paris: Nathan.
- Bandura, A. et Schunk, D. H. (1981). Cultivating Competence, Self-efficacy, and Intrinsic Interest through Proximal Self-motivation. *Journal of Personality and Social Psychology*, 41, 586-598.
- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: a social cognitive theory*. New York: Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
- Barbeau, D., Montini, A. et Roy, C. (1997). Comment favoriser la motivation scolaire. *Pédagogie collégiale*, 11(1), 9-13.
- Barbeau, D. (1995). Analyse de déterminants et d'indicateurs de la motivation scolaire d'élèves du collégial. Dans *Actes du 7e colloque de l'ARC—Sciences, technologie et communication—Au collégial, un monde branché*. Récupéré du site de l'Association de la Recherche au Collégial : https://www.cdc.qc.ca/actes_arc/1995/barbeau_actes_arc_1995.pdf
- Baribeau, C. (2009). Analyse des données des entretiens de groupe. Dans : *Recherches qualitatives*. 28 (1). *L'analyse qualitative des données*. (p. 133-148).

- Barnier, G. (2002). *Théories de l'apprentissage et pratiques d'enseignement*. Récupéré [le 16 Juin 2015] du site de l'Académie de Nice : http://www.ac-nice.fr/iencagnes/file/peda/general/Theories_apprentissage.pdf
- Baron, G. L., & Boulch, L. (2012). Les technologies de l'information et de la communication à l'école primaire. État de question en 2011. *Revue de l'EPI*. <http://www.epi.asso.fr/revue/articles/a1202b.htm>
- Barry, A. (2009), A. Éditorial: Les TIC au service de la qualité de l'éducation et du développement socioéconomique. *PanAfEdu*, 4,1-2.
- BECTA. (2001). *Computer Games in Education Project. What aspects of games may contribute to education?* Coventry, England: British Educational Communications and Technology Agency.
- Bediam à Zintsem, J.M.(2010). *Elaboration du guide méthodologique pour l'enseignement de l'informatique selon les approches cognitiviste et Constructiviste en de classe de sixième et form one : Cas des éléments de base d'un environnement de travail*. Mémoire de DIPES 2, ENS – Yaoundé, Université de Yaoundé I, Cameroun).
- Bogdan, R.C. & Biklen, S.K. (1992). *Qualitative research for education*. Boston: Allyn and Bacon.
- Boilevin, J. M. et Brandt-Pomares, P. (2007, Août). *Intégration d'ordinateurs portables dans l'organisation de l'étude en physique et en technologie*. Communication présentée lors du Symposium «Pratiques professionnelles et environnements numériques dans l'enseignement» tenu dans le cadre du congrès international sur l'Actualité de la Recherche en Education et en Formation (AREF), Strasbourg, France. Récupéré [le 16 janvier 2015] du site du congrès international de l'AREF de 2007, section Actes : http://www.congresintaref.org/actes_pdf/AREF2007_Jean-Marie_BOILEVIN_103.pdf ;
- Bouffard, L. (1993). La théorie sociale-cognitive des buts. *Dans Revue québécoise de psychologie*, 14 (2), 43-83.
- Bordeleau, L. et Bouffard, T. (1999). Perceptions de compétence et rendement scolaire en première année de primaire. *Dans: Enfance*. 52 (4), 379-395. Récupéré [le 16 Janvier 2015] du site : http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/enfan_0013-7545_1999_num_52_4_3162;
- Boyer R. et Tiberghien A. (1989). – Opinion de professeurs et d'élèves sur l'enseignement des sciences physiques au lycée. *Bulletin de l'Union des Physiciens*, 712, 305-321.
- Bressoux, P. (2003). *Evaluation bilan en fin de CM2 : étude des processus motivationnels liés aux acquisitions*. Laboratoire des Sciences de l'Education (LSE), Université Pierre Mendès France et IUFM, Grenoble. Récupéré [le 21 Mai 2015] du site : http://www.researchgate.net/profile/Pascal_Bressoux/publication/268205769_Evaluation_bilan_en_fin_de_CM2_tude_des_processus_motivationnels_lis_aux_acquisitions/links/54637dc90cf2c0c6aec4c35a.pdf
- Brophy, J. (1983). Conceptualizing Student Motivation. *Educational Psychologist*, 18, 200-215.
- Camara, E. H. H. (2011). L'usage didactique des technologies de l'information et de la communication (tic) par les professeurs de l'enseignement moyen et secondaire au Sénégal et au mali. *Liens*, 14, 53-80. Récupéré [le 19 février 2015] du site de la FASTER (Section Documentation – revue « LIENS ») http://fastef.ucad.sn/LIEN14/article_camara.pdf ;

- Charlier, B., Daele, A. et Deschryver, N. (2002). Vers une approche intégrée des technologies de l'information et de la communication dans les pratiques d'enseignement. *Revue des sciences de l'éducation*, 28(2), 345-365. Récupéré du site : <http://id.erudit.org/iderudit/007358ar> ; DOI: 10.7202/007358ar.
- Corno, L. et Mandinach, E.B. (1983). The Role of Cognitive Engagement in Classroom Learning and Motivation. *Educational Psychologist*, 18, 88-108.
- Crahay, M. (2005). *Psychologie de l'éducation*. Paris : Quadrige.
- Crépeau, M. et Gagnon, A. (1996). *Soutien social et réussite scolaire des garçons*. Communication présentée au colloque de l'Association de la Recherche au Collégial (ARC). Récupéré [le 16 Janvier 2015] du site : http://www.cdc.qc.ca/actes_arc/1996/crepeau_gagnon_actes_ARC_1996.pdf
- Csikszentmihalyi, M. (1990). *Flow: The psychology of optimal experience*. New York: Harper and Row.
- De Vries, E. (2001). Les logiciels d'apprentissage : panoplie ou éventail ? Dans *Revue française de pédagogie*. Vol. 137. *La pédagogie et les savoirs: éléments de débat*. (p. 105-116). DOI : 10.3406/rfp.2001.2851.
- Deci, E. L., et Ryan, R. M. (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behaviour*. New York : Plenum Press.
- Dejean-Thircuir, C. et Nissen, E. (2013). Évolutions technologiques, évolutions didactiques. *Le Français dans le monde, Recherches et applications*, « Mutations technologiques, nouvelles pratiques sociales et didactique des langues », 54, 28-40. HAL Id: edutice-00978035.
- Deliyanni, E. et Dimitrakopoulou, D. (2013). *L'application de nouveaux médias en classe. Emploi d'un blog scolaire à des fins de projection et de diffusion de modèles médiatiques et culturels alternatifs*. Récupéré 30 janvier 2015 du site : <http://python.espe-bretagne.fr/blog-tice-56/wp-content/uploads/Application-des-nouveaux-m%C3%A9dias-en-classe.pdf>
- Demers, M. (1991). Latéralité et attitudes envers les sciences. *Revue des sciences de l'éducation*, 17(1), 97-112. Récupéré du site : <http://id.erudit.org/iderudit/900688ar> ; DOI: 10.7202/900688ar
- Dempsey, J., Lucassen, B. A., Haynes, L. L., & Casey, M. S. (1997). *An exploratory study of forty computer games*. Mobile, AL: University of South Alabama.
- Depover, C. et Strebelle, A. (1996). Fondements d'un modèle d'intégration des activités liées aux nouvelles technologies de l'information dans les pratiques éducatives. Dans G.-L. Baron et É. Bruillard (dir.), *Informatique et éducation : regards cognitifs, pédagogiques et sociaux* (p. 9-20). Paris : Institut national de recherches pédagogiques.
- Diallo, K. (2001). *L'influence des facteurs familiaux, scolaires et individuels sur l'abandon scolaire des filles en milieu rural, de la région de Ségou (Mali)*. (Thèse de doctorat, Université de Montréal, Québec). Récupéré [le 19 février 2015] du site http://www.rocare.org/TheseKouraDiallo_scofi_mali.pdf ;
- Dubet, F. (2004). Pourquoi la motivation des élèves est-elle un problème. *Bulletin de l'APMEP*, 454, 628-640.
- Ducloy, M. (2006). 2006: l'impulsion relancée. *CERN Courier*, 46, 50-52.

- Dweck, C. S. (1989). Motivation. Dans A. Lesgold & R. Glaser (Eds), *Foundations for a Psychology of Education*. Hillsdale : Lawrence Erlbaum Associates.
- Ezzayani, A. (2013). *Les technologies éducatives et leurs rôles incitateurs de la motivation scolaire : leur apport dans l'enseignement de la géographie au niveau secondaire*. (Mémoire de Maîtrise, Université de Laval, Québec, Canada). Récupéré [le 26 Avril 2015] du site : <http://theses.ulaval.ca/archimede/fichiers/30166/30166.pdf>
- Fenouillet, F. et al. (2001, Septembre). *Etudes de stratégies d'élèves lors d'une tâche de résolution de problèmes dans un environnement informatique*. Communication présentée au 4^e colloque international AECSE, Lille, France. Récupéré du site : <http://fabien.fenouillet.free.fr/documents/Fenouil-Laha-Caron.pdf>
- Frenette, M. et Zeman, K. (2007). *Pourquoi la plupart des étudiants universitaires sont-ils des femmes? Analyse fondée sur le rendement scolaire, les méthodes de travail et l'influence des parents*. Direction des études analytiques, documents de recherche. N° 11F0019MIF au catalogue – N°303. Ottawa : Statistique Canada.
- Gagnon, Y-C. (2005). *L'étude de cas comme méthode de recherche*. Québec, Canada : Presse Universitaire du Québec.
- Garnier C. (2000). *Perception des jeunes concernant les sciences et les technologies*. Rapport du CIRADE pour le Ministère de la Recherche de la Science et de la Technologie du Québec, l'Association De la Recherche Industrielle du Québec et l'Association francophone pour le Savoir (ACFAS). Disponible à : www.adriq.com/releve/pdf/cirade_faits_saillants.PDF
- Gauthier, D., Garnier, C., et Marianacci, L. (2005). Les représentations sociales de l'enseignement et de l'apprentissage de la science et de la technologie d'élèves et d'enseignants du secondaire. *Journal International sur les Représentations Sociales*, 2 (1), 20-32. Récupéré [le 10 Avril 2015] du site : http://www.geirso.uqam.ca/jirso/Vol2_Aout05/20Gauthier.pdf
- Germain-Rutherford, A. et Diallo, B. (2006). Défis de la formation à l'utilisation des TIC dans les universités : modèle de formation à l'intégration des TIC. *La pratique enseignante en mutation à l'université*, N. Rege Colet et M. Romainville (dir.), Bruxelles, De Boeck, pp. 153-169.
- Giuseppin, M. (1996). Place et rôle des activités expérimentales en sciences physiques. *Didaskalia*, 9, 107-118. DOI : 10.4267/2042/23789.
- Giordan, A. (1994). Le modèle allostérique et les théories contemporaines sur l'apprentissage. *Conceptions et connaissances*. Bern: P. Lang.
- Guay, M-H. et Prud'homme, L. (2011). La recherche-action. Dans T. Karsenti et L. Savoie-Zajc (dir.), *La recherche en éducation. Etapes et approches* (p. 113-138). 3^e éd., Québec, Édition du renouveau pédagogique Inc.
- Hadden, R.A. et Johnstone, A.H. (1983). Secondary school pupil's attitude to science: the years of erosion. *European Journal of Science Education*, 5 (3), 309-318
- Hamon, D. (2013). Contribution à l'analyse des dispositifs d'enseignement-apprentissage instrumentés par les TIC: de la question de la motivation à celle du sens, Dans Actes du colloque " *Les question vives en éducation et formation : regards croisés France-Canada* ". Nantes (France) : 5-7 juin 2013 (actes en ligne : <http://www.cren.univ-nantes.fr/>).

- Havard, N. (1996). Student attitudes to studying A-Level sciences. *Public Understanding of Science*, 5 (4), 321-330.
- Houssaye, J. (1988). *Théorie et pratiques de l'éducation scolaire (I) : Le triangle pédagogique* (2^e éd.). Berne, Suisse : Peter Lang.
- Huart, T. (2001). Un éclairage théorique sur la motivation scolaire: un concept éclaté en multiples facettes. *Cahiers du Service de Pédagogie expérimentale-Université de Liège*, 7(8), 221.
- Isabelle, C., Lapointe, C. et Chiasson, M. (2002). Pour une intégration réussie des TIC à l'école : de la formation des directions à la formation des maîtres. *Revue des sciences de l'éducation*, 28 (2), 325-343. DOI: 10.7202/007357ar.
- Isabelle, C., Savoie R. (2006). Pratique d'enseignement et d'apprentissage avec les TIC in situ pour des futurs enseignants francophones du Nouveau-Brunswick. *Revue des sciences de l'éducation*, 32 (1), 133-157. DOI: 10.7202/013480ar.
- Karsenti, T. (1997). Comment le recours aux TIC en pédagogie universitaire peut favoriser la motivation des étudiants : le cas d'un cours médiatisé sur le Web. *Erudit*, 4(3), 455-484. doi: 10.7202/1017306ar
- Karsenti, T. (1998). *Étude de l'interaction entre les pratiques pédagogiques d'enseignants du primaire et la motivation de leurs élèves* (thèse de doctorat, Université du Québec à Montréal, Canada). Récupéré [le 10 mars 2015] du site <http://www.karsenti.info/pdf/scholar/RAP-karsenti-7-1998.pdf>
- Karsenti, T. (2003). Favoriser la motivation et la réussite en contexte scolaire: Les TIC feront-elles mouche. *Vie pédagogique*, 127, 27-32.
- Karsenti, T. (2006, Octobre). Pragmatisme et méthodologie de recherche en sciences de l'éducation : passons à la version 3.0. *Formation et Profession*, 2-5. Récupéré [le 06 Juillet 2015] du site : <http://karsenti.com/pdf/scholar/ARP-karsenti-37-2006.pdf>
- Karsenti, T. et al. (2002). *Intégration des TIC dans la form@tion des enseignants : le défi du juste équilibre*. Communication présentée au colloque du Programme pancanadien de recherche en éducation 2002 « La technologie de l'information et l'apprentissage », Montréal (Québec). Récupéré [le 19 février 2015] du site http://www.csce-cesc.ca/pceradocs/2002/papers/TKarsenti_OFR.pdf
- Karsenti, T. et Demers, S. (2011). L'étude de cas. Dans T. Karsenti et L. Savoie-Zajc (dir.), *La recherche en éducation. Étapes et approches* (p. 219-242). 3^e éd., Québec, Édition du nouveau pédagogique Inc.
- Karsenti, T. et Tchameni Ngamo, S. (2007). Qualité de l'éducation en Afrique : Le rôle potentiel des TIC. *International Review of Education*, 53(5-6), 665-686.
- Kearney, C., Van den Berghe, W. et Wastiau, P. (dir.). (2009). *Quels usages pour les jeux électroniques en classe?* (Rapport final). Bruxelles, Belgique : European Schoolnet. Récupéré [le 31 mai 2015] du site : http://games.eun.org/upload/gis-synthesis_report_fr.pdf
- Kerzil, J. (2009). Constructivisme. Dans *L'ABC de la VAE* (pp. 112-113). ERES.
- Lacroix, M. È., & Potvin, P. (2009). La motivation scolaire. *en ligne*. Université.
- Laville, F. (2000). La cognition située: une nouvelle approche de la rationalité limitée. *Revue économique*, 1301-1331.

- Legendre, R. (1983). *L'éducation totale*. Ville Marie : Nathan.
- Legendre, R. (1988). Dictionnaire actuel de l'éducation.
- Legendre, R. (1993). *Dictionnaire actuel de l'éducation, 2e édition*. Montréal: Guérin: Paris: Eska.
- Lindahl, B. (2003). Pupils' responses to school science and technology? A longitudinal study of pathways to upper secondary school. *Göteborg Studies in Educational Sciences, 196*.
- Louis, R., Viau, R. et Lefebvre, M. (1998). *Élaboration et validation d'un instrument de mesure de la motivation des élèves au regard du français, langue maternelle*. Faculté d'éducation, Université de Sherbrooke.
- Lycée d'Elat. (2010). *Conseil d'enseignement Bilan de l'année scolaire 2009-2010*. Compte rendu de réunion du département de Physique Chimie et Technologie. Elat, Cameroun.
- Lycée d'Elat. (2012). *Conseil d'enseignement Bilan de l'année scolaire 2011-2012*. Compte rendu de réunion du département de Physique Chimie et Technologie. Elat, Cameroun.
- Lycée d'Elat. (2013). *Conseil d'enseignement Bilan de l'année scolaire 2002-2013*. Compte rendu de réunion du département de Physique Chimie et Technologie. Elat, Cameroun.
- Lycée d'Elat. (2014). *Conseil d'enseignement Bilan de l'année scolaire 2003-2014*. Compte rendu de réunion du département de Physique Chimie et Technologie. Elat, Cameroun.
- Lycée d'Elat. (2015a). *Conseil d'enseignement de la 2e séquence, année scolaire 2014-2015*. Compte rendu de réunion du département de Physique Chimie et Technologie. Elat, Cameroun.
- Lycée d'Elat. (2015b). *Conseil d'enseignement de la 3e séquence, année scolaire 2014-2015*. Compte rendu de réunion du département de Physique Chimie et Technologie. Elat, Cameroun.
- Malone, T. (1980). *What Makes Things Fun to Learn? A Study of Intrinsically Motivating Computer Games*. Palo Alto: Xerox.
- Matchinda, B. (2008). Les TIC, l'apprentissage et la motivation des filles et des garçons au secondaire au Cameroun. Dans K. Toure, T.M.S. Tchombe, & T. Karsenti (dir.), *ICT and Changing Mindsets in Education*. Bamenda, Cameroon: Langaa; Bamako, Mali: ERNWACA / ROCARE. Récupéré [le 23 décembre 2014] du site : <http://www.rocare.org/ChangingMindsets/pdf/ch14-ICTandChangingMindset.pdf>
- Marcoux, R., Gueye, M., & Konaté, M. K. (2006). Environnement familial, itinéraires scolaires et travail des enfants au Mali. *Enfants d'aujourd'hui. Diversité des contextes, pluralité des parcours*, 961-973.
- Mayer, R. et Ouellet, F. (1991). *Méthodologie de recherche pour les intervenants sociaux*. Boucherville: Gaetan Morin.
- Mbaloula, M. (2011). La problématique de l'émergence économique des pays en voie de développement. *Revue congolaise de gestion*, 14, 107-118.
- Merriam, S. (1988). *Case Study in Education : A Qualitative Approach*. San Francisco (CA), Jossey-Bass.
- Merriam, S. B. (2002). *Qualitative research in practice: Examples for discussion and analysis*. Jossey-Bass Inc Pub.

- Mian Bi Sehi, A. (2010). *Usages et compétence tic en formation initiale à l'ENS d'Abidjan (côte d'ivoire) : le cas des formateurs et des futurs enseignants* (Thèse de doctorat, Université de Montréal, Canada). Récupéré [le 08 Avril 2015] du site : https://papyrus.bib.umontreal.ca/xmlui/bitstream/handle/1866/4824/Mian_Antoine_2010_These.pdf?sequence=2
- MIMEPAT (Ministère de L'Économie, de la Planification et de l'Aménagement du Territoire). (2009). *Cameroun Vision 2035*. Récupéré [le 03 Août 2015] du site : http://www.minepat.gov.cm/index.php/fr/modules-menu/doc_download/106-vision-2035-du-cameroun ;
- MIMEPAT (Ministère de L'Économie, de la Planification et de l'Aménagement du Territoire). (2010). *Document de Stratégie pour la Croissance et L'emploi*. Récupéré [le 03 Août 2015] du site : http://www.minepat.gov.cm/index.php/fr/modules-menu/doc_download/108-document-de-strategies-pour-la-croissance-et-l-emploi-dsce
- Moisan, R. (2001). Favoriser la motivation scolaire, toute une mise en scène. *Pédagogie collégiale*, 14(4), 40-46.
- Moreau et al (2004). S'appropriier la méthode du focus group. *La Revue du Praticien Médecine Générale*, 645 (18), 382-384.
- Moussa Tessa, O. (2011). *Impacts des TIC sur la motivation des étudiants à l'apprentissage des mathématiques à l'Université Abdou Moumouni au Niger* (Thèse de doctorat, Université de Montréal, Québec). Récupéré [le 08 Avril 2015] du site : https://papyrus.bib.umontreal.ca/xmlui/bitstream/handle/1866/7048/Moussa-Tessa_Ousmane_2011_these.pdf?sequence=3
- Murphy, P., Anzalone, S., Bosch A., et Moulton, J. (2002). *Améliorer les possibilités d'apprentissage en Afrique. L'enseignement à distance et les technologies de l'information et de la communication au service de l'apprentissage*. Département du développement humain, Région Afrique, Banque Mondiale.
- Mvoto Meyong, C. (2009). *Facteurs facilitant l'implantation de l'apprentissage en ligne selon les administrateurs-enseignants, les enseignants et les étudiants des écoles normales supérieures camerounaises* (thèse de doctorat, Université d'Ottawa, Canada).
- Noupet Tatchou, G. (2004). *Conceptions d'élèves du secondaire sur le rôle de l'expérience en sciences physiques: cas de quelques expériences de cours en électrocinétique*. (Mémoire de Diplôme d'Etudes Approfondies en Sciences de l'Éducation, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Sénégal). Récupéré [le 13 Août 2015] du site : www.fastef-portedu.ucad.sn/cesea/cuse/tatchou.pdf ;
- Ndamb Bomba, E. C. (2009). *Plateformes de diffusion de ressources Pédagogiques dans le processus Enseignement-apprentissage. Cas pratique du Département d'informatique et des Technologies Éducatives de l'École normale Supérieure de Yaoundé*. (Mémoire de DIPES 2, ENS – Yaoundé, Université de Yaoundé I, Cameroun).
- N'DEDE, B.F. (2012). Usages pédagogiques des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) par les élèves du secondaire en Côte d'Ivoire. *African Education Development Issues*, 3, 210 – 220. Récupéré [le 19 février 2015] du site : <http://www.rocare.org/aedi4/ch9-AEDI.pdf>

- Ngnoulaye, J. (2010). *Étudiants universitaires du Cameroun et les Technologies de l'information et de la communication : Usages, apprentissages et motivations*. (Thèse de doctorat, Université de Montréal, Québec). Récupéré [le 19 février 2015] du site : [https://papyrus.bib.umontreal.ca/xmlui/bitstream/handle/1866/4924/Ngnoulaye Janvier 2010 the se.pdf;jsessionid=B30AD63D14E9E0C6FFAAEE5C4A0B0BB1A?sequence=4](https://papyrus.bib.umontreal.ca/xmlui/bitstream/handle/1866/4924/Ngnoulaye_Janvier_2010_the_se.pdf;jsessionid=B30AD63D14E9E0C6FFAAEE5C4A0B0BB1A?sequence=4)
- Onguéné Essono, L.M. (2007). *L'insertion des Tic à l'École : l'exemple du ROCARE et des Centres de ressources multimédias scolaires*. Communication présentée lors de l'EuroAfrica-ICT: Atelier d'Informations & d'Échanges Soutenir l'implication d'organisations d'Afrique sub-saharienne dans le 7ème Programme Cadre de R&D de l'UE (FP7/ICT), Yaoundé (Cameroun). Récupéré du site : http://euroafrica-ict.org/sigma-orionis.com/downloads/Awareness_Workshops/Cameroun/L_Essono.pdf ;
- Osborne J., Driver R., et Simon S. (1998). Attitudes to science: issues and concerns. *School Science Review*, 79 (288), 27-33.
- Paille, P. (1996). Recherche qualitative. Dans A. Mucchielli (Éd.), *Dictionnaire des méthodes qualitatives en sciences humaines et sociales*, pp. 196-198. Paris : Armand Colin.
- Parent, S. (2014). De la motivation à l'engagement. Un processus multidimensionnel lié à la réussite de vos étudiants. *Pédagogie collégiale*, 27 (3), 13-16
- Pellerin, G. (2005). Les TIC en classe : une porte ouverte sur la motivation. *Québec français*, 137, 70-72. Récupéré [le 26 Avril 2015] du site : <http://id.erudit.org/iderudit/55492ac>
- Pelletier, M. L. et Demers, M. (1994). Recherche qualitative, recherche quantitative : expressions injustifiées. *Revue des sciences de l'éducation*, 20 (4), 757-771. DOI: 10.7202/031766ar.
- Pinard, R., Potvin, P. et Rousseau, R. (2004). Le choix d'une approche méthodologique mixte de recherche en éducation. *Recherches qualitatives*, 24, 58-80. Récupéré [le 06 Juillet 2015] du site : http://www.researchgate.net/profile/Pierre_Potvin2/publication/236025553_Le_choix_d'une_approche_mthodologique_mixte_de_recherche_en_ducation/links/0c96053c55ef6cf822000000.pdf
- Pouts-Lajus, L. (2001). Usages pédagogiques des exercices multimédias : Analyses issues de l'observation de terrain. <http://www.msh-paris.fr>. <edutice-00000107>
- Poyet, F. et Drechsler, M. (Janvier 2009). Impact des TIC dans l'enseignement : une alternative pour l'individualisation ? *Dossier d'actualité de la VST*, 41. Récupéré [le 19 février 2015] du site http://avds.ac-dijon.fr/IMG/pdf/TIC_et_individualisation.pdf
- Prensky, M. (2001). *Digital Game-Based Learning*. New York: McGraw-Hill Education.
- Raby, C. (2004). *Analyse du cheminement qui a mené des enseignants du primaire à développer une utilisation exemplaire des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) en classe*. (Thèse de doctorat, Université du Québec à Montréal). Récupéré [le 08 Avril 2015] du site : <http://www2.crifpe.ca/gif/these/Rabythese.pdf>
- Reid, N., & Skryabina, E. A. (2003). Gender and physics. *International journal of science education*, 25(4), 509-536.

- Revillard, A. (2014). *Méthode qualitatives – Observation directe et enquête de terrain*. Récupéré [le 23 Juillet 2015] du site de l'auteur : <https://annerevillard.files.wordpress.com/2014/11/syllabus-observation-2014-2015.pdf>
- Rézeau, J. (2001). *Médiatisation et médiation pédagogique dans un environnement multimédia. Le cas de l'apprentissage de l'anglais en Histoire de l'art à l'université* (Thèse de doctorat, Université Victor Segalen Bordeaux 2, France). Récupéré [le 08 Avril 2015] du site : <https://tel.archives-ouvertes.fr/edutice-00000222/document>
- Rézeau, J. (2002). Médiation, médiatisation et instruments d'enseignement : du triangle au « carré pédagogique ». *ASP. La revue du GERAS*, 35-36. Récupéré le 05 juin 2015 du site de la revue : <http://asp.revues.org/1656> ;
- ROCARE (2006). *Extraits de Guides pour la Recherche Qualitative*. Récupéré [le 26 Juillet 2015] du site de l'organisme : http://www.rocare.org/PetitesSubventions_GuideRechercheQuali.pdf
- Rocheleau, J. (2009). *Les théories cognitivistes de l'apprentissage*. Récupéré [le 16 Juillet 2016] du site : https://oraprdnt.uqtr.quebec.ca/pls/public/docs/GSC332/F766183874_Approche_cognitiviste_apprentissage2009_10_05.pdf
- Roxin, I. (2003). *Multimédia et Web sémantique au service de l'apprentissage* (Habilitation à diriger des recherches, Université de Franche-Comté, France). Récupéré [le 30 Avril 2015] du site : <http://xavier.petiaux.free.fr/supportpsm/multiveb.pdf>
- Ryan, A. M., Hicks, L. et Midgley, C. (1997). Social goals, academic goals, and avoiding seeking help in the classroom. *Journal of Early Adolescence*, 17(2), 152-171.
- Savoie-Zajc, L. (2000) Recherche qualitative interprétative. Dans T. Karsenti et L. Savoie-Zajc (Eds.). *Introduction à la recherche en éducation* (pp. 171-198). Sherbrooke : Editions du CRP.
- Savoie-Zajc, L. (2011). La recherche qualitative/interprétative en éducation. Dans T. Karsenti et L. Savoie-Zajc (dir.), *La recherche en éducation. Étapes et approches* (p. 113-138). 3^e éd., Québec, Édition du nouveau pédagogique Inc.
- Savoie-Zajc, L. et Karsenti, T. (2011). La méthodologie. Dans T. Karsenti et L. Savoie-Zajc (dir.), *La recherche en éducation. Étapes et approches* (p. 99-112). 3^e éd., Québec, Édition du nouveau pédagogique Inc.
- Séoud, A. (2001). Les enjeux extra-pédagogiques de l'enseignement du français, langue et littérature. *Le français aujourd'hui*, 132, 87-95. DOI 10.3917/lfa.132.0087
- Souchard, L. (2003). Analyse des ressources de logiciels tutoriels fermés dans l'enseignement pré-algébrique. Lagrange J.B. & al. (dir). Reims, France. <edutice-00001363>
- St-Pierre, R. (2010). Des jeux vidéo pour l'apprentissage? Facteurs de motivation et de jouabilité issus du game design. *DistanceS*, 12(1), 4-26.
- Stake, R. E. (1995). *The art of case study research*. Sage.
- Squire, K. (2002). Cultural framing of computer/video games. *Game studies*, 2(1), 1-13.

- Tardif, J. (1992). *Pour un enseignement stratégique*. Montréal: Les Editions LOGIQUES.
- Tardif, J. (1993). L'évaluation dans le paradigme constructiviste. Hivon R. (Dir.) *l'évaluation des apprentissages. Réflexions, nouvelles tendances et formation*. Sherbrooke: Editions du CRP (Faculté d'éducation, Université de Sherbrooke), 27-56.
- Taylor, R.P (dir.) (1980). *The Computer in the Schools. Tutor, Tool, Tutee*. New York : the Teachers College Press
- Tchameni Ngamo, S. (2007). *Stratégies organisationnelles d'intégration des TIC dans l'enseignement secondaire au Cameroun: Étude d'écoles pionnières*. (Thèse de doctorat, Université de Montréal). Récupéré [le 19 février 2015] du site : www.rocare.org/These_Salomon_VersionDepotFinal.pdf
- Tiberghien, A. et Vince, J. (sous presse). Étude de l'activité des élèves de lycée en situation d'enseignement de la physique. *Pluralité des langues et des supports: Descriptions et considérations pédagogiques*. Récupéré [le 30 Avril 2015] du site : http://www.inrp.fr/rencontres/seminaires/2004/sem_didac/andree_tiberghien_2.pdf
- Torres Gil, A. J. (2011). *Pratiques Utilisation Ipad comme un enseignement de la chimie Outil d'apprentissage*. Récupéré [le 24 février 2015] du site http://chemistrynetwork.pixel-online.org/files/SUE_papers/genoa/ES/ES_Paper_FR.pdf ;
- Tavris, C., & Wade, C. (1999). *Introduction à la psychologie: les grandes perspectives*. De Boeck Supérieur.
- UIC. (2005, Mars). *2014, une croissance plus affirmée et plus détaillée. 2015, un environnement économique plus favorable*. Rapport détaillée de la conférence de presse du 24 mars 2005, Paris, France. Récupéré [le 25 Avril 2016] du site : <http://www.uic.fr/content/download/683821/7597369/file/rapport%20d%C3%A9tail%C3%A9%20conference%20de%20presse%20du%2024%20mars%202015.pdf>
- Varenne, F. (Février 2003). La simulation conçue comme expérience concrète. Dans J.-P. Muller (dir.), *Le statut épistémologique de la simulation*. (p. 299-313). Editions de l'ENST. Récupéré [le 30 Avril 2015] du site : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00004269/document>
- Vallerand, R.J., Blais, M.R., Brière, N.M., et Pelletier, L.G. (1989). Construction et validation de l'Échelle de Motivation en Éducation (EME). *Revue canadienne des sciences du comportement*, 21(3), 323-349.
- Venturini, P. (2004). Attitude des élèves envers les sciences : le point des recherches. *Revue française de pédagogie*, 149 (1), 97-121.
- Venturini, P. (2007). L'implication des élèves à apprendre la physique. *55e journées nationales de l'UdPPC*, 1-10.
- Viau, R. (1994). *La motivation en contexte scolaire*. Québec : Les Éditions du Renouveau Pédagogique Inc.
- Viau, R. (1997). *La motivation en contexte scolaire*. Bruxelles : De Boeck & Larcier (2^{de} éd. ; 1^{re} éd. 1994)
- Viau, R. (2002). La motivation des élèves en difficulté d'apprentissage: une problématique particulière pour des modes d'intervention adaptés. *Ministère de l'Éducation Nationale, de la formation Professionnelle et des Sports. Luxembourg*.

- Viau, R. (2003). *La motivation en contexte scolaire*. De Boeck Supérieur.
- Viau, R. (2004). *La motivation: condition au plaisir d'apprendre et d'enseigner en contexte scolaire*. Communication présentée au 3^e congrès des chercheurs en Éducation. Bruxelles, Belgique.
- Weinburgh, M. H. (2000). Gender, Ethnicity, and Grade Level as Predictors of Middle School Students' Attitudes toward Science.
- Wentworth, D. R., et Lewis, D. R. (1973). A Review of Research on Instructional Games and Simulations in Social Studies Education. *Social Education*, 37(5), 432-440.

ANNEXES

Appendice 1 : Demande d'autorisation d'effectuer une recherche auprès des élèves

NLEME ZE Yannick Stéphane,
Professeur des collèges
MINESEC/Lycée d'Elat, Mefou et Afamba, Awae

Yaoundé, le 30 Août 2015

À l'attention de
Monsieur le Proviseur du lycée d'État

Objet : autorisation d'effectuer une recherche
auprès des élèves de 3^e ALL&ESP du lycée d'Elat.

Monsieur le Proviseur,

J'ai l'honneur de solliciter par la présente, une autorisation afin d'animer des séances d'apprentissage de sciences physiques via les ordinateurs de la salle d'informatique, et de les interviewer dans le cadre de mes études de Master recherche en *Technologies de l'Information et de la Communication en Education et Formation (TICEF)* à l'Université de Montréal (Canada).

En effet, la présente recherche, sous la direction du Professeur Thierry Karsenti, responsable dudit programme de formation, a pour objectif général de savoir si, en complément à l'enseignement classique, l'usage des simulateurs et d'un logiciel-exerciseur dans les travaux dirigés de physique et chimie induit des effets positifs significatifs sur les motivations des élèves à apprendre ces matières.

Spécifiquement, il sera question d'identifier et apprécier le choix d'investissement des élèves sélectionnés, leur engagement cognitif et leur persévérance dans les activités d'apprentissage intégrant les simulateurs et un logiciel-exerciseur. Cette recherche contribuera donc à une meilleure compréhension de l'influence des TIC, notamment les simulateurs et l'exerciseur, sur la motivation à étudier les sciences physiques en contexte scolaire camerounais.

En regard de ces objectifs, la participation de nos élèves (de 3^e ALL&ESP) à cette recherche exige de participer régulièrement aux activités d'apprentissages en salle d'informatique. En plus, il est possible de les solliciter pour une interview et une formation à l'initiation à l'informatique de base. Ils seront éventuellement amenés à tenir un journal de bord.

Bien qu'il soit requis un consentement de l'élève et/ou d'un parent afin de participer à cette recherche, le participant (l'élève) pourra stopper l'interview à n'importe quel moment, et ce, sans aucune conséquence négative ou pénalité. À la fin de l'étude, nous partagerons les principaux résultats obtenus avec les concernés et l'administration du lycée d'Elat.

Je me tiens à votre entière disposition pour tous renseignements complémentaires.

Je vous remercie de votre précieuse collaboration et vous prie d'agréer, Monsieur le Proviseur, l'expression de mon profond respect.

PJ :

- Un Formulaire de consentement éclairé des parents
- Une attestation d'inscription en Master recherche

NLEME ZE Yannick Stéphane

Appendice 2 : Formulaire de consentement pour les parents



CONSENTEMENT ÉCLAIRÉ DES PARENTS

FORMULAIRE DE CONSENTEMENT POUR L'ENFANT À PARTICIPER À LA RECHERCHE

CODE : _____

TITRE DU PROJET DE RECHERCHE : Influence des simulateurs associés à un exerciceur sur la motivation des élèves de 3^e en apprentissage des sciences physiques : cas d'un lycée rural camerounais.

INFORMATIONS SUR LE CHERCHEUR : NLEME ZE Yannick Stéphane, étudiant-chercheur en Master recherche (M2) en *Technologies de l'Information et de la Communication en Education et Formation (TICEF)*, Faculté des Sciences de l'Éducation, Université de Montréal, Canada.

BUT DE LA RECHERCHE : Le but de cette recherche est d'étudier l'interaction entre l'intégration pédagogique des simulateurs couplés à un exerciceur et le changement de motivation des élèves en apprentissage des sciences physiques dans un lycée camerounais, notamment le lycée rural d'Élat. Elle s'inscrit dans l'optique de décrire et expliquer les effets des interventions pédagogiques susceptibles d'optimiser chez les élèves, les comportements motivationnels en vue d'éventuellement améliorer leurs notes en sciences physiques.

NATURE DE LA PARTICIPATION DE VOTRE ENFANT: La participation de votre enfant se résume à assister régulièrement aux travaux dirigés de physique et chimie via les ordinateurs à travers des simulateurs et un exerciceur en adéquation avec les programmes scolaires, et cela, aux heures de permanences, et en complément aux cours et travaux dirigés classiques suivis. Il tiendra éventuellement un journal de bord.

En plus, il est possible de lui demander de participer à une interview au cours de laquelle il aura à répondre à quelques questions concernant sa motivation à apprendre les sciences physiques. La durée d'une interview est d'environ 20 à 30 minutes.

AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS : Comme toute recherche, la présente étude comporte certains avantages et inconvénients. Parmi les avantages, notons la possibilité de faire avancer les connaissances dans le secteur de la motivation à l'apprentissage par les TIC, notamment en sciences physiques. Quant aux inconvénients, notons le temps nécessaire pour passer l'interview ainsi que le caractère intime de certaines questions.

RISQUES : Cette étude ne comporte aucun risque connu.

ASPECT CONFIDENTIEL : Afin d'assurer la confidentialité des réponses de votre enfant,

1. Son nom ne paraîtra sur aucun rapport ;
2. Seuls le chercheur aura accès à la liste des noms et des codes ;
3. En aucun cas, ses résultats individuels ne seront communiqués à qui que ce soit.
4. Tous les documents (transcription des interviews, journaux de bords) seront conservés durant 7 ans. Après cette période, les documents papiers seront déposés dans un bac cadenassé et détruits selon la procédure qui s'applique aux documents confidentiels. Les documents numériques seront également supprimés.

DROITS : Votre enfant n'est pas obligé de passer l'interview. Par ailleurs, si vous désirez qu'il y réponde, veuillez prendre note qu'il pourra stopper l'interview à n'importe quel moment, et ce, sans aucune conséquence négative ou pénalité.

PUBLICATIONS DES RÉSULTATS : Les données collectées seront utilisées strictement aux fins de la recherche. Un rapport global faisant état des résultats de la recherche sera remis au Proviseur du lycée d'Etat. La recherche fera l'objet de publications dans des revues scientifiques.

Cette recherche est faite sous la direction de :	Toute plainte ou critique pourra être adressée au :
<p style="text-align: center;">Thierry Karsenti, <i>M.A., M.Ed., Ph.D.</i> Directeur du CRIFPE, Titulaire de la Chaire de recherche du Canada sur les TIC et l'éducation Professeur titulaire Faculté des sciences de l'éducation, Université de Montréal</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Professeur Thierry Karsenti, Responsable du programme de formation 2. Dr Salomon Tchameni Ngamo, Chargé de cours.

Suite à la lecture des éléments mentionnés ci-dessus, j'accepte que mon enfant participe à cette étude.

Signature du parent ou du titulaire de l'autorité parentale: _____

Date: _____

Nom: _____ Prénom : _____

Nom de l'enfant : _____ Prénom de l'enfant : _____

Numéro de tél : _____

Signature du chercheur: _____

Date: _____

Appendice 3 : Fiche collective d'inscription définitive des participants à la recherche

FICHE COLLECTIVE D'INSCRIPTION DÉFINITIVE DES PARTICIPANTS À LA RECHERCHE

BUT DE LA FICHE D'INSCRIPTION : Cette fiche vise à inscrire les sujets qui participeront à notre étude.

DESCRIPTION ET USAGE DE LA FICHE : Cette fiche renseigne d'abord sur l'identité des élèves qui souhaitent volontairement participer à la recherche et dont les parents ont signé la fiche de consentement éclairée. Ensuite, des informations sur leurs connaissances de base en informatique y sont précisées. C'est à la lumière de ces informations que le chercheur décidera de l'initiation des sujets de recherche aux bases de l'informatique nécessaires à l'usage des simulateurs et l'exerciseur. Enfin, cette fiche permet d'attribuer un code à chaque élève sélectionné. Ce code sera utilisé en lieu et place de leurs noms lors des interviews afin d'assurer l'anonymat.

EXTRAIT DE LA FICHE :

N°	NOMS ET PRÉNOMS	CONNAISSANCES EN INFORMATIQUE		CODE
1		Usage du Clavier : Novice/Moyen/Bon très bon/ Expert	Allumer et éteindre un ordinateur : Oui/Non	
		Usage de la souris : Novice/Moyen/Bon très bon/ Expert	Fréquence d'usage de l'ordinateur ²⁸ : Jamais/Rarement/À l'occasion/Souvent/Toujours	
		Niveau de maîtrise d'un logiciel de traitement de texte (Word, etc.) : Novice/Moyen/Bon très bon/ Expert		
2		Usage du Clavier : Novice/Moyen/Bon très bon/ Expert	Allumer et éteindre un ordinateur : Oui/Non	
		Usage de la souris : Novice/Moyen/Bon très bon/ Expert	Fréquence d'usage de l'ordinateur : Jamais/Rarement/À l'occasion/Souvent/Toujours	
		Niveau de maîtrise d'un logiciel de traitement de texte (Word, etc.) : Novice/Moyen/Bon très bon/ Expert		
3		Usage du Clavier : Novice/Moyen/Bon très bon/ Expert	Allumer et éteindre un ordinateur : Oui/Non	
		Usage de la souris : Novice/Moyen/Bon très bon/ Expert	Fréquence d'usage de l'ordinateur : Jamais/Rarement/À l'occasion/Souvent/Toujours	
		Niveau de maîtrise d'un logiciel de traitement de texte (Word, etc.) : Novice/Moyen/Bon très bon/ Expert		
4		Usage du Clavier : Novice/Moyen/Bon très bon/ Expert	Allumer et éteindre un ordinateur : Oui/Non	
		Usage de la souris : Novice/Moyen/Bon très bon/ Expert	Fréquence d'usage de l'ordinateur : Jamais/Rarement/À l'occasion/Souvent/Toujours	
		Niveau de maîtrise d'un logiciel de traitement de texte (Word, etc.) : Novice/Moyen/Bon très bon/ Expert		

²⁸ Rarement (3 à 4 fois par an) ; À l'occasion (1 fois par mois) ; Souvent (1 fois par semaine) ; Toujours (plusieurs fois par semaine).

Appendice 4 : Grille d'observation des comportements liés à la motivation des élèves dans des activités d'apprentissage

GRILLE D'OBSERVATION DE LA MOTIVATION DES ÉLÈVES DANS DES ACTIVITÉS D'APPRENTISSAGE

SÉANCES D'APPRENTISSAGE CLASSIQUE/MODERNE

CODE DE L'ÉLÈVE : _____

NOM DE L'OBSERVATEUR : _____

BUT DE LA GRILLE: Cette grille permet d'observer les indicateurs de la motivation des élèves en situation d'apprentissage. Ces indicateurs issus des travaux de Viau (1994) sont notamment le choix des élèves à s'engager dans des tâches, leur persévérance dans les activités menées, ainsi que leur engagement cognitif.

DESCRIPTION ET REMPLISSAGE DE LA GRILLE : Chaque indicateur met en relief des comportements qui témoignent du niveau de motivation des élèves dans les activités menées. D'abord, le choix des élèves à s'engager dans des tâches est mis en relief par des stratégies d'évitement, de retardement ou de participation à la tâche par les élèves à relever. Ensuite, la persévérance est mise en relief par des comportements qui dénotent la capacité à gérer la difficulté d'apprendre ainsi que de la capacité d'aller jusqu'au bout de la tâche. Enfin, l'engagement cognitif est mis en évidence par les comportements des élèves dénotant leurs capacités à accepter le conflit sociocognitif, leurs capacités à accepter leurs erreurs et à les utiliser, leurs capacités à solliciter l'aide et leurs capacités d'attention et de concentration.

N.B : Les dates de chaque observation doivent être minutieusement mentionnées.

1. CHOIX DES ÉLÈVES	
Note 1: Un élève motivé choisit d'entreprendre une activité d'apprentissage tandis qu'un élève démotivé a tendance à l'éviter. Une stratégie d'évitement est un comportement qu'un élève choisit d'adopter pour éviter de s'engager dans une activité ou pour retarder le moment où il devra l'accomplir.	
Stratégies d'évitement de la tâche	Comportements observés :
Stratégies de retardement de la tâche	Comportements observés :
Stratégies de participation à la tâche	Comportements observés :

2. PERSÉVÉRANCE	
Note 2 : C'est la continuité d'un état motivationnel c'est à dire quand un élève demeure ferme et constant dans une résolution. Un élève fait preuve de persévérance lorsqu'il consacre le temps nécessaire à exécuter ses travaux.	
Capacité à gérer la difficulté d'apprendre : exprimer le désir de vaincre la difficulté, ne pas se décourager, ne pas dramatiser...	Comportements observés :
Capacité à aller au bout de la tâche : Pouvoir faire la tâche seul, avoir besoin d'aide pour finir la tâche, besoin qu'on vérifie la tâche.	Comportements observés :

3. ENGAGEMENT COGNITIF	
Note 3 : on utilise le terme d'engagement cognitif pour désigner les capacités d'attention et de concentration des élèves	
<p style="text-align: center;">Capacité à accepter le conflit sociocognitif : avoir envie de comparer sa réponse à celle d'autrui, pouvoir accepter l'existence d'un point de vue différent du sien, théorie de l'esprit, décentration pouvoir accepter la contradiction....</p>	Comportements observés :
<p style="text-align: center;">Capacité à utiliser ses erreurs : essayer de comprendre une erreur, rechercher l'origine d'une erreur pouvoir modifier sa démarche et/ou son résultat, pouvoir admettre qu'une stratégie est coûteuse et comprendre pour quoi...</p>	Comportements observés :
<p style="text-align: center;">Capacité à solliciter de l'aide : demander à l'adulte, à un pair, chercher dans des outils, oser dire qu'on n'a pas compris</p>	Comportements observés :

<p>Capacité à accepter ses erreurs : accepter de faire quelque chose dont on n'est pas sûr, accepter de revenir sur sa production, accepter de se tromper, accepter des points de blocage provisoires,</p>	Comportements observés :
<p>Capacité d'attention et de concentration des élèves : réfléchir avant de faire une tâche, pouvoir rester concentré sans aide pendant 15 minutes, pouvoir rester concentré avec aide pendant 15 minutes.</p>	Comportements observés :