

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

FANDORIA :
CONCEPTION, EXPÉRIMENTATION ET ÉVALUATION D'UN SYSTÈME
D'APPRENTISSAGE MULTIMÉDIA INTERACTIF
EN SCIENCE ET TECHNOLOGIE

RAPPORT DE RECHERCHE

PRÉSENTÉ

À L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC EN ABITIBI-TÉMISCAMINGUE

COMME EXIGENCE PARTIELLE

DE LA MAÎTRISE EN ÉDUCATION (M.Ed.)

PAR

CATHY VÉZINA

Avril 2008

Ce rapport de recherche a été réalisé à
l'Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue
dans le cadre du programme de maîtrise en éducation
extentionné de l'UQAR à l'UQAT



BIBLIOTHÈQUE

Cégep de l'Abitibi-Témiscamingue
Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue

Mise en garde

La bibliothèque du Cégep de l'Abitibi-Témiscamingue et de l'Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue a obtenu l'autorisation de l'auteur de ce document afin de diffuser, dans un but non lucratif, une copie de son œuvre dans Depositum, site d'archives numériques, gratuit et accessible à tous.

L'auteur conserve néanmoins ses droits de propriété intellectuelle, dont son droit d'auteur, sur cette œuvre. Il est donc interdit de reproduire ou de publier en totalité ou en partie ce document sans l'autorisation de l'auteur.

AVANT-PROPOS

Il y a trois ans, je me suis engagée dans ce projet de maîtrise avec la volonté de relever un défi, tant sur le plan personnel que professionnel. Or, un projet comme celui-ci ne se réalise pas seule, plusieurs personnes m'ont entourée et m'ont permis de mener à bien cette étude.

J'aimerais d'abord remercier ma directrice de maîtrise, Madame Samuelle Ducrocq-Henry, qui a su m'orienter tout en me laissant la liberté suffisante pour accomplir mon propre parcours. Je remercie tout spécialement les enseignants et les élèves qui se sont prêtés aux différentes mises à l'essai, ainsi que les intervenants du milieu de l'éducation qui m'ont guidée. Merci aussi à Martin Legault pour ses précieux conseils tout au long de cette recherche.

Je ne peux passer sous silence le travail formidable de mes collègues et amis, qui ont contribué à la conception et à la réalisation du système d'apprentissage : Geneviève Delisle et Geneviève Roy à l'infographie, ainsi que Kevin Black à la programmation et au design sonore. Enfin, merci à l'UQAT et au Conseil de la recherche en sciences humaines du Canada pour leur soutien financier, qui m'a donné la chance de me concentrer pleinement à cette recherche.

Finalement, un merci spécial à ma famille, à mes amis et particulièrement à mon conjoint, qui m'ont soutenue tout au long de cette démarche.

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS	i
LISTE DES FIGURES	iv
LISTE DES TABLEAUX.....	v
LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES	vi
RÉSUMÉ	vii
INTRODUCTION	1
CHAPITRE I	
PROBLÉMATIQUE.....	4
1.1 L'éducation par le jeu	4
1.2 Le jeu électronique.....	7
1.3 Une amélioration des apprentissages?	8
1.4 Le programme de formation et l'intérêt pour les technologies	9
1.5 Particularités du multimédia interactif.....	11
1.6 Position du problème et questions de recherche	13
<i>Questions de recherche</i>	14
1.7 Objectifs et limites de recherche	15
CHAPITRE II	
CADRE DE RÉFÉRENCE.....	16
2.1 Fondements pédagogiques d'un système d'apprentissage multimédia interactif	16
2.2 Facteurs pédagogiques à considérer dans le développement d'un SAMI.....	23
2.3 La science et la technologie	27
CHAPITRE III	
MÉTHODOLOGIE.....	30
3.1 Étendue du projet	31
3.2 Éthique de la recherche	32
3.3 Design pédagogique.....	32
3.3.1 Macro-planification.....	34
3.3.2 Micro-planification	37
3.4 Mises à l'essai	47
3.4.1 Mise à l'essai préliminaire	48

3.4.2 Mise à l'essai principale.....	49
3.4.3 Mise à l'essai opérationnelle.....	51
3.5 Outils de collecte de données.....	52
3.6 Difficultés et contraintes de la recherche.....	54
CHAPITRE IV	
ANALYSE DES DONNÉES.....	58
4.1 Analyse des données quantitatives.....	58
4.1.1 Mise à l'essai opérationnelle.....	59
4.1.2 Mise à l'essai principale.....	61
4.2 Observation directe.....	63
4.2.1 La grille d'observation.....	63
4.2.2 Questionnaire d'appréciation.....	69
CHAPITRE V	
INTERPRÉTATIONS ET DISCUSSION.....	79
CHAPITRE VI	
CONCLUSION ET PISTES DE RÉFLEXION.....	88
MÉDIAGRAPHIE.....	93
APPENDICE A	
FORMULAIRE DE CONSENTEMENT.....	98
APPENDICE B	
ÉLÉMENTS EXTRAITS DU CAHIER DE CHARGES.....	103
APPENDICE C	
PRÉTEST.....	107
APPENDICE D	
POST-TEST.....	108
APPENDICE E	
GRILLE D'OBSERVATION.....	109
APPENDICE F	
QUESTIONNAIRE D'APPRÉCIATION.....	114
APPENDICE G	
GUIDE D'UTILISATION DU SAMI.....	116
APPENDICE H	
SAMI DÉVELOPPÉ DANS LE CADRE DE CETTE ÉTUDE.....	123

LISTE DES FIGURES

Figure 2.1 Schéma du traitement de l'information d'après Gagné	19
Figure 3.1 Étapes du processus de design pédagogique selon Depover, Giardina et Marton..	33
Figure 3.2 Choix de navigation offert à l'apprenant pour l'une des étapes de la quête.....	42
Figure 3.3 Curseurs du SAMI.....	45
Figure 3.4 Typographie utilisée dans le SAMI.....	45
Figure 3.5 Graphe des connaissances du SAMI.....	46
Figure 4.1 Expérience avec l'ordinateur.....	70
Figure 4.2 Facilité du SAMI.....	71
Figure 4.3 Clarté des messages.....	72
Figure 4.4 Clarté des éléments de navigation.....	72
Figure 4.6 Intérêt face au SAMI.....	73
Figure 4.7 Appréciation du visuel du SAMI.....	74
Figure 4.8 Les éléments les plus appréciés du SAMI.....	76
Figure 4.9 Les éléments les moins appréciés du SAMI.....	77
Figure A.1 Arborescence de navigation du système d'apprentissage (cédérom).	103
Figure A.2 Évolution des éléments de navigation depuis le prototype de 2003	104
Figure A.3 Graphe des connaissances du SAMI, partie cédérom.....	105
Figure A.4 Graphe des connaissances du SAMI, partie du livre.....	106

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 3.1 Contenu notionnel abordé dans le SAMI, selon le cycle	39
Tableau 4.1 Répartition et caractéristiques de l'échantillon à la mise à l'essai opérationnelle.....	58
Tableau 4.2 Moyennes obtenues aux tests selon le groupe d'appartenance	59
Tableau 4.3 Moyenne des résultats obtenus aux tests à chacune des questions selon le groupe d'appartenance	60
Tableau 4.4 Moyennes obtenues aux tests selon le traitement, lors de la mise à l'essai principale.....	61
Tableau 4.5 Traitements reçus par les élèves des deux groupes lors de la mise à l'essai principale.....	62
Tableau 4.6 Résultats obtenus aux tests lors de la mise à l'essai principale.....	62
Tableau 4.7 Observations de l'organisation physique du lieu d'expérimentation	64
Tableau 4.8 Observations des directives et procédures	65
Tableau 4.9 Observation du déroulement de la mise à l'essai	66
Tableau 4.10 Observation du déroulement de la mise à l'essai (déroulement des activités)..	67
Tableau 4.11 Observation du déroulement de la mise à l'essai (attitudes des sujets).....	68
Tableau 4.12 Observation du déroulement de la mise à l'essai (attitudes des sujets, suite)...	69
Tableau 4.13 Expérience avec les ordinateurs	70
Tableau 4.14 Facilité du système d'apprentissage.....	71
Tableau 4.15 Clarté des messages.....	72
Tableau 4.16 Clarté des éléments de navigation.....	73
Tableau 4.18 Appréciation du visuel du SAMI	74
Tableau 4.19 Les éléments les plus appréciés du SAMI.....	75
Tableau 4.20 Les éléments les moins appréciés du SAMI.....	76

LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES

IDSA : Interactive Digital Software Association

MEQ: Ministère de l'Éducation du Québec

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

MIT : Massachusetts Institute of Technology

NTIC: Nouvelles technologies de l'information et des communications

RÉCIT : Réseau de personnes-ressources pour le développement des compétences des élèves par l'intégration des technologies

SAMI : Système d'apprentissage multimédia interactif

TIC : Technologies de l'information et des communications

RÉSUMÉ

Cette recherche-développement se situe à mi-chemin entre les domaines de l'éducation et du multimédia. Elle origine d'un questionnement quant à l'apport pédagogique des titres multimédias éducatifs et d'un manque de données au sujet des apprentissages pouvant être réalisés à l'aide des technologies de l'information et des communications. Au cours de cette recherche, nous avons procédé à la conception et à la réalisation du prototype *Fandoria*, un système d'apprentissage multimédia interactif en science et technologie, selon une méthode de design pédagogique. Afin de valider ce système, nous l'avons expérimenté auprès d'une clientèle scolaire dans le but d'évaluer son efficacité en le comparant à une méthode traditionnelle d'enseignement. Au terme de cette étude, nous ne pouvons affirmer que l'outil développé représente une méthode d'enseignement plus efficace qu'une méthode traditionnelle. Toutefois, le système a semblé apporter d'autres effets en termes de qualité des apprentissages. Cependant, en raison de plusieurs variables intermédiaires non contrôlées, nous ne pouvons prétendre qu'une expérimentation supplémentaire conduirait aux mêmes constats. Quoi qu'il en soit, nos observations nous amènent à croire au potentiel de l'outil en tant que méthode de révision complémentaire à l'enseignement traditionnel, à travers un renforcement des acquis. L'attrait de la nouveauté et la diversité dans le mode de transmission de l'information, ont plongé l'apprenant dans une situation potentielle d'amélioration de ses apprentissages, dans laquelle il est devenu proactif grâce au système.

Mots-clés :

TIC, Multimédia interactif, Système d'apprentissage, Ordinateur, Design pédagogique, Science et technologie, Jeu électronique.

INTRODUCTION

La présente recherche-développement s'inscrit dans la foulée des débats entourant le jeu électronique, ses enjeux et ses paradoxes, et pose la question de l'apport des technologies aux apprentissages. Ainsi, elle se situe à la croisée des domaines de l'éducation et du multimédia et elle porte sur le développement d'un système d'apprentissage informatisé.

Notre intérêt pour cette recherche découle de notre expérience dans le domaine du multimédia, mais aussi d'un manque de références et de données au sujet des apprentissages pouvant être effectués à l'aide des technologies de l'information et des communications (TIC). Nous avons remarqué, qu'en dépit du fait qu'un bon nombre de titres multimédias, dits éducatifs, voyaient le jour chaque année, plusieurs de ces produits étaient non conformes au programme de formation du Ministère de l'éducation du Québec, ou n'étaient tout simplement que des exercices traditionnels portés à l'écran. Nous nous sommes alors demandé s'il était possible de mettre au point un système d'apprentissage multimédia interactif qui soit plus qu'un simple exercice, c'est-à-dire un système pouvant à la fois répondre aux attentes éducatives en termes de contenu notionnel, intégrant l'un des domaines généraux de formation et offrant la possibilité de développer à la fois des habiletés en science et technologie et des compétences transversales.

Récemment, le Réseau de personnes-ressources pour le développement des compétences des élèves par l'intégration des technologies (RÉCIT), faisait paraître dans son rapport annuel de 2004-2005, quelques données sur l'intégration des TIC en milieu scolaire. Selon eux, « [...] plus de 50% du personnel enseignant au niveau primaire utilise les TIC (59,8%) ou Internet (51,3%) au moins une fois par semaine dans leurs activités d'apprentissage en 2004-2005 (Ministère de l'éducation, du loisir et du sport du Québec, 2006) ». Plus précisément, 17,8% des enseignants du primaire utilisent hebdomadairement des applications multimédias, ce que l'on considère comme une « utilisation avancée des TIC ». Ces enseignants utiliseraient-ils davantage d'outils multimédias interactifs s'ils étaient convaincus de leur efficacité?

L'utilisation du jeu à des fins pédagogiques ne date pas d'hier, or, avec l'apparition des jeux électroniques ludoéducatifs, nous sommes en droit de nous questionner sur la valeur éducative de ces jeux destinés à l'apprentissage. Selon Laberge (2004; 18), « [...] le milieu de l'éducation se trouve actuellement en recherche, en phase de tâtonnement par rapport à l'intégration des technologies de l'information et de la communication en classe ». Nous avons profité de ce contexte pour développer puis expérimenter un nouvel outil d'apprentissage, soit un Système d'Apprentissage Multimédia Interactif (SAMI¹). Nous avons d'abord procédé à la conception et à la réalisation de ce SAMI pour ensuite en faire l'essai auprès d'une clientèle scolaire. Pour y arriver, nous avons respecté un modèle de recherche quasi expérimental, composé de groupes expérimentaux et contrôles. Nous avons, dans un premier temps, voulu déterminer si le système développé représentait une méthode plus efficace qu'une méthode traditionnelle d'enseignement. Puisque le milieu de l'éducation représentait pour nous une part d'inconnu, nous avons été réceptive aux autres effets que pouvait entraîner le système sur les apprenants et leurs apprentissages. Nous avions l'intention d'identifier ces effets, le cas échéant.

À la lumière de nos résultats, nous pouvons affirmer que, bien que notre démarche fût rigoureuse, nous n'avons soulevé qu'une première dimension de la problématique d'efficacité du système d'apprentissage. Nos observations lors des différentes expérimentations ont davantage démontré le potentiel de l'outil en tant que soutien à l'apprentissage et d'aucune façon en tant que méthode de substitution à l'enseignement. Ainsi, une recherche davantage orientée vers l'évaluation permettrait d'approfondir cette particularité du SAMI. Néanmoins, nous espérons que cette étude puisse agir à titre de point de repère à d'éventuels autres systèmes d'apprentissage pouvant être mis en marché et puisse contribuer ainsi à combler le manque de référence dans ce domaine.

Somme toute, cette étude vise à décrire le cheminement précis de l'élaboration du SAMI, construit selon une méthode de design pédagogique ayant servi à l'élaboration de plusieurs systèmes d'apprentissage. Dans un premier temps, nous mettrons en relief les caractéristiques des systèmes d'apprentissage informatisés, puis nous présenterons l'opinion de plusieurs spécialistes quant à leur utilisation à des fins éducatives. Par la suite, nous exposerons les

¹Ce terme sera repris dans le texte afin de faciliter la lecture.

fondements pédagogiques que nous considérons essentiels dans la construction d'un système d'apprentissage, puis nous décrivons les différentes étapes qui nous ont permis de mettre au point l'outil, ainsi que les différents contextes d'expérimentation. Cette recherche a donc comme extrant un produit pédagogique, mais également une analyse de notre cheminement et des données empiriques et théoriques qui ont appuyé nos choix.

CHAPITRE I

PROBLÉMATIQUE

D'entrée de jeu, notre formation de base dans le domaine du multimédia nous a amenée à concevoir, en 2003, un prototype d'environnement informatisé destiné à un jeune public. Ce prototype fut développé avec une intention interactive plutôt qu'éducative et les réactions suscitées lors d'une courte expérimentation nous ont amenée à nous interroger au sujet du potentiel pédagogique d'un environnement d'apprentissage interactif qui serait conçu dans un contexte de recherche.

1.1 L'éducation par le jeu

L'éducation par le jeu et l'apprentissage par la simulation, font partie des plus anciennes stratégies cognitives utilisées. D'Aristote à aujourd'hui, le jeu, sous toutes ses formes, fut utilisé par le maître ou l'enseignant parfois dans un but unique de divertissement, ou alors dans un véritable contexte pédagogique.

Legendre (2005 : 1236) décrit la simulation comme une « activité pédagogique inscrite dans le cadre d'un modèle qui reproduit une situation réelle aussi fidèlement que possible dans le but de permettre une étude [...] sans qu'il soit nécessaire d'entrer directement avec le monde réel ». La simulation permet donc à l'apprenant de s'engager dans son apprentissage à titre d'acteur et non comme simple observateur. Or, Chamberland et Provost (1996) vont plus loin dans ce concept d'apprentissage par reproduction d'une réalité en parlant de **jeu de simulation**, une entité qui réunit à la fois le jeu, la simulation et le jeu de rôle. De son côté, Trémel (2001) divise le jeu de simulation en trois catégories : le jeu de simulation militaire (reconstitution de batailles historiques), le jeu de plateau, où l'on introduit un peu plus de fantaisie que dans une simple reconstitution et le jeu de rôle où chaque joueur incarne un personnage ayant une particularité (par exemple, un pouvoir magique). Ainsi, c'est du concept de jeu de simulation dont il sera question dans cette étude.

Déjà, dans l'Antiquité, Aristote prônait l'utilisation du jeu afin de préparer les jeunes au métier qu'ils exerceraient dans leur vie future. Pour sa part, Platon voyait dans le jeu une façon de former de futurs citoyens responsables (Rabecq-Maillard, 1969). Dans certains cas, ces jeux de « préparation à un métier » prenaient forme dans des ensembles de lettres de l'alphabet en pains ou en petits gâteaux, ou encore dans des mosaïques de calculs faites à partir de cailloux, de pierres ou de pièces de céramique (De Grandmont, 1989).

Plus tard, au Moyen Âge, le jeu fut condamné et interdit par l'Église. Il faudra attendre jusqu'à la Renaissance pour qu'il soit ramené par les Jésuites. Ces derniers les introduisirent officiellement dans leur programme, que ce soit les jeux d'exercices, de course, de ballon, etc. Tant des jeux de corps, c'est-à-dire d'activité physique, que des jeux d'esprit, des résolutions de problèmes, des jeux de mémoire, etc. Il était alors devenu impossible d'exclure les jeux de l'éducation (Rabecq-Maillard, 1969). L'introduction de l'imprimerie couleur, à cette même époque, eut aussi une influence sur les outils utilisés pour l'apprentissage.

Au 17^e siècle, les jeux prennent une dimension patriotique; ils préparent à la guerre. C'est ainsi qu'apparaissent divers jeux permettant l'éducation à l'histoire de la France, à la géographie, à l'histoire universelle, des jeux d'armoiries, de blasons, etc., et plusieurs variations du jeu de l'oie². Au cours du 18^e siècle, le développement des sciences et de l'encyclopédie a une grande influence sur les jeux éducatifs. Bien qu'il n'y ait pas eu d'innovation exceptionnelle, en 1733, un jeu connu sous le nom de *Bureau typographique* se démarque (Rabecq-Maillard, 1969). Rappelant de travail de l'imprimeur composant son texte en prenant les caractères mobiles dans une caisse compartimentée posée sur un pupitre, l'enfant prenait dans divers compartiments les sons des mots qu'on lui demandait et les plaçait sur une tablette. Ce jeu permettait au maître d'enseigner à plusieurs enfants à la fois, ou encore de laisser l'enfant travailler par lui-même.

Au siècle suivant, plusieurs jeux historiques et géographiques sont maintenus, mais des jeux alphabétiques, grammaticaux et arithmétiques voient le jour. Une vision plutôt conservatrice de l'éducation amène le jeu à « [...] se départir de ses attributs ludiques pour

² Le jeu de l'oie est un jeu de planche, composé de cases disposées en spirale. Le but du jeu est d'arriver en premier à la dernière case.

s'affubler d'attributs alors louangés, comme ceux d'"éducatif" et de "pédagogique" (De Grandmont, 1989 : 37) ». Pour sa part, le 20^e siècle, suivant la révolution industrielle, est marqué par l'apparition de jouets mécaniques et électriques et plusieurs jeux de construction et d'assemblage. C'est en 1958 qu'on évaluera pour la première fois la valeur éducative des jouets, lors du Congrès international du jouet de Bruxelles. Par la suite, ils seront régulièrement soumis à l'évaluation (Rabecq-Maillard, 1969).

Plusieurs fois réduit à une activité puérile dépourvue de sens, le jeu réapparaît à maintes reprises dans l'histoire de l'éducation, mais seulement récemment de façon plus officielle. Au Québec, dans les années 1970, c'est en réponse à un problème de décrochage scolaire que l'on introduit le jeu de simulation, pour motiver les élèves et rendre l'apprentissage plus dynamique. Or, ce n'est que dans les années 1980 que l'on reconnaît la notion du jeu comme « soutien des apprentissages » pour toutes les populations étudiantes (De Grandmont, 1989). Le jeu et la simulation sont désormais reconnus comme faisant appel à l'autonomie, à la motivation, à la socialisation, à la valorisation et à des stratégies de résolution de problème. Ils rendent les apprentissages plus significatifs. Selon Chamberland et Provost (1996 : 28) « [...] la grande caractéristique des jeux et simulations est qu'ils permettent de travailler sur plusieurs objectifs simultanément, et ce, dans un contexte significatif et intégrateur ». Ils considèrent cette intégration comme « [...] l'apport le plus riche des jeux et simulation au monde de l'éducation et de la formation (ibid. : 29) ». Selon Legendre (2005 : 814), « l'apport du jeu dans le développement et l'apprentissage des enfants ne fait aucun doute. Le jeu doit être considéré comme l'outil essentiel d'expression et d'intégration de l'enfant ». Toutefois, Chamberland et Provost (1996), précisent que certaines conditions doivent être respectées afin qu'il puisse contribuer au processus d'apprentissage. En effet, la production d'un nouveau jeu implique, pour les auteurs, un processus rigoureux qui demande une validation afin d'en déterminer l'efficacité. Ils précisent aussi qu'il est approprié de compléter une activité ludique par une méthode de renforcement.

1.2 Le jeu électronique

À l'heure actuelle, le jeu éducatif représente une infime partie de l'ensemble de la production multimédiatique, soit 7,6 % en 2002, toutes plates-formes confondues, alors qu'environ 40 % des jeux sont destinés à un public d'âge mineur (IDSA³, 2003). Cette émergence du divertissement de masse crée une nouvelle appellation de jeu : le ludoéducatif. Selon Legendre (2005 :814) « le jeu ludique fait appel à l'imaginaire, au merveilleux et il favorise la créativité » alors que le jeu éducatif permet d'accroître les connaissances et rend possible l'apprentissage. Nous employons le terme ludoéducatif puisqu'il rassemble ces deux concepts et que nous nous intéressons particulièrement aux caractéristiques de ces deux formes de jeu. Or, l'étiquette « éducatif » laisse entendre, dans de très nombreux cas, un rapport plus ou moins significatif avec un secteur de l'éducation (Égly, 2001). Les produits développés ne répondent qu'en partie à certaines attentes au niveau des contenus, peu souvent conformes au plan de formation, et tiennent rarement compte des infrastructures technologiques des écoles. Toutefois, il ne faut pas oublier que le multimédia est une industrie, il est donc fréquent que d'autres préoccupations prennent le dessus sur les dimensions pédagogiques, pour des raisons de rentabilité. Néanmoins, l'apparition, entre autres, de *Mia*⁴ par l'entreprise québécoise Kutoka, semble faire exception à la majorité par sa valeur éducative. Plutôt conforme au programme d'étude québécois, le logiciel présente des mises en situation ludiques et un déroulement plus intuitif. Du côté des recherches américaines, un article tiré du T.H.E Journal (2006) rapporte, entre autres, un cas où un enseignant utilise le populaire jeu « The Sims » (produit par Electronic Arts) dans des cours de sociologie, puisqu'il permet de placer les élèves dans des situations réelles. Ceci étant dit, bon nombre d'autres titres ne sont que des exercices, c'est-à-dire des activités tirées des manuels scolaires, transposées à l'écran, reprenant des principes behavioristes d'émulation (performance, pointage, etc.), sans ouverture à la créativité. D'ailleurs, si nous considérons les possibilités actuelles, le niveau d'interactivité, soit les possibilités d'échanges entre homme et machine de plusieurs applications multimédias, demeure sous-développé et les

³ L'*Interactive Digital Software Association* est une association américaine dédiée aux intérêts économiques des entreprises produisant des jeux vidéo.

⁴ *Mia - Juste à temps!* (Mathématiques), *Mia - Le mystère du chapeau perdu* (sciences et technologies) [En ligne]. Accès : http://www.kutoka.com/_fr/index.html

scénarios sont souvent délaissés au détriment du surréalisme visuel. Les producteurs misent sur les effets visuels accrocheurs plutôt que sur l'intégration d'un contenu pédagogique de qualité.

1.3 Une amélioration des apprentissages?

A priori, nous n'avons recensé aucune recherche démontrant, hors de tout doute, une amélioration des apprentissages à long terme par l'utilisation du jeu électronique. Cependant, nous croyons, tout comme plusieurs, qu'il est loin de nuire à la formation (Gabriel 1994, citée dans Trémel, 2001; Harvey, cité dans Proulx 2004; Piot, 2001). D'après Kerdellant et Grésillon (2003), plusieurs spécialistes européens s'accordent pour déclarer que certains apprentissages, précisément d'ordres logiques et techniques, s'effectueraient plus rapidement par le biais des technologies informatiques. Toutefois, ils précisent que pour d'autres, la prépondérance de l'image sur le texte dans les cédéroms, et de plus en plus dans les manuels scolaires, brime les enfants dans leurs aptitudes à l'abstraction. C'est une position que défend Christine Henniqueau-Mary (1999, citée dans Kerdellant et Grésillon, 2003), psychothérapeute en pédagogie, pour qui l'ordinateur détourne l'enfant des autres jeux d'apprentissage. Elle rapporte que l'expérience cédérom n'inclut pas implicitement une métacognition chez l'enfant lors de ses choix. En revanche, Évelyne Esther Gabriel (1997, citée dans Kerdellant et Grésillon, 2003), thérapeute en psychomotricité, est plutôt d'avis que le jeu vidéo oblige l'enfant à prendre l'initiative, à confronter ses points de vue avec ses pairs, à échanger des solutions, à surmonter des difficultés, à tirer des leçons de ses erreurs, à résoudre des problèmes logiques et à prendre conscience de l'importance et de la pertinence des décisions prises. Nous croyons, tout comme Gabriel, qu'il est possible de stimuler l'imaginaire de l'enfant, et de favoriser des apprentissages par le biais de l'ordinateur. Outre les plaisirs immédiats qu'il procure, nous sommes d'avis que le jeu électronique peut inciter l'apprenant à l'action et à l'exercice de sa pensée logique et créatrice.

Dans un même ordre d'idées, Perriault (1996, cité dans Trémel, 2001), rapporte que l'utilisation du multimédia en contexte scolaire engendre de nouvelles formes de sociabilité et d'exploration de sa personnalité et redonnerait même le goût d'apprendre à des élèves peu enthousiasmés par les études. Au Québec, les chercheurs Grégoire, Bracewell, et Laferrière

(1996), mentionnent qu'un système d'apprentissage informatisé se révèle être un excellent motivateur, en considérant que la plupart des élèves manifeste un intérêt spontané plus grand pour une activité qui fait appel à une technologie nouvelle. C'est une conclusion à laquelle parviennent aussi les américains Fengfeng et Grabowski (2007). Qui plus est, Piot (2001) souligne que l'avènement du multimédia en contexte scolaire représente non seulement un « plus », mais surtout une nouvelle approche priorisant l'activité et l'autonomie, puisqu'il s'agit d'un médium ouvert et adaptable à plusieurs situations, à divers contenus et à différents types d'apprenants. Bien que la nouveauté soit facteur de curiosité et contribue à une meilleure assimilation, nous constatons qu'un « autrement » ne signifie pas nécessairement une amélioration des apprentissages. Dans un esprit de recherche, nous voulons dépasser le simple facteur de curiosité en offrant une intégration du multimédia qui soit signifiante et stimulante.

1.4 Le programme de formation et l'intérêt pour les technologies

L'école québécoise fut soumise en 2001, à une réforme éducative qui donna naissance à un nouveau programme de formation en enseignement primaire. Ce programme comporte des modifications importantes, dont l'ajout de compétences transversales, de domaines généraux de formation, et regroupe désormais les apprentissages disciplinaires en cinq grands domaines. En conséquence, il semble que plusieurs enseignants éprouvent des difficultés à intégrer les domaines généraux de formations aux notions et qu'ils n'aient aucune indication précise sur le moment d'intégrer les savoirs disciplinaires à l'intérieur du cycle (Conseil supérieur de l'éducation, 2007). Même si ce programme offre une place toute particulière aux technologies, les réactions des enseignants envers leur implantation sont encore controversées. Bien que plusieurs enseignants démontrent un réel intérêt pour l'intégration des nouvelles technologies de l'information et des communications (NTIC⁵) à leur enseignement, ils se retrouvent dans de nombreux cas à court de matériel répondant à leurs besoins. Or, Laberge (2004 : 18), confirme l'enthousiasme de plusieurs enseignants à l'intégration des TIC en classe, « [...] étant donné la valeur ajoutée qu'elles apportent à de

⁵ A notre avis, les TIC restent nouvelles si nous considérons qu'elles génèrent continuellement des technologies nouvelles selon trois concepts : miniaturisation, puissance et instantanéité. Il faut bien comprendre la notion de convergence pour réaliser à quel point nous n'en sommes qu'aux premiers balbutiements en matière de nouveaux médias. Nous emploierons les deux expressions NTIC et TIC selon le contexte de l'écriture.

nombreuses sphères du travail de l'élève et de l'enseignant ». Cependant, selon nos observations, une très faible quantité de produits interactifs offerts sur cédérom semble tenir compte des spécificités du plan de formation. Bon nombre de ces produits ne proposent aucune démarche ou de piste d'intégration. C'est d'ailleurs ce que plusieurs enseignants ont noté dans leurs commentaires recueillis sur le site *Carrefour des ressources didactiques informatisées* (Lessard, 2006), un site référé par le Ministère de l'Éducation. Quoi qu'il en soit, la multiplication des titres (mentionnons, entre autres, les Adibou, Mango plumo, la série Mia et l'Oncle Ernest⁶) et l'effort constant des éditeurs dans la production de nouveaux matériels, nous incitent à croire aux réelles possibilités d'intégration du multimédia aux apprentissages.

Plusieurs chercheurs ont envisagé différentes avenues d'utilisation du multimédia à des fins pédagogiques. Une recension préliminaire de plusieurs écrits nous a permis de constater que certains se sont préoccupés de l'implantation et des répercussions des TIC au secondaire (Legault et Laferrière, 2002) et au collégial (Perreault, 2005; Gazaille, Lavine et Fiala, 2005). Alors que d'autres se sont intéressés à la formation des maîtres (Isabelle, Lapointe et Chiasson, 2002) et à la formation à distance (Gérin-Lajoie et Wilson, 1999). Selon notre recension d'écrits, très peu de chercheurs semblent s'être penchés en profondeur sur l'impact de l'utilisation des TIC au niveau primaire. Pourtant, il s'agit des années où les apprentissages sont déterminants dans le développement et l'épanouissement des jeunes. Les recherches que nous avons recensées se préoccupent davantage de la transformation de l'environnement scolaire et de l'intégration de réseaux d'échanges virtuels (Martel, 2005) ou encore de l'utilisation du courriel à des fins pédagogiques (Abran et Trudel, 2000). Bien que l'environnement scolaire soit déterminant, de notre côté, nous nous sommes davantage questionnée au sujet de l'efficacité de l'outil employé. Un article paru dans T.H.E journal en 2006 recense une douzaine d'expériences réalisées en classe avec les TIC, au niveau primaire et secondaire, avec divers outils tels que le I-pod, le jeu électronique et des sites Web d'apprentissage virtuel (*e-learning*). Les propos de ces expériences, réalisées dans différents états des États-Unis, sont favorables à l'utilisation de tels outils. Les enseignants relatent que

⁶ La série Adibou par Mindscape [En ligne]. Accès : www.adibou.com, Mango Plumo par Québec Amérique [En ligne]. Accès : www.mangoplumo.com et l'oncle Ernest par Emme [En ligne]. Accès : www.oncle-ernest.com

les TIC ont transformé favorablement leur enseignement, elles ont facilité la communication, la transmission de savoirs et un rapprochement des élèves.

Ceux qui, avant nous, ont voulu déterminer l'efficacité d'un système d'apprentissage en ce qui concerne les rendements scolaires, en viennent à des résultats difficilement transférables en raison de la particularité de chaque outil développé. C'est le cas, par exemple, d'une étude réalisée par Fengfeng et Grabowski (2007), où les chercheurs ont voulu démontrer l'efficacité d'un jeu électronique en mathématiques, via Internet, auprès d'une clientèle scolaire de 5^e année primaire. Les résultats obtenus lors de cette étude démontrent davantage d'effets positifs du point de vue de l'attitude plutôt qu'une amélioration des connaissances en mathématiques. Cependant, nous n'avons recensé aucune étude réalisée à l'aide d'un système d'apprentissage immersif comme celui que nous proposons. Somme toute, notre récente participation à des projets éducatifs destinés à un jeune public⁷ et la tangente graphique dégagée par le prototype créé en 2003, ont orienté notre recherche vers un public de niveau primaire. Nous y reviendrons plus en détail au chapitre de la méthodologie.

1.5 Particularités du multimédia interactif

Afin de vérifier l'impact que peut entraîner l'utilisation du multimédia en contexte scolaire, nous avons proposé la conception d'un Système d'Apprentissage Multimédia Interactif (SAMI)⁸ multi-supports. Par le biais d'un programme qui permet à son utilisateur de mettre en pratique différentes opérations, l'utilisation du multimédia interactif rend possible la combinaison des différents modes de communication, soit l'image animée ou fixe, le son et le texte. Le terme multi-supports désigne, dans le cas présent, la combinaison d'un cédérom, d'un livre et de fiches à compléter. L'utilisation de ces supports donne naissance à de nouveaux types d'échanges qui nous ont permis de faire évoluer le concept d'interactivité. Cependant, au-delà de cette innovation technique, nous souhaitons développer un produit novateur sur le plan pédagogique en proposant une amélioration de ce qui est actuellement

⁷ Projet éducatif *Il parle avec les loups* : Activité de visioconférence multirégionale interactive [En ligne]. Accès : <http://www.ilparleaveclesloups.com>

⁸ Ce terme sera repris dans le texte afin de faciliter la lecture.

offert, c'est-à-dire un produit ayant des conséquences palpables sur les apprentissages. Nous croyons qu'il soit possible d'allier à la fois la rigueur pédagogique nécessaire à la réalisation d'apprentissage et la volonté de plaire au public ciblé en alliant l'ergonomie cognitive à une approche graphique invitante et ciblée « jeune public ».

L'éclatement des supports donne naissance à plusieurs parallèles entre le monde virtuel et le monde réel. Nous sommes consciente des dangers reliés au jeu vidéo⁹, lorsque l'enfant y est immergé à un point tel qu'il confond la réalité avec l'univers virtuel. Toutefois, la sociologue américaine Sherry Turkle (1984, 1995), experte dans l'étude de l'impact de l'information par le biais des NTIC sur la société moderne, chercheuse et professeure au MIT (Massachusetts Institute of Technology), stipule que le jeu vidéo peut aussi agir à titre de miroir cybernétique, c'est-à-dire qu'il peut aider l'enfant à structurer son identité. Selon la sociologue, l'ordinateur « [...] participe à l'évolution de l'enfant, au développement de sa personnalité et à son approche du monde. Il s'inscrit en diverses étapes dans sa maturation psychologique (Turkle, 1984 : 145). En conséquence, nous veillons à ce que le SAMI respecte certains principes issus du quotidien de l'utilisateur, puisqu'en plus de participer au développement de l'enfant, la création d'environnements virtuels sous-entend une participation à l'élaboration d'un nouvel imaginaire social (Boyer, 2002). En ce sens, nous avons opté pour un environnement d'apprentissage sensibilisant l'utilisateur à différentes préoccupations écologiques qui le touchent. Le SAMI plonge l'apprenant dans un rapport dynamique avec l'environnement et l'amène à prendre une distance critique sur des sujets précis, tels que les conséquences de l'assèchement d'un plan d'eau. Le livre et les fiches ont pour objectif d'accentuer les différences entre l'univers virtuel et le réel. À plusieurs reprises, l'apprenant doit prendre une pause de l'écran de jeu et chercher un indice dans le livre, qui est essentiel à la poursuite de l'aventure interactive. De cette façon, nous croyons être en mesure de contrôler davantage son immersion virtuelle tout en lui offrant une expérience multidisciplinaire. Nous pensons que le concept de multi-supports puisse pallier la monotonie en plus d'éviter une trop grande assiduité au SAMI. Ces pauses de l'écran fragmentent le temps d'exposition au système informatisé et contribuent à diminuer les risques d'immersion

⁹ Les recherches de Dagher et Rochon (cités dans Paquette et Pichette 2003), démontrent que la production de dopamine dans le cerveau double lorsque l'enfant joue à un jeu vidéo. Cependant, ce phénomène n'aurait d'incidence que sur 10% des sujets.

excessive ou de dépendance à l'univers virtuel. Par ailleurs, cette alternance de supports (ordinateur et livre), dynamise et offre un rythme à l'apprentissage.

1.6 Position du problème et questions de recherche

Le but *in fine* de cette recherche n'est pas de déterminer si les enseignants ont les compétences ou le matériel nécessaire pour utiliser les NTIC en classe. Nous savons que dans chacune des commissions scolaires du Québec, des personnes-ressources ont pour mandat d'orienter les enseignants n'ayant pas les dispositions nécessaires à l'intégration d'activités d'ordre technologique (ce réseau de personne est connu sous le nom de RÉCIT¹⁰). Avant même de constater si les enseignants sont prêts à utiliser un système multimédia interactif de façon courante dans la classe, combien d'entre eux le sont et de quelle façon l'intégrer, nous souhaitons en connaître les répercussions sur les apprentissages.

En consultant au hasard quelques titres multimédias, nous remarquons qu'une grande majorité de produits éducatifs reprennent purement et simplement les exercices retrouvés dans les manuels scolaires. Il est donc plus difficile pour l'enseignant d'y introduire certaines réalités de la dernière Réforme, puisqu'ils ne fournissent habituellement pas de contexte favorisant l'intégration des savoirs autres que les connaissances précises, par exemple, d'un calcul mathématique. Dans le cas où l'apprenant a l'occasion d'effectuer des manipulations virtuelles à travers une aventure ludoéducative, est-il possible qu'il apprenne plus et mieux? Puisque d'importantes sommes d'argent sont investies chaque année dans le développement de produits éducatifs, et que nous travaillons dans le domaine du multimédia, nous désirons connaître l'impact d'un système d'apprentissage ludoéducatif, qui serait conçu en tenant compte des recherches effectuées en éducation, et du programme de formation actuel du MEQ. Par l'emploi du terme ludoéducatif, nous envisageons que les apprentissages soient transmis à l'élève par la voie d'un univers fantastique, sous la forme d'une aventure, c'est-à-dire par une combinaison d'éléments ludiques, éducatifs et multimédias. Ce genre d'univers prend place dans une métaphore et dans une simulation où il est possible que l'apprenant vive par procuration, c'est-à-dire en transférant son identité vers le personnage

¹⁰ Réseau de personnes-ressources dédié à l'intégration pédagogique des technologies de l'information et des communications (TIC), dans les écoles du Québec. [En ligne]. Accès : <http://recit.qc.ca/>

virtuel, rendant possible un apprentissage par l'action. Pouvons-nous affirmer que l'apprenant puisse assimiler des connaissances et acquérir des habiletés en utilisant un tel système d'apprentissage? Est-ce que ce type d'outil interactif représente une meilleure option qu'un enseignement traditionnel¹¹?

Questions de recherche

Un système d'apprentissage multimédia interactif ludoéducatif, conçu selon des facteurs et stratégies pédagogiques, représente-t-il un moyen plus efficace qu'un enseignement traditionnel pour acquérir des connaissances et des habiletés en science et technologie?

Nous sommes consciente que l'efficacité d'un produit peut être discutable et qu'un outil efficace dans un contexte peut s'avérer totalement inopérant dans un autre. Par ailleurs, l'évaluation des habiletés est un processus pouvant s'échelonner sur une longue période, ce que ne permettait pas cette recherche. En ce sens, nous croyons qu'il est pertinent de préciser la manière selon laquelle nous avons voulu vérifier son efficacité en formulant deux sous-questions :

1. Les résultats scolaires des élèves ayant utilisé le SAMI développé, sont-ils plus élevés que ceux des élèves ayant été soumis à une méthode traditionnelle d'enseignement?
2. Les élèves utilisant le SAMI retirent-ils des effets bénéfiques autres que leur résultat scolaire?

En voulant déterminer les autres effets bénéfiques que pouvaient retirer les apprenants de l'utilisation du système, nous incluons toute autre incidence, qu'elle soit de l'ordre quantitatif ou qualitatif. Selon Legendre (2005 : 67) l'apprentissage est un « processus qui permet l'évolution de la synthèse des savoirs, des habiletés, des attitudes et des valeurs d'une personne ». Notre seconde question, plus ouverte, nous donne la possibilité d'observer si le

¹¹ Par enseignement et matériel traditionnel, nous entendons l'utilisation de manuels scolaires, de manipulations ou d'expérimentations faites en classe sans utilisation des NTIC.

SAMI offre d'autres particularités relatives au processus d'apprentissage, effets que nous mettrons en relief, le cas échéant.

1.7 Objectifs et limites de recherche

De façon globale, cette recherche a donné naissance au projet *Fandoria : conception, expérimentation et évaluation d'un système d'apprentissage ludoéducatif en science et technologie*. Son édification prit racine sur des facteurs et stratégies pédagogiques, qui seront précisés au chapitre II, à travers un concept multi-supports novateur de qualité. En ce sens, nos objectifs de recherche se sont inscrits dans un contexte de rapport – production en recherche-développement se formulant ainsi :

- Concevoir et construire un système selon des concepts pédagogiques en assurant un équilibre sur les plans expressif et ergonomique par l'intégration dynamique des modes d'expressions (textes, sons, images);
- structurer un environnement d'apprentissage donnant naissance à des problèmes d'ordre technologique et scientifique, dans un contexte d'éducation à l'environnement en favorisant le développement de connaissances et d'habiletés;
- valider le système d'apprentissage à différentes étapes de production à l'aide de prototypes auprès du public ciblé.

À la suite des validations, nous avons tenté de mettre en relief l'impact du SAMI sur les apprentissages en procédant à l'évaluation de son efficacité. Nous tenons toutefois à préciser que nous n'avons pas effectué une recherche évaluative exhaustive. Nous avons avant tout procédé à la conception et à l'expérimentation d'un nouvel outil dédié à l'apprentissage. En ce sens, dans le prochain chapitre, nous mettrons en lumière les différentes théories qui ont guidé nos choix en cours de conception et de réalisation de l'outil, puis au moment de sa validation.

CHAPITRE II

CADRE DE RÉFÉRENCE

Le but ultime de la conception d'un outil pédagogique est de créer des circonstances dans lesquelles des individus se retrouveront en situation d'apprentissage. Ainsi, l'environnement d'apprentissage informatisé fut construit selon des méthodes qui soutiennent, stimulent et placent l'apprenant au défi dans sa propre démarche d'apprentissage en lui permettant de sélectionner des stratégies d'apprentissage et des méthodes de résolution de problèmes (Basque et Doré, 1999). Une influence cognitiviste s'inscrit dans l'intention pédagogique de l'environnement d'apprentissage, dans la mesure où un accent particulier fut porté sur la façon dont l'information est traitée par l'apprenant. Une influence constructiviste fut présente tout au long de la conception de l'environnement lui-même puisqu'il représente une démarche itérative dont les étapes sont continuellement revues et corrigées. Ces différents apports théoriques sont présentés dans notre cadre de référence sous la forme de fondements et facteurs pédagogiques.

2.1 Fondements pédagogiques d'un système d'apprentissage multimédia interactif

Dans leur ouvrage intitulé *Les environnements d'apprentissage multimédia : analyse et conception*, Depover, Giardina et Marton (1998), précisent que la conception d'un SAMI implique plus que de simples stimuli livrés par le biais de l'ordinateur, mais repose sur quatre fondements architecturaux. En premier lieu, la communication permet d'établir des relations et de structurer les échanges entre l'apprenant et l'outil d'apprentissage. Ces messages sont linguistiques, audio ou visuels, créant ainsi une atmosphère propice à l'apprentissage. Les différentes actions et rétroactions sont à la base de l'interactivité. En second lieu, la sémiotique, essentielle à la communication, joue un rôle important dans la signification des messages. Étroitement liée à la navigation, elle permet à l'utilisateur d'interpréter les icônes et les différents éléments sonores, graphiques et langagiers. Troisièmement, l'apprentissage est la principale cause de la communication des messages. Ces derniers, qui peuvent être des activités ou des événements, découlent d'une série de lois, de principes et de

conditions. Ces méthodes sont proposées par les différentes approches théoriques (découverte, traitement des représentations, assimilation et accommodation des schèmes, etc.), et le choix d'une approche se fera en tenant compte de la spécificité de chaque situation. L'usage du multimédia rend cet apprentissage plus intéressant par l'intégration des divers modes d'expressions. Finalement, la systémique de la technologie représente la relation entre l'apprenant et l'environnement dans lequel il évolue dans le but de vivre une expérience. La systémique permet de gouverner et réguler la dynamique de l'environnement d'apprentissage. Nous reprendrons ces quatre principes dans ce qui suit, à travers les différentes théories retenues.

En termes d'apprentissage, nous défendons le principe piagétien d'assimilation et d'accommodation. Selon cette approche, le développement des schèmes opératoires est le résultat d'un processus dynamique de recherche d'équilibre entre le sujet et son environnement (Vienneau, 2005). Chaque nouvelle expérience à l'intérieur du SAMI amène d'abord l'apprenant à assimiler la situation ou les éléments qui lui sont présentés. Il incorpore le comportement des éléments récurrents d'une interface à l'autre (les icônes ou les boutons), à la situation initiale. Or, lorsqu'un élément présenté réagit de manière différente et inattendue, le SAMI fait momentanément vivre à l'apprenant une situation de conflit cognitif. Cette situation conflictuelle est surmontée dès qu'il tente une seconde manœuvre et qu'il s'accommode du nouveau comportement possible de l'élément (de l'icône ou du bouton). Ainsi, il se retrouve de nouveau en situation d'équilibre, jusqu'à la prochaine expérience.

Dans les années soixante, Seymour Papert, alors au MIT (Massachusetts Institute of Technology), s'est inspiré des travaux de Piaget dans le développement du LOGO. Ce langage à vocation pédagogique permettait aux apprenants de résoudre des problèmes, de développer leur créativité et leurs habiletés analytiques par la programmation et la création (Legendre, 2005; Papert, 1981). Le SAMI que nous avons développé est une forme immersive et intégrée du LOGO, puisque les différents facteurs et stratégies utilisés dans son élaboration plongent l'apprenant dans un environnement lui permettant de découvrir lui-même les résultats de ses actions. En assimilant les connaissances, l'apprenant devient bâtisseur de ses propres structures cognitives. Dans cette optique, les informations tirées de ses actions sur l'environnement construisent ses connaissances et ses erreurs font partie de

ses apprentissages. Nous aspirions à confronter l'apprenant à des situations riches et diversifiées de manière à créer des interactions propices à son développement cognitif. Pour Piaget, les interactions sociales dans l'environnement d'apprentissage permettent aussi à l'apprenant de construire des structures cognitives, puisqu'il est confronté à des perspectives différentes (Basque et Doré, 1999). Nous favorisons particulièrement la collaboration et les échanges entre les pairs, de sorte que l'apprenant ne soit pas intrinsèquement marqué par le rapport d'autorité de l'enseignant. Ainsi, la situation conflictuelle peut également être issue d'observations ou d'échanges avec les pairs.

En mettant l'emphase sur le contact avec l'environnement et sur l'activité significative, Piaget rejoint les propos de Dewey et sa théorie de l'apprentissage par l'action (*learning by doing*). Selon Dewey, l'apprentissage s'effectue par la manipulation, l'observation, par des mises en situation et par des expériences diversifiées dans l'environnement scolaire (Vienneau, 2005). Cette pédagogie active place l'apprenant au centre de la situation à résoudre, il participe à son processus d'apprentissage. En ce sens, l'enseignant devient un guide, un accompagnateur qui oriente et place des limites au trajet de l'apprenant pendant son parcours (Depover, Giardina et Marton, 1998). Ainsi, par le biais du jeu, l'apprenant est amené à découvrir lui-même les propos des apprentissages. Il est invité à manipuler, observer, expérimenter, bref, à rechercher activement l'information plutôt que d'attendre que l'enseignant la lui transmette.

Dans le but d'organiser les messages envoyés par le SAMI et qu'il y ait communication, l'apprenant doit décoder l'information, ce qui rend possible l'apprentissage. Pour nous assurer que les différents stimuli (visuels et auditifs) envoyés par le SAMI soient captés, nous avons considéré le schéma cognitiviste du traitement de l'information de Gagné (1976, cité dans Tardif, 1992). Selon nous, il est primordial que les réactions provoquées au survol d'un élément par le curseur de la souris soient récurrentes d'un objet à l'autre (utilisation du même curseur pour un même type d'action). Ainsi, l'apprenant réagit à ces stimuli de façon similaire et peut choisir la réponse appropriée au message envoyé. Afin que l'information emprunte le chemin de la mémoire de travail, nous favorisons l'animation légère, qui attire momentanément l'attention de l'apprenant, puis un double encodage des messages (auditif et visuel) chaque fois que ce dernier ouvre une boîte

de dialogue. En effet, Paivio (1971, cité dans Depover, 2000), a démontré que ce qui est encodé à la fois au niveau verbal et iconique a plus de chance d'être retrouvé par la mémoire de l'apprenant, ce qui facilite l'assimilation des connaissances.

Nous croyons qu'il faille porter une attention particulière au nombre d'informations fournies à l'apprenant à la fois. Nous considérons qu'un maximum de quatre à cinq informations concernant sa quête¹² est suffisant, puisqu'il mémorise simultanément d'autres informations hors de notre contrôle et propres à lui-même telles que des couleurs, des mouvements, des formes particulières, etc. De cette façon, l'apprenant court moins de risques de dépasser la limite de sept unités d'informations ± 2 , qui selon Miller (1956, cité dans Vienneau 2005), serait le maximum d'éléments pouvant être contenus simultanément dans la mémoire de travail. Un SAMI devrait être construit de façon à ce que, en cas d'oubli, l'apprenant puisse facilement revenir en arrière pour relire une information ou revivre une situation. Qui plus est, nous croyons qu'il est pertinent de répartir le contenu global d'un système d'apprentissage en plusieurs étapes, afin que l'apprenant optimise ses capacités de mémorisation et se concentre sur un petit objectif à la fois à l'intérieur de sa quête principale.

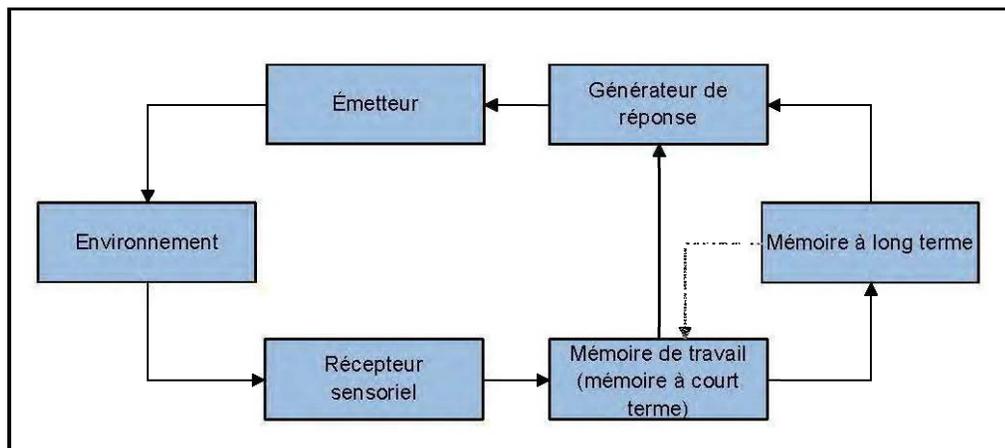


Figure 2.1 Schéma du traitement de l'information d'après Gagné (1976 cité dans Tardif, 1992).

¹² La quête correspond aux différentes étapes permettant à l'apprenant d'atteindre le but du jeu.

Certes, la stratégie la plus utilisée par la mémoire de travail est la répétition (Vienneau, 2005). La répétition d'une information permet à celle-ci de demeurer active pour une plus longue période dans la mémoire de travail. Or, répéter n'est pas synonyme d'apprendre. Toutefois, plus l'information est réitérée, plus elle aura de chance d'entrer dans la mémoire à long terme.

Dans le but d'organiser les différents codes de la sémiotique à l'intérieur du SAMI, nous favorisons des concepts standards tels que le « X » positionné dans le coin supérieur droit pour fermer une boîte de texte, une modification du curseur de la souris au survol d'un objet cliquable, etc. Ces procédures évitent à l'apprenant de faire appel à sa mémoire de travail pour effectuer des gestes fonctionnels. Puisqu'il s'agit de conventions présentes sur la presque totalité des pages Internet et des cédéroms, l'information emprunte directement le chemin de sa mémoire déclarative sémantique (mémoire à long terme), c'est-à-dire celle des souvenirs encodés depuis longtemps. De cette façon, le lien entre le signifiant (le bouton X) et le signifié (son concept *fermer*) est établi, ces signes acquis deviennent des automatismes. Conséquemment, la mémoire de travail se consacre à la tâche à effectuer sans s'attarder aux formalités. Ces fonctions de bases assimilées, la mémoire de travail peut être utilisée à son plein potentiel et l'apprenant peut vivre *in extenso* l'aventure interactive.

Afin de réguler l'ensemble des décisions concernant l'environnement d'apprentissage interactif, la systémique du système, nous faisons appel à une métaphore¹³ solide. Cette métaphore devient le cadre de référence du système d'apprentissage multimédia interactif, tant sur le plan de la scénarisation que lors de l'élaboration des scénarios pédagogiques, de l'interactivité et de la création des éléments graphiques. Cette métaphore est plus qu'une simple figure de style, d'après Depover, Giardina et Marton (1998 : 116) « [...] elle est une partition qui met en place, organise et donne le ton à un ensemble d'éléments diversifiés qui doivent tous contribuer à l'acquisition de connaissances, d'habiletés et de stratégies cognitives ». La métaphore exerce plusieurs fonctions sur les plans organisationnel, cognitif, métacognitif et affectif et régente les liens entre les éléments de l'environnement

¹³ La métaphore représente la façon selon laquelle le système d'apprentissage est régi. Ici, elle représente tous les éléments composant le monde de Fandoria (les situations d'apprentissage, l'ensemble du visuel, les possibilités d'interactions, etc.). Le multimédia permet de dynamiser la métaphore par l'intégration des divers modes d'expression (texte, son, image).

d'apprentissage et la réalité. Elle offre un espace favorisant la construction de connaissances et permet ainsi la poursuite de buts et l'apprentissage par l'action. Elle facilite l'engagement de l'apprenant, la manipulation, la création de solutions à l'intérieur d'un cadre d'apprentissage significatif. Toujours selon les auteurs, une métaphore efficace devrait satisfaire à trois rôles : susciter le plaisir et la motivation en faisant vivre une expérience intellectuelle et émotive, susciter l'effort cognitif et être fondée sur la familiarité, la redondance et la crédibilité. En somme, la métaphore représente les lois et la logique de l'environnement d'apprentissage, étant directement reliée à l'interactivité de cet environnement.

À l'aide de cette métaphore, la technologie se transforme en un prolongement du corps de l'apprenant : il construit sa propre identité à travers cette logique narrative. Ainsi, l'environnement d'apprentissage devrait lui permettre d'y vivre et d'y être nourri cognitivement et émotionnellement (Depover, Giardina et Marton, 1998). Lors de cette simulation l'apprenant transpose son identité vers un personnage virtuel, il vit par procuration à l'intérieur du système, ce qui rend possible un apprentissage par l'action. L'apprenant explore, manipule, expérimente et provoque des situations par le prolongement de son corps, à la manière d'un reflet dans un miroir cybernétique.

De son côté, l'interactivité est le concept central d'un SAMI, elle introduit les échanges entre l'individu et la machine. Cette interactivité passe par l'action de l'apprenant, par son degré de contrôlabilité sur l'environnement. Ce contrôle varie d'une application interactive à l'autre, donnant à l'utilisateur le sentiment plus ou moins grand qu'il domine le programme. Mabilhot (2000) s'inspire des théories de Jean-Pierre Balpe pour décliner trois niveaux d'interactivité « [...] en fonction du type et du degré de réponse dans la relation de réciprocité entre l'homme et la machine (Mabilhot, cité dans Roussillon 2002) ». Le premier niveau est celui de l'interactivité réflexe, son action se limite à l'accès à une information (principe de l'hyperlien). Le deuxième degré représente l'interactivité relative, elle permet la création de systèmes « moins fermés » où plusieurs réponses sont associées à une même action. Puis, le troisième niveau est l'interactivité dite « génératrice », elle est reliée à une intelligence quasi humaine. Dans le cas du jeu électronique, cette interactivité est relative, elle offre à l'utilisateur un choix limité de réponses, comme de tourner à gauche ou à droite,

et permet d'évaluer les résultats tout en demeurant non linéaire. La métaphore sélectionnée met en place l'environnement, les possibilités de déplacement, des outils de navigation, etc. À cette fin, l'interactivité doit servir cette métaphore sans la limiter. Un environnement interactif doit être présenté de façon dynamique et donner le contrôle à l'apprenant en lui permettant de manipuler, d'explorer et d'expérimenter en poussant l'interaction au maximum de ses potentialités, même s'il s'agit en fait d'une illusion de contrôle. Selon Merrill (1988, cité dans Depover, Giardina et Marton, 1998), limiter les possibilités d'interaction peut signifier une limitation de la nature même de l'apprentissage. Or, nous croyons qu'il est possible de proposer une interactivité relative qui puisse offrir une compréhension et un cheminement personnalisés pour l'apprenant. Nous pensons qu'il faille dépasser le simple choix et présenter un éventail de possibilités prédéfinies (tourner à gauche, tourner à droite, rester et explorer ou retourner sur ses pas).

Turkle (1984), décrit deux types d'exploration d'un système d'apprentissage, qu'elle qualifie de maîtrise dure et maîtrise douce. La maîtrise dure correspond à une méthode rationnelle d'exploitation de l'information, elle est plus structurée, alors que la maîtrise douce est plus interactive. « La maîtrise dure est la maîtrise de l'organisateur, de l'ingénieur, la maîtrise douce est celle de l'artiste : essayer, juger du résultat, essayer encore [...] Elle ressemble plus à une conversation qu'à un monologue (Turkle, 1984 : 92) ». Le *maître doux* risque de profiter davantage de l'interactivité proposée. Dès lors, l'interactivité devrait rendre possible une immersion sensorielle et cognitive aux deux types d'explorateurs, afin de placer chaque apprenant en situation de découverte. Pour y arriver, les interfaces présentées à l'apprenant doivent être construites de manière ergonomique, c'est-à-dire que les éléments constituant la mise en page doivent être disposés de manière la plus naturelle et « transparente » possible. De cette façon, les contenus et fonctionnalités facilitent l'accès à l'information et à l'apprentissage, et ce, sans intervenir dans le dialogue d'apprentissage proprement dit. Cette ergonomie devient cognitive lorsqu'elle permet de faciliter cet échange homme-machine en tenant compte du traitement de l'information dans la fonctionnalité et l'emplacement des éléments. Depover, Giardina et Marton (1998) parlent alors d'échanges amplifiés quantitativement (plus de possibilités de communication) et qualitativement, en rendant l'échange significatif pour chaque individu peu importe son style de navigation.

En plus de reposer sur les quatre fondements que nous venons d'aborder, nous croyons que le SAMI doit répondre à un besoin fondamental, celui de la motivation. Afin qu'il y ait apprentissage, nous croyons qu'il est essentiel que l'apprenant manifeste d'abord un intérêt pour la tâche à effectuer. Selon Viau (1994), et l'approche sociocognitive de l'apprentissage, la motivation de l'apprenant devant la tâche à accomplir est intimement liée à ses perceptions. Ainsi, son engagement cognitif et sa persévérance dépendent de sa perception sur la valeur de l'activité (ce que l'activité peut lui apporter), de sa compétence à l'accomplir (l'activité doit lui paraître réalisable), et de sa contrôlabilité sur l'activité (degré de contrôle sur le déroulement). Bien que cette motivation soit nécessaire, nous ne pensons pas qu'elle soit suffisante pour apprendre, nous croyons que plusieurs autres facteurs sont susceptibles d'influencer les apprentissages.

2.2 Facteurs pédagogiques à considérer dans le développement d'un système d'apprentissage multimédia interactif.

Afin que l'apprenant s'engage de manière active et significative dans l'environnement d'apprentissage, un certain nombre d'éléments furent considérés sur le plan de la structure pédagogique, par souci de favoriser la création d'activités d'apprentissage stimulantes. Depover, Giardina et Marton (1998), proposent des facteurs pédagogiques à envisager lors de la création de telles situations d'apprentissage, ces facteurs sont issus de recherches en éducation et en psychologie, appliqués au développement de plusieurs SAMI. Ils prennent naissance dans les fondements architecturaux (l'apprentissage, la communication, la sémiotique et la systémique). Nous sommes d'avis qu'ils favorisent l'ergonomie des interfaces et, par la même occasion, la construction des messages. Ces facteurs sont étroitement liés et rejoignent les caractéristiques d'activités représentant des sources de motivation pour l'apprenant selon Viau (1994). Nous avons donc regroupé ces facteurs et caractéristiques selon les points suivants :

a) La motivation et la perception de l'apprenant

Nous croyons que la motivation est à la base de toute situation d'apprentissage. En ce sens, l'activité présentée à l'apprenant doit être suffisamment exigeante sur le plan cognitif pour qu'il ait envie d'évoluer, elle doit représenter un défi. Puisque la motivation

de l'apprenant découle de ses perceptions, la façon dont il perçoit le SAMI est primordiale. Bien que le système doive présenter un défi pour l'apprenant, il doit aussi être perçu comme une activité réalisable. Sa perception de sa compétence à accomplir l'activité et sa perception de contrôlabilité de l'activité sont fondamentales (Viau, 1994).

b) Le respect du rythme de l'apprenant

Afin que l'apprenant demeure en situation d'apprentissage, il doit pouvoir contrôler le débit des interventions et se déplacer à sa convenance dans le but de comprendre et d'assimiler l'information à son rythme, sans être freiné ni bousculé dans son processus d'apprentissage.

c) La participation et l'interaction de l'apprenant

L'apprenant doit être responsabilisé à l'intérieur du système d'apprentissage. Il doit pouvoir faire des choix, provoquer des réactions et vivre une expérience active et dynamique. Dans cette situation, l'interactivité représente le degré de contrôlabilité de l'apprenant sur l'environnement. Le SAMI doit présenter des activités diversifiées et interdisciplinaires permettant à l'apprenant d'intervenir sur le déroulement, de revenir en arrière et de provoquer à nouveau une même situation.

d) L'organisation des messages et la structuration du contenu

L'organisation d'un message dans un SAMI sous-entend la mise en forme des stimuli et des signes disposés de manière cohérente dans l'interface. Afin de constituer des messages cohérents et pertinents, il doit exister un équilibre entre les différents outils de communication (texto, audio, visuel). Les consignes doivent être claires, les textes courts et précis et le contenu réparti de manière logique, de façon à faciliter la compréhension. Pour ce faire, les activités difficiles doivent être entrecoupées d'activités plus faciles. De manière à ce que l'apprenant se fixe des objectifs réalisables à court terme. De plus, les interfaces doivent être homogènes afin qu'une logique les unisse.

e) Le choix des méthodes pédagogiques

Comme mentionné plus tôt, nous considérons que l'apprentissage s'effectue d'abord par assimilation et accommodation à l'intérieur d'une démarche par l'action. Or, pour

résoudre certains aspects de la problématique, il n'est pas exclu que l'apprenant choisisse d'autres méthodes telles que la déduction ou l'essai et erreur. Le choix de l'une ou l'autre de ces méthodes contribuera au développement de son autonomie cognitive et de ses capacités d'apprentissage.

f) L'organisation des ressources

À l'intérieur du SAMI, l'apprenant dispose d'abord de plusieurs ressources matérielles qui déterminent l'environnement pédagogique; l'information issue des dialogues, les fiches techniques, le système d'aide, ainsi que les textes du livre. Par ailleurs, le système étant utilisé en contexte scolaire, l'apprenant bénéficie également de ressources humaines telles que les pairs et l'enseignant.

g) Le guidage de l'apprenant et les contacts humains

Le guidage correspond à l'encadrement de l'apprenant. D'abord, un accompagnement se fait au sein même de l'application par l'introduction d'un compagnon de l'utilisateur, faisant en sorte que l'enfant ne se sente pas seul devant l'ordinateur. Il agit à titre de renforcement positif instantané qui fournit une rétroaction immédiate à l'apprenant. Parce qu'il prend la forme d'un personnage ludique, l'aspect dépersonnalisé de la relation avec la machine est compensé par un déferlement d'affectivité (Carrier, 2001). Bien que ce compagnon ne ressemble pas à l'enseignant, il accomplit certaines de ces tâches; il donnera ou rappellera les consignes, stimulera l'enfant, l'encouragera, le félicitera dès qu'il aura réussi une activité. Par l'introduction de ce type d'accompagnement, nous ne favorisons pas les systèmes de pointage et ce genre de renforcements qui sont souvent sujets au découragement des plus faibles. Ces différentes interventions permettent plutôt de baliser le cheminement de l'apprenant et d'augmenter sa motivation intrinsèque à résoudre les problèmes, ce qui contribue à son développement cognitif. Ceci étant dit, nous sommes d'avis que l'encadrement par l'adulte devrait toujours être sollicité afin de rendre l'apprentissage optimal, de fournir un niveau d'aide approprié et d'encourager l'apprenant à fonctionner selon son potentiel (Vienneau, 2005). Cette situation donne naissance à de multiples échanges où l'adulte (enseignant ou un pair) devient un guide dans la découverte et la maîtrise progressive de connaissances, d'habiletés et d'attitudes.

h) La répétition d'activités et d'expériences variées

Les activités basées sur l'expérimentation, les manipulations, des simulations favorisent les apprentissages et contribuent à former des jeunes polyvalents et aptes à réagir à plusieurs situations de la vie courante. Ces activités rejoignent la formule du « learning by doing », préconisée par Dewey, vue précédemment, où l'apprenant est considéré comme acteur et non comme spectateur de sa connaissance. En observant, en cherchant et en effectuant des tâches manuelles, l'apprenant poursuit un but particulier. Dès lors, l'activité devient productive, elle conduira à la réalisation et à l'atteinte d'une finalité.

i) La rétroaction

Une rétroaction immédiate est nécessaire afin que l'apprenant puisse valider et rectifier ses choix en cours d'apprentissage. Si l'activité est jugée longue ou difficile, l'apprenant peut être récompensé par un objet essentiel à sa quête ou par un indice lui permettant de poursuivre les objectifs à atteindre. Ce feedback peut aussi être prétexte au rappel d'une réussite antérieure, il contribue à dynamiser la relation entre l'apprenant et la machine. Il agit donc à titre de procédé cybernétique renforçant l'apprentissage.

j) L'application des connaissances acquises (transfert)

Un environnement d'apprentissage informatisé doit favoriser le transfert des connaissances. En étant actif au sein de l'environnement, l'apprenant sera amené à établir les relations entre les éléments et à créer des parallèles avec des situations réelles de son quotidien.

Bien qu'ils ne représentent pas une formule gagnante assurée, nous avons tenté de respecter chacun de ces principes. Ils ont guidé l'écriture des scénarios pédagogiques, l'élaboration des interfaces et la structuration de l'information à l'intérieur de notre système d'apprentissage multimédia interactif. Nous sommes d'avis que la considération de ces facteurs peut influencer l'attitude de l'apprenant envers le SAMI et qu'ils nous permettent d'observer les différents apports du système sous l'angle de la qualité de l'expérience. En dépit du fait que nous avons tenté de mettre en œuvre tous ces facteurs pédagogiques, l'apprenant demeure l'acteur principal de ses apprentissages. Puisqu'il est placé au centre de

la démarche pédagogique, ses actions, son attitude et son comportement auront un impact directement lié à la qualité et à la quantité d'apprentissages qu'il sera en mesure d'effectuer.

2.3 La science et la technologie

En tout état de cause, nous avons retenu le domaine des sciences et technologies pour plus d'une raison. D'abord, il s'agit d'un des domaines disciplinaires ayant subi le plus de modifications à la suite des dernières modifications du plan de formation de l'école québécoise. Le domaine regroupe désormais cinq champs : la chimie, la physique, la biologie, l'astronomie et la géologie, ce qui ne facilite pas la tâche des enseignants. Selon Lusignan (2005), les expériences de type scientifique effectuées en classe sont régulièrement déconnectées d'un contexte. Le manque de variété dans les contenus inciterait plusieurs enseignants à mettre l'accent sur d'autres matières comme le français et les mathématiques, qu'ils jugent prioritaires et à considérer les sciences et technologies comme des « petites matières » moins importantes. Or, c'est davantage en termes de stratégies que nous avons fait notre choix. En effet, dans ce domaine l'apprenant doit faire appel à plusieurs stratégies d'analyse, de tâtonnement, d'exploration, en plus de consigner des informations et de recourir à des démarches empiriques. En dépit de l'orientation du contenu, ce sont des stratégies de base auxquelles l'apprenant doit recourir à l'intérieur de sa démarche dans un système multimédia interactif. En particulier, lorsqu'il navigue au sein d'une interface interactive¹⁴, l'apprenant est amené à identifier un problème et à formuler des hypothèses. Pour certains, la formulation d'une hypothèse sera traduite par une hésitation et pour d'autres, par une manipulation de la souris. Dans le cas présent, le SAMI sollicite la réflexion, la recherche et la collecte d'informations dans le livre et à l'intérieur du cédérom. Lorsqu'il se retrouve devant une situation problématique, l'élève doit d'abord émettre une hypothèse (*que pourrais-je faire pour obtenir cet objet ?*), puis, lorsqu'il croit être sur une piste, il doit valider l'information afin de déterminer si l'idée est à retenir ou à rejeter. Puisque nous désirions comparer l'efficacité du système d'apprentissage avec une méthode traditionnelle d'enseignement, il nous paraissait pertinent de comparer deux méthodes faisant appel aux mêmes types de stratégies.

¹⁴ Il s'agit d'une page-écran comportant plusieurs zones cliquables.

Dans le but de favoriser le développement d'habiletés et de connaissances chez l'apprenant, nous prenons appui sur le plan de formation en enseignement primaire du Ministère de l'Éducation du Québec (2001), afin de construire des activités répondant à des objectifs pédagogiques précis. Dans un souci de sensibilisation de l'apprenant à l'importance de son environnement, nous avons développé le SAMI dans une perspective de développement durable, plus précisément autour des problèmes concernant la ressource hydrique. De manière générale, nous voulions porter l'apprenant à se questionner et à entretenir un rapport dynamique avec son environnement (domaine environnement et consommation¹⁵). Pour ce faire, nous désirions amener l'apprenant à développer sa compétence à « proposer des explications ou des solutions à des problèmes d'ordre scientifique ou technologique (MEQ, 2001 : 150) » à l'intérieur du micromonde. D'ailleurs, ce micromonde est encadré par des règles logiques de relations de cause à effets dans lesquelles les actions de l'utilisateur ont un impact sur le déroulement de ses expérimentations et de ses apprentissages. Par ses différentes actions, nous souhaitons que l'élève fasse appel à des compétences transversales d'ordre intellectuel et méthodologique. Selon le MEQ (2001 : 150),

En recourant aux modes de raisonnement propres à la science et à la technologie, il [l'élève] sollicite tout particulièrement la pensée créatrice, la résolution de problème et le jugement critique. À travers ses démarches d'observation, de manipulation et de collecte de données, il est appelé à développer des méthodes de travail efficaces.

Or, le développement de compétences est un processus s'échelonnant sur plusieurs années. Nous sommes consciente que l'acquisition de ces compétences ne peut être évaluée en utilisant le système d'apprentissage qu'une seule fois. Pour évaluer ce type de compétences, il faudrait connaître le passé de chaque apprenant et demander davantage d'implication de la part des enseignants. Nous considérons toutefois que le SAMI est conçu de manière à favoriser le développement de ces compétences, nous y reviendrons plus loin dans le texte.

De façon à développer des compétences en sciences et technologies, le plan de formation stipule que l'apprenant doit être plongé dans un environnement riche et stimulant. Pour ce

¹⁵ Les autres domaines généraux de formation sont : santé et bien-être, orientation et entrepreneuriat, médias et vivre-ensemble et citoyenneté.

faire, l'enseignant dispose d'une liste de savoirs essentiels répartis selon trois grands domaines : l'univers matériel, l'univers vivant et la Terre et l'Espace. Chacun de ces domaines est ensuite décomposé selon quatre concepts unificateurs : la matière; l'énergie; les forces et mouvements; les systèmes et interactions (MEQ, 2001). Devant l'ensemble de ces connaissances, l'enseignant prend l'initiative d'aborder les notions de son choix au moyen de problématiques concrètes. Selon le cas, la situation initiale peut être une discussion, une lecture, un élément issu de l'actualité, etc. Puis, à la suite d'une manipulation de matériel, l'apprenant est amené à réaliser une activité structurante comme l'élaboration d'un schéma, une présentation orale, la rédaction d'un rapport, etc. Cette démarche permet aux élèves d'acquérir une meilleure compréhension des phénomènes naturels, qui leur permettra d'effectuer des choix judicieux en ayant conscience de leurs actions sur le milieu.

Du côté des recherches américaines, le USDOE (United State Departement Of Education) recommande, depuis 2000, d'intégrer les TIC à l'enseignement, et ce, spécialement en mathématiques et en sciences (Irving et Bell, 2004). Il propose, par exemple, l'utilisation de site Internet, de présentation à l'aide du logiciel Microsoft Power Point, de simulation sur cédérom, etc. Or, nous constatons que la liste des outils proposés se résume à des figures animées, à des enregistrements vidéo ou encore à des logiciels permettant la construction de solides (Irving et Bell 2004) et ne mentionne pas l'utilisation d'univers immersif comme celui que nous proposons.

Dans le prochain chapitre, nous exposerons notre raisonnement en regard des théories que nous venons d'explicitier et nous mettrons en relief leur impact au sein de notre démarche empirique.

CHAPITRE III

MÉTHODOLOGIE

A priori, cette recherche-développement repose sur des enjeux pragmatiques : elle consiste à concevoir et à produire un objet matériel, puis à le tester. L'expression « recherche-développement » est interprétée de différentes façons selon le contexte. Dans le cas présent, elle se réfère à la littérature américaine, et signifie « conception et mise au point » (Van der Maren, 2003). Pour Borg et Gall (1989, cité dans Loisel 2001), l'expression fait référence au processus employé pour développer et valider des produits éducatifs. Selon Legendre (2005), elle définit la recherche produisant des objets ou des procédés nouveaux en utilisant des données et des connaissances scientifiques. De leur côté, Richey et Nelson (1996, cité dans Loisel 2001), distinguent deux types de recherche développement. Un premier type vise l'amélioration de la méthode de design, alors que l'autre est consacré à la réalisation d'une « expérience particulière de développement d'un produit », il présente habituellement un caractère local et un contexte original. Dans ce second type de recherche, « on y décrit en détail et y analyse le processus de conception, de réalisation et d'évaluation du produit (Loisel, 2001: 81) ». C'est précisément à ce deuxième modèle qu'est consacrée la présente étude, puisqu'il nous permettra de répondre à nos questions de recherche.

Suivant Richey et Nelson, nous avons procédé à la conception et à la réalisation d'un nouveau produit. Par la suite, puisque nous désirions mettre à l'épreuve le produit, nous avons juxtaposé des objets issus de la recherche évaluative, soit un prétest et un post-test, afin d'en mesurer l'efficacité. Nous avons réalisé cette recherche en deux temps, bien que les deux phases fussent interreliées. En premier lieu, nous avons effectué l'analyse des applications pratiques possibles, c'est-à-dire la conceptualisation du produit afin d'entreprendre la conception. Par la suite, nous avons procédé à la mise à l'essai du produit et à son évaluation. Ces deux phases distinctes correspondent selon Johnson (1977, cité dans Loisel 2001) aux volets de développement et de recherche.

Ainsi, l'approche préconisée dans cette étude est mixte, elle est d'une part qualitative et d'autre part quantitative. Afin de bien distinguer les deux approches, Mohr (1982, cité dans Maxwell et Loomis 2003) parle de « *variance theory* » et de « *process theory* ». Le premier concept implique que la recherche est réalisée avec des mesures précises, chiffrées et souvent exprimées sous forme de statistiques. C'est ce que nous désirions faire en utilisant un prétest et un post-test. Puis, le deuxième concept amené par Mohr, est à l'opposé du premier; il implique davantage des faits et des événements mis en relation, par exemple, un comportement dans un contexte précis. C'est ce que nous désirions qualifier à l'aide de notre grille d'observation. Selon Tashakkori et Teddlie (2003), cette approche mixte implique une collecte et une analyse de données qualitatives et quantitatives dans une même étude et ce à plusieurs reprises dans le processus de recherche, qu'elles soient réalisées simultanément ou de manière alternative.

3.1 Étendue du projet

Notre intention première était de concevoir un SAMI englobant plusieurs connaissances dans le domaine des sciences et technologies, afin que cet outil puisse être utilisé dans plus d'un contexte. Dans cette optique, nous avons élaboré un scénario global comportant six tableaux¹⁶, portant respectivement sur les thématiques suivantes : l'eau, les minéraux, les organismes vivants, la pollution de l'air, les espèces menacées et les volcans. Ces six grands thèmes regroupent une importante quantité de savoirs essentiels répartis dans les trois domaines des sciences et technologies (l'univers matériel, la Terre et l'Espace et l'univers vivant). Or, considérant l'envergure de la tâche et la durée limitée de cette étude, nous avons pris la décision de développer uniquement la première partie, soit le tableau portant sur la thématique de l'eau. Compte tenu de son ampleur, nous le considérons suffisant pour poursuivre nos objectifs de recherche. Il serait envisageable de développer les autres parties dans une recherche ultérieure. Ceci étant dit, nous ferons abstraction des portions n'ayant pas été développées, bien qu'elles aient fait l'objet de la scénarisation et du développement des scénarios pédagogiques, dans le but d'alléger la compréhension du texte.

¹⁶ Nous utilisons le terme tableau pour représenter une portion du jeu qui correspondrait, par exemple, à un chapitre d'un livre.

3.2 Éthique de la recherche

Afin de procéder aux différentes mises à l'essai, dont il sera question dans ce chapitre, nous avons sollicité la participation de deux classes de cinquième année du primaire. Selon notre protocole de recherche, approuvé par le Comité d'éthique de la recherche impliquant des êtres humains de l'Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue, nous avons reçu l'autorisation des directions d'établissements, des enseignants participants, puis des parents des élèves concernés, avant de procéder à la mise à l'essai de l'outil. Dans le but de protéger l'identité des sujets, toutes les informations recueillies à l'aide des outils de cueillette de données ont été traitées en toute confidentialité. Il n'est jamais fait mention, tout au long de cette étude du nom, ni même du sexe des participants. Par ailleurs, les enregistrements vidéo que nous avons réalisés lors de la mise à l'essai principale seront détruits à la fin de cette étude. En outre, les observations et les résultats aux tests n'ont pas été compilés dans l'intention de comparer les élèves entre eux, mais plutôt dans le but de noter les améliorations et les comportements suscités par l'outil. En dépit des résultats concluant cette étude, les élèves ayant été soumis au SAMI ont expérimenté un nouvel outil dédié aux apprentissages, faisant appel à plusieurs objectifs du plan de formation du Ministère de l'Éducation. En définitive, nous tenons à préciser que même si l'élève avait reçu l'autorisation écrite d'un parent, il pouvait, en tout temps, refuser de participer à la recherche et nous aurions respecté son choix. Un exemplaire des formulaires utilisés est joint en appendice A.

3.3 Design pédagogique

L'usage du mot « design » dans la langue française comporte une connotation d'esthétisme. Toutefois, c'est dans un tout autre contexte que nous l'employons ici. Il se rapporte plutôt à sa signification anglaise « ingénierie », employée lorsqu'il s'agit de faire la planification ou la conception d'un produit. C'est donc en tant que processus englobant toutes les phases préalables à la réalisation d'un SAMI que nous utilisons ce terme.

La pierre angulaire du design pédagogique est l'ergonomie, elle assure une structure des éléments (images, consignes, curseurs, etc.) afin de conduire l'apprenant vers le but visé. À ce jour, il existe plusieurs modèles de design pédagogique dont le nombre de phases varie de cinq à sept, incluant ou non la phase de diffusion. Selon Gagné et Briggs (cités dans Brien, 1981), le processus compte cinq étapes soient l'analyse, la conception, la réalisation, la validation et la diffusion. Or, dans le cadre de cette recherche, nous avons plutôt opté pour le modèle de design pédagogique élaboré d'après les recherches de Depover, Giardina et Marton (1998), puisqu'il fut testé dans la conception de plusieurs environnements d'apprentissage informatisés et qu'il a été spécifiquement développé pour des systèmes d'apprentissage de type multimédia. Fortement inspiré du modèle de Gagné et Briggs, il implique sept étapes, soit : 1- l'identification des conditions d'insertions et la population visée, 2- l'identification des contraintes et des objectifs, 3- l'extraction des connaissances, 4- l'analyse et préparation des informations, 5- l'organisation des informations selon une stratégie explicite, 6- la conception des interfaces, 7- l'élaboration des situations d'apprentissage. Tout en suivant ces étapes, les auteurs (ibid. : 42) considèrent « [...] que le design et la validation doivent progresser de pair selon un processus itératif qui procédera par affinement progressif jusqu'à ce que le produit se révèle réellement adapté aux objectifs qu'il poursuit ». Présentées dans la figure 3.1, les étapes peuvent donner l'impression d'un processus se déroulant par étapes subséquentes, mais il s'agit plutôt d'une démarche itérative de va-et-vient continuuel entre le monde de l'action et celui de la réflexion. Bien qu'il existe des règles en matière de planification, elles ne couvrent pas toutes les possibilités en termes

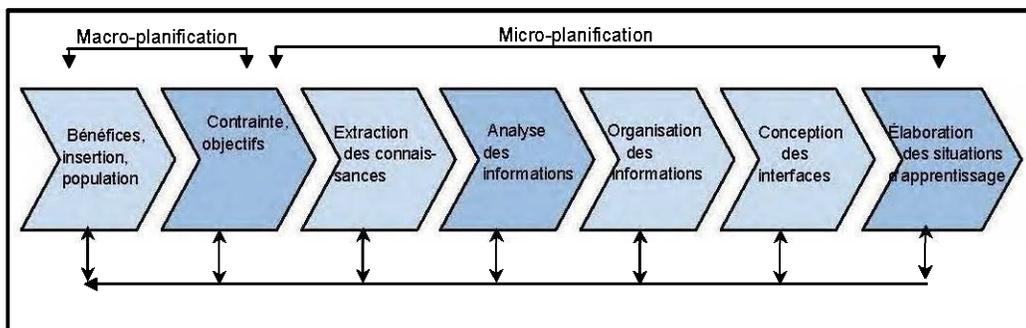


Figure 3.1 Étapes du processus de design pédagogique selon Depover, Giardina et Marton (1998).

de réalisation, elles agissent plutôt à titre de guide (Basque et Doré, 1999). Il s'agit d'une démarche ouverte à l'intuition qui permet de réagir aux imprévus. Afin de nous assurer de ne rien oublier en ce qui concerne la planification, nous avons aussi consulté les différentes étapes de production d'un système d'apprentissage multimédia interactif selon Marton (1992), ainsi que le guide de conception d'un site Web éducatif de Gylbert (2003). Plusieurs étapes recommandées par ces deux recherches rejoignent celles de la figure précédente.

3.3.1 Macro-planification

La macro-planification regroupe les premières étapes du processus de production d'un SAMI, elle permet l'analyse et la planification du projet. Certes, le prototype développé en 2003 fut un important point de départ en ce qui concerne le choix des médias, la méthode de travail et le style graphique. Nous avons considéré ce prototype en tant qu'ébauche, il nous a permis d'éviter certaines erreurs. Un nouveau choix technologique nous a amenée à retoucher le scénario, à refaire l'ensemble des illustrations et animations et à reprendre la programmation.

3.3.1.1 Identification des conditions d'insertions et la population visée

Comme nous l'avons mentionné précédemment, bien qu'il existe une volonté d'intégrer les NTIC à l'enseignement, nous avons peu d'informations quant à leur réelle efficacité sur le plan des rendements scolaires. En ce sens, nous avons procédé à l'élaboration et à l'expérimentation d'un SAMI, dans le but de vérifier son efficacité auprès d'apprenants en termes d'apprentissage. Nous voulions déterminer si l'utilisation d'un système d'apprentissage ludicoéducatif pouvait avoir une influence sur les apprentissages des élèves.

Le prototype de 2003 nous a, entre autres, permis de constater que le public le plus réceptif à ses particularités intrinsèques (tangente graphique, type d'aventure, etc.) était âgé de sept à onze ans. Puisque cette tranche d'âge regroupe des élèves de deux cycles différents, nous avons choisi de nous concentrer sur un seul d'entre eux, soit le deuxième. Ce dernier nous a permis une plus grande exploitation des connaissances visées en sciences et

technologies. Qui plus est, la tranche d'âge de sept à onze ans représente selon Piaget (cité dans Vienneau, 2005) le stade des opérations concrètes, où l'enfant développe le raisonnement nécessaire dans une démarche de résolution de problème. Pour Turkle (1984), il s'agit de l'étape où il formule des réflexions sur lui-même par le biais de l'ordinateur. Considérant que ces stades peuvent varier d'un individu à un autre, nous avons consulté un conseiller pédagogique et avons convenu que les élèves de cinquième année, donc en début de troisième cycle, représentaient un niveau idéal pour procéder à l'expérimentation. D'abord, l'utilisation d'un système informatique requiert quelques préalables tels que des habiletés sensori-motrices, afin de manipuler la souris parfois avec minutie et une connaissance rudimentaire de l'environnement informatique. Il était plus probable de retrouver ces préalables chez un élève de cinquième année, que chez un élève de niveau inférieur. Par ailleurs, selon nos propres observations lors d'activités réalisées avec des groupes scolaires¹⁷, cette tranche d'âge est généralement très réceptive, faisant à la fois preuve de maturité et de fascination pour l'imaginaire et le fantastique. Conséquemment, nous avons sollicité la participation de deux classes de cinquième année regroupant des élèves âgées entre dix et onze ans répartis dans deux écoles primaires pour procéder à l'expérimentation. Nous aurions, idéalement, couvert un plus grand échantillon, mais en considérant les différentes contraintes entourant le monde scolaire et l'étendue de notre étude, nous avons restreint l'expérimentation à ces deux groupes. Nous en tiendrons compte dans l'analyse de nos résultats.

Intervenir dans le milieu scolaire n'est pas une mince tâche : il faut construire un horaire s'adaptant aux besoins des différents acteurs, aux rencontres des élèves avec les spécialistes, tout en ajustant notre propre horaire. Par ailleurs, nous devons respecter le temps mis à notre disposition pour les mises à l'essai, soit des blocs d'environ 1h30. Aussi, nous avons pris soin de nous assurer que la matière proposée dans le SAMI n'avait pas été abordée en détail dans le cadre de l'année en cours.

¹⁷ Projet éducatif *Il parle avec les loups* : Activité de visioconférence multirégionale interactive [En ligne]. Accès : <http://www.ilparleaveclesloups.com>

Pour des raisons qui nous apparaissent logiques, l'accès à l'installation de matériel sur les ordinateurs dans les écoles est contrôlé. En conséquence, pour implanter le SAMI, nous devons solliciter les services informatiques de la commission scolaire, une procédure qui pouvait prendre quelques semaines. Or, la programmation d'un SAMI sous-entend un travail de peaufinage de dernière minute, d'ajustements, de correction de bogues, etc. En conséquence, nous avons installé nos ordinateurs personnels (deux) dans l'environnement scolaire pour la première mise à l'essai, et avons demandé aux élèves de se déplacer dans un laboratoire informatique de l'université pour la seconde.

3.3.1.2 Contraintes et choix de support

Tout en développant un produit selon les standards technologiques actuels, nous devons considérer la réalité informatique moyenne des écoles de la Commission scolaire de Rouyn-Noranda, afin que le SAMI puisse éventuellement être utilisé par l'enseignant. Nous sommes consciente que les infrastructures technologiques ne sont pas renouvelées chaque année. Les écoles dans lesquelles nous sommes intervenues disposaient d'ordinateurs datant de cinq à huit ans. Compte tenu de ces différentes contraintes, nous avons choisi d'employer le logiciel Macromedia Flash 8. Ce choix technologique nous a permis d'utiliser un style graphique vectoriel, c'est-à-dire des images composées de vecteurs plutôt que de points (pixels), ce qui rend les animations et l'ensemble de l'application moins volumineuses, donc plus faciles à gérer par l'ordinateur. Toutefois, l'utilisation des vecteurs sous-entend un calcul de la part de la machine, nous avons donc décomposé au maximum les différents mouvements afin de restreindre le nombre d'images nécessaires à l'animation. Par ailleurs, ce logiciel permet une programmation simple, l'ajout de son (trame sonore et narration), et répondait à nos différents besoins d'interactivité. De plus, il permet une exportation sous une multitude de formats, ce qui facilite l'installation sur tous les types d'ordinateurs. Nous avons conceptualisé le produit de concert avec les standards établis par le Bureau d'approbation du matériel didactique du Ministère de l'Éducation du Loisir et du Sport (2005) en termes de choix des matériaux et nous avons porté une attention particulière à l'égard des aspects pédagogiques, socioculturels, matériels et publicitaires dans l'ensemble des activités du SAMI.

3.3.2 Micro-planification

La macro-planification sert de point de départ et à l'identification des contraintes et des balises de travail avant d'entrer dans le détail de la conception du SAMI, elle permet le passage au deuxième type de planification, plus précise. La micro-planification permet la récolte d'information, l'analyse et l'organisation des connaissances et de l'information, l'élaboration des scénarios pédagogiques, etc. Elle donne le coup d'envoi à la mise en forme du système d'apprentissage.

3.3.2.1 Récolte d'informations

Afin de récolter les informations nécessaires à la construction des scénarios pédagogiques, nous nous sommes assurée que les connaissances ciblées correspondaient aux exigences du plan de formation du MEQ. Nous avons par la suite consulté divers manuels scolaires mis à la disposition des enseignants, afin de relever les manières d'aborder les connaissances. Par ailleurs, nous avons consulté quelques sites Internet éducatifs destinés aux apprenants du groupe d'âge ciblé et parachevé certaines informations en consultant des ouvrages encyclopédiques. Après quoi, nous avons procédé à la réécriture du scénario initial, en portant une attention particulière à la répartition des aspects ludiques et pédagogiques au sein du système d'apprentissage. Par la suite, nous avons validé les contenus sélectionnés auprès d'une enseignante et d'un conseiller pédagogique, afin qu'ils correspondent aux objectifs de formation. Cet exercice nous a conduite à l'élaboration d'une première version du cahier de charges et d'une arborescence de navigation.

3.3.2.2 Analyse et préparation des connaissances

Le contenu du système d'apprentissage repose sur des connaissances pédagogiques, mais il est transmis via un univers imaginaire, il comporte donc son lot de contenu ludique. En effet, l'aventure se déroule autour de la *Mare aux étoiles* où l'apprenant part à la recherche

de la baguette magique de *Béa*, la magicienne de *l'île de Fandoria*. Pour retrouver la baguette, l'apprenant doit explorer tous les recoins de la *Mare aux étoiles*. À travers sa quête, il constate que le niveau d'eau de la mare diminue, mettant en péril les espèces animales et végétales y vivant. Puisque nous désirions sensibiliser l'apprenant à ces problèmes écologiques, nous avons partitionné l'information et l'avons distribuée sous différentes formes à l'intérieur du SAMI. Par exemple, les répercussions du manque d'eau sur les espèces animales sont transmises par l'entremise d'une grenouille ou d'un canard (visuel et audio). Par la même occasion, ils fournissent à l'apprenant des indices pour retrouver la baguette magique (le but du jeu). Dans d'autres cas, l'information est découverte au survol d'un élément (une fleur, un insecte, etc.) avec le curseur de la souris (texto). De son côté, le livre accompagnant le cédérom agit à titre de complément, l'apprenant y retrouve des indications lui permettant de résoudre des étapes de la quête et des sections à remplir (fiches plastifiées). Il trouve l'information nécessaire pour compléter les fiches en parcourant l'application. Nous nous sommes efforcée d'établir une interrelation entre les supports, afin qu'ils soient perçus comme une seule et même activité. Pour y arriver, nous avons fragmenté l'information afin que les liens soient cohérents et complémentaires entre les deux supports. Le tableau 3.1 présente la liste du contenu notionnel abordé dans le SAMI. Nous avons placé un astérisque devant les notions abordées de façon plus complète.

Afin de rencontrer nos objectifs de recherche, nous voulions comparer les connaissances acquises par le SAMI avec une méthode traditionnelle. En considérant l'implication des enseignants et le temps nécessaire pour l'expérimentation en classe, nous avons ciblé deux notions importantes à l'intérieur du SAMI qui seraient évaluées à l'aide d'un prétest et d'un post-test. Puis, nous avons tenté de choisir les activités équivalentes à réaliser en classe. Pour ce faire, nous avons consulté l'ouvrage de Marcel Thouin (2006), *«Résoudre des problèmes scientifiques et technologiques au préscolaire et au primaire»*. Ce livre propose une panoplie d'activités, incluant les approches possibles du problème, le matériel nécessaire, etc.

Tableau 3.1 Contenu notionnel abordé dans le SAMI, selon le cycle

Notions	Cycle
Univers matériel	
La transformation de la matière – fabrication de produits domestiques (le savon)	2 ^e -3 ^e
La transmission de l'énergie – conductibilité thermique (conducteur-isolant)	3 ^e
*L'utilisation d'instruments de mesure simple (le pluviomètre)	2 ^e -3 ^e
*Conventions et modes de représentation des concepts – lecture de graphiques et tableaux	2 ^e -3 ^e
Terre et Espace	
La transformation de la matière – le cycle de l'eau	2 ^e
Univers vivant	
*L'organisation du vivant – anatomie des végétaux (parties de la plante)	2 ^e
Les transformations du vivant – métamorphose (libellule)	3 ^e
La photosynthèse chez les végétaux (besoins en eau et en gaz carbonique)	3 ^e
*L'interaction entre les organismes vivants et leur milieu – habitats des êtres vivants	2 ^e

Nous étions consciente que le fait de choisir des activités trop différentes aurait eu un impact négatif sur la crédibilité de l'évaluation. Voici les deux notions retenues pour procéder à la mise à l'essai opérationnelle avec le SAMI et en classe :

- a) L'utilisation d'instruments de mesure simple (le pluviomètre) : à l'aide du SAMI, l'apprenant retrouve des renseignements sur l'utilisation du pluviomètre, ses particularités et son fonctionnement. Il doit effectuer la lecture du pluviomètre dans le jeu et consulter le livre pour obtenir la quantité de pluie tombée au cours des derniers jours. Puis, il doit noter les résultats dans un tableau. Il s'agit de l'une des étapes de la quête. En classe, l'apprenant est amené à se questionner sur la façon de mesurer les précipitations, puis il doit procéder à la construction d'un pluviomètre à partir du matériel proposé et vérifier son fonctionnement (lecture et récolte de données).
- b) L'interaction entre les organismes vivants et leur milieu – habitats des êtres vivants : à l'intérieur du SAMI, les dialogues avec les habitants permettent à l'apprenant de

recueillir de l'information à propos des différentes répercussions du manque d'eau sur les espèces vivantes, et ce, tout au long de sa quête. En classe, cette activité se déroule sous forme de discussion avec des photos d'animaux et la description des répercussions du manque d'eau sur chacune des espèces.

Que ce soit par le biais du SAMI ou par les activités réalisées en classe, nous considérons que l'apprenant fait appel à des stratégies similaires, soit la manipulation, le tâtonnement, l'exploration de diverses avenues, ainsi qu'à des stratégies d'exploration et d'instrumentation, et ce, à travers des problématiques concrètes, qu'elles soient réelles (en classe) ou virtuelles (avec le SAMI).

Nous avons formulé des objectifs pédagogiques à partir de ces notions qui seraient soumises à l'évaluation. Les objectifs correspondent à ce que nous attendons de l'élève, nous avons consulté l'ouvrage de Morissette (1995), afin de bien les énoncer. Ils sont définis selon Legendre (2005 :905) comme « ce à quoi à travers une action éducative appropriée, on voudrait voir l'élève parvenir au terme d'une période donnée ». Ces objectifs se rapportent au contenu global que nous désirions aborder dans le prétest et post-test et se définissent comme suit :

1. Expliquer ce qu'est le pluviomètre et décrire son fonctionnement
2. Nommer des animaux qui dépendent du marais pour leur survie et décrire l'interrelation avec leur habitat.

3.3.2.3 Organisation des informations selon une stratégie explicite

Dans le but d'organiser les informations à l'intérieur du SAMI (à l'intérieur du cédérom et du livre), nous avons réparti le contenu en unités d'apprentissage cohérentes et ordonnées afin de favoriser le traitement de l'information. L'utilisation du multimédia nous a ainsi permis de fragmenter l'information en douze étapes à l'intérieur des quinze interfaces¹⁸

¹⁸ Une interface représente une page-écran à l'intérieur de laquelle l'utilisateur peut naviguer.

composant le prototype interactif et parmi les seize pages du livre (ces étapes sont présentées dans le *Guide d'utilisation du SAMI* en appendice G).

La métaphore, par sa mise en scène, joue un rôle essentiel dans l'organisation des connaissances, puisque c'est en déplaçant le protagoniste autour de la *Mare aux étoiles* que l'apprenant entre en relation avec les différents acteurs. Lorsqu'il ouvre une boîte de dialogue, il est d'abord introduit au personnage et se retrouve devant une possibilité de trois questions à poser. Il peut obtenir une information sur le but du jeu (la quête), au sujet d'une espèce et de son habitat et sur les problèmes causés par la diminution du niveau de l'eau de la mare. Dans d'autres cas, on lui demande de consulter un instrument comme un pluviomètre. Une narration accompagne le texte des dialogues afin de favoriser un double encodage de l'information. L'apprenant peut faire défiler le texte à son rythme, il contrôle les échanges, il peut poser le nombre de questions de son choix et quitter la conversation en tout temps. Il a aussi la possibilité de revenir en arrière afin de relire ou d'entendre à nouveau une information. À travers cette expérience multisensorielle, le SAMI invite l'apprenant à développer son potentiel cognitif, puisqu'il peut prendre le temps nécessaire pour réfléchir, revenir sur ses pas, commettre des erreurs et en constater automatiquement les conséquences. Par ces manipulations, inspirées de gestes concrets (apprentissage par l'action), nous pensons qu'il est facile pour l'apprenant d'établir des liens avec des situations réelles de son quotidien. La figure 3.2 est extraite du cahier de charges, elle démontre l'un des scénarios pédagogiques se retrouvant à l'intérieur du SAMI, c'est-à-dire les choix de navigation possibles et le contenu pédagogique s'y rattachant :

En s'adressant au canard, l'un des personnages de la *Mare aux étoiles*, l'apprenant est informé du fait que le niveau de l'eau est à la baisse. Dans cette situation, l'utilisateur peut en apprendre davantage à propos de l'un des impacts du manque d'eau sur les plantes et animaux (interaction entre les organismes vivants et leurs milieux – habitats). Par ailleurs, le canard demande à l'utilisateur d'aller vérifier la quantité de pluie tombée dans le pluviomètre, en se rendant à la *station de mesure*. L'apprenant doit effectuer la lecture de la quantité d'eau, recueillir les données et les inscrire dans un tableau (conventions et modes de représentation des concepts). Une fois ces données recueillies, le système d'aide offre une

rétroaction à l'apprenant (message de félicitations) puis l'invite à informer le canard des résultats. Ce dernier remet à l'utilisateur un objet nécessaire à la poursuite de la quête. Cet élément agit à titre de renforcement positif et contribue à la motivation de l'apprenant. Cette étape franchie, l'apprenant peut se concentrer sur le prochain objectif à atteindre (le prochain scénario pédagogique).

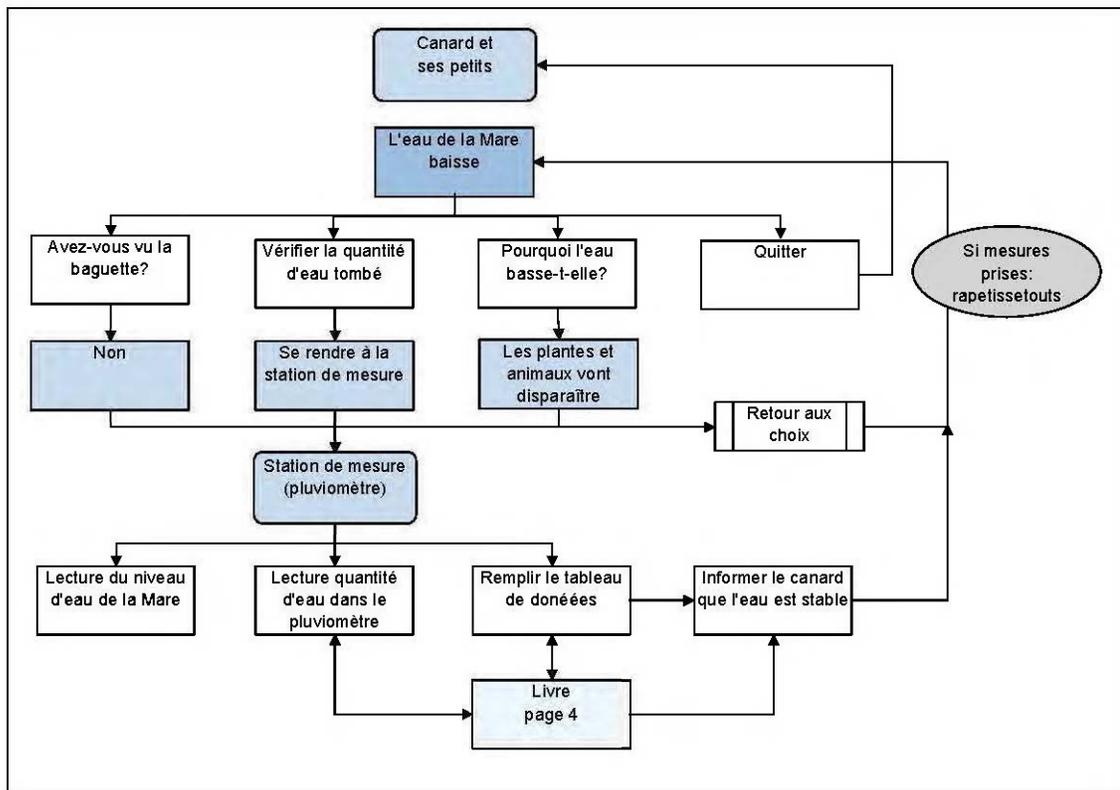


Figure 3.2 Choix de navigation offert à l'apprenant pour l'une des étapes de la quête (extrait du cahier de charges).

Selon ce qu'indiquent Depover, Giardina et Marton (1998), le multimédia interactif propose deux types de stratégies pédagogiques à l'apprenant, soit la résolution de problème et la stratégie structurale. Par le niveau d'interactivité proposé, l'apprenant a la liberté de choisir et d'explorer l'environnement qui lui est présenté, donc de résoudre le problème. Par contre, la stratégie structurale vient diriger l'apprenant vers un cheminement pré-établi. Ces deux stratégies se retrouvent au sein de notre système d'apprentissage. D'abord, il existe une

certaine structure à laquelle l'apprenant doit se conformer lorsqu'il est plongé à l'intérieur de l'aventure interactive. En effet, certaines étapes doivent être effectuées avant d'autres, par exemple, il doit trouver la clef avant de déverrouiller la porte. Néanmoins, nous sommes d'avis que cette structure vient accroître l'authenticité de l'application plutôt que contraindre l'expérience interactive. Sans cette structure, le système d'apprentissage serait incohérent et comporterait plusieurs faiblesses d'ordre scénaristique et pédagogique. La deuxième stratégie mise de l'avant est la résolution de problème. Pour obtenir les différentes informations, tant les connaissances pédagogiques que les éléments nécessaires à la quête, l'apprenant doit explorer, émettre des hypothèses, valider ses informations, etc. Nous croyons que cette résolution de problème favorise l'apprentissage et qu'elle répond bien aux deux types d'utilisateurs, soit au *maître doux* et au *maître dur* de Turkle (1984), comme expliqué précédemment, qui utilisent leurs propres méthodes afin de résoudre le même problème. Certains apprenants parviennent à résoudre le problème en utilisant des moyens très rationnels et en minimisant les clics de souris (*maître dur*), alors que d'autres explorent toutes les possibilités de combinaison et d'association (*maître doux*); ils effectueront davantage de manœuvres, mais parviendront au même résultat.

3.3.2.4 Conception des interfaces

La composition des interfaces n'a pas été prise à la légère, car nous sommes consciente que la disposition des éléments a des répercussions importantes sur la façon dont l'apprenant traite l'information. Dans la conception d'un système d'apprentissage, l'interface doit remplir deux fonctions essentielles, soit de communiquer efficacement l'information nécessaire à l'apprenant à travers le micromonde et d'amener ce dernier à interagir avec les éléments le composant. L'interface doit donc être conçue ergonomiquement de manière à faciliter la navigation, et par le fait même, la construction des connaissances. Des images extraites des interfaces principales sont disponibles dans le *Guide d'utilisation du SAMI* en appendice G

Sur le plan de la navigation, le prototype de 2003 fut un important point de départ. Bien que la démarche de l'époque n'était pas scientifique, certains comportements furent observés et des lacunes notées. Par exemple, nous avons relevé des problèmes d'ergonomie

cognitive : la disposition du menu dans la partie inférieure de l'interface entraine en conflit avec d'autres éléments cliquables donc, avec le traitement de l'information. Dans un premier temps, nous avons envisagé des solutions pour le positionnement du menu, que nous avons mis à l'essai auprès du public ciblé sans tarder. Ces premières expérimentations, ne comptant que deux interfaces, nous ont aussi permis d'effectuer un choix en termes de déplacements : nous avons favorisé la navigation avec la souris plutôt que l'utilisation des flèches du clavier. Après quelques essais, nous avons consenti à une répartition des éléments de navigation. Dans la partie supérieure gauche se trouvent les boutons principaux dont le fonctionnement est similaire, le bouton d'aide est positionné vers la droite puisque sa mécanique est différente, les menus secondaires quant à eux sont rétractables et s'ouvrent dans la partie inférieure de l'écran. Ce procédé nous apparut plus ergonomique, tout en laissant la liberté d'exploitation complète de l'interface. De cette façon, la disposition du menu prend aussi en considération le sens normal de lecture, soit de gauche à droite. Nous avons placé en appendice B (fig. A.2), l'évolution de la disposition des éléments de navigation jusqu'au choix final.

En plus des boutons de la barre de navigation, l'utilisateur découvre plusieurs zones actives¹⁹ à l'intérieur de chacune des quinze interfaces, il s'agit d'éléments qui réagissent au survol de la souris. Par exemple, au passage de la souris sur une fleur, un texte apparaît sur une petite fiche et fournit une information nécessaire à la quête ou encore pour remplir une page du livre. Chacune des interfaces est composée de zones actives et, par conséquent, de zones mortes. En ce sens, nous avons disposé l'information importante de part et d'autre des sentiers empruntés par le personnage, afin qu'elle soit rapidement découverte et accessible tant au *maître doux* qu'au *maître dur* parmi nos testeurs. Ces chemins contribuent à la lecture de l'information qui sera faite par l'apprenant. L'animation de certains éléments permet aussi d'attirer le regard de l'apprenant et l'amène à découvrir d'autres informations. Les curseurs sont représentés par des actions : parler, aller, prendre et voir. Ils font référence aux parties du corps du protagoniste. Au survol d'un élément, le curseur *prendre* signifie que l'objet peut être ramassé et ajouté dans le sac à dos, le curseur *voir* permet d'ouvrir une petite fiche

¹⁹ Nous entendons par zone active, les portions d'une interface qui réagissent au passage ou au clic de la souris. Une interface comporte des zones actives et des zones mortes, où aucun élément n'est cliquable.

d'information, ou encore de regarder un élément de plus près, puis le curseur *parler* signifie que l'utilisateur peut s'adresser à l'un des personnages, au clic, il ouvre une boîte de dialogue. Finalement, le curseur *aller* permet tout simplement à l'utilisateur de se déplacer d'une interface à l'autre.

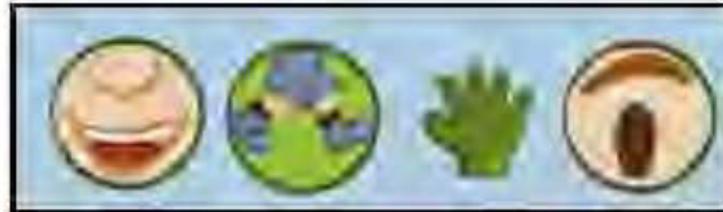


Figure 3.3 Curseurs du SAMI

D'un point de vue esthétique, nous avons élaboré une palette de couleur très vive afin de renforcer l'aspect imaginaire du micromonde. Ainsi, l'apprenant rencontre une grenouille violette, une écrevisse orangée ou encore des petites créatures roses. Nous avons priorisé un contour plus foncé afin de bien contraster les éléments entre eux. La typographie choisie pour les dialogues est une fonte composée de légers empattements, elle facilite la lecture à l'écran. Cette typographie est aérée et un bon contraste de couleur par rapport à l'arrière-plan permet de bien la distinguer. Nous l'avons employée dans un corps de texte suffisamment grand et avons porté une attention particulière à la forme des lettres, comme le A en bas de casse, afin de faciliter la compréhension des apprenants éprouvant des difficultés de lecture.



Figure 3.4 Typographie utilisée dans le SAMI

Chacune des interfaces a été construite selon un même modèle d'ergonomie cognitive afin de conserver l'homogénéité de l'application. De cette façon, l'apprenant ne concentre

pas son attention sur le mode de fonctionnement, dès qu'il a assimilé la disposition principale, sa mémoire de travail peut se concentrer sur les éléments à recueillir.

3.3.2.5 Élaboration des situations d'apprentissage

Nous avons construit les scénarios pédagogiques en respectant la théorie du traitement de l'information cognitive, l'apprenant n'a jamais à retenir plus de cinq éléments à la fois. Dans la figure 3.5, nous avons dressé le graphe des connaissances générales pour le SAMI.

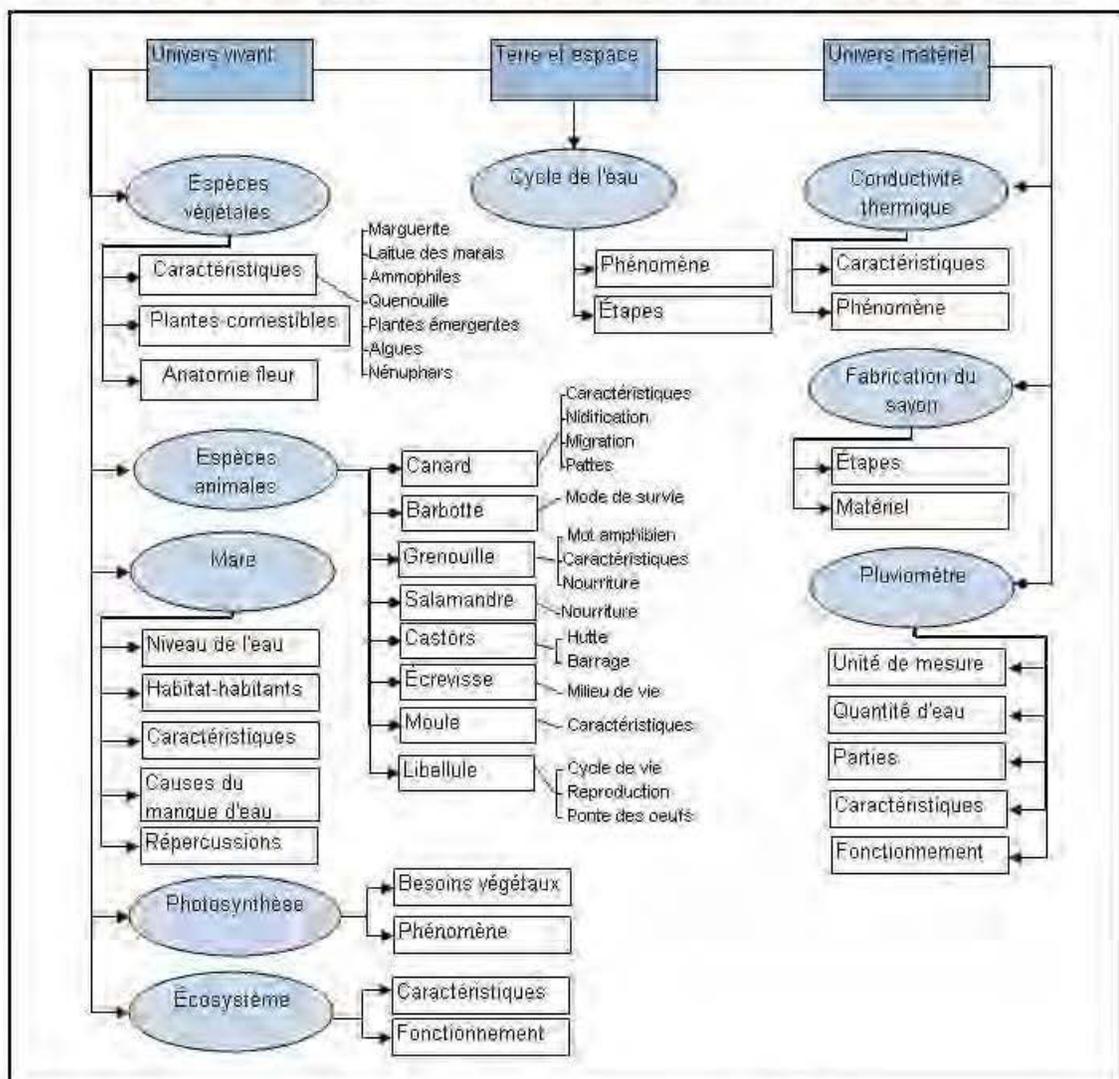


Figure 3.5 Graphe des connaissances du SAMI.

Le détail des connaissances retrouvées respectivement dans le livre et dans le cédérom est disponible dans les figures A.3 et A.4 (appendice B).

3.4 Mises à l'essai

Selon Loisel (2001 : 92), dans un processus de recherche-développement, les différentes mises à l'essai « [...] ne visent pas à faire une évaluation scientifique de l'efficacité du produit. Elles ont pour objectif de cerner les améliorations à apporter au produit et de mettre en évidence les données empiriques qui sous-tendent les choix faits dans le développement du produit ». En ce sens, nous nous efforcerons de mettre en lumière une description détaillée du contexte des mises à l'essai afin d'en faire ressortir les particularités, le cheminement suivi ainsi que les outils de collecte de données utilisés. Nous sommes consciente des risques impliquant le développement d'un système d'apprentissage faisant appel aux nouvelles technologies. Ainsi, l'expérimentation du SAMI s'est élaborée dans une multitude d'approches. Notre expérience dans le domaine nous a permis de constater que l'approche par prototypage représentait plusieurs avantages tels que le retour presque instantané d'informations, qui permet de modifier rapidement le prototype soumis à l'expérimentation. Nous sommes toutefois consciente des risques de cette méthode à privilégier l'empirisme. En ce sens, plusieurs validations sur les plans ergonomiques et de contenus pédagogiques se sont effectuées à l'intérieur de l'équipe de conception (concepteur pédagogique et programmeur), et auprès d'experts (enseignant, conseiller pédagogique et experts multimédias) externes au projet. Les dialogues, activités pédagogiques, et animations furent conçus, soumis à l'évaluation, puis rectifiés afin qu'ils correspondent aux objectifs et au niveau de scolarité des apprenants. Ces validations se sont effectuées itérativement afin d'effectuer les ajustements le plus tôt possible.

La mise au point du produit représente une portion considérable de la recherche en termes de ressources et de temps. Afin d'assurer la régulation du produit, nous avons procédé selon Borg et Gall (1989, cités dans Loisel 2001), à plusieurs étapes :

- Au développement préliminaire du produit et à la mise à l'essai préliminaire auprès d'un petit nombre de sujets;
- à la révision du produit à la lumière des données recueillies à la mise à l'essai préliminaire;
- à la mise à l'essai principale avec un plus grand nombre de sujets;
- à la révision opérationnelle du produit en tenant compte des résultats de mise à l'essai principale;
- à la mise à l'essai opérationnelle.

Notre intention première était de nous en tenir à une seule mise à l'essai avec un plus grand nombre de sujets, donc à la mise à l'essai principale. Cependant, en raison des variables intermédiaires non contrôlées, que nous précisons dans ce qui suit, nous avons procédé à l'ensemble des étapes ci-haut mentionnées.

3.4.1 Mise à l'essai préliminaire

De prime abord, une collecte de données s'est effectuée auprès d'apprenants à l'aide de deux maquettes interactives. Ces maquettes représentaient une version préliminaire abrégée du prototype, très épurée graphiquement, elles n'étaient constituées que de deux interfaces sur un total de quinze. Ces deux maquettes étaient identiques en termes de contenu, seuls les modes de navigation étaient différents : dans le premier cas, les déplacements s'effectuaient avec les flèches du clavier, et dans l'autre à l'aide de la souris. L'utilisation de versions écourtées nous a permis des ajustements sans avoir à les appliquer à l'ensemble du système. Cette opération auprès des apprenants consistait davantage à valider les choix sur les plans de l'ergonomie des interfaces, de la navigation et de la clarté des messages et des consignes. Afin d'effectuer cette mise à l'épreuve, nous avons procédé par essais cliniques à l'aide d'une chaîne évaluative. Cette méthode consistait à observer le sujet 1 lorsqu'il utilisait le matériel et de discuter avec lui de ce qu'il pouvait faire ou de ce qu'il ne pouvait réaliser. Selon Van der Maren (2003 : 116),

C'est le prototype qui sera mis à l'épreuve dans des essais " réels " auprès d'échantillons de la population ciblée, de façon à l'ajuster de telle sorte que la *valeur d'usage* (ça fonctionne) et la *valeur d'estime* (ça attire, c'est beau, on a envie) accordées par les utilisateurs qui l'ont testé soient suffisantes pour passer à la fabrication en série et à la diffusion de l'objet pédagogique.

Cette discussion s'est effectuée à haute voix afin que l'apprenant puisse s'exprimer clairement et qu'il mentionne ses intentions, ses frustrations face aux limites du prototype (*Je veux cliquer ici, ha non, ça ne marche pas!*). Nous avons noté les commentaires recueillis dans notre journal de bord. Cet entretien nous a permis de poser un diagnostic à partir duquel nous avons effectué des modifications au prototype initial. À la suite de ces modifications, nous avons observé un sujet 2, puis un sujet 3, ce qui a constitué une chaîne. Van der Maren propose un fonctionnement de trois à cinq chaînes de trois à cinq sujets chacune. Or, cette première mise à l'essai fut exécutée au cours de l'été, il a donc été plus difficile de trouver des sujets et de procéder à la mise à l'essai. En tenant compte des disponibilités des sujets et du temps accordé à chacun d'eux, nous n'avons procédé qu'à partir d'une seule chaîne de trois sujets. Utiliser un même sujet plus d'une fois aurait pu biaiser les informations recueillies en raison d'une interférence de la mémoire. Cependant, ces trois sujets nous ont fourni un nombre important d'informations qui nous ont permis de déterminer le mode de navigation. En effet, les déplacements à l'aide de la souris ont semblé plus naturels qu'avec le clavier. À la suite de cette première expérimentation, nous avons révisé les points suivants : relocalisation de la barre de navigation et modification de son fonctionnement, identification des zones cliquables par une icône plus visible, ajout de bouton pour fermer les boîtes de dialogue et les menus secondaires, relocalisation d'éléments jugés trop près. Nous avons estimé ces informations suffisantes afin de considérer cette maquette révisée comme « prototype de contrôle », il a servi de modèle pour la poursuite de la conception du produit.

3.4.2 Mise à l'essai principale

À la suite de la mise à l'essai préliminaire, nous avons été en mesure de poursuivre la conception du SAMI afin de présenter un produit plus élaboré, c'est-à-dire incluant des quinze interfaces composant le tableau complet de la *Mare aux étoiles*. En plus de procéder à l'expérimentation du SAMI avec un plus grand nombre de sujets, cette mise à l'essai

principale nous a permis d'utiliser pour une première fois les instruments servant à l'analyse de l'un de nos objectifs de recherche, à savoir si le SAMI développé pouvait avoir une influence sur les apprentissages des apprenants. Cette mise à l'essai eut lieu au sein d'une classe de cinquième année composée de vingt-cinq élèves. Nous avons demandé à l'enseignant de répartir la classe en deux groupes équivalents en termes de force, à défaut d'être identiques. D'abord, tous les sujets ont été soumis à un prétest portant sur les apprentissages visés. Quelques jours plus tard, les élèves du groupe A ont procédé à l'expérimentation du SAMI, pendant que ceux du groupe B ont réalisé des ateliers correspondants aux notions ciblées, en classe. À l'intérieur du groupe A, nous avons observé chacun des douze sujets se présentant aux ordinateurs par groupe de deux, et consigné nos observations dans notre journal de bord. Puisque les dernières corrections du SAMI ont été effectuées à peine quelques jours avant l'expérimentation, nous avons utilisé nos ordinateurs personnels (deux), ne pouvant attendre l'installation du logiciel par un technicien de la commission scolaire.

Nous avons procédé à l'enregistrement vidéo des essais afin qu'aucune information ne nous échappe en ce qui a trait au comportement des élèves. La caméra fut placée en retrait derrière les élèves pour éviter les inconforts. Nous avons jugé pertinent de voir évoluer les apprenants par groupe de deux, sans le regard de l'enseignant et de l'ensemble des pairs. Nous croyons que de cette façon, nous avons pu observer des comportements plus authentiques, et ce, malgré la présence de la caméra, dont la plupart des élèves ont semblé oublier la présence. Par la suite, l'ensemble des élèves composant le groupe A et le groupe B, a été soumis au post-test. Dans un deuxième temps, nous avons jugé pertinent de soumettre le groupe B au système d'apprentissage, dans le but de colliger le plus d'informations possible relatives à l'outil. Pendant que nous étions en présence du groupe B, l'enseignant a profité de l'occasion pour réaliser les activités, effectuées au préalable avec le groupe B, avec le groupe A. À la fin de l'expérimentation, nous avons, par curiosité, redistribué un test à l'ensemble des élèves (nous avons repris la formule du prétest). Puis, nous avons demandé à l'ensemble des élèves de remplir un questionnaire d'appréciation du SAMI.

De prime abord, nous pensions qu'une seule mise à l'essai auprès d'un plus grand échantillon (vingt-cinq sujets) serait suffisante afin de rencontrer nos objectifs de recherche. Toutefois, puisque nous voulions être en mesure de noter tous les comportements des apprenants face au SAMI et que nous les avons observés par groupe de deux, le déroulement de la mise à l'essai fut échelonné sur plusieurs jours. En conséquence, il est possible que des informations concernant le contenu du système et des activités aient circulé entre les élèves, ce qui a pu biaiser les résultats des tests et leurs réactions relatives au SAMI. Par ailleurs, la durée de l'expérimentation et le moment de la journée variaient d'un sujet à l'autre, selon la disponibilité de l'enseignant et l'horaire des élèves. Le contexte d'expérimentation s'est donc avéré très différent dans certains cas. Compte tenu de ces possibilités, seuls ces résultats ne pouvaient être considérés à des fins d'analyse.

Puisque nous allions procéder à une autre mise à l'essai, un diagnostic des faiblesses fut posé et une révision du système d'apprentissage fut réalisée, en plus d'une révision des outils de collecte de données. Les points suivants ont été soumis à cette révision : clarification de l'une des activités (étape) à l'intérieur du système, modification de l'ordre des pages du livre pour offrir un déroulement chronologique par rapport aux étapes à franchir dans le jeu, ajout d'espace pour la prise de notes dans le livre, clarification de l'icône de zone déplacement dans deux interfaces et modification de l'emplacement d'éléments jugés trop près. En ce qui concerne le déroulement, nous avons conclu qu'il fallait laisser plus de temps à l'apprenant pour effectuer la quête du SAMI, et mettre davantage l'emphase sur le livre lors de la lecture des consignes. Nous avons aussi modifié l'une des activités à faire en classe (par le groupe contrôle), qui a semblé ennuyante et dont les notions étaient finalement plus ou moins reliées au SAMI, ce qui a eu un impact sur les questions posées à l'intérieur des tests.

3.4.3 Mise à l'essai opérationnelle

Devant la difficulté de compiler les résultats obtenus lors de la mise à l'essai principale, en raison de leur disparité, nous avons procédé à une expérimentation supplémentaire : la mise à l'essai opérationnelle. Afin que les sujets n'aient aucun lien avec la mise à l'essai précédente, nous avons expérimenté le SAMI avec une classe d'une autre école, où les élèves

et l'enseignant n'avaient jamais été en contact avec le propos de notre étude. Bien qu'il soit suggéré de procéder à la mise à l'essai opérationnelle sur un plus grand échantillon (Borg et Gall 1989, dans Loisel 2001), nous avons expérimenté à nouveau le SAMI dans une seule classe. Cette seconde mise à l'essai fut réalisée tardivement, nous étions donc à la recherche d'un enseignant prêt à modifier rapidement sa planification. Cette fois-ci, nous voulions que les deux groupes (expérimental et contrôle) soient soumis à leur traitement respectif en même temps. La présence d'un stagiaire au sein de la classe a facilité la division du groupe dans des lieux différents.

Le prétest fut distribué aux élèves au même moment, quelques jours avant la mise à l'essai, afin que les notions abordées ne soient pas trop fraîches en mémoire. Nous n'avons pas été présente lors de ce test. Comme lors de la mise à l'essai précédente, nous avons demandé à l'enseignant de répartir sa classe en deux groupes équivalents en termes de forces académiques, à défaut d'être identique. Puisque nous voulions éviter la contamination des données entre les élèves avant de les soumettre au post-test, nous avons déplacé le groupe A, expérimentant le SAMI, dans les locaux de l'université afin que les treize élèves soumis au traitement le soit au même moment. Le laboratoire informatique de l'université nous permet d'installer nous-même l'application et contient un nombre suffisant d'ordinateurs et de casques d'écoute pour chacun des élèves. Les treize élèves formant le groupe B sont demeurés en classe avec le stagiaire pour réaliser les activités. Les deux groupes furent soumis au post-test dans leur lieu respectif, au même moment, soit en fin de journée. Puis, nous avons distribué au groupe A un questionnaire d'appréciation du SAMI. Dans les deux cas, l'expérimentation s'est déroulée dans un même laps de temps, la même journée et les élèves des groupes A et B n'ont pu discuter entre eux avant de remplir le post-test.

3.5 Outils de collecte de données

Comme mentionné plus haut, l'un des objectifs de cette recherche était de vérifier l'impact de l'utilisation du système d'apprentissage sur les apprenants. Au cours des mises à l'essai, nous avons d'abord cumulé des données quantitatives. Tous les sujets furent soumis à un prétest, sous la forme d'un questionnaire portant sur les notions visées. Par la suite,

un post-test fut effectué par les deux groupes. Nous avons recueilli les résultats obtenus à ces deux tests. Nous avons aussi colligé des données qualitatives, ces données nous donnent davantage de précision sur le contexte de l'expérimentation. Nous avons d'abord consigné ces données à l'aide d'un journal de bord lors des mises à l'essai préliminaire et principale, puis à l'aide d'une grille d'observation pour la mise à l'essai opérationnelle. Finalement, un questionnaire d'appréciation fut rempli par les élèves soumis au SAMI.

Le premier instrument qui nous a permis de recueillir des informations, fut le prétest. Disponible en appendice C, il était composé de questions se rapportant aux notions qui seraient abordées par la suite. Ces questions furent inspirées de celles retrouvées dans le matériel scolaire disponible en science et technologie et par les objectifs pédagogiques que nous poursuivions. Ce test nous a servi de prise de mesure initiale, afin d'être informée des connaissances déjà acquises par les sujets, avant d'être soumis à l'un ou l'autre des traitements.

Lors des mises à l'essai préliminaires et principales, nous avons eu recours au journal de bord pour recueillir l'information. Cet outil nous a permis de noter un grand nombre de comportements lors de l'expérimentation; les rires, les interrogations, les problèmes techniques, le temps nécessaire pour parcourir le système, les échanges entre élèves, etc. Nous avons utilisé nos différents comptes rendus afin de procéder à la révision de l'outil. Ce journal nous a aussi permis de noter nos réflexions et d'établir des relations entre les réactions des sujets et les aspects théoriques de notre recherche. Les enregistrements vidéo ont été utilisés afin de compléter nos observations²⁰.

Lors de la mise à l'essai opérationnelle, nous avons utilisé une grille d'observation (appendice E), afin de noter le comportement des élèves, leurs interactions avec les pairs, les questions soulevées, les réactions, etc. Puisque les deux groupes furent soumis à leur traitement respectif dans des lieux différents, cette grille nous a fourni une description des circonstances dans lesquelles l'expérimentation fut réalisée. Nous l'avons complétée nous-

²⁰ Comme nous l'avons mentionné précédemment, ces enregistrements seront détruits au terme de l'étude, suivant la Politique d'éthique de la recherche impliquant des êtres humains de l'Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue.

même pour le groupe expérimentant de SAMI et elle fut remplie par un assistant de recherche pour le groupe contrôle. Cette grille fut inspirée de celle créée par Ladouceur (2003) vérifiant l'efficacité d'un SAMI en histoire. Nous l'avons adaptée à notre situation. Bien que cet instrument de mesure ne nous renseigne pas sur les notions acquises par les apprenants, il nous permet de décrire le contexte précis d'utilisation, le comportement des apprenants et tout autre effet généré par le SAMI.

Par la suite, l'utilisation du post-test nous a permis de colliger les données d'après traitement. Il était composé, tout comme le prétest, de questions portant sur les notions intégrées dans le SAMI et à l'intérieur des activités réalisées en classe. Nous avons tout simplement modifié la formulation et interchangé l'ordre des questions dans la mise en page, afin que la capacité de mémorisation des élèves ne contamine les résultats (appendice D). Ce post-test nous a permis de mesurer les connaissances acquises lors des traitements.

Finalement, un questionnaire fut distribué aux sujets ayant expérimenté le SAMI afin de recueillir leur opinion et leurs perceptions quant à son utilisation (appendice F). En toute confidentialité, ils ont répondu aux questions de type choix multiples, posées à l'aide d'échelles de satisfactions. Seules les deux dernières questions étaient ouvertes, leur demandant d'identifier deux choses qu'ils avaient le plus et le moins aimées, elles donnaient à l'apprenant la possibilité de s'exprimer plus ouvertement. Nous considérons ce questionnaire comme essentiel, puisqu'il met en lumière les perceptions de l'apprenant. Les questions portaient, entre autres, sur la facilité à naviguer, la compréhension des consignes et des icônes et sur le niveau d'expérience avec l'ordinateur. Ce questionnaire fut aussi inspiré du travail de Ladouceur (2003). Les données recueillies à l'aide de ce questionnaire peuvent fournir des informations complètement différentes des autres données recueillies.

3.6 Difficultés et contraintes de la recherche

Bien que nous ayons procédé à l'aide d'un groupe contrôle et expérimental, nous ne pouvons qualifier notre recherche d'expérimentale. Comme nous l'avons mentionné, lors des deux mises à l'essai, nous avons demandé à l'enseignant de répartir la classe en deux

groupes les plus équivalents possible. Puisque cette répartition n'était pas le fruit du hasard, nous nous retrouvons devant un modèle de recherche quasi expérimental (Boudreault 2004). En considérant le nombre restreint de participants (vingt-cinq pour la mise à l'essai principale et vingt-six pour la mise à l'essai opérationnelle), nous craignons qu'une répartition aléatoire ne forme des groupes déséquilibrés en termes de forces, ce qui aurait influencé les résultats de cette recherche. Nous avons demandé à l'enseignant d'effectuer la répartition des groupes le plus objectivement possible. De toute évidence, plusieurs variables intermédiaires n'ont pu être contrôlées lors de cette recherche et risquent d'être sources de biais, même si nous les avons préalablement identifiées.

D'abord, nous avons tenté de contrôler le contexte physique de l'expérimentation lors de la mise à l'essai opérationnelle, en soumettant les sujets aux traitements au même moment de la journée. Or, les groupes se sont retrouvés dans des lieux totalement différents, soit la classe pour le groupe contrôle, et le laboratoire de l'université pour le groupe expérimental. Le fait de se retrouver dans un lieu nouveau peut avoir eu des répercussions sur le comportement des sujets. Au contraire, lors de la mise à l'essai précédente, les sujets évoluaient dans un lieu similaire, soit un local de leur école, mais dans un intervalle de temps variable et à des périodes de la journée différentes. Nous pouvons donc affirmer, que dans les deux cas, le facteur physique fut identifié, mais n'a pu être totalement contrôlé : il peut donc être source de biais dans les résultats observés.

Bien entendu, puisque nous expérimentions un système d'apprentissage à l'aide d'un ordinateur et que le groupe contrôle travaillait de manière traditionnelle en classe, les sujets connaissaient leur groupe d'appartenance, ils ont donc pu être influencés par cette association à l'un ou l'autre des groupes. Ce facteur peut avoir modifié le comportement des élèves. Dans ce cas-ci, nous croyons qu'un *effet John Henry* (Lamoureux, 1995), soit envisageable auprès du groupe contrôle qui, inconsciemment, a peut-être tenté de se dépasser, puisque les élèves se savaient comparés au groupe expérimental. La possibilité d'un effet Pygmalion est aussi envisageable du côté du groupe expérimental. Or, dans le but de contrôler cet effet, nous avons porté une attention particulière dans la façon de présenter le SAMI au groupe expérimental. Nous l'avons d'abord présenté comme un nouvel outil à mettre à l'épreuve,

sans mentionner quoi que ce soit au sujet du groupe contrôle. À la fin de l'expérimentation seulement, nous avons mentionné être l'auteur du SAMI et notre intention de comparaison. De cette façon, nous pensons avoir restreint la possibilité que des élèves aient voulu nous faire plaisir. Lors de la manipulation du système, nous avons lu les consignes aux élèves, puis nous avons tenté de n'intervenir qu'en cas de problèmes techniques. Néanmoins, nous sommes intervenue à quelques reprises auprès de certains apprenants qui éprouvaient de grandes difficultés dans le jeu, en les questionnant tout simplement sur ce qu'ils cherchaient à faire (*qu'est-ce que la grenouille t'as demandé?*). Nous n'avons pas accompagné les apprenants dans leur aventure, comme l'aurait normalement fait l'enseignant, par crainte d'influencer leurs manipulations et leurs comportements.

Par ailleurs, l'enseignant et son stagiaire, bien intentionnés, ont pu influencer les groupes avant qu'ils ne soient soumis aux traitements, par leur désir de voir performer le système d'apprentissage ou au contraire par leur conviction que l'enseignement traditionnel surpasse l'utilisation des TIC. Même si nous avons demandé à l'enseignant de créer des groupes équivalents, il n'est pas exclu qu'il ait favorisé des élèves pour l'un ou l'autre des groupes. En outre, il est aussi possible que le stagiaire, en cours de formation, ait voulu prouver ses aptitudes à l'enseignement et qu'il ait, malgré lui, amené les élèves du groupe contrôle à se surpasser. Sans contredit, la subjectivité des enseignants lors des deux mises à l'essai est une autre variable à considérer puisqu'elle peut avoir eu une incidence directe sur nos résultats.

Bien que le SAMI ait traversé plusieurs étapes de mise à l'essai et de correction, il n'est pas exclu que des contraintes techniques aient brouillé des messages et influencé la qualité des apprentissages. Il est donc possible que la qualité du produit lui-même ait été une contrainte, puisqu'il ne s'agissait pas d'un produit achevé, mais bien d'un prototype. Les solutions médiatiques retenues ont contraint par elles-mêmes les possibilités esthétiques, pédagogiques et techniques. Ainsi, quelques élèves ont rencontré de légers problèmes techniques (bogues) lors de leurs manipulations, et ce, dans les deux mises à l'essai. Ces événements ont pu influencer leurs apprentissages.

Selon ce qui précède, nous avons identifié quatre variables intermédiaires susceptibles d'influencer cette recherche; le contexte d'expérimentation, les biais possibles des participants (enseignants et élèves), notre propre intervention ainsi que l'outil lui-même. Puisqu'aucun de ces effets n'a pu être totalement maîtrisé, nous devons les identifier en tant que facteurs non contrôlés.

Somme toute, nous avons constaté que la documentation concernant la recherche-développement n'est pas abondante et que les ouvrages qui en traitent, ne le font que très superficiellement. Loisel (2001 : 94) rapporte que «le chercheur engagé dans une recherche-développement devra souvent faire des choix méthodologiques en faisant des transferts à partir de méthodes de recherches connexes.» C'est précisément ce que nous avons fait en juxtaposant des éléments issus de la recherche évaluative afin de vérifier l'efficacité du système développé. Soulignons, par ailleurs, la lenteur des recherches et des publications impliquant les NTIC en raison des phases de développement laborieuses. Dans l'ensemble, nous n'avons que très peu de référence en termes de développement de produit du même genre. Par ailleurs, les contraintes de temps, les difficultés techniques et les coûts entraînés, ont eu des incidences sur la recherche et ont affecté le degré de finalité du produit. En considérant que cette recherche de maîtrise est d'une durée limitée et que notre problématique couvrait une vaste étendue, nous avons posé certaines limites aux expérimentations. Bien consciente des nombreuses contraintes qui ont pu affecter notre étude, celles que nous ne pouvions éviter seront toutefois considérées dans l'analyse et l'interprétation des résultats.

CHAPITRE IV

ANALYSE DES DONNÉES

Comme mentionné précédemment, lors de la mise à l'essai opérationnelle, le groupe de sujets fut réparti de façon non aléatoire afin de former respectivement les groupes expérimental (A) et contrôle (B). En tenant compte de cette méthode, nous avons analysé les données en considérant que nous nous trouvions devant un modèle de recherche quasi expérimental à groupe non équivalent. En raison de la petite taille de notre échantillon, un élève représente à lui seul 8% du groupe auquel il appartient. Nous avons donc fait preuve de rigueur dans l'analyse de nos résultats, en regard des possibilités de biais. D'abord, afin de bien comprendre le propos et d'identifier les particularités des groupes, nous avons placé dans le tableau 4.1 les caractéristiques des groupes et les traitements reçus lors de la mise à l'essai opérationnelle.

Tableau 4.1 Répartition et caractéristiques de l'échantillon à la mise à l'essai opérationnelle

Groupe	Caractéristiques	N	Prétest	Traitement	Post-test
Groupe A	Expérimental	13	oui	SAMI	oui
Groupe B	Contrôle	13	oui	Activités	oui

4.1 Analyse des données quantitatives

Le but de cette courte analyse quantitative n'est pas d'établir des généralités. Compte tenu de la taille de notre échantillon, une modification du résultat d'un ou deux élèves à l'un ou l'autre des tests aurait un impact sur les données recueillies et pourrait influencer notre bilan. Toutefois, la mise en relation des données quantitatives recueillies nous permet de

mettre en lumière la démarche effectuée et de vérifier si, dans le cadre de cette étude, les résultats scolaires des élèves ayant utilisé le SAMI sont plus élevés que ceux des élèves ayant été soumis à une méthode traditionnelle d'enseignement.

4.1.1 Mise à l'essai opérationnelle

Afin de comparer les résultats obtenus aux différents tests, le groupe A fut introduit au système d'apprentissage multimédia interactif que nous avons conçu, alors que le groupe B fut soumis à des activités en classe, portant sur des notions aussi abordées dans le SAMI. Dans un premier temps, nous avons calculé la moyenne récoltée à chaque test pour chacun des groupes. Puis, pour chaque groupe, nous avons mis en relation la moyenne obtenue au prétest et au post-test afin de noter la différence de points après le traitement (tableau 4.2). En plaçant ainsi en relation les résultats, nous ne voulions pas comparer les élèves entre eux, mais bien comparer les groupes selon leur traitement.

Tableau 4.2 Moyennes obtenues aux tests selon le groupe d'appartenance

Groupe	N	Prétest	N	Post-test	Différence
Groupe A	13	20 %	13	44.62 %	24.62 points
Groupe B	13	22.31 %	13	74.62 %	52.31 points
Écart	-	2.31 %	-	30 %	27.69 points

Ce tableau démontre que les résultats au prétest sont similaires pour les deux groupes, soit un écart de 2.31 % en faveur du groupe B. Les deux groupes avaient donc un niveau de connaissance semblable avant d'être soumis à l'un ou l'autre des traitements. En revanche, il existe une différence significative entre les résultats obtenus au post-test par les deux groupes, elle est de 30%. En effet, entre le prétest et le post-test, le groupe expérimental a vu sa moyenne augmenter de 24.62 points, alors que cette moyenne fut augmentée de 52.31 points pour le groupe contrôle. Nous pouvons donc dire que le groupe contrôle (B), s'est

deux fois plus amélioré que le groupe expérimental (A) à la suite de son traitement (activités en classe).

Afin d'observer cette différence de plus près, nous avons présenté les résultats obtenus par chacun des groupes aux deux questions composant les prétest et post-test, dans le tableau 4.3. Bien que l'ordre des questions fût différent lors du suivi des tests, nous les avons remis dans un ordre équivalent pour les présenter dans le tableau. Ainsi dans les deux cas, la question 1 correspond à la notion sur le pluviomètre et son fonctionnement, et la question 2 porte sur les animaux qui dépendent du marais pour leur survie.

Tableau 4.3 Moyenne des résultats obtenus aux tests à chacune des questions selon le groupe d'appartenance

Groupe	Prétest		Post-test	
	Q1	Q2	Q1	Q2
Groupe A	0 %	33.3 %	17.3 %	62.8 %
Groupe B	1.9 %	35.9 %	57.7 %	85.9 %
différence	1.9	2.57	40.4	23.1

Ce tableau démontre que le groupe B a obtenu 40,4 points de plus que le groupe A pour la question portant sur le pluviomètre (Q1), et 23.1 points de plus pour la question portant sur les animaux du marais (Q2). Nous pouvons constater que la différence de points est valable pour les deux questions posées, mais qu'elle est plus importante à la question 1. En somme, les tableaux 4.2 et 4.3 démontrent une différence significative entre les moyennes des résultats obtenus par les deux groupes, et ce, en faveur du groupe contrôle. Or, sommes-nous en mesure d'attribuer ces différences uniquement au traitement reçu? Rappelons que nous avons identifié plusieurs variables parasites non contrôlées. Bien que les deux traitements aient couvert les mêmes notions, ils l'ont fait d'une manière différente, ce qui a sans doute eu un impact sur les résultats, nous y reviendrons au chapitre suivant. À la lumière de ce qui

précède, nous croyons qu'il est pertinent de ressortir les données recueillies lors de la mise à l'essai principale, puisque le contexte fut différent.

4.1.2 Mise à l'essai principale

Lors de la mise à l'essai précédente, c'est-à-dire la mise à l'essai principale, l'écart entre les deux groupes fut davantage significatif. Le groupe expérimental a vu sa moyenne augmenter de 8.7 points, alors que cette moyenne fut augmentée de 51.9 points pour le groupe contrôle, une différence de 43.2 points. Or, les activités réalisées en classe étaient plus nombreuses et s'étaient déroulées sur plus d'une journée, ce qui avait donné la chance à l'enseignant de réviser, par exemple, la première activité avant d'amorcer la deuxième. Par ailleurs, le tableau 4.4 démontre que le niveau de connaissance initial représentait un plus grand écart entre les deux groupes que lors de la mise à l'essai opérationnelle, soit 7.2 %, ce qui peut laisser croire que l'un des groupes était légèrement plus fort que l'autre.

Tableau 4.4. Moyennes obtenues aux tests selon le traitement, lors de la mise à l'essai principale

Groupe	N	Prétest	Traitement	N	Post-test	Différence
A	12	19.7 %	SAMI	11	28.4 %	8.7 points
B	11	26.9 %	Activités	11	78.8 %	51.9 points
Écart	-	7.2 %	-	-	50.4 %	43.2 points

Lors de cette première expérimentation avec un échantillon plus large, nous avons pris la liberté de mener l'étude un peu plus loin. Comme nous l'avons mentionné précédemment, à la suite du post-test, nous avons procédé à la mise à l'essai du SAMI avec le groupe B, dans le but de recueillir le plus d'informations possible avant de débiter la révision de l'outil. Pendant que nous procédions, l'enseignant en a profité pour réaliser les activités en classe avec les élèves du groupe A. Ainsi, après que les deux groupes aient subi les deux

traitements, dans un ordre différent, nous avons distribué à nouveau un test aux élèves (nous avons repris la formule du prétest). Le tableau 4.5 montre l'ordre des traitements reçus par chacun des groupes.

Tableau 4.5 Traitements reçus par les élèves des deux groupes lors de la mise à l'essai principale

Groupe	Prétest	Traitement	Post-test 1	Traitement	Post-test 2
A	Oui	SAMI	Oui	Activités	Oui
B	Oui	Activités	Oui	SAMI	Oui

En dépit du fait que les deux groupes aient, tout compte fait, reçu les mêmes traitements, les résultats obtenus par le groupe B, ayant débuté par les activités en classe, demeurent plus élevés. Ils ont en effet obtenu 47 points de plus au 2^e post-test (74%) par rapport au prétest (26.9%), alors que le groupe A, a vu ses résultats augmenter de seulement 31 points, passant de 19.7 % à 50.8 %. Notons toutefois que la moyenne des résultats du groupe B a diminué de 4.8 points au deuxième post-test. Cette diminution peut s'expliquer par le délai entre l'utilisation du SAMI et la réalisation du post-test pour les premiers élèves l'ayant expérimenté. (Rappelons que les élèves expérimentaient le SAMI par groupe de deux). En tout état de cause, pouvons-nous supposer que l'ordre des traitements reçus aurait un impact sur les résultats obtenus par les deux groupes?

Tableau 4.6 Résultats obtenus aux tests lors de la mise à l'essai principale

Groupe	N	Prétest	N	Post-test 1	N	Post-test 2
A	12	19.7 %	11	28.4 %	12	50.8 %
B	11	26.9 %	11	78.8 %	11	74 %

Évidemment, lors des deux mises à l'essai, le post-test auquel les sujets furent soumis faisait état des connaissances déclaratives immédiates, il s'agit donc d'un autre élément à considérer dans l'interprétation des résultats. Par ailleurs, nous considérons que plusieurs facteurs entrent en ligne de compte dans cette analyse, et ce, pour les deux mises à l'essai. Nous croyons qu'il ne faille pas condamner immédiatement le système d'apprentissage que nous avons développé. C'est pourquoi, en plus de procéder à l'analyse de données quantitative, nous portons aussi notre attention sur des informations qualitatives recueillies, sujettes à informer le lecteur des contextes de mises à l'essai. Bien que cette courte analyse quantitative met en lumière les connaissances acquises par les sujets lors des expérimentations, elle ne permet pas de satisfaire complètement à nos questions de recherche.

4.2 Observation directe

Dans un premier temps, la portion qualitative de cette analyse permet de mettre en relief les circonstances d'expérimentation durant la mise à l'essai opérationnelle. Ces précisions sont essentielles, puisque nous désirions déterminer si les élèves utilisant le SAMI tiraient des avantages autres que des résultats scolaires. Pour ce faire, nous devons tenter de comparer les deux contextes de traitement. Une grille d'observation fut utilisée afin de décrire les comportements des sujets dans leur lieu d'apprentissage respectif. Puis, un questionnaire d'appréciation fut rempli par les sujets du groupe expérimental afin de noter leurs perceptions du SAMI. Ce questionnaire nous permet d'établir des relations avec la réalité observée. Cette étude ne repose donc pas uniquement sur des données quantitatives, elle traduit aussi les divers autres effets qui ont pu être perçus ou vécus par les sujets. Nous tenons à rappeler que ces deux outils d'observation directe furent établis à partir de ceux utilisés par Ladouceur (2003). En conséquence, cette analyse comporte des similitudes avec le travail de l'auteur dans la présentation des données recueillies.

4.2.1 La grille d'observation

En premier lieu, l'utilisation d'une grille d'observation nous a permis de décrire avec une certaine précision les milieux dans lesquels s'est déroulée la mise à l'essai opérationnelle du

système et les activités réalisées en classe. Comme nous l'avons mentionné plus tôt, l'apprentissage se réalise aussi selon les attitudes de l'élève. Puisque nous croyons que la motivation est à la base de l'apprentissage et qu'elle découle des perceptions de l'élève (Viau, 1994), nous croyions qu'il était pertinent d'observer les apprenants en cours de traitement, afin de noter leurs réactions et leur réception de l'activité qui leur étaient respectivement proposées. Ces données qualitatives furent recueillies dans le but de comparer les deux contextes de traitement. Les observations ont été réalisées simultanément l'après-midi du 9 mars 2007. D'abord, le groupe A, expérimentant le SAMI, s'est déplacé dans un laboratoire informatique de l'Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue (UQAT), pour des raisons d'infrastructures technologiques. Ce groupe, composé de treize sujets, était accompagné de l'enseignant. Leur expérimentation se déroula en 80 minutes. Le groupe B, également composé de treize sujets, est demeuré en classe afin de réaliser les activités avec le stagiaire. Ces activités se sont déroulées à l'intérieur de 90 minutes. Nous avons nous-même observé le groupe expérimentant le SAMI et un assistant de recherche s'est déplacé dans la classe afin de colliger les informations. Les rapports d'observation furent rédigés pendant et complétés après les traitements.

Tableau 4.7 Observations de l'organisation physique du lieu d'expérimentation

Organisation physique de la classe		
Les élèves travaillent-ils seuls ou en équipes?		
	Seul	Équipe
Groupe A	X	
Groupe B		X

Commentaires :

Dans le groupe A, chaque élève dispose d'un ordinateur et d'un casque d'écoute, ils sont répartis dans le local informatique de façon à ce qu'aucun d'eux ne se retrouve seul, chaque sujet a au minimum un pair à ses côtés. Dans le groupe B, les élèves sont placés en équipes de trois ou quatre.

Tableau 4.8 Observations des directives et procédures

Directives et procédure		
Les élèves sont-ils attentifs aux directives données?		
	Oui	Non
Groupe A	X	
Groupe B		X

Les élèves posent-ils des questions?		
	Oui	Non
Groupe A		X
Groupe B	X	

Commentaires :
 Les élèves du groupe A sont très attentifs, les consignes semblent claires, ils ne posent pas de question. Environ la moitié des élèves du groupe B discutent entre eux ou jouent avec leurs effets personnels lorsque l'enseignant donne les consignes. Lorsque le matériel est remis, les élèves posent des questions « *Est-ce qu'on doit utiliser tout le matériel?* »

Tableau 4.9 Observation du déroulement de la mise à l'essai

Déroulement de la mise à l'essai		
Les élèves se mettent-ils automatiquement à travailler?		
	Oui	Non
Groupe A	X	
Groupe B	X	
Commentaires : Tous les élèves du groupe A lisent attentivement la page de consignes tel que demandé, puis trois élèves consultent le reste du livre, les autres débutent le jeu à l'écran.		
Les élèves se déplacent-ils lors de la mise à l'essai?		
	Oui	Non
Groupe A	X	
Groupe B	X	
Commentaires : Les élèves du groupe B se déplacent d'une équipe à l'autre pour poser des questions à leurs pairs. Au contraire, les élèves du groupe A demeurent à leur poste, concentrés à la tâche, seulement cinq minutes avant la fin, deux élèves se lèvent pour aller aider leurs pairs.		
Les élèves sont-ils agités?		
	Oui	Non
Groupe A		X
Groupe B	X	
Commentaires : Dans le groupe A, après 60 minutes d'expérimentation, quelques élèves se mettent à bouger un peu sur leur chaise. À l'intérieur du groupe B, plusieurs élèves bougent beaucoup, le stagiaire éprouve quelques difficultés à remettre certains élèves à l'ordre.		
Les élèves discutent-ils entre eux?		
	Oui	Non
Groupe A	X	
Groupe B	X	
Commentaires : Les élèves du groupe A échangent surtout des regards entre eux, parfois en riant. De temps à autre, un élève donne discrètement un indice à son voisin, à voix basse. Dans le groupe B, lorsque les élèves font état de leurs recherches, d'autres élèves parlent en même temps, plusieurs chuchotent et ne respectent pas leur droit de parole.		

Tableau 4.10 Observation du déroulement de la mise à l'essai (déroulement des activités)

Déroulement de l'activité		
Les élèves posent-ils des questions?		
	Oui	Non
Groupe A	X	
Groupe B	X	
Commentaires : À l'intérieur du groupe A, deux élèves font face à un petit bogue, ils lèvent la main. trois questions sont posées sur le fonctionnement de certains éléments du SAMI (pour fermer un menu, prendre un objet, entrer à un endroit). Les élèves du groupe B se posent des questions entre eux, en rapport au travail demandé. Ils se questionnent aussi au sujet du travail éventuel sur le même sujet (« Est-ce qu'on va devoir écrire un texte là-dessus après? »).		
Les élèves respectent-ils les directives données?		
	Oui	Non
Groupe A	X	
Groupe B		X
Commentaires : Nous précisons à deux élèves du groupe A de ne pas omettre le livre, le concept multi-supports ne semble pas évident pour tous. Il y a variation dans l'attention du groupe B, certains élèves sont distraient par d'autres camarades ou par leurs effets personnels.		
Les élèves progressent-ils tous au même rythme?		
	Oui	Non
Groupe A		X
Groupe B		X
Commentaires : Dans le groupe A, deux à trois élèves progressent plus rapidement. Quelques élèves jettent des regards dans les écrans voisins en quête d'indices. Deux élèves retournent à l'interface principale, à plus d'une reprise, pour relire le fonctionnement des éléments de navigation. Le premier termine après 60 minutes. Deux élèves éprouvent de grandes difficultés à progresser. Seulement quatre élèves terminent l'aventure avant que nous ne mettions un terme à l'expérimentation. Au sein du groupe B, quelques élèves hésitent et regardent vers les équipes voisines. Certains éprouvent de la difficulté à suivre le reste de la classe.		

Tableau 4.11 Observation du déroulement de la mise à l'essai (attitudes des sujets)

Attitudes et langage corporel		
Les élèves démontrent-ils une attitude positive ou négative face à la tâche demandée?		
	Positive	Négative
Groupe A	X	
Groupe B		X
Commentaires :		
Les élèves du groupe A sont très concentrés et lèvent la main s'ils ont besoin d'aide. Dans le groupe B, il y a des conflits dans la répartition des tâches, certains réagissent de façon négative face à la tâche lors de la deuxième activité. Un élève est réticent face aux manipulations proposées (« <i>Pas encore!?</i> »).		
Les élèves semblent-ils s'ennuyer?		
	Oui	Non
Groupe A		X
Groupe B	X	
Commentaires :		
Au sein du groupe A, un élève semble momentanément désintéressé alors qu'il regarde l'écran voisin où l'élève est plus avancé. Dans le groupe B, l'intérêt général diminue au fil du temps.		
Les élèves semblent-ils concentrés dans leur tâche?		
	Oui	Non
Groupe A	X	
Groupe B		X
Commentaires :		
Les sujets du groupe A sont très concentrés, à l'occasion certains jettent un regard dans l'écran d'à côté, mais ils conservent leur casque d'écoute. Dans le groupe B, les élèves sont concentrés lors de la manipulation du matériel, par la suite certains élèves décrochent. La concentration diminue de plus en plus au cours de la deuxième activité.		

Tableau 4.12 Observation du déroulement de la mise à l'essai (attitudes des sujets, suite)

Attitudes et langage corporel (suite)		
Les élèves sont-ils intéressés par la tâche qui leur est proposée?		
	Oui	Non
Groupe A	X	
Groupe B	X	

Commentaires :
 Les élèves du groupe A parcourent l'ensemble du livre et de l'application, sauf deux élèves. Certains refont les mêmes jeux plus d'une fois. Plusieurs élèves ricanent et sourient en se regardant. D'autres hochent la tête en suivant la musique d'ambiance.
 Groupe B : Ils se questionnent et semblent curieux de connaître les résultats. Ils s'intéressent surtout aux manipulations.

Autres commentaires :
 Au sein du groupe B, ce sont souvent les mêmes élèves qui participent aux activités, l'enseignant doit intervenir afin que d'autres élèves s'affirment davantage. Une variation importante du comportement des élèves est notée entre le moment où l'enseignant parle et au moment des manipulations. Par ailleurs, environ trois élèves semblaient distraits par la présence de l'assistant de recherche.
 Lors de l'expérimentation du groupe A, un élève s'est joint au groupe 20 minutes après que la mise à l'essai soit débutée. Nous avons tenté de lui répéter les consignes de la même manière que nous l'avions fait pour le groupe, et ce, sans déranger les élèves déjà au travail. Le groupe B a bénéficié d'une récréation de 15 minutes, alors que le groupe A n'a eu aucune pause lors du traitement.

De manière générale, nous pouvons affirmer que ces grilles d'observation révèlent que les élèves des groupes expérimental et contrôle ont démontrés des attitudes et des comportements différents face à la tâche à accomplir. Ces réactions furent traduites par des commentaires formulés, mais aussi par le langage corporel des sujets. Néanmoins, l'effet de nouveauté et le fait de se retrouver dans un lieu inconnu, le laboratoire informatique de l'université, a sans doute eu une influence sur le comportement des élèves du groupe A.

4.2.2 Questionnaire d'appréciation

Le questionnaire d'appréciation fournit des éléments de réponses différents et complémentaires à nos propres observations. Nous sommes consciente que les grilles

d'observations sont empreintes de la subjectivité du chercheur. En ce sens, le questionnaire rempli par les sujets aborde l'expérimentation d'un point de vue d'élève. Par ailleurs, il permet de cerner des problématiques rencontrées et qualifie l'expérience. Ces renseignements sont essentiels si nous considérons l'éventualité de poursuivre le développement du produit. Le questionnaire fut distribué aux sujets, ayant expérimenté le SAMI, à la suite du post-test. Il était composé de sept questions. Pour répondre aux six premières, l'élève disposait d'échelles de notation puis, la dernière question lui donnait la chance de s'exprimer plus ouvertement. Nous demandions d'inscrire les deux choses qu'il avait le plus et le moins apprécié.

4.2.2.1 Expérience avec l'ordinateur

L'utilisation d'un système d'apprentissage multimédia interactif nécessite des préalables tels que des habiletés sensori-motrices et une connaissance rudimentaire de l'environnement informatique. Il est probable que certains sujets aient été restreints dans leurs apprentissages en raison d'une inexpérience avec les systèmes informatiques. Or, dans l'ensemble nous pouvons affirmer que la plupart des sujets considéraient avoir assez d'expérience avec l'ordinateur (62 %) ou être très expérimenté (38 %).

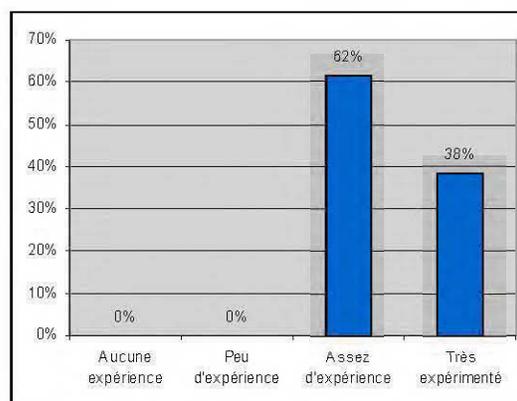


Figure 4.1 Expérience avec l'ordinateur.

Tableau 4.13 Expérience avec les ordinateurs

	N	%
Aucune expérience	0	0%
Peu d'expérience	0	0%
Assez d'expérience	8	62%
Très expérimenté	5	38%

4.2.2.2 Facilité du SAMI

Bien que l'activité doive représenter un défi significatif pour l'élève, ce dernier ne doit pas être gêné par un fonctionnement trop complexe. Selon la figure ci-contre, 54 % des sujets considéraient le système facile d'utilisation et 23 % très facile. Toutefois, il est intéressant de noter que trois élèves ont perçu le fonctionnement du SAMI comme étant difficile, ce qui peut avoir eu un effet direct sur la quantité d'information découverte et le nombre d'étapes accomplies, bref, sur les apprentissages qu'ils ont été en mesure d'effectuer.

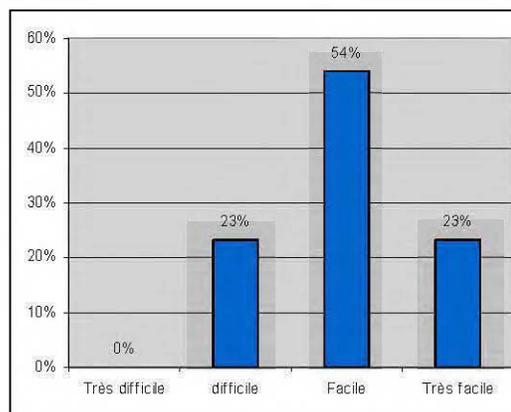


Figure 4.2 Facilité du SAMI

Tableau 4.14 Facilité du système d'apprentissage

	N	%
Très difficile	0	0%
Difficile	3	23%
Facile	7	54%
Très facile	3	23%

4.2.2.3 Clarté des messages

Au sein du système d'apprentissage, les stratégies retenues sur le plan de la communication sont directement reliées à la clarté des messages et donc à l'apprentissage. Ainsi, l'organisation de l'information et la clarté des indications sont primordiales afin que l'apprenant identifie le but à attendre et entrevoie les possibilités d'y arriver. Sur ce point, les sujets s'entendent pour dire que le système était clair (38 % assez clair et 54 % très clair).

Seulement un élève estime qu'il ne savait pas clairement ce qu'il avait à faire. Or, il faut considérer que l'expression *assez clair* peut être interprétée de manière différente, elle peut être perçue positivement ou négativement selon le cas.

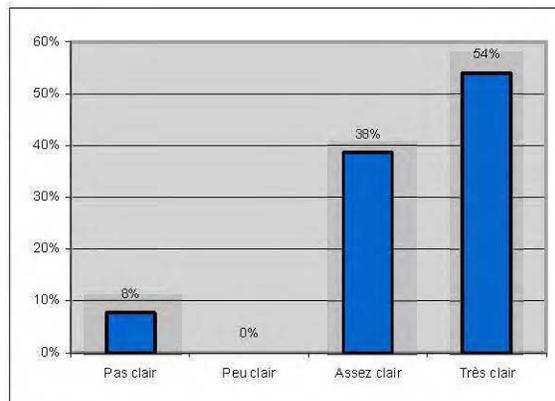


Figure 4.3 Clarté des messages

Tableau 4.15 Clarté des messages

	N	%
Pas clair	1	8%
Peu clair	0	0%
Assez clair	5	38%
Très clair	7	54%

4.2.2.4 Clarté des éléments de navigation

La clarté des éléments de navigation est primordiale, puisqu'ils représentent les outils permettant de progresser dans le système d'apprentissage. En proposant une navigation plus intuitive, nous risquons que certains élèves éprouvent des difficultés à évoluer. De façon générale, 77 % des élèves ont considéré les divers icônes (boutons des menus) et curseurs (aller, prendre, voir, parler) suffisamment

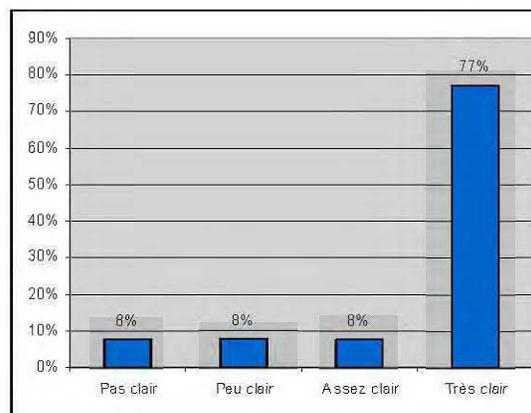


Figure 4.4 Clarté des éléments de navigation

clairs. Néanmoins, pour trois d'entre eux, ces éléments étaient moins probants. Ce point peut être directement relié au point précédent (clarté des messages), advenant que les stratégies de communication n'aient pas été efficaces, il se peut qu'elles aient nuit à la compréhension des éléments de navigation.

Tableau 4.16 Clarté des éléments de navigation

	N	%
Pas clair	1	8%
Peu clair	1	8%
Assez clair	1	8%
Très clair	10	77%

4.2.2.5 Intérêt face au SAMI

La perception qu'a le sujet envers la tâche à effectuer influence l'intérêt qu'il y portera et du même coup, son degré de motivation à persister dans l'activité. Sur ce point, 92% des sujets ont considéré l'activité très intéressante et 8% assez intéressante. Toutefois, nous devons considérer que certains sujets ont peut-être confondu leur intérêt pour l'activité (SAMI) avec leur intérêt pour le support (ordinateur). Ainsi, le fait d'utiliser l'ordinateur plutôt que d'être en classe peut avoir influencé leur perception de ce point.

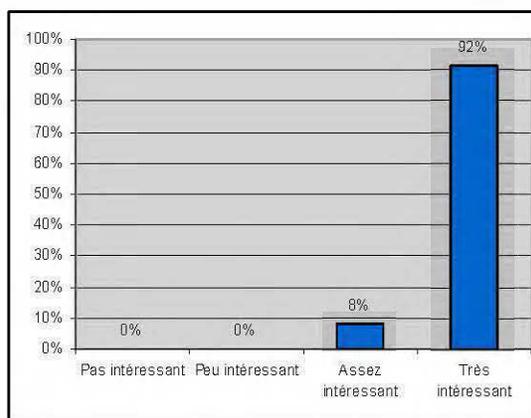


Figure 4.6 Intérêt face au SAMI.

Tableau 4.17 Intérêt face au SAMI

	N	%
Pas intéressant	0	0%
Peu intéressant	0	0%
Assez intéressant	1	8%
Très intéressant	11	92%

4.2.2.6 Esthétique du SAMI

Puisqu'une grande majorité des jeux électroniques actuellement offerts séduisent le public par leur impressionnant réalisme tridimensionnel, nous avons jugé pertinent de questionner les sujets à propos de l'esthétique. La sixième question portait donc sur leur appréciation générale des personnages, des couleurs et des animations. Ils affirment avoir beaucoup aimé à 67 % et assez aimé à 33 %. Ces données confirment que les choix médiatiques retenus, bien qu'ils sous-entendent une simplicité visuelle, étaient adéquats. Aucun sujet n'a mentionné ne *pas aimer* l'esthétique du SAMI.

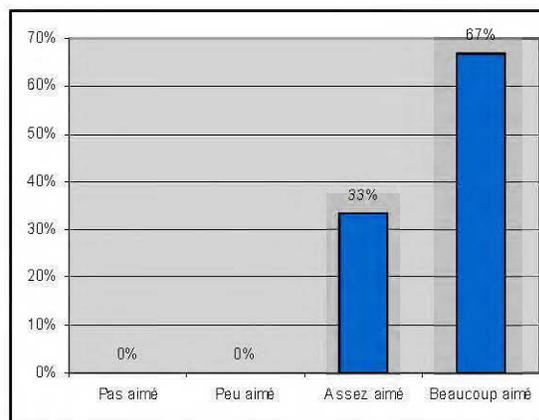


Figure 4.7 Appréciation du visuel du SAMI

Tableau 4.18 Appréciation du visuel du SAMI

	N	%
Pas aimé	0	0%
Peu aimé	0	0%
Assez aimé	4	33%
Beaucoup aimé	8	67%

4.2.2.7 Appréciation générale

Finalement, nous avons questionné les sujets sous un angle d'appréciation générale. Nous leur avons d'abord demandé d'indiquer les deux choses qu'ils avaient le plus aimées dans leur expérience. Cette question était plus ouverte, les élèves pouvaient écrire ce qu'ils voulaient. Même si la formulation de leurs préférences était différente, nous sommes parvenue à créer des catégories. Par exemple, nous avons regroupé dans la catégorie *petits jeux*, la mention des activités motrices et mnémoniques présentées sous la forme d'un court jeu dans le SAMI (il y en avait quatre). Nous avons donc créé six catégories, regroupant tous les éléments de réponses qui ont été inscrits.

Tableau 4.19 Les éléments les plus appréciés du SAMI

Catégories	N	%
Petits jeux	10	42%
Personnages	5	21%
Apprendre	3	13%
Trouver les indices	2	8%
Couleurs	1	4%
Fonctionnalité	2	8%

Ainsi, la figure 4.8 montre que les activités faisant appel aux habiletés motrices et mnémoniques des élèves, ont été les éléments les plus appréciés (42 %). Ces activités étaient en effet très ludiques, il était probable qu'elles soient identifiées comme telles. Dans un rapport de 21%, les sujets ont mentionné apprécier particulièrement l'un des personnages du jeu, alors que 13 % des réponses concernait l'appréciation de l'apprentissage à effectuer (« j'ai aimé apprendre des choses que je ne connaissais pas »).

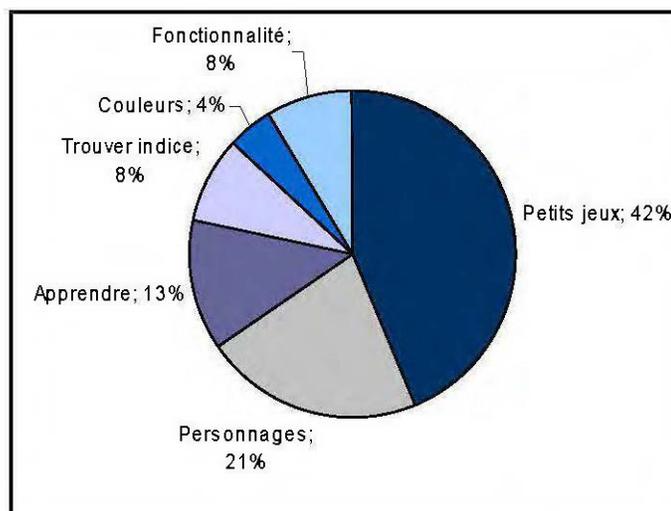


Figure 4.8 Les éléments les plus appréciés du SAMI.

Dans cette même question au sujet de l'appréciation générale, nous demandions ensuite à l'élève de soulever deux choses qu'il avait le moins aimées. Nous avons procédé de la même façon, en regroupant les réponses dans cinq catégories. Ainsi, 63 % des sujets ont inscrit « j'ai tout aimé » ou encore « j'ai rien moins aimé ». Certains d'entre eux ont éprouvé des difficultés en cours de route, ils ont donc identifié une étape plus difficile en tant qu'élément moins apprécié (13 %). Puis, dans un rapport de 8 %, les élèves estimaient que les animations étaient parfois saccadées et que la synchronisation des voix n'était pas parfaite.

Tableau 4.20 Les éléments les moins appréciés du SAMI

Catégories	N	%
Rien	15	63%
Voix/musique	2	8%
Étape difficile	3	13%
Animations	2	8%
Petits jeux	1	4%

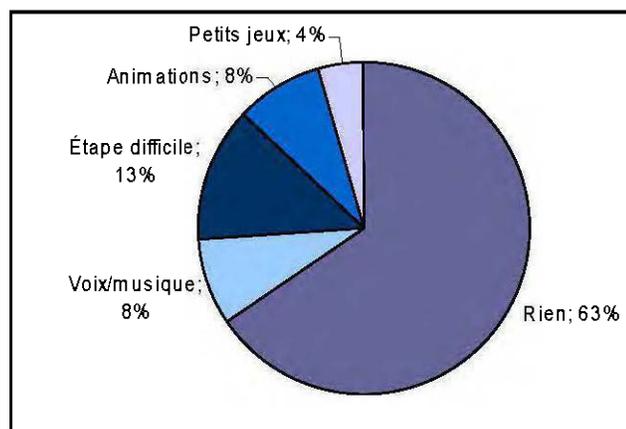


Figure 4.9 Les éléments les moins appréciés du SAMI.

À la lumière de ces commentaires recueillis, nous pouvons affirmer que le système d'apprentissage a reçu un accueil favorable de la part des élèves. Ce qui fut aussi le cas lors de la mise à l'essai principale. Il est toutefois intéressant de préciser que certains points, par exemple les petits jeux, ont été les éléments les plus appréciés pour certains et les moins aimés pour d'autres. Ces observations démontrent que l'appréciation est avant tout un jugement propre à chacun, et que l'utilisation du même questionnaire auprès d'un autre groupe de sujets pourrait donner des résultats variables. Dans cette analyse du questionnaire d'appréciation, nous n'avons pas inclus les résultats recueillis lors de la mise à l'essai précédente, puisque les sujets n'avaient pas expérimenté la même version du prototype. De ce fait, plusieurs commentaires recueillis précédemment nous ont permis de corriger des problèmes au sein du système d'apprentissage, avant d'entreprendre la mise à l'essai opérationnelle.

Ainsi, l'observation directe effectuée à l'aide de la grille d'observation et du questionnaire d'appréciation, laisse paraître des éléments différents des données quantitatives recueillies. Toutefois, nous tenons à préciser que lors des mises à l'essai principale et opérationnelle, nous avons restreint l'échantillon de participants, pour différentes raisons de temps, de disponibilité et d'implication des enseignants participants. Conséquemment, dans

les résultats analysés, un élève représente à lui seul 8 % du groupe auquel il appartient, nous pouvons donc affirmer que la taille de l'échantillon représente la principale limite de cette étude. Nonobstant le fait que les deux mises à l'essai tendent vers les mêmes conclusions, nous ne sommes pas en mesure de dégager une généralité de notre étude. Cependant, nous pouvons mettre en relief un certain nombre d'éléments transférables. D'ores et déjà, nous formulons le souhait de réaliser une expérimentation à plus vaste échelle, dans une recherche ultérieure, en considérant un échantillon plus large de sujets et un intervalle de temps plus grand (s'étalant par exemple sur un semestre). En procédant de cette façon, nous supposons que les données recueillies seraient différentes, en regard de la présente étude, sur les plans qualitatif et quantitatif. Il serait alors possible d'en dégager un caractère plus général. Nous y reviendrons au chapitre suivant alors que nous tenterons d'interpréter ces données dans le but d'effectuer le bilan de cette recherche.

CHAPITRE V

INTERPRÉTATIONS ET DISCUSSION

À l'intérieur de cette recherche-développement, nous avons proposé la conception, la réalisation puis l'expérimentation d'un SAMI élaboré de concert avec le programme de formation de l'école québécoise actuellement en vigueur, en tenant compte de facteurs pédagogiques que d'autres ont identifiés avant nous comme étant des assises dans la conception d'outil d'apprentissage multimédia (Depover, Giardina et Marton, 1998). Puisque nous allons expérimenter ce système auprès de la clientèle ciblée, nous avons cherché à vérifier l'efficacité de notre SAMI, en le comparant à une méthode d'enseignement traditionnelle. Dans ce cas-ci, il s'agissait d'activités proposées aux élèves sous la forme de problèmes à résoudre par des manipulations en sciences et technologies. En voulant vérifier l'efficacité du système, nous avons joint des éléments issus de la recherche évaluative à notre recherche-développement. Par cette évaluation non exhaustive, nous souhaitons déterminer si les résultats scolaires des élèves ayant utilisé le SAMI seraient supérieurs aux résultats obtenus par les élèves ayant bénéficié d'une méthode traditionnelle d'enseignement. Finalement, nous nous sommes demandé si, en dépit de ces résultats scolaires, l'apprenant qui utilisait le SAMI comme outil d'apprentissage pouvait retirer d'autres effets bénéfiques. Dans ce qui suit, nous allons rappeler les résultats marquants de cette étude, en nous limitant aux résultats ayant un lien significatif avec nos objectifs de recherche.

D'abord, l'analyse quantitative que nous avons effectuée n'a pu confirmer notre hypothèse. En effet, du point de vue des rendements scolaires, le SAMI ne s'est pas avéré être plus efficace que la méthode traditionnelle d'enseignement avec laquelle nous l'avons comparé. Ceci étant dit, nous croyons qu'il est important de préciser quelques points. Rappelons que nous avons préalablement identifié dans cette recherche, des variables intermédiaires qui n'ont pu être contrôlées lors de la mise à l'essai opérationnelle. En premier lieu, le contexte physique du groupe expérimental peut avoir influencé sa performance au post-test. En effet, les sujets ont dû se déplacer dans un lieu inconnu pour l'expérimentation,

ce qui a pu être une source de stress supplémentaire à laquelle les sujets du groupe contrôle n'ont pas été confrontés. Par ailleurs, l'un des sujets composant le groupe expérimental a débuté la mise à l'essai vingt minutes après ses pairs, cet élève a sans doute été déstabilisé et n'a pas bénéficié du même temps pour parcourir l'application. Comme mentionné précédemment, cet élève représentait 8% de son groupe, il est donc possible qu'il représente une source de biais dans la compilation des résultats. Aussi, comme nous l'avons mentionné, la répartition des groupes A et B a été effectuée par l'enseignant. Bien que les deux groupes aient performé de façon similaire au prétest (écart de 1.2 %), il n'est pas exclu que l'enseignant ait favorisé des élèves pour l'un ou l'autre des groupes, formant ainsi un groupe susceptible de performer davantage que l'autre à l'un des traitements. Rappelons qu'en raison de la petite taille de notre échantillon, une répartition aléatoire risquait de former des groupes inégaux (un groupe fort et un groupe faible). Par ailleurs, il est probable que le groupe contrôle ait voulu se démarquer, sachant qu'il allait être comparé au groupe expérimental, censé être le groupe favorisé.

Mis à part ces variables intermédiaires non contrôlées, nous croyons qu'il est important de préciser que seulement deux notions furent abordées en classe lors de la période de mise à l'essai, alors que le SAMI en comptait davantage (tabl. 3.1, p. 34). Conséquemment, les notions vues en classe par le groupe contrôle ont été plus approfondies que celles contenues à l'intérieur du SAMI. Il était impossible pour le stagiaire, en classe, d'aborder toutes les notions contenues dans le système d'apprentissage dans la période de temps allouée. Afin d'illustrer ces différences, examinons les connaissances reliées au pluviomètre : en classe, les élèves se sont d'abord questionnés sur la possibilité de mesurer la quantité de pluie tombée. En procédant selon une méthode scientifique, ils ont émis des hypothèses, puis ont manipulé le matériel afin de construire leur propre pluviomètre et noter la quantité d'eau recueillie (simulation de la pluie) dans un tableau. Bien que plusieurs stratégies, notamment la collecte d'information et la consignation des données, aient été les mêmes, les sujets utilisant le SAMI n'ont fait que lire des informations sur la composition du pluviomètre dans le livre, puis l'ont consulté dans le jeu avant d'entrer les données dans un tableau. À la question portant sur cette notion dans le post-test (tabl. 4.3, p. 56), les élèves du groupe contrôle ont obtenu 40 points de plus que les élèves du groupe expérimental. Y aurait-il eu une différence

dans les notions retenues par les apprenants utilisant le SAMI s'ils avaient construit un pluviomètre virtuel? Devant cette possibilité, nous en arrivons à supposer que le SAMI développé est possiblement lui-même responsable du faible taux de connaissances retenues, les scénarios pédagogiques n'étaient peut-être pas suffisamment approfondis. Considérons par ailleurs, que lors de la mise à l'essai, seulement quatre sujets sur treize sont parvenus à terminer la quête proposée par le système d'apprentissage, bien que plusieurs en étaient aux dernières étapes. Cette situation pourrait aussi expliquer le faible taux de réussite des élèves, puisque certains d'entre eux sont sans doute passés à côté d'un bon nombre d'informations. Ainsi, la durée de l'aventure interactive proposée est un autre élément à considérer, elle était possiblement inadéquate. À la lumière de ces constatations, nous sommes tentée de remettre en question des éléments constituant le SAMI, il est possible que l'outil lui-même ait été une limite à notre étude.

Par ailleurs, afin que le groupe expérimental ne soit pas influencé par notre subjectivité de chercheur ayant participé à la réalisation du SAMI, nous avons jugé préférable de ne pas accompagner les élèves dans leurs apprentissages lors de l'expérimentation. Nous ne sommes intervenue que lors de problèmes majeurs. Après réflexion, nous supposons qu'il aurait été approprié d'initier l'enseignant au SAMI, préalablement, et de le laisser intervenir naturellement auprès des élèves lors de la mise à l'essai. De cette manière, les élèves auraient bénéficié d'un guidage adéquat leur permettant de fonctionner selon leur potentiel cognitif. Nous avons pourtant identifié cet accompagnement comme l'un des facteurs importants à considérer dans notre cadre de référence. Or, la situation a fait en sorte que les apprenants du groupe A n'ont pas reçu l'encadrement nécessaire. Par ailleurs, le système d'aide du SAMI, bien que fonctionnel, était limité, il n'offrait pas tout le support que nous aurions souhaité. De son côté, le groupe contrôle a reçu l'encadrement normalement donné par l'enseignant lors de la réalisation des activités en classe. Cette dissemblance d'accompagnement peut, elle aussi, être responsable de la différence de performance entre les deux groupes.

À l'intérieur de notre analyse quantitative, nous avons jugé pertinent de mettre en lumière le processus auquel les sujets furent soumis lors de la mise à l'essai principale (précédente). Il est intéressant d'observer qu'après avoir subi les deux traitements (tabl. 4.6 p.

58), le groupe ayant utilisé le SAMI à la suite des activités en classe conserve une différence plus élevée entre le premier et le dernier test, cette différence est de 47 points, alors qu'elle est de 31 points pour le groupe homologue. À ce sujet, il est d'abord possible que plusieurs informations aient circulé entre les périodes d'essais et que les sujets aient été favorisés d'une quelconque façon. D'un autre côté, nous pouvons présumer que l'ordre des traitements aurait une incidence sur les résultats d'apprentissage. En effet, lors de cette mise à l'essai, un sujet faisant partie du groupe ayant débuté par les activités en classe s'est exclamé ainsi en découvrant un indice permettant de remplir une fiche du livre : «*Ah! Je vais essayer par cœur pour voir si je m'en souviens!* » (Il faisait référence à une activité réalisée en classe). Est-ce que le SAMI que nous avons développé serait davantage un outil de révision? En réaction à cette interrogation, nous sommes tentée de reconsidérer notre méthode de comparaison, elle n'était peut-être pas appropriée. Notre étude aurait peut-être été plus concluante sur le plan des résultats scolaires si nous avions vérifié l'efficacité du SAMI en tant qu'outil complémentaire aux apprentissages en science et technologie.

Par ailleurs, il faut souligner que les moyennes des tests compilés dans l'analyse quantitative ne faisaient état que des connaissances déclaratives immédiates acquises par les sujets. La réitération de l'expérience aurait sans doute permis aux apprenants d'acquérir davantage de connaissances à long terme. Au tout début de cette étude, nous désirions vérifier l'acquisition d'habiletés à trouver des solutions et des explications à des problèmes scientifiques et technologiques par l'apprenant. Or, pour ce faire, il aurait fallu connaître le passé de chacun des sujets, puis intervenir à plus d'une reprise dans le milieu afin de noter les améliorations possibles. Le temps dont nous disposions pour l'expérimentation nous a amenée à exclure cette possibilité.

Quoi qu'il en soit, en observant les sujets lors de la mise à l'essai principale, nous avons noté des préambules, enclins au développement de compétences transversales et d'habiletés en science et technologie. Dans notre journal de bord, nous avons d'abord relevé des comportements liés à l'exploitation de l'information. Il fut intéressant de noter la rapidité avec laquelle certains apprenants ont développé le réflexe de parcourir simultanément le livre et le jeu dès qu'ils découvraient une information, ou encore quand l'une de celles-ci leur

échappait. Pour d'autres, cette manipulation des différents supports semblait complexe, nous supposons qu'avec le temps ils auraient pu développer ce savoir-faire. Par ailleurs, nous avons vu certains sujets recourir à des stratégies de travail afin de surmonter une étape plus difficile. Par exemple, après avoir tenté de déchiffrer une combinaison aléatoirement à plus d'une reprise, l'apprenant prenait son crayon et notait sa démarche dans le livre puis, à la prochaine hésitation, il cherchait immédiatement à prendre des notes. Puisque *Fandoria* est un monde imaginaire, des éléments réels et fantastiques se côtoient. Nous croyons qu'il s'agissait d'une occasion pour l'apprenant de se questionner sur la crédibilité de certaines situations, donc de construire son jugement. Devant une situation particulière, un élève s'est exprimé ainsi : « *Ah! Ça n'existe pas pour vrai! Est-ce que ça se peut?* » Par ailleurs, certains sujets ont fait preuve d'originalité en tentant plusieurs manœuvres lorsqu'ils se retrouvaient dans une impasse, par exemple, en cherchant à réutiliser un même objet à d'autres fins. Bien que ces différents constituants n'aient pas fait l'objet d'une évaluation, nous ne croyons pas qu'il faille minimiser le potentiel de l'outil. Au contraire, nous sommes d'avis que ces observations confirment les capacités de l'outil multimédia à initier le développement de compétences transversales et d'habiletés reliées aux sciences et technologies. En fait, nous pouvons supposer que dans un contexte différent, où la manipulation du système serait réitérée et encadrée par un enseignant initié, le même système pourrait s'avérer plus efficace sur le plan des apprentissages, qu'il l'a été dans le cadre de cette étude.

L'analyse qualitative de la mise à l'essai opérationnelle nous révèle que le SAMI semble apporter d'autres effets bénéfiques chez les apprenants. Rappelons que l'apprentissage découle non seulement des savoirs, mais également de l'attitude de l'apprenant envers l'activité (Legendre, 2005). En comparant le comportement des élèves du groupe expérimental avec celui du groupe contrôle, observés à l'aide des grilles d'évaluation, nous remarquons plusieurs différences. Entre autres, une meilleure concentration, une attitude plus positive et un plus grand intérêt face à la tâche demandée. Par ailleurs, il a semblé plus facile pour les sujets du groupe expérimental de demeurer concentré pendant la période de temps allouée à l'expérimentation. En effet, les élèves du groupe contrôle démontraient des signes de fatigue et des attitudes négatives environ à la moitié du traitement, alors que les élèves du groupe expérimental ont commencé à être moins réceptifs environ une dizaine de minutes

avant la fin de l'expérimentation. Il s'agit d'ailleurs d'une constatation faite par Grégoire, Bracewell et Laferrière (1996), selon qui l'attention et la concentration de la majorité des élèves sont plus soutenues lorsqu'ils utilisent une nouvelle technologie que lorsqu'ils emploient un moyen traditionnel. Ces observations sont favorables au système d'apprentissage or, il faut considérer que l'expérimentation était empreinte d'un effet de nouveauté, ce qui peut avoir influencé le comportement des élèves. Par ailleurs, le fait de se retrouver dans un lieu inconnu et en notre présence, peut avoir amené le groupe à respecter davantage les consignes. Nous pouvons nous demander si une fois cet effet de nouveauté enrayé, le comportement des élèves demeurerait similaire.

D'autre part, le questionnaire d'appréciation nous a d'abord permis de confirmer notre choix de public ciblé. En effet, le niveau d'habiletés motrices requises nous a semblé adéquat, nous supposons qu'avec un public plus jeune, davantage de sujets auraient éprouvé des difficultés à évoluer dans le système. Bien que le SAMI représentait un défi pour l'élève, dans l'ensemble, ce défi paraissait réalisable, seulement deux élèves ont éprouvé de plus grandes difficultés. Au sujet de clarté des messages, les apprenants ont conclu qu'ils savaient clairement ce qu'ils avaient à faire à l'intérieur de l'application (38 % assez clair et 54 % très clair). Nous pouvons donc affirmer que le choix des stratégies, l'organisation du contenu et les procédures d'intervention étaient adéquats. Toutefois, pour un apprenant, il semble qu'une partie de l'information ne soit pas parvenue à se frayer un chemin jusqu'à la mémoire de travail. À ce sujet, Depover, Giardina et Marton (1998 : 197) soulignent que « [...] dans les logiciels multimédias reposant sur la simulation ou l'exploration libre d'environnement d'apprentissage, ce que le sujet apprendra dépendra, dans une large mesure de lui-même, de ses décisions ou de ses préférences ». Pour qu'il y ait apprentissage, l'apprenant doit décoder l'information à travers les stimuli créés par l'environnement, afin de bâtir ses structures cognitives. Dans le cas où le but ne lui semble pas clair, les apprentissages qu'il sera en mesure de réaliser seront limités.

Du point de vue de la navigation, nos choix sémiotiques nous sont apparus probants. En effet, la majorité des sujets ont semblé identifier et comprendre le fonctionnement des éléments de navigation à première vue (explication dans la première interface), ou encore à

leur première utilisation. Toutefois, à la question portant sur la clarté des éléments de navigation, trois sujets ont répondu respectivement que ces éléments étaient « assez clair », « peu clair » et « pas clair ». En effet, lors de la mise à l'essai, nous avons remarqué que deux d'entre eux avaient relu à plus d'une reprise le fonctionnement des éléments de navigation. Le lien unissant le signifié au signifiant ne semblait pas créé. La compréhension de ces codes n'étant pas effectuée, peut-être en raison de l'ambiguïté des messages, nous pouvons présumer qu'ils éprouvaient plus de difficultés à traiter l'information qui leur était présentée. Supposons que ces sujets en étaient à leur première expérience avec un univers immersif, il est possible qu'ils se soient retrouvés dans une situation où trop de stimuli ont brouillé leurs repères. En supposant que des concepts de base, comme les éléments de navigation, n'étaient pas assimilés, ils sont demeurés dans la mémoire de travail en plus des éléments nécessaires à l'accomplissement de la tâche. Ainsi, le nombre d'informations à gérer pouvait dépasser le nombre clef de sept unités d'apprentissage (Miller, 1956, cité dans Vienneau 2005), qu'il est normalement possible de mémoriser à la fois et rendre la tâche hors d'atteinte. L'assimilation de la situation n'étant pas réalisée, ils pouvaient difficilement s'en accommoder. Or, pour la majorité, c'est-à-dire 77 % des sujets, il semble qu'il n'y ait eu aucun problème majeur de compréhension.

Entre autres choses, l'univers imaginaire présenté aux apprenants a semblé bien accueilli. En effet, 92 % des sujets ont qualifié leur expérience de « très intéressante ». Nous pouvons donc supposer que la métaphore dans laquelle les sujets étaient plongés était significative et a répondu à son rôle de systémique. Le niveau d'interactivité proposé nous a semblé adéquat, une plus grande liberté d'action aurait sans doute détourné les apprenants des apprentissages. La solution retenue permettait aux apprenants d'avancer à leur propre rythme, de reprendre une discussion, d'observer à nouveau un phénomène et de revivre une situation selon leur convenance. À cet effet, il a été des plus intéressant d'observer les sujets de type *maître doux* et *maître dur* (Turkle, 1984), naviguer à l'intérieur du SAMI. Nous avons rapidement remarqué que certains sujets exploraient davantage les interfaces, recommençaient un jeu pour entendre à nouveau la mélodie et faisaient preuve d'originalité dans les manœuvres tentées, alors que d'autres se concentraient sur le but à atteindre (la quête) en explorant que

très superficiellement les interfaces de jeu. À ce sujet, ces *maîtres durs* ont peut-être été désavantagés, puisque certaines informations légèrement dissimulées ont pu leur échapper.

Revenons aux comportements des élèves du groupe expérimental et contrôle. Il est intéressant de constater qu'à l'intérieur du groupe contrôle, certains élèves imposaient leurs points de vue. Ces leaders d'opinion faisaient en sorte que d'autres élèves ne participaient pas aux manipulations et aux discussions. En utilisant le SAMI, l'élève devait, au contraire, effectuer lui-même les démarches afin d'avancer dans la quête, il était le seul responsable de ses apprentissages. Toutefois, lors de la mise à l'essai principale, où nous avons observé les sujets par groupe de deux dans un local de leur école, les élèves interagissaient davantage entre eux, ce qui contribuait sans doute à leur développement cognitif (Toussaint et Lavigne, 2001). Cependant, les échanges entre les élèves furent très limités lors de l'expérimentation opérationnelle, le contexte physique (l'environnement intimidant du laboratoire informatique de l'université), a probablement nuit à ces interactions.

Quoi qu'il en soit, nous avons remarqué que les améliorations portées au système entre les deux mises à l'essai furent profitables. En effet, lors de la mise à l'essai opérationnelle, les sujets ont davantage consulté le livre (nous avons été plus précise dans les consignes), et l'ordre chronologique des éléments du livre a semblé plus logique pour l'apprenant. Aussi, tous les sujets ont utilisé l'espace ajouté pour la prise de note et les icônes mises en évidence ont semblé claires pour une plus grande majorité.

En somme, en compilant les résultats recueillis par le questionnaire d'appréciation nous pouvons affirmer que les apprenants ont retiré des effets bénéfiques en termes de qualité des apprentissages, se traduisant par leur attitude positive face à la tâche. À la dernière question du questionnaire d'appréciation, 62 % d'entre eux ont affirmé avoir apprécié l'ensemble du SAMI, ils n'avaient pas d'éléments négatifs à signaler. Le système a donc reçu un accueil favorable, il proposait à l'élève un environnement qu'il appréciait. Les comportements que nous avons observés grâce à la grille d'observation, convergent vers le même constat : les élèves ont démontré une meilleure concentration, un plus grand intérêt et une attitude plus positive envers la tâche à effectuer que les élèves du groupe contrôle. Le bilan que nous

dressons est donc davantage orienté sur notre deuxième question de recherche. Nous pouvons affirmer que l'apprenant retire d'autres effets bénéfiques en utilisant le SAMI et qu'ils sont de nature qualitative. En tout état de cause, nous croyons qu'il serait pertinent, advenant qu'une expérimentation soit réitérée avec le même système, d'orienter davantage le questionnaire sur les perceptions de l'élève envers l'activité (valeur, compétence à accomplir la tâche et degré de contrôlabilité). Des précisions de cet ordre nous auraient permis de déterminer plus exactement l'apport du SAMI en termes de motivation (Viau, 1994). En outre, il aurait sans doute été approprié de questionner l'apprenant au sujet de connaissances plus générales, en procédant à de courtes entrevues, en lui demandant ce qu'il retenait de son expérience et peut-être même aller jusqu'à questionner les sujets du groupe contrôle. Cette méthode nous aurait permis de qualifier le cheminement individuel de chacun.

Au début de notre étude, nous mentionnions n'avoir recensé aucune recherche démontrant hors de tout doute une amélioration des apprentissages à l'aide du jeu électronique. Force est d'admettre qu'au terme de l'interprétation des données de cette étude, nos résultats tendent vers les mêmes conclusions. Nous ne pouvons affirmer que le système d'apprentissage multimédia interactif que nous avons développé représente un outil plus efficace qu'une méthode traditionnelle d'enseignement sur le plan des rendements scolaires. Toutefois, les différents constats que nous avons formulés à partir des grilles d'observation et des questionnaires d'appréciation nous permettent d'entrevoir que le SAMI peut apporter d'autres effets bénéfiques aux apprenants en termes de qualité de la situation d'apprentissage. En considérant tous les points soulevés, nous ne sommes pas en mesure d'affirmer qu'une mise à l'essai supplémentaire conduirait aux mêmes résultats. En effet, le contexte d'expérimentation, la taille de l'échantillon et le nombre d'interventions auprès du public sont des facteurs importants à considérer en regard de nos résultats. Or, notre démarche de conception, d'expérimentation et les limites créées par l'outil lui-même nous permet d'ouvrir quelques pistes de réflexions qui seront sans doute profitables à d'autres situations. Devant toutes ces contraintes auxquelles nous avons fait face dans cette recherche-développement, nous en venons à nous demander s'il est envisageable d'atteindre un contexte idéal d'expérimentation. Ceci étant dit, nous croyons que l'atteinte d'un climat d'étude suffisamment contrôlé ne puisse se réaliser qu'en multipliant les expériences de recherche.

CHAPITRE VI

CONCLUSION ET PISTES DE RÉFLEXION

Avant tout, cette recherche-développement portait sur la conception et l'expérimentation d'un système d'apprentissage multimédia interactif ludoéducatif, orienté dans le domaine des sciences et technologies. Puisque l'outil développé allait être expérimenté dans un milieu éducatif, nous avons tenté de mesurer son efficacité sur le plan des rendements scolaires afin de découvrir s'il pouvait représenter une meilleure option qu'une méthode traditionnelle d'enseignement. Puis, nous nous sommes demandée s'il pouvait apporter d'autres effets bénéfiques aux apprenants l'utilisant.

Nous avons d'abord procédé à la conception et à la réalisation d'un SAMI selon le modèle de design pédagogique proposé par Depover, Giardina et Marton (1998), en portant une attention particulière à la théorie cognitiviste du traitement de l'information dans l'élaboration des scénarios pédagogiques. Dès que possible, nous avons débuté l'expérimentation préliminaire d'un prototype (version écourtée du SAMI) auprès de quelques sujets afin de valider le mode de navigation et les éléments de bases constituant le système. Puis, lorsque toutes les interfaces furent complétées, nous avons amorcé une première mise à l'essai en contexte scolaire. Lors de cette mise à l'essai *principale*, nous avons utilisé un groupe contrôle et un groupe expérimental afin de déterminer l'efficacité du SAMI en regard d'une méthode traditionnelle d'enseignement. De prime abord, nous pensions que cette expérimentation serait suffisante afin de rencontrer nos objectifs de recherche. Toutefois, plusieurs variables intermédiaires en sont ressorties, faisant en sorte que les résultats obtenus risquaient de comporter un nombre important de biais. En ce sens, nous avons apporté des modifications au SAMI et aux outils de collecte de données, puis nous avons procédé à une seconde mise à l'essai auprès d'un nouveau groupe de sujets. Cette mise à l'essai *opérationnelle* fut réalisée avec un échantillon de même taille que la précédente.

Au terme de ces différentes phases de mises à l'essai, nous estimons qu'il nous a été impossible de prouver une réelle efficacité du système développé en matière de rendements scolaires. En effets, les résultats des élèves ayant utilisé le SAMI ne se sont pas révélés plus élevés que les résultats des élèves ayant été soumis à une méthode traditionnelle d'enseignement, ils étaient au contraire plus bas. Toutefois, le SAMI a semblé influencer positivement le comportement des sujets, ils étaient davantage concentrés à la tâche à effectuer, ont démontré plus d'intérêt et une attitude générale plus positive que le groupe homologue travaillant en classe. Le système aurait donc eu des effets bénéfiques sur les apprenants.

Lors de l'analyse des résultats, nous avons tout de même jugé pertinent de mettre en relief les particularités de la mise à l'essai principale, puisque l'ensemble des sujets (groupe A et B) avait été soumis aux deux traitements, soit au SAMI et aux activités traditionnelles en classe, mais dans un ordre inversé. Cette procédure nous a permis de constater qu'au bout du compte, les élèves ayant utilisé le SAMI dans un deuxième temps, c'est-à-dire en tant qu'outil de révision, ont obtenu des rendements scolaires plus élevés que les élèves l'ayant utilisé comme amorce au contenu notionnel.

Néanmoins, nous croyons pertinent de souligner la petite taille de notre échantillon. Pour plusieurs raisons, que nous avons identifiées au chapitre précédent, nous avons limité l'expérimentation à un groupe de vingt-cinq sujets pour la mise à l'essai principale, puis à vingt-six sujets pour la mise à l'essai opérationnelle. Ce nombre restreint a eu des répercussions lors de l'analyse des résultats, puisqu'un seul élève représentait à lui seul 8 % de son groupe. Le comportement de celui-ci et sa performance individuelle ont donc eu un impact significatif sur l'ensemble des résultats étudiés. Or, nous supposons qu'en raison de la présence de plusieurs variables non contrôlées, identifiées précédemment, il est probable qu'un plus grand échantillon, dans un contexte de recherche identique, nous aurait conduite à des résultats semblables.

Certes, le prototype que nous avons expérimenté comportait son lot de faiblesses et nous ne pouvons affirmer qu'il représente, dans son état actuel, une méthode plus efficace qu'un

enseignement traditionnel. En ce sens, nous pensons qu'il serait pertinent de procéder à une évaluation exhaustive du système, afin d'évaluer sa compétence à transmettre les savoirs, de la même manière dont on évaluerait un enseignant en regard de ses capacités pédagogiques. Tout compte fait, l'expérimentation et les différentes mises à l'essai nous ont permis de formuler quelques pistes de réflexion. Advenant qu'une recherche évaluative soit réalisée avec le même outil, nous croyons que plusieurs éléments devraient être soumis à une révision. Nous entrevoyons deux possibilités majeures, l'une en fonction du contenu et l'autre d'un point de vue méthodologique. D'abord, bien que notre intention était de construire un outil ouvert et adaptable à plusieurs situations, nous croyons qu'il serait préférable de concentrer les notions sur un nombre plus restreint de connaissances, ou alors d'approfondir davantage chacune d'elle. Par exemple, construire un pluviomètre virtuel plutôt que se limiter à sa consultation. Néanmoins, il faudrait éviter que ces manipulations allongent la durée totale de la quête. La deuxième possibilité, que nous percevons comme élément majeur de cette conclusion, serait de vérifier l'efficacité du produit en tant qu'outil de révision en science et technologie, par exemple, à la fin de l'année scolaire. Puisque les notions abordées sont plus superficielles, nous supposons que l'outil pourrait s'avérer être une méthode efficace de consolidation des acquis, ou encore, à la fois comme amorce, permettant l'élaboration d'une situation problématique, puis comme révision, à la suite d'activités réalisées en classe.

Comme nous l'avons mentionné d'entrée de jeu, les modifications récentes au plan de formation de l'école québécoise ont apporté plusieurs changements en science et technologie. Désormais, l'enseignant doit proposer des situations d'apprentissage variées et susciter plusieurs interactions parmi les élèves (Lusignan, 2005). Sans prétendre qu'ils représentent un remède miracle, nous croyons que la force des outils multimédias ludoéducatifs est qu'ils facilitent l'intégration d'une situation de résolution de problème par la scénarisation d'une aventure. Au moyen de cette aventure, il devient possible de solliciter le développement de compétences transversales et l'intégration de plusieurs savoirs essentiels, et ce, par l'intermédiaire de l'un des domaines généraux de formation. En somme, nous pensons qu'un SAMI puisse agir à titre d'outil complémentaire aux apprentissages plutôt qu'en tant que méthodes de substitution à l'enseignement dispensé par l'enseignant.

Quoi qu'il en soit, au terme de cette étude, nous pouvons affirmer avoir été en mesure de rencontrer nos objectifs de recherche. D'abord, nous avons conçu et réalisé un système d'apprentissage présentant un équilibre sur les plans expressif et ergonomique par l'intégration dynamique des modes d'expressions (textes, sons, images). Nous avons structuré un environnement immersif donnant naissance à une problématique d'ordre technologique et scientifique (les répercussions du manque d'eau), dans un contexte d'éducation à l'environnement. D'ailleurs, comme mentionné au chapitre précédent, nous avons noté dans notre journal de bord plusieurs comportements laissant supposer qu'une utilisation du système, à plus d'une reprise, aurait été favorable au développement d'habiletés reliées aux sciences et technologies et de compétences transversales. Par ailleurs, nous avons validé le système d'apprentissage à différentes étapes de production à l'aide de prototypes auprès du public ciblé, puis nous avons tenté de mettre en relief l'impact du SAMI sur les apprentissages en procédant à l'évaluation de son efficacité.

Or, pour s'assurer de l'efficacité d'un tel système, encore faudrait-il déterminer le contexte idéal d'insertion. À ce sujet, Depover et Strebelle (1997, cités dans Depover, Giardina et Marton, 1998 : 240) soulignent que « l'usage efficace des nouvelles technologies est, avant tout, lié aux qualités pédagogiques intrinsèques des maîtres et plus particulièrement à leur capacité à tirer le meilleur parti des technologies en individualisant leur enseignement ». Ainsi, l'efficacité de l'outil dépendra à chaque fois de la façon dont l'enseignant l'intégrera au sein de sa démarche.

Bien que cette recherche-développement ne prétende pas apporter une preuve scientifique de l'efficacité du SAMI que nous avons développé, ni d'en dégager une généralité, nous considérons que son caractère novateur puisse amener des éléments transférables à d'autres situations. Certes, cette recherche comportait une phase laborieuse de développement. La collaboration plus étroite d'un intervenant du milieu de l'éducation à la recherche aurait sans doute accéléré certaines prises de décision, ce qui aurait eu des répercussions sur l'ampleur de l'expérimentation. Nous croyons qu'un tel partenariat serait souhaitable dans le développement de produits du même genre. Par ailleurs, il aurait été préférable de mettre à l'essai une portion du SAMI entre la mise à l'essai préliminaire et la mise à l'essai principale,

afin de réajuster des constituantes du système plus tôt dans notre démarche. Assurément, l'expérience acquise avec l'expérimentation de ce système d'apprentissage nous permettra éventuellement d'intervenir plus rapidement dans le milieu scolaire, puisque nous connaissons maintenant les particularités reliées à l'insertion d'un tel outil. Sans l'ombre d'un doute, nous continuons de croire à l'immense potentiel des SAMI en tant qu'outil répondant à certains problèmes d'intégration du programme de formation actuel de l'école québécoise. Notre cheminement lors de cette étude représentera une pierre d'assise pour nos recherches futures et nous espérons qu'il puisse inspirer d'autres chercheurs, sensibles à la problématique de l'intégration des NTIC en éducation, qui auront à cœur de tenir compte de nos limites tout en les surpassant.

MÉDIAGRAPHIE

- Abran, F. Trudel, P. (2000). *Implantation de services de courriel dans les écoles : exigences à satisfaire afin d'assurer la protection des droits des personnes et le partage des responsabilités*. Document de réflexion conçu par le Centre de recherche en droit public. Faculté de droit. Université de Montréal. [En ligne]. Accès : http://www.msg.gouv.qc.ca/fr/publications/enligne/securite/courriel_ecole.pdf
- Basque, J. et Doré, S (1999). *Introduction au design pédagogique*. Montréal : Télé-université et École de technologie supérieure.
- Boudreault, P. (2004). La recherche quantitative. Karsenti, T. Savoie-Zajc L. *La recherche en éducation : étapes et approches* (3^e éd.). (p.151-180). Sherbrooke : Editions du CRP
- Bouthat, C. (1993). *Guide de présentation des mémoires et thèses*. Montréal : Université du Québec à Montréal
- Boyer, J.P. (2002). *L'espace et le temps en multimédia interactif : vers un nouvel imaginaire social ?* ACFAS.
- Brien, R. (1981). *Design pédagogique : introduction à l'approche de Gagné et Briggs*. Sainte-Foy : Éditions Saint-Yves.
- Carrier, J-P. (2001). Accompagnement scolaire...encore un effort! Dans Crinon, J. Gautellier, C. (Dir.). *Apprendre avec le multimédia et Internet*. (p.37-46). Paris : RETZ.
- Chamberland, G. et Provost, G. (1996). *Jeu, simulation et jeu de rôle*. Québec : Presses de l'Université du Québec.
- Conseil supérieur de l'éducation, Gouvernement du Québec. (2007). *Soutenir l'appropriation des compétences transversales et des domaines généraux de formation*. Avis au ministre de l'éducation, du loisir et du sport. Québec : Conseil supérieur de l'éducation

- De Grandmont, N. (1989). *Pédagogie du jeu : jouer pour apprendre*. Montréal : Les éditions logiques.
- Depover, C. (2000). Sur quoi peut-on fonder l'efficacité pédagogique d'un dispositif multimédia? [En ligne]. Accès : http://ute.umh.ac.be/site_ute2/menu.htm
- Depover, C. Giardina, M. et Marton, P. (1998). *Les environnements d'apprentissage multimédia : Analyse et conception*. Paris : L'Harmattan
- Durocher-Lavoie, C. (1999). ADIBOU : je découvre la nature. (Version 1.0 adaptation québécoise) [Cédérom]. Meudon-la-Fôret : Coktel. Saint-Sauveur : I.C.E. Multimédia.
- Égly, M. (2001). À propos du nouveau machinisme éducatif. Dans Crinon, J. Gautellier, C. (Dir.). *Apprendre avec le multimédia et Internet*. (p.181-192). Paris : RETZ
- Fengfeng, K. et Grabowski, B. (2007) *Gameplaying for maths learning : cooperative or not?* British journal of educational technology, 38 (2), 249-259.
- Gazaille, M. Lavine, G. et Fiala, Y. (2005). *Évaluation des effets d'une approche pédagogique exploitant les tics en tant que support à la gestion de l'apprentissage et de l'enseignement en anglais langue seconde*. Étude menée dans le cadre du Programme de recherche et développement du réseau privé de l'enseignement collégial. [En ligne]. Accès : http://www.cadre.qc.ca/acpq/Rapport%20rech_2004_Rapport%20TIC_enseignement_anglais_%20Gazaille_Lavine_Fiala_Col%20Lafleche.pdf.
- Gérin-Lajoie, D. et Wilson, D. (1999). Technologies et facilitation de l'apprentissage. Réseau d'enseignement francophone à distance du Canada (REFAD). [En ligne]. Accès : <http://www.refad.ca/recherche/Technologies/>
- Grégoire R. Bracewell, R. et Laferrière, T. (1996) *L'apport des nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC) à l'apprentissage des élèves du primaire et du secondaire : revue documentaire*. Réseau scolaire canadien (RESCOL). [En ligne]. Accès : <http://www.fse.ulaval.ca/>

- Gylbert, D. (2003). *La conception d'un site Web éducatif*. Version 4.0. Guide. Applications pédagogiques des technologies de l'information et de la communication (APTIC). Québec : Université Laval. [En ligne]. Accès : <http://www.aptic.ulaval.ca/guidew3educatif/>
- Interactive Digital Software Association. (2003). *Essentials facts about the computer and video games industry : 2003 sales, demographics and usage data*. [En ligne]. Accès : <http://www.IDSA.com>
- 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). [En ligne]. Accès : <http://www.erudit.org/revue/rse/2002/v28/n2/007357ar.html>
- Irving, K-E. et Bell, R-L. (2004, June). *Double vision: Educational technology in standards and assessments for science and mathematics*. *Journal of science education and technology*. 13, (2). 255-266.
- Kerdellant, C. et Grésillon, G. (2003). *Les enfants-puces : Comment Internet et les jeux vidéo fabriquent les adultes de demain*. Paris : Éditions Denoël.
- Kutoka Interactive. (1999). *Mia, le mystère du chapeau perdu*. [Cédérom]. Montréal : Kutoka Interactive.
- Kutoka Interactive. (2001). *Mia, juste à temps!* [Cédérom]. Montréal : Kutoka Interactive.
- Laberge, M-F. (2004, Septembre – Octobre) Qu'en pensent les enseignants? Dossier : Les technologies de l'information et des communications : Au-delà des murs de l'école. *Vie pédagogique*, 132, 14-18.
- Ladouceur, M. (2003). *Étude de variation d'efficacité d'un système d'apprentissage multimédia interactif en histoire selon le niveau scolaire des apprenants*. Mémoire de maîtrise inédit. Université de Montréal.
- Lamoureux, A. (1995). *Recherche et méthodologie en science humaine*. Laval, Québec : Études vivantes.

- Legault, F. Laferrière, T. (2002). *Impact d'une pédagogie de projet assistée par l'ordinateur en réseau sur les croyances motivationnelles et l'engagement au travail d'élèves du secondaire*. Préparé pour le colloque du Programme pancanadien de recherche en éducation 2002 « La technologie de l'information et l'apprentissage ». Montréal (Québec).
- Legendre, R. (2005). *Dictionnaire actuel de l'éducation* (3^e éd.). Montréal : Guérin
- Lessard, Y. (Coordonnateur). (2006). *Carrefour des ressources didactique informatisées (CRDI)* [En ligne]. Accès : <http://c-rdi.qc.ca/>
- Loiselle, J. (2001). *La recherche développement en éducation : sa nature et ses caractéristiques*. Dans Anadon, M. et L'Hostie, M. (Dir.). *Nouvelles dynamiques de recherche en éducation*. (p. 77-97). Québec : Les presses de l'université Laval.
- Lusignan, G. (2005, Avril – Mai). Science et technologie : des changements aux attentes. Dossier : Sciences et technologies : quels changements? *Vie pédagogique*, 135, 27-34.
- Mabillot, V. (2000). *Interactivity Staging : Users representations in interactive mediations devices*. Thèse de doctorat inédite. Université de Lyon. [En ligne] Accès : <http://vmabillot.free.fr/interactivite/these/titre.htm>
- Martel, V. (2005). *Émergence d'une communauté d'apprentissage en réseau à l'ordre primaire : l'activité de transformation d'un environnement d'apprentissage par la direction, les enseignants et les élèves (étude de cas)*. Mémoire de maîtrise inédit. Université Laval.
- Marton, P. (1992, consulté le 18 novembre 2004). *Étapes du processus de la production d'un système d'apprentissage multimédia interactif*. [En ligne] Accès : <http://www.fse.ulaval.ca/graim/>
- Maxwell J-A. et Loomis, D-M. (2003). Mixed methods sampling strategies in social science research. Dans Tashakkori, A. et Teddlie, C. (2003). *Handbook of mixed methods in social and behavioral research*. (p. 241-272). California: Sage Publication.

- Ministère de l'éducation, des loisirs et du sport, Gouvernement du Québec. (2005). *Matériel didactique approuvé pour l'éducation préscolaire et l'enseignement primaire. Ensembles didactiques 2004-2005*. Québec : Ministère de l'Éducation, des loisirs et du sport. Bureau d'approbation du matériel didactique. Direction des ressources didactiques.
- Ministère de l'éducation, du loisir et du sport, Gouvernement du Québec. (2006). *Rapport annuel 2004-2005 du Réseau de personnes-ressources pour le développement des compétences des élèves par l'intégration des technologies (RÉCIT)*. Québec : Ministère de l'Éducation, des loisirs et du sport. Direction des ressources didactiques.
- Ministère de l'éducation, Gouvernement du Québec. (2001). *Plan de formation de l'école Québécoise éducation préscolaire et enseignement primaire. Version approuvée*. Québec : Ministère de l'Éducation.
- Morissette, D. (1993). *Les examens de rendement scolaire* (3^e éd). Québec : Les presses de l'université Laval.
- Papert, S. (1981). *Jaillissement de l'esprit : ordinateur et apprentissage*. Paris : Flammarion.
- Paquette, J-L. (Réalisateur) et Pichette, H. (Journaliste). (2003). *Faut-il craindre l'effet des jeux vidéo?* [Reportage]. Zone Libre, émission du 24 janvier 2003. [En ligne]. Accès : <http://radio-canada.ca/actualite/zonelibre/03-01/jeux.html>
- Perreault, N. (2005). *Rôle et impact des TIC sur l'enseignement et l'apprentissage au collégial*. [En ligne]. Accès : [http://www.cdc.qc.ca/ped_coll/pdf/perreault typologie TIC partie1 ped coll 16 3 mars 2003.pdf](http://www.cdc.qc.ca/ped_coll/pdf/perreault_typologie_TIC_partie1_ped_coll_16_3_mars_2003.pdf)
- Piot, T. (2001). *Pratiques pédagogiques et multimédia : l'exemple d'un village virtuel*. Dans Crinon, J. Gautellier, C. (Dir.). *Apprendre avec le multimédia et Internet*. (p.151-162). Paris : RETZ
- Proulx, D. (2004, Automne). *Génération Mosai-culturelle, Dossier « Branchés ou déconnectés? Réseau, magazine de l'Université du Québec*. [En ligne]. Accès : http://www.uquebec.ca/mag/mag2004_10/dossier3-2004_10.html

- Proulx, D. (2004, Automne). Cyberkids, Les jeunes et l'Internet, Dossier « Branchés ou déconnectés? *Réseau, magazine de l'Université du Québec*. [En ligne]. Accès : http://www.uquebec.ca/mag/mag2004_10/dossier2-2004_10.html%20
- Rabecq-Maillard, M.M. (1969). Histoire des jeux éducatifs : de l'Antiquité au vingtième siècle. Paris : Fernand Nathan
- Réseau pour l'intégration des technologies (RÉCIT). (2005). [En ligne]. Accès : <http://recit.qc.ca/>
- Rousillon, T. (2002). *Définition de l'interactivité*. Net 4 image. [En ligne]. Accès : <http://www.net4image.com/magazine/articles/17.htm>
- Tardif, J. (1992). *Pour un apprentissage stratégique : l'apport de la psychologie cognitive*. Montréal : éditions Logiques.
- Tashakkori, A. et Teddlie, C. (2003). *Handbook of mixed methods in social and behavioral research*. California: Sage Publication.
- (2006, December). *2006 Innovators*. T.H.E. Journal. 33 (17). 14-27
- Thouin, M. (2006). *Résoudre des problèmes scientifiques et technologiques au préscolaire et au primaire*. Sainte-Foy : Éditions MultiMondes
- Tibo, G. (2000). *Mango Plumo : l'aventure météo*. [Cédérom]. Montréal : Québec/Amérique Jeunesse.
- Toussaint, R. et Lavigne, A. (2001) *Apprentissage et enseignement des sciences et technologies au primaire*. Québec : Gaëtan morin éditeur.
- Tremel, L. (2001). *Jeux de rôles, jeux vidéo et multimédia, les faiseurs de mondes*. Paris : Presses Universitaires de France.
- Turkle, S. (1984). *The second self: computers and the human spirit*. Trad. De l'anglais par Claire Démange. New York: Simon and Schuster.

- Turkle, S. (1995). *Life on the screen : Identity in the age of the Internet*. New York : Touchstone
- Van der Maren, J-M. (2003). *La recherche appliquée en pédagogie : Des modèles pour l'enseignement* (2^e éd). Bruxelles : De Boeck.
- Viau, R. (1994). *La motivation en contexte scolaire*. Québec : Éditions du renouveau Pédagogique.
- Vienneau, R. (2005). *Apprentissage et enseignement : Théorie et pratique*. Montréal : Chenelière éducation.
- Viennot, E. (1998). *L'album secret de l'oncle Ernest*. [Cédérom]. Paris : EMME.

APPENDICE A

FORMULAIRE DE CONSENTEMENT

(Appendice à la Politique d'éthique de la recherche impliquant des être humains de l'UQAT)

Titre du projet de recherche : Conception, expérimentation et évaluation d'un système d'apprentissage multimédia interactif en sciences et technologies.

Nom des chercheurs et leur appartenance : Cathy Vézina, Sciences de l'éducation, UQAT

Commanditaire ou source de financement : CRSH

Durée du projet : 2004-2007 (mise à l'essai en classe prévue pour novembre 2006)

But de la recherche :

- Le but de cette étude est de vérifier si un système d'apprentissage multimédia interactif (il s'agit ici d'un cédérom accompagné d'un livre et d'accessoires) peut contribuer, plus efficacement qu'un médium traditionnel (par exemple un cahier d'exercice), au développement de compétences reliées au domaine des sciences et technologies.
- La chercheuse a obtenu une bourse de recherche du Conseil de recherche en sciences humaines du Canada (CRSH) pour ce projet.
- Aucun critère de sélection particulier n'a été retenu dans le choix des sujets, mis à part leur âge et leur niveau de scolarité. Deux classes semblables ont été choisies, après discussion avec un conseiller pédagogique. L'autorisation écrite des parents sera demandée afin que l'élève puisse prendre part à la recherche.

Description de la participation à la recherche :

- Nous utiliserons des *pré tests* et *post tests* ainsi que des grilles d'observation, afin de mesurer l'impact de l'outil sur les apprentissages (connaissances et habiletés). Nous ne désirons pas comparer les élèves entre eux. Nous voulons déterminer si l'élève améliore son résultat d'un test à l'autre. Dans le but de recueillir les informations pertinentes à la recherche, nous procéderons à l'enregistrement vidéo des périodes d'essai. Les élèves n'auront pas à s'adresser à la caméra, cette dernière nous aidera seulement à noter les observations qui nous auraient échappé (le comportement face à l'ordinateur, des commentaires émis, des questions, des rires, etc.).
- Pour cette mise à l'essai, nous prévoyons un total d'environ quinze heures en classe. Des périodes d'environ deux heures seront réparties sur un mois. Ces mises à l'essai seront intégrées au sein même des activités courantes de la classe. Les *pré tests* et *post tests* seront remplis par tous les élèves en même temps, avant et après l'utilisation du cédérom. Pour la mise à l'essai du cédérom, les élèves se déplaceront à l'ordinateur par groupe de deux, à deux occasions. (Deux ordinateurs seront disponibles dans la classe).
- Lors de la passation des tests et pendant la période d'essais, nous ne participerons qu'à titre d'observateur. Nous interviendrons seulement dans le cas où un problème informatique aurait lieu.

Description des inconvénients et de la gêne à participer à la recherche :

- Nous considérons que ce projet ne comporte pas d'inconvénient majeur pour le sujet. Il est toutefois possible que certains élèves soient gênés par la présence de la caméra, nous porterons donc une attention particulière à son emplacement et dans l'explication de son utilité.

Description des avantages à participer à la recherche :

- Les élèves participants pourront expérimenter un nouvel outil dédié à l'apprentissage. Peu importe les résultats qui seront obtenus au terme de l'étude, les sujets auront eu la chance de développer leurs compétences en sciences et technologie et dans l'utilisation des technologies de l'information. Ils pourront aussi exercer leur jugement critique en formulant leur appréciation du système d'apprentissage. Les objectifs visés à l'intérieur de notre étude rejoignent le plan de formation du ministère de l'éducation.

Description des mesures et des engagements à la confidentialité :

- Afin de protéger l'identité des sujets, seule la chercheur et sa directrice auront accès aux enregistrements vidéo et aux tests écrits. Aucune présentation publique ne sera faite des enregistrements et l'identité des sujets ne sera jamais révélée, y compris dans le rapport de recherche. Au cours de cette recherche, les enregistrements ainsi que les tests comportant le nom des élèves seront conservés en lieu sûr au domicile de la chercheuse. Ils seront détruits au terme de l'étude.

Coûts :

- Aucun frais ne sera engagé par les sujets dans cette étude.

Diffusion des résultats :

- Les résultats de l'étude paraîtront dans le rapport de recherche de la chercheuse. Les enseignants participants seront informés des résultats et pourront en informer les élèves qui auront participé. Les parents pourront être informés par écrit s'ils en manifestent l'intérêt.

Conflits d'intérêts :

- À titre de chercheuse, nous tenons à préciser que nous n'avons aucun lien financier avec une entreprise commerciale.

La participation dans une recherche est volontaire

- Nous demandons l'autorisation écrite d'un parent afin que l'élève puisse participer à l'étude. Toutefois, même s'il a reçu l'autorisation de ses parents, l'élève aura le droit de refuser de participer à l'activité s'il le désire. Il pourra aussi se retirer en tout temps sans préjudice et sans justification de sa décision.

Pour tout renseignement supplémentaire concernant vos droits, vous pouvez vous adresser au :
Comité d'éthique de la recherche impliquant des êtres humains

UQAT

Vice-rectorat à l'enseignement et à la recherche
445, boul. de l'Université, Bureau B-309

Rouyn-Noranda (Qc) J9X 5E4
 Téléphone : (819) 762-0971 # 2252
 danielle.champagne@uqat.ca

Questions :

Si vous avez d'autres questions plus tard et tout au long de cette étude, vous pouvez rejoindre :
 Cathy Vézina _____.

Signatures

_____ Nom de l'élève (lettres moulées)	
_____ Signature du parent	_____ Date

J'ai pris connaissance du présent document, ainsi que de l'ensemble du projet de recherche.

 Direction de l'école

 Date

 Enseignant participant

 Date

Ce consentement était obtenu par :

 Chercheure

 Signature

 Date

APPENDICE B

ÉLÉMENTS EXTRAITS DU CAHIER DE CHARGES

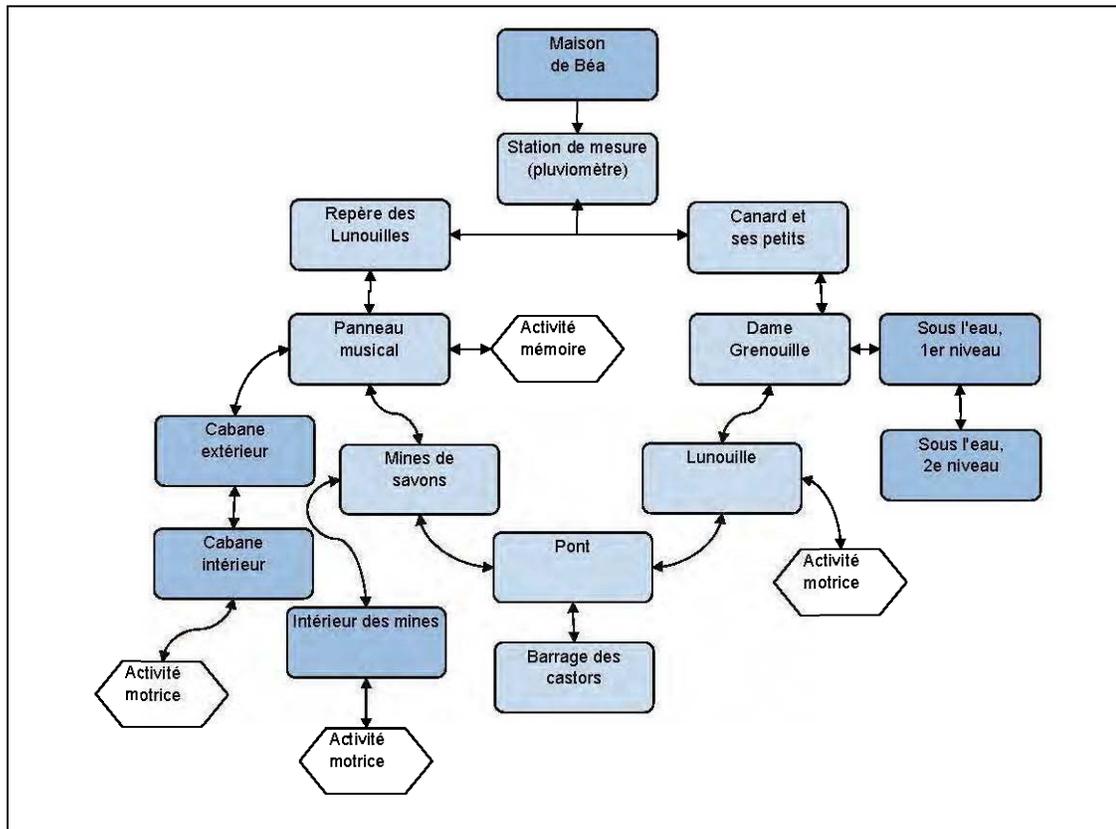


Figure A.1 Arborescence de navigation du système d'apprentissage (cédérom).

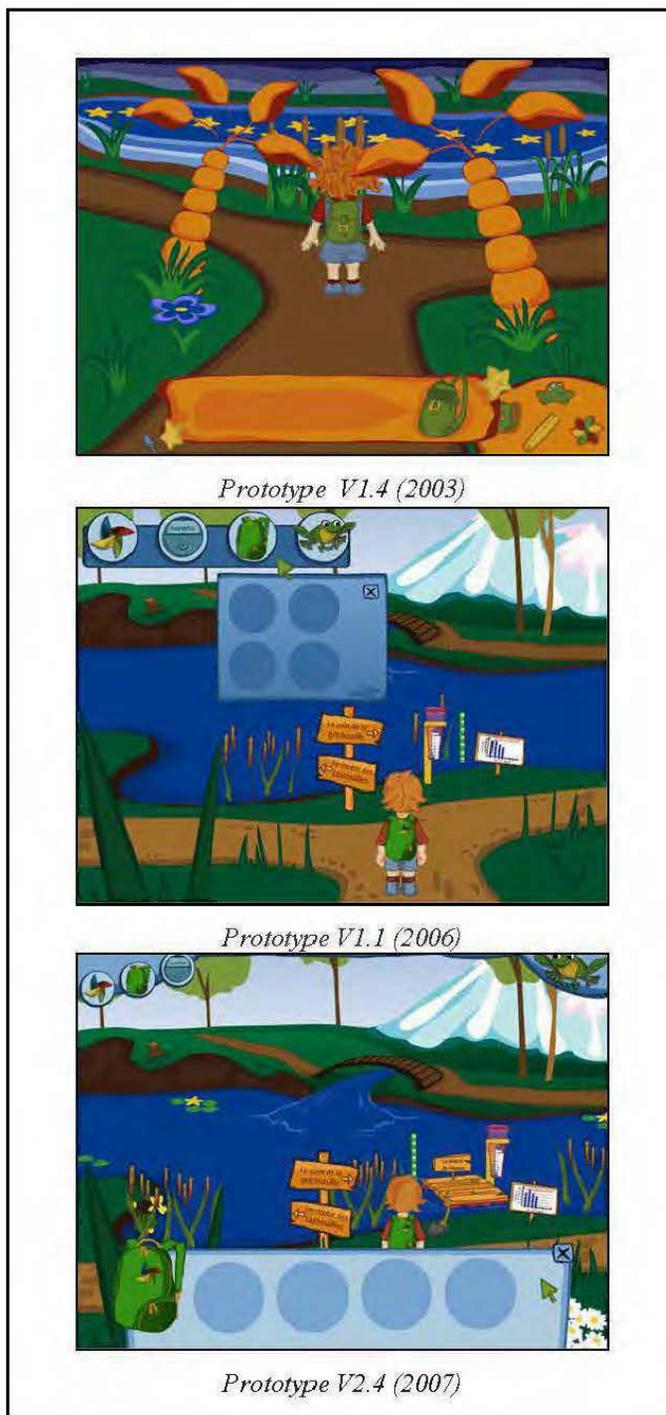


Figure A.2 Évolution des éléments de navigation depuis le prototype de 2003.

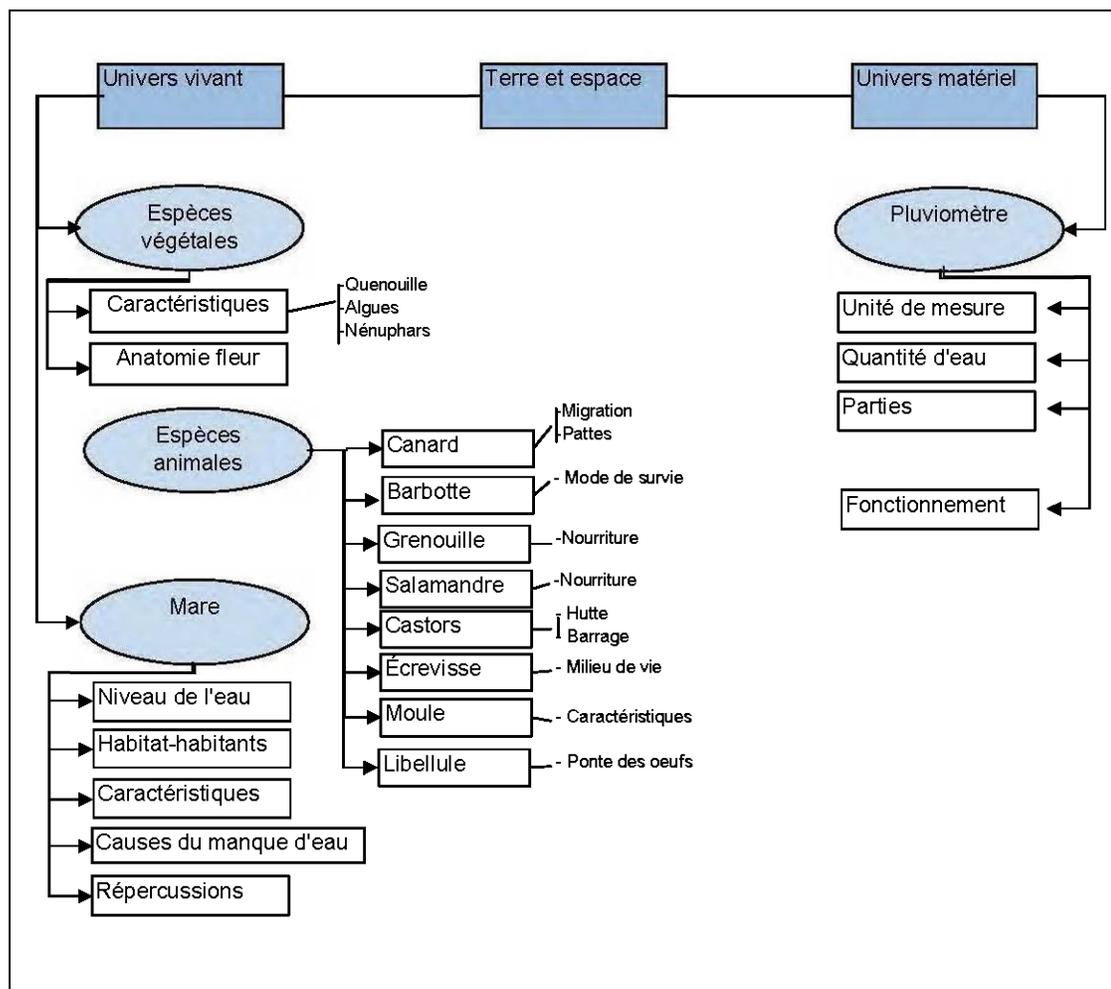


Figure A.3 Graphe des connaissances du SAMI, partie céderom.

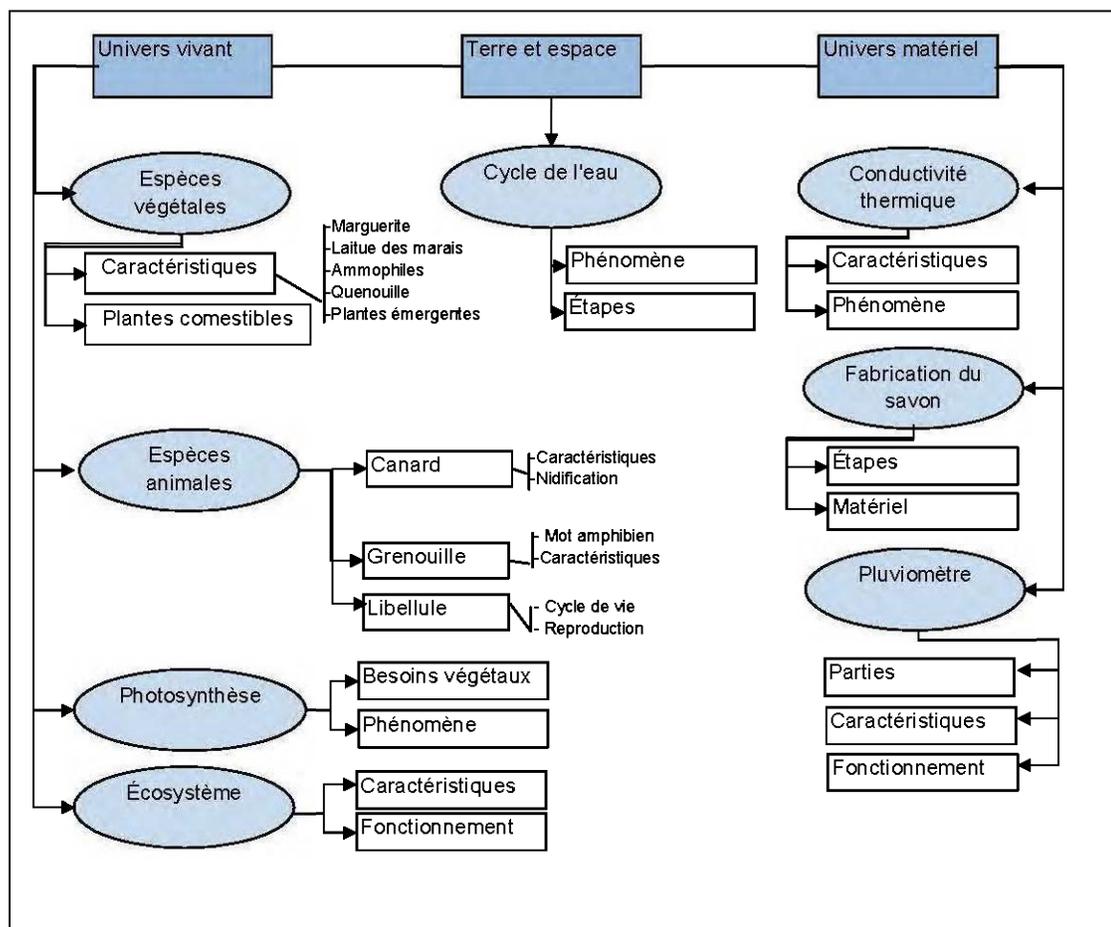


Figure A.4 Graphe des connaissances du SAMI, partie du livre.

APPENDICE C

PRÉTEST

1. Comment peut-on mesurer la quantité de pluie tombée?

2. Peux-tu nommer des animaux qui habitent un marais (une mare)?

Si un jour il manquait d'eau dans le marais, que se passerait-il pour ces animaux?

APPENDICE D

POST-TEST

1. Peux-tu nommer trois animaux qui ont besoin du marais (d'une mare) pour survivre?

1. _____

2. _____

3. _____

Que se passerait-il pour ces animaux s'il n'y avait plus d'eau dans le marais?

2. Comment appelle-t-on l'instrument qui sert à mesurer la quantité de pluie tombée?

De quelle façon fonctionne cet appareil?

APPENDICE E

GRILLE D'OBSERVATION

Date : _____

Lieu : _____

Nombre d'élèves : _____

Autres précisions : _____

Éléments organisationnels

Organisation physique de la classe:

- Les élèves travaillent-ils seuls ou en équipes?

seuls

équipes

S'ils travaillent en équipe, combien sont-ils par équipe? _____

- Durée de l'activité totale: _____

Directives et procédure

- Les élèves sont-ils attentifs aux directives données?

oui

non

Si non, que font-ils?

- Les élèves posent-ils des questions?

oui

non

Si oui, lesquelles?

Déroulement de la mise à l'essai

Gestion de la classe :

- Les élèves se mettent-ils automatiquement à travailler?

oui

non

Si non, que font-ils?

- Les élèves se déplacent-ils lors de la mise à l'essai?

oui

non

Si oui, pourquoi?

- Les élèves sont-ils agités?

oui

non

Description des comportements :

- Les élèves discutent-ils entre eux?

oui

non

Si oui, que disent-ils?

Déroulement de l'activité :

- Les élèves posent-ils des questions?

oui

non

Si oui, lesquelles?

- Les élèves respectent-ils les directives données?

oui

non

Si non, que font-ils?

- Les élèves progressent-ils tous au même rythme?

oui

non

Commentaires :

Attitudes et langage corporel :

- Les élèves démontrent-ils une attitude positive ou négative face à la tâche demandée?

positive

négative

Commentaires :

- Les élèves semblent-ils s'ennuyer?

oui

non

Commentaires :

- Les élèves semblent-ils concentrés dans leur tâche?

oui

non

Commentaires :

- Les élèves sont-ils intéressés par la tâche qui leur est proposée?

oui

non

Commentaires :

Durée de chaque activité (en classe):

Activité 1 : _____

Activité 2 : _____

Autres commentaires :

APPENDICE F

QUESTIONNAIRE D'APPRÉCIATION

Remplis ce questionnaire en cochant la case qui correspond à ton niveau d'appréciation.
Attention : il n'y a pas de bonne ni de mauvaise réponse!

1. De quelle façon peux-tu qualifier ton expérience avec les ordinateurs?

- Aucune expérience
 - Peu d'expérience
 - Assez d'expérience
 - Très expérimenté
-

2. Est-ce que le fonctionnement du jeu était facile?

- Très difficile
 - Difficile
 - Facile
 - Très facile
-

3. Est-ce que le jeu était bien organisé? (Savais-tu clairement ce que tu avais à faire?).

- Pas clair
 - Peu clair
 - Assez clair
 - Très clair
-

4. Est-ce que les icônes (boutons des menus) et les curseurs (déplacer, prendre, voir) étaient assez clairs?

- Pas clairs
 - Peu clairs
 - Assez clairs
 - Très clairs
-

5. Est-ce que le jeu était intéressant?

- Pas intéressant
 - Peu intéressant
 - Assez intéressant
 - Très intéressant
-

6. Est-ce que tu as aimé le visuel du jeu (les personnages, les couleurs, les animations) ?

- Pas aimé
 - Peu aimé
 - Assez aimé
 - Beaucoup aimé
-

7. Peux-tu me donner 2 choses que tu as le plus aimées et 2 choses que tu as le moins aimées?

Le plus aimé :

1. _____

2. _____

Le moins aimé :

1. _____

2. _____

APPENDICE G

GUIDE D'UTILISATION DU SAMI

FANDORIA

Étapes et solutions

Ce jeu est conçu de façon à ce que l'élève explore, il est donc normal qu'il effectue plusieurs allers-retours avant de ramasser des éléments ou de résoudre des problèmes. Toutefois, comme il s'agit d'un prototype, certains éléments ou fonctionnements apparaîtront peut-être moins clairs, voici donc les différentes étapes à franchir..

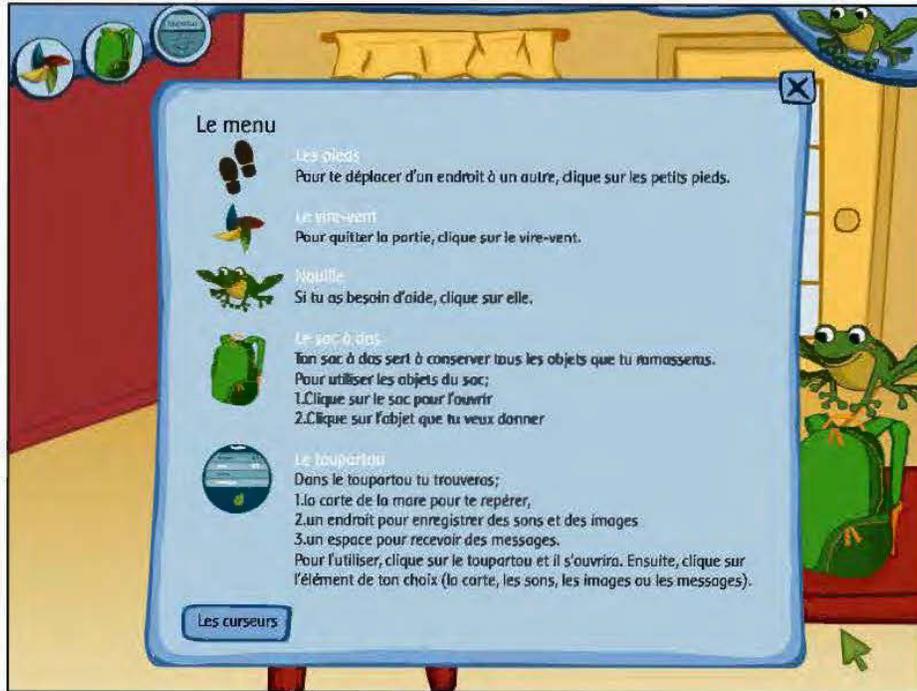
Introduction

Par un bel après-midi, Béa la magicienne et sa grande amie, Nouille la grenouille, décident d'aller faire la tournée des pays, tournée qu'elles effectuent chaque saison, afin de s'assurer que tout va bien sur l'île de Fandoria. Or, ce jour-là, une épaisse fumée blanche semblant venir du Mont Tordu fait en sorte que Béa et Nouille partent précipitamment de la Mare aux étoiles, sans amener avec elles la précieuse baguette magique de Béa. Arrivées à la croisée des chemins, Béa tente de relever un arbre coupé. Elle trouve ceci très curieux, car la coupe des arbres n'est pas permise dans cette portion de pays. Nouille trouve tout ça bien étrange elle aussi. Les deux amies ne se rendent pas compte que derrière elles, une énorme machine s'approche, et les fait captives dans son ventre-cage. Catastrophe! Décidément, quelque chose ne tourne pas rond par ici. Heureusement, avec sa petite taille, Nouille parvint à s'échapper entre les barreaux de la cage. Béa lui demande de bondir jusqu'à la maison, et de lui ramener sa baguette magique. Nouille s'empresse de partir. La machine emmène Béa vers la Vallée des plumes. Nouille traverse les Galeries de Givres, sans y trouver Lili la patineuse. Elle arrive à la mare à bout de souffle. Comble de malheurs, arrivée à la maison de Béa, elle ne trouve pas la baguette magique. Cette dernière a disparu. Nouille ne voit qu'une seule solution, tenter de trouver quelqu'un de l'autre monde qui pourra l'aider. Cette personne, c'est peut-être toi!

Le but de la quête est de retrouver la baguette de Béa. Tout au long de son parcours, l'élève sera confronté à différents problèmes entourant le manque d'eau dans la mare. Afin de compléter les fiches du livre, il devra être attentif et explorer minutieusement chacune des interfaces du jeu. Le livre est rempli d'indices qui permettront de résoudre rapidement certains problèmes, il est disponible sur le cd-rom au format PDF.

NOTE : Comme il s'agit d'un prototype, il est possible que des problèmes techniques surviennent (bogues). Si tel est le cas, on peut tout simplement quitter l'application en appuyant sur la touche **échap** du clavier et recommencer la partie.

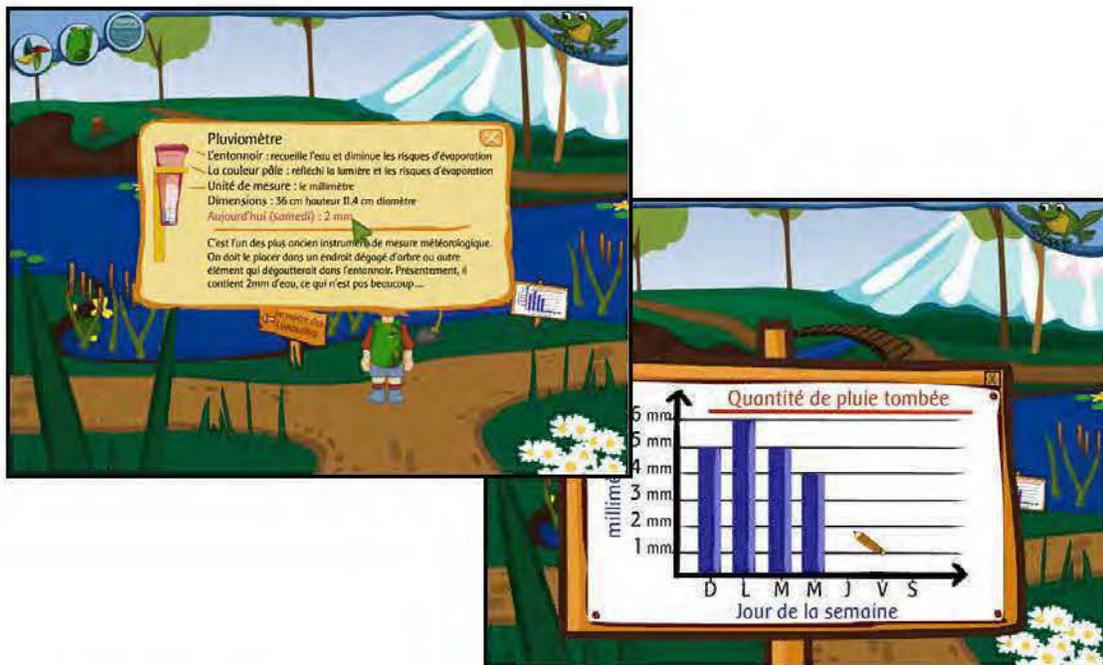
Fonctionnement des curseurs et menus :



Étape 1 : Prendre la mesure du pluviomètre et entrer les données dans le tableau

L'utilisateur doit cliquer sur le tableau de mesure et entrer les données manquantes pour jeudi, vendredi et samedi en cliquant vis-à-vis la colonne.

Il trouvera les réponses en page 4 du livre et en prenant la mesure de l'eau pour samedi sur le pluviomètre de la station de mesure dans le jeu.



Étape 2 : Informer le canard (obtenir les rapetisse-touts)

Lorsque les mesures sont entrées dans le tableau, Nouille (la petite grenouille verte) informe l'utilisateur qu'il doit aller avertir le Canard que l'eau de la mare est stable.

Si l'on s'adresse au canard pour une 2^e fois, le choix de question #2 sera différent.

En informant le canard sur la stabilité de l'eau, on reçoit des rapetisse-touts qui permettront d'accéder aux mines de savon.



Étape 3 : Les mines de savon - ramasser les pépites de savon

En cliquant sur la grosse butte rose, un personnage apparaît. On doit s'adresser à lui afin d'obtenir la permission d'entrer. * Le sac à dos s'ouvrira tout seul, et on devra cliquer sur les rapettise-touts pour les prendre.

Pour jouer au jeu dans les mines (et recueillir des pépites), il faut utiliser la souris. *Il n'y a pas de limites de temps, il faut être précis et n'attraper que les pépites roses.



Étape 4 : Amener les pépites de savon à Dame grenouille (obtenir une bulle)

Avec les pépites de savon, la grenouille peut gonfler une bulle pour aller sous l'eau. On doit lui demander : « Est-il possible d'aller sous l'eau? ». Le sac à dos s'ouvre alors par lui-même, et on peut cliquer sur les pépites de savon.



Étape 5 : Sous l'eau - écouter Monsieur Barbotte jouer de son instrument (obtenir la partition)

Il faut écouter monsieur Barbotte jouer de son instrument. Il donnera ensuite à l'utilisateur une partition qui se retrouvera dans le toupartou (et non dans le sac à dos).



Étape 6 : Le panneau musical – endormir les Croque-nouilles (ouvrir le passage)

En cliquant sur le panneau musical, on peut reproduire la mélodie jouée par Monsieur Barbotte. Cette partition se retrouve dans le toupartou sous forme d'image et de son. L'utilisateur doit la reproduire en cliquant sur les clochettes. Une fois la partition réussie, les Croque-nouilles s'endormiront et laisseront le passage libre.



Étape 7 : La cabane de Béa – nourrir la salamandre

Il faut trouver la clef pour ouvrir l'armoire de lanterne. Cette clef se trouve sous la salamandre. Pour l'obtenir, l'élève doit nourrir la salamandre avec sa nourriture préférée (livre p. 14), elle se déplacera pour manger. Il s'agit d'un jeu de rapidité.

Étape 8 : Choisir la bonne lanterne

Pour débarrer l'armoire, il faut simplement cliquer sur le cadenas (sans prendre la clef).

Le choix de la lanterne : l'élève trouvera les informations nécessaires pour faire son choix en page 11 du livre. * Il n'y a rien dans la lanterne qui émet de la lumière!



Étape 9 : Allumer Nénuphar-étoile et le ramasser

Pour que la lanterne éclaire, il faut attraper un nénuphar-étoile. Si l'utilisateur s'est adressé au Lunouille, ou a exploré un peu le livre et les interfaces du jeu, il sait que ce type de plante émet de la lumière. Pour jouer au jeu, on doit cliquer sur le nénuphar devant les 3 pierres. Pour allumer le nénuphar, il faut attraper suffisamment de CO_2 (boules jaunes) en déplaçant la fleur avec les flèches du clavier.



** Il faut ensuite ramasser le nénuphar (en cliquant dessus) afin qu'il se place dans la lanterne.



Étape 10 : Éclairer le fond de la mare (découverte de l'huître-fort)

Si l'utilisateur parle à l'écrevisse, il pourra cette fois lui répondre qu'il a de quoi s'éclairer. Le sac à dos s'ouvrira par lui-même pour prendre la lanterne. Une fois le fond de l'eau éclairé, on aperçoit l'huître qui a avalé la baguette.

Étape 11 : Déchiffrer la combinaison

Pour déchiffrer la combinaison de l'huître-fort, on doit se référer au livre page 17.

*La solution change à chaque fois.



Étape 12 : Amener la baguette aux castors

Une fois la baguette trouvée, les castors construiront un pont pour laisser passer l'utilisateur. On doit d'abord s'adresser au castor.

Une fois traversé, l'utilisateur reçoit un message de Béa, le remerciant pour son aide (il faut cliquer sur l'enveloppe rose pour lire le message).



APPENDICE H

SYSTÈME D'APPRENTISSAGE MULTIMÉDIA INTERACTIF DÉVELOPPÉ
DANS LE CADRE DE CETTE ÉTUDE

