





**Université de Montréal**

**Personnalisation et adaptation d'environnement multimédia pédagogique :  
le cas de ScienceEnJeu**

**par Evelyne Pelletier**

Département des Sciences de la communication, Université de Montréal

Faculté des arts et des sciences

Mémoire présenté à la Faculté des arts et des sciences en vue de l'obtention du grade de Maîtrise  
en Sciences de la communication option communication médiatique

Août 2014

© Evelyne Pelletier, 2014



**Université de Montréal**

**Faculté des études supérieures et postdoctorales**

Ce mémoire intitulé :

**Personnalisation et adaptation d'environnement multimédia pédagogique :  
le cas de ScienceEnJeu**

**Présenté par Evelyne Pelletier**

A été évalué par un jury composé des personnes suivantes :

Aude Dufresne (Université de Montréal), directrice de recherche

Micheline Frenette (Université de Montréal), Présidente du Jury

Milton Campos (Université de Montréal), Membre du Jury

Août 2014

© Evelyne Pelletier, 2014



## RÉSUMÉ

La personnalisation et l'adaptation d'environnement multimédia pédagogique a pour but de favoriser l'intégration d'application web de formation en fonction de la personnalité de l'apprenant, de sa progression, de ses préférences et de son contexte d'application. Le contrôle de certaines de ces options doit être donné à l'enseignant afin de pouvoir suivre la progression de ses étudiants, de prescrire des activités complémentaires en ce qui est fait en classe et de gérer ses groupes.

Nous avons participé au développement et à l'évaluation d'une application pour appuyer le suivi des activités et donner du soutien aux apprenants dans un environnement pédagogique disponible gratuitement en ligne pour l'apprentissage des sciences nommé ScienceEnJeu. ScienceEnJeu est un environnement où l'apprenant peut explorer différents mondes d'apprendre le contenu, comme les mathématiques, l'écologie, la physique, la génomique, etc. Notre système utilise une base de données qui se construit en fonction de conditions comme les activités des utilisateurs dans le jeu et offre la possibilité de lier les activités du jeu à des structures de concepts issues du programme du Ministère de l'éducation de loisirs et du sport (MELS).

Une interface permet aux parents ou à l'enseignant de visualiser la progression dans l'environnement d'un étudiant et / ou d'un groupe, voir le modèle de l'élève de superposition sur la structure des activités et des structures de concepts. L'enseignant peut chercher une activité liée à des concepts particuliers et la définir comme une tâche pour son groupe d'étudiants selon un calendrier. Un système de soutien personnalisé fondé sur des règles y est aussi intégré. Ces règles sont des stratégies de soutien construites en fonction de différents paramètres du contexte de l'activité, des préférences de style d'apprentissage de l'élève et de l'aide précédente. De par ces règles, différents avatars animés peuvent être affichés avec des messages qui sont écrits pour soutenir la motivation des élèves selon leur personnalité d'apprenant.

Mots clés : interactions humain-ordinateur, apprentissage, interface adaptive, système conseiller, personnalité, scolaire

## ABSTRACT

The goal of this case study is to promote, customize and adapt the integration of a multimedia educational environment depending on the personality of the learner, his progression, his preferences and the context of application. The control of some of these options must be given to the teacher in order to follow the progress of his students, prescribe activities in the game and manage groups.

We participated in the development and evaluation of an application to aid the monitoring of activities and provide support to the players in a science learning environment available for free online named ScienceEnJeu. ScienceEnJeu is an environment where learners can explore different worlds and learn on numerous subjects such as mathematics, ecology, physics, genomics, etc. Our system uses a database that is based on conditions such as the users activities or progression in the game and offer the possibility of linking the above to the structure of concepts from the program of the Ministère de l'éducation, des loisirs et du sport (MELS).

An interface allows parents or teachers to see the progress of a student and/or a group in the environment according to the structure of the activities and/or concepts. Teachers can find an activity related to a particular concept and set it as a task for the group of students on a set schedule. A set of rules based on the personality of the learner is also integrated. These rules support strategies derived from different context specific parameters and the learning style preferences of the student. From these rules, different animated avatars are displayed with written messages to support the learning personality of the student and increase his motivation.

Keywords: human-computer interaction, learning, adaptive interface, system consultant, personality, school



## TABLES DES MATIÈRES

<b>1. INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
<b>2. CADRE THÉORIQUE .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1 Les interactions humain-ordinateur .....</b>	<b>3</b>
<b>2.2 Les principes ergonomiques.....</b>	<b>7</b>
<b>2.3 Principes de conception centrée sur l'utilisateur.....</b>	<b>9</b>
<b>3. CONTEXTE DE LA RECHERCHE.....</b>	<b>13</b>
<b>3.1 Interaction humain-ordinateur dans le contexte d'apprentissage.....</b>	<b>13</b>
3.1.1 La réforme scolaire au Québec.....	13
3.1.2 La motivation scolaire.....	17
<b>3.2 Environnement d'apprentissage sur Internet.....</b>	<b>20</b>
3.2.1 Au niveau des étudiants.....	21
3.2.2 Au niveau des enseignants.....	21
3.2.3 Au niveau des méthodes pédagogiques.....	22
3.2.4 Facteurs d'intégration efficace des TICS.....	22
<b>3.3 La personnalisation des apprenants.....</b>	<b>24</b>
3.3.1 Le théorie de Martinez .....	24
3.3.2 Les recherches sur le soutien personnalisé.....	25
<b>3.4 CREO Inc. et ScienceEnJeu.....</b>	<b>27</b>
<b>4. PROBLÉMATIQUE .....</b>	<b>29</b>
<b>4.1 Mise en contexte.....</b>	<b>29</b>
<b>4.2 Question générale .....</b>	<b>30</b>
<b>4.3 Questions spécifiques.....</b>	<b>31</b>
<b>4.4 Proposition de recherche .....</b>	<b>33</b>
<b>5. MÉTHODOLOGIE .....</b>	<b>35</b>
<b>5.1 Mise en contexte.....</b>	<b>35</b>
<b>5.2 Développement du système de visualisation .....</b>	<b>36</b>
5.2.1 Modélisation de la progression dans Sciences en jeu .....	36
<b>5.3 Adaptation du questionnaire de Martinez (2005) sur les préférences d'encadrement .....</b>	<b>46</b>
<b>5.4 Développement du système d'aide.....</b>	<b>47</b>
5.4.1 L'interface du système d'aide.....	47
5.4.2 Création des agents d'aide inspiré de la théorie de Martinez.....	50
5.4.3 Modélisation des règles d'aide en fonction de la personnalité.....	51
<b>5.5 Déroulement de l'étude de cas pour l'évaluation du système.....</b>	<b>54</b>
5.5.1 Choix du groupe cible .....	54
5.5.2 Déroulement .....	55
5.5.3 Instruments d'analyse.....	57
<b>5.5 Enjeux éthiques.....</b>	<b>60</b>
<b>6. RÉSULTATS .....</b>	<b>61</b>
<b>6.1 Les personnalités .....</b>	<b>61</b>
6.1.1 La Participation dans le jeu selon les différentes personnalités .....	62
<b>6.2 L'appréciation de ScienceEnJeu en général.....</b>	<b>66</b>
6.2.1 Appréciation du contenu de ScienceEnJeu.....	68
6.2.2 Appréciation des aspects techniques de ScienceEnJeu .....	70
6.2.3 La valorisation de soi dans ScienceEnJeu .....	71
<b>6.3 Appréciation des oiseaux (agents d'aide).....</b>	<b>71</b>
<b>6.4 Appréciation de l'interface de visualisation .....</b>	<b>74</b>

**7. DISCUSSION..... 77**  
**8. Conclusion ..... 87**  
**Bibliographie ..... 89**

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau I. Relations entre les conditions, les actions et les évènements entrant dans la création des règles du système .....	54
Tableau II. Répartition des personnalités apprenantes dans l'échantillon .....	62
Tableau III. Progression dans les quêtes jouées par les participants en général et selon les personnalités des apprenants. ....	65
Tableau IV. Appréciation moyenne de ScienceEnJeu, réponse du questionnaire (1=peu à 3=beaucoup) (C=conformiste, I=intentionnel, P=performant, R=résistant et G=général) ....	67
Tableau V. Appréciation moyenne des agents d'aide (oiseaux), réponse du questionnaire (1=peu à 3=beaucoup) (C=conformiste, I=intentionnel, P=performant, R=résistant et G=général)..	72

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 Cycle de l'action de Norman (1986).....	4
Figure 2 Le cycle de conception d'applications informatiques selon la norme ISO 13407 (UXPA, 2014).....	10
Figure 3 Étapes de la scénarisation interactive (Dufresne, 2013).....	12
Figure 4 Synthèse de la formation de l'école québécoise pour l'éducation préscolaire et primaire du MELS. (Ministère de l'éducation, 2006).....	14
Figure 5 Exemples des critères d'évaluation et attentes de fin de cycle en fonction des composantes d'une compétence du domaine de la mathématique selon le Ministère de l'éducation (2006).....	16
Figure 6 Présentation par niveau des savoirs essentiels du domaine de la mathématique, de la science et de la technologie pour le programme du primaire du MELS.....	17
Figure 7 Modèle de la motivation scolaire de Barbeau et al. (1997).....	19
Figure 8 Images de l'Île d'entrée (le port) et de la carte des îles menant aux différentes quêtes dans ScienceEnJeu.....	27
Figure 9 Interface de visualisation de la progression dans les activités.....	37
Figure 10 Arbre des concepts du domaine des mathématiques du MELS vu dans la quête une journée à l'hypermarché dans ScienceEnJeu.....	39
Figure 11 Capture d'écran de l'interface permettant de relier les étapes des quêtes de ScienceEnJeu aux concepts du domaine de la mathématique, des sciences et de la technologie du MELS.....	40
Figure 12 Exemple de la visualisation de la progression dans certains concepts du domaine de la mathématique du MELS (2006).....	41

Figure 13 Capture d'écran de l'interface permettant de créer et de gérer les groupes.....	42
Figure 14 Image de l'outil permettant de prescrire les quêtes pour un groupe.....	43
Figure 15 Arbre de la progression selon les quêtes.....	44
Figure 16 Histogramme de la progression dans les concepts du domaine de la mathématique d'un groupe.....	44
Figure 17 Menu apparaissant en cliquant sur le bouton de droite de la souris dans l'interface de progression .....	45
Figure 18 <i>Affectation</i> permet de connaître les concepts académiques auxquels est relié une quête .....	45
Figure 19 <i>Vérifier tâche</i> permet de connaître les détails d'une quête.....	45
Figure 20 Interface où sont définies les règles d'aide en liant les conditions à des messages d'aide.....	48
Figure 21 Exemple d'une relation entre un évènement et des conditions formant une règle dans l'interface .....	49
Figure 22 De gauche à droite et de bas en haut, les oiseaux conformiste, résistant, intentionnel et performant.....	50
Figure 23 Liste des quêtes prescrites par l'enseignante pour l'expérimentation avec les dates de début et de fin.....	56
Figure 24 Arbre de progression dans les quêtes du groupe les Cardinaux .....	64
Figure 25 Appréciation du contenu de ScienceEnJeu en fonction des personnalités .....	68
Figure 26 Moyenne d'appréciation des oiseaux en fonction des personnalités .....	72

## **LISTE DES SIGLES**

CCU : Conception centrée utilisateur  
CEFRIO : Centre facilitant la recherche et l'innovation dans les organisations, à l'aide des technologies de l'information et de la communication  
CERFAS : Comité d'éthique de la recherche de la Faculté des arts et des sciences  
CINQ : Consortium en Innovation Numérique du Québec  
CREO Inc.: pour Curiosité, Rigueur, Équipe et Originalité Inc.  
CRSNG : Conseil de recherche en sciences naturelles et en génie du Canada  
CSE : Conseil supérieur de l'éducation  
IHO : Interaction Humain-Ordinateur  
LOQ : Learning Orientation Questionnaire  
MELS : Ministère de l'éducation, des loisirs et du sport  
SEJ : ScienceEnJeu  
SOFAD : Société de formation à distance des commissions scolaires du Québec  
TAM : Technology Acceptance Model  
TIC : Technologies de l'information et de la communication  
UXPA : User Experience Professionals Association

# 1. INTRODUCTION

L'explosion informatique des années 80-90 influence plusieurs sphères de recherche. D'abord, des chercheurs comme Norman (1986) étudient les influences qu'on ces nouvelles technologies sur le quotidien et cherchent à comprendre les interactions humain-ordinateur (IHO). Combiné à la manipulation directe de Schneiderman (1982), ces théories influencent les travaux en ergonomie de Nielsen (1993), de Norman (2002) et son modèle du Cycle de l'action et de Brangier, Dufresne, & Hammes (2009) pour qui une interaction réussie permet d'augmenter les capacités humaines. Maintenant, des chercheurs comme Dufresne (2013), ou des sites spécialisés comme Ergolab (2014) ou celui de la *User Experience Professionals Association* (UXPA, 2014) cherchent à informer et sensibiliser les développeurs d'interface en mettant de l'avant des modèles et des principes directeurs de la conception centrée sur l'utilisateur (CCU).

Cette explosion s'est également fait sentir jusque dans les écoles. Au Québec seulement, elle influence grandement la réforme scolaire du Ministère de l'éducation, des loisirs et du sport (MELS) qui favorise un enseignement socioconstructiviste et l'intégration de méthodes pédagogiques variées utilisant les technologies de l'information et de la communication (TIC) autant comme outil d'enseignement que d'aide à l'apprentissage. (Bérubé & Poellhuber, 2005) Cette situation entraîne des changements quant au rôle de l'enseignant. Il est maintenant davantage considéré comme un *coach* aidant à l'organisation de l'apprentissage. (Chamberland, Lavoie & Marquis, 2009)

Parallèlement à cela, la motivation scolaire devient un élément central de cette pédagogie moderne. Alors que les premières recherches sur la motivation scolaire portaient principalement sur des aspects cognitifs isolés (Maehr, 1984; McCombs, 1986; Schunk & Zimmerman, 1994; Weiner, 1979, 1985), au Québec, Barbeau, Montini & Roy (1997) développent, en s'inspirant des principales idées de ces chercheurs, un modèle de la motivation scolaire. Cette compréhension de la motivation scolaire permet d'outiller les enseignants et pédagogues dans la mise en place de projets visant à améliorer la motivation des jeunes en classe. Cependant, l'environnement multimédia ne s'adapte pas à l'apprenant. (Franzoni & Assar, 2009) Or, le modèle de la motivation scolaire souligne qu'il doit y avoir une interaction constante entre les événements, les comportements et le soutien à l'apprenant. C'est pourquoi, puisqu'au delà des

aspects cognitifs il y a aussi la personnalité et les émotions, les intérêts et l'environnement qui s'y rattachent, des chercheurs comme Martinez (1999, 2001a) et Dufresne (2001b) développent des modèles de personnalisation des environnements d'apprentissage, prenant également en considération les qualités de l'apprenant en ce qui concerne l'autonomie, la motivation et l'organisation.

Devant ce contexte, nous nous intéressons grandement à la possibilité d'intégrer à un système multimédia d'apprentissage, un système de soutien prenant en compte les facteurs de la motivation scolaire ainsi que la personnalité d'un apprenant. Toutefois, comment faire pour qu'un média électronique soit capable de se modifier en fonction des actions posées par l'apprenant et de sa personnalité? Comment ce dernier peut-il être en mesure de reconnaître les indicateurs et les déterminants de la motivation chez un apprenant et d'organiser son parcours, son temps, de façon à maximiser son apprentissage? Il s'agit de développer un système d'aide « épiphyte » (Dufresne, 2001a), c'est-à-dire un système flexible et capable de se greffer à un jeu pédagogique existant et qui, sans en changer le contenu de base, puisse influencer le parcours d'un joueur, ses choix, ses intentions.

Le système a été créé en partenariat avec CREO Inc. et vient se greffer sur l'environnement ScienceEnJeu, jeu développé par CREO Inc. et disponible gratuitement en ligne. Ce mémoire expliquera les étapes de développement du système, de l'idée de départ à l'évaluation avec une enseignante et sa classe de cinquième. Il vise à définir des stratégies permettant d'adapter et de personnaliser le jeu et de tester auprès de joueurs si une aide adaptée et personnalisée peut parvenir à encourager l'enfant, à l'aider à s'organiser et à changer sa réticence d'apprendre en motivation à construire son savoir.



## 2. CADRE THÉORIQUE

Ce mémoire prend enracinement dans le vaste domaine de la communication médiatique. Il s'intéresse plus particulièrement aux interactions humain-ordinateur (IHO) et se développe autour de différents axes de réflexion comme les interfaces adaptatives et leurs principes ergonomiques et la personnalisation de l'aide aux apprenants.

### 2.1 Les interactions humain-ordinateur

Les TIC sont présentes dans notre quotidien à un point tel que nous en oublions parfois ce que seraient nos comportements sans elles. Le fait que nous les utilisons sans y penser, que nos comportements se modifient en fonction de ces dernières font en sorte que nous semblons les accepter sans se poser de questions, pourtant une interface mal conçue peut faire perdre temps et patience à un utilisateur. (Norman, 1986) De ce fait, tel que le met en lumière Card, Moran, & Newell (1983) l'interface même n'est pas gage de son acceptation par les usagers. En effet, cette dernière doit être vue comme une partie d'un système avec laquelle un utilisateur entre en contact. La Théorie de l'Action de Norman (1986) est intéressante puisqu'elle souligne justement « l'importance de favoriser la compréhension par les utilisateurs des interfaces en minimisant l'effort cognitif de transposer les représentations dans le système par rapport aux représentations que l'utilisateur a de ce qu'il veut faire. » (Bello Flores, 2013)

C'est justement de ces parallèles dont discute Norman (2002) dans son livre intitulé *The Design of Everyday Things*, Il utilise de nombreux exemples du quotidien afin d'analyser les relations avec ces dernières afin de faire prendre conscience que ces interfaces, technologies ou machines n'entrent pas dans nos vies par hasard. Elles prennent empreintes dans de nombreuses observations et mettent en lumière des exemples de relations permettant aux lecteurs de réaliser l'importance derrière la conceptualisation de ces dernières. Il explique ce phénomène avec le Cycle de l'action (Figure 1)

Tel que son nom l'indique, le Cycle de l'action représente le côté évolutif et itératif de ces représentations. Il se compose, à la base, de ce que nomme Norman (1986), les stages de l'évaluation et de l'exécution. Le point de départ est le but à atteindre, comme automatiser un

système bancaire ou un environnement pédagogique. Le stage de l'exécution repose donc sur cette intention d'agir, sur le désir de développer un tel système. Puis, afin de mettre à terme cette idée, il faut établir la séquence d'actions et mettre en œuvre son exécution. Le stage de l'évolution suit celui de l'exécution, après sa rencontre avec le monde, après son utilisation. À ce moment, l'objectif est de percevoir comment l'idée est utilisée et appréciée, d'interpréter ces perceptions, puis de les évaluer afin de revoir les buts, les affiner et reprendre le stage de l'exécution. Ces sept stages constituent le Cycle de l'action.

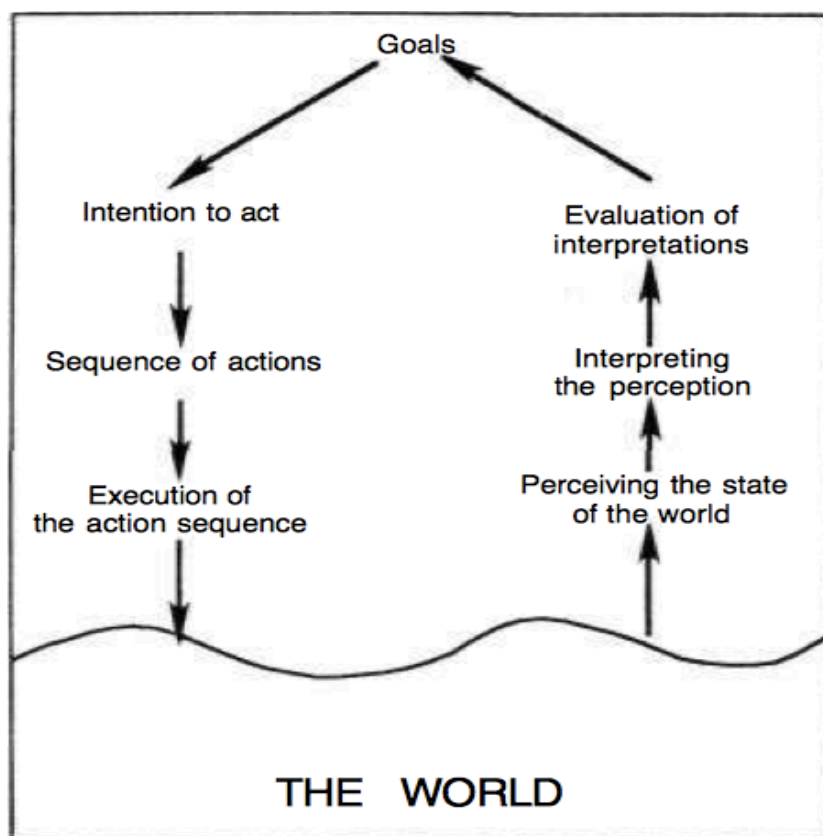


Figure 1 Cycle de l'action de Norman (1986)

Toutefois, pour Norman (1986), la création d'une interaction-humain-ordinateur ou technologie réussie ne s'arrête pas qu'à la mise en application de ce cycle. D'autres principes entre en ligne de compte afin d'obtenir un résultat simple et efficace comme le *mapping*, le *feedback*, la manipulation directe et la visibilité.

Le *mapping*, tel qu'utilisé par Norman (1986) consiste à établir les relations entre deux choses. Ces relations sont définies d'abord durant la séquence d'actions et revues durant la période d'évaluation puisque de nouvelles relations peuvent être perçues ou parce que l'exécution de d'autres peut emmener le chercheur à percevoir une différence entre les relations perçues et celles d'abord imaginées.

Le principe de la rétroaction, ou de *feedback* tel qu'utilisé par Norman (1986), consiste en retourner de l'information à l'utilisateur sur les actions posées ou accomplies. Ce dernier est alors mis au courant, sans délai, du résultat obtenu. Le *feedback* peut consister en un message d'erreur ou en une demande de confirmation avant de quitter un programme ou de supprimer un document par exemple.

La manipulation directe est particulièrement présente dans le cas des interactions humain-ordinateur. Ce concept a pour objectif de donner davantage de contrôle à l'utilisateur. Concrètement, il s'agit de la possibilité de manipuler directement des objets à l'écran. Cela se fait grâce à l'utilisation d'une souris, ou dernièrement directement avec le toucher tactile. Une manipulation directe consiste en modifier le format d'une image, par exemple. (Schneiderman, 1982)

Toujours selon Schneiderman (1982), le concept de la visibilité, pour sa part, cherche à faciliter le repérage à l'écran en attirant l'attention de l'utilisateur à l'aide d'un support visuel ou sonore afin d'attirer l'attention sur la prochaine action à exécuter ou sur un objet recherché ou, plus important encore, pour avertir l'utilisateur d'une erreur d'exécution ou un oubli.

Au-delà des conseils davantage techniques évoqués précédemment lors du développement d'interfaces pour des systèmes informatisés, l'aspect de la culture doit également, selon Bello Flores (2013), être pris en considération. Selon l'auteur, il est impossible d'effacer la culture de l'esprit des utilisateurs et cela influence, entre autres, les façons de faire et de raisonner. Les recherches sur les interfaces visent donc également à comprendre les utilisateurs et spécifier en plus du contexte d'utilisation, l'environnement dans lequel ils prennent place.

Tout ces nouveaux paramètres visent à améliorer davantage l'expérience utilisateur et ont pour objectif de réduire, toujours selon Norman (1986), les fossés de l'évaluation et de l'exécution. Le fossé de l'exécution consiste en cette distance entre l'intention de l'utilisateur et l'action posée par ce dernier pour atteindre un but. Dans ce fossé, on considère l'effort que doit déployer un utilisateur pour arriver à ses fins, cet effort devant demeurer le plus minimal possible. Dans le même ordre d'idée, le fossé de l'évaluation, pour sa part, prend en considération l'effort que doit déployer l'utilisateur pour, interpréter le résultat obtenu et mesurer si ce dernier correspond à ses attentes. Selon l'auteur, ce fossé est habituellement mince lorsque le système est capable de fournir des informations et une rétroaction simple qui correspondent aux buts de l'utilisateur. Plutôt subtils, ces fossés, lorsqu'ils ne sont pas pris en considération par le créateur de l'interface, auront pour effet de remettre l'utilisateur en question par rapport à ses habiletés à utiliser la technologie proposée.

Afin de faciliter le travail du créateur, Norman (2002) donne certains conseils de design permettant de ne pas omettre aucune étape ou détail important pouvant créer ces fossés. Il résume les points discutés précédemment en sept étapes de développement :

- « 1. *Use both knowledge in the world and knowledge in the head.*
2. *Simplify the structure of tasks.*
3. *Make things visible: bridge the gulfs of Execution and Evaluation.*
4. *Get the mappings right.*
5. *Exploit the power of constraints, both natural and artificial.*
6. *Design for error.*
7. *When all else fails, standardize.* » (p.188&189)

La théorie du Cycle de l'action de Norman (1986) n'est pas la seule ayant suscité un intérêt particulier chez les chercheurs en IHO. Parmi d'autres théories figurant dans les recherches sur les IHO, le *Technology Acceptance Model* (TAM) de (Davis, 1989) est l'une des plus populaires. Cette théorie met de l'avant que l'acceptation d'une technologie par un utilisateur est liée à son utilité et à sa facilité d'utilisation. Cependant, le fait de limiter le phénomène de l'acceptation à ces deux facteurs ne fait pas l'unanimité. Cette théorie devient donc le point d'encrage de nombreuses recherches dans le domaine IHO et donne naissance à d'autres modèles inspirés par, ou critiquant, l'acceptation des technologies. Dans cette perspective, DeLone et McClean (2002) voient la satisfaction de l'utilisateur (*User Satisfaction Theory*) comme un point central de

l'acceptation. Cette dernière est mesurée selon la qualité du système et la qualité de l'information qu'il contient.

Pour Brangier et al. (2009), une relation efficace entre les humains et la technologie va au-delà de l'acceptation de cette dernière par un utilisateur et ils discutent plutôt de la symbiose entre l'humain, la technologie et le contexte dans lequel ces deux derniers prennent place. Ils définissent cette dernière comme « une relation durable, structurante et bénéfique entre un humain et un artefact et dont chaque élément tire, directement ou indirectement, des moyens pour se développer ». À leurs yeux, il y a coévolution entre l'humain et la technologie. C'est-à-dire, l'humain se définit par la technologie, au même titre que la technologie se modifie en fonction des besoins des utilisateurs en constants changements, l'un influence l'autre, d'où la notion de symbiose. Selon eux, les critères à prendre en considération pour l'amélioration continue d'une telle symbiose vont au-delà de l'utilité et de sa facilité d'utilisation. Les recherches centrées sur les IHO se développent donc « autour de l'idée que l'important n'est pas seulement de faire des technologies utiles et utilisables, mais plutôt de considérer que les technologies doivent augmenter les capacités humaines ». (Brangier et al., 2009) Dans cet ordre d'idée, le concepteur d'interface doit travailler parallèlement à développer le contenu et le contenant d'une interface en prenant en considération l'utilisateur et son environnement, de là l'intérêt de former des équipes multidisciplinaires. (Bastien & Scapin, 1993; Bello Flores, 2013) La conception des interfaces des systèmes informatisés entraîne de nouveaux défis qui vont au-delà de l'efficacité et de la puissance du système informatisé afin d'offrir des outils qui pourront contribuer à la satisfaction des utilisateurs.

## **2.2 Les principes ergonomiques**

Au delà des principes IHO, des principes ergonomiques viennent préciser des caractéristiques propres au développement d'interfaces et propres aux utilisateurs. Ces principes ergonomiques propres aux IHO se sont définis suite aux travaux de chercheurs comme Laville (1976) qui définit l'ergonomie cognitive comme « l'ensemble des connaissances sur le fonctionnement de l'homme en activité afin de les appliquer à la conception des tâches, des outils, des machines et des systèmes de production » alors que Grandjean (1969), pour sa part, souligne que l'ergonomie

cognitive touche à la perception, à l'activité symbolique, à la mémorisation, à la prise de décision, à la résolution et à la motivation.

Nielsen (1993) est un de ces chercheurs qui s'intéresse aux principes de l'utilisabilité et à l'ergonomie cognitive et présente 10 principes directeurs pour le développement d'interfaces. Ces principes ont pour but de faire réfléchir le concepteur par rapport aux différents enjeux et acteurs permettant de remettre en question l'idée initiale de conception. Selon lui, l'idée de base, ou même la meilleure idée d'un concepteur n'est habituellement pas suffisante pour répondre aux objectifs finaux. Par rapport à l'utilisateur, il importe de garder en tête que, même si ce dernier n'est pas designer, il peut quand même avoir de bonnes idées pouvant améliorer la conception de l'interface. Il faut tout de même bien filtrer les idées de l'utilisateur puisqu'il n'a pas nécessairement toujours raison. Dans le même ordre d'idée, le designer n'est pas un utilisateur, ce qu'il croit bien dans sa perspective de designer peut s'avérer ne pas correspondre aux attentes des utilisateurs. Il en va de même pour la tête dirigeante d'une entreprise responsable du design d'interface. Ces derniers ne sont pas des utilisateurs et cette distance peut biaiser le développement. De plus, même si les détails sont importants, il est parfois préférable d'en faire moins, plutôt que de vouloir trop en faire et ainsi perdre en efficacité. De ce fait, il faut organiser l'interface pour qu'elle réponde par elle-même aux interrogations des utilisateurs et ne pas s'en remettre à l'aide intégrée dans l'interface. Finalement, il est nécessaire de garder en tête que l'utilisabilité est un processus nécessitant de nombreuses itérations pour rendre un système optimal.

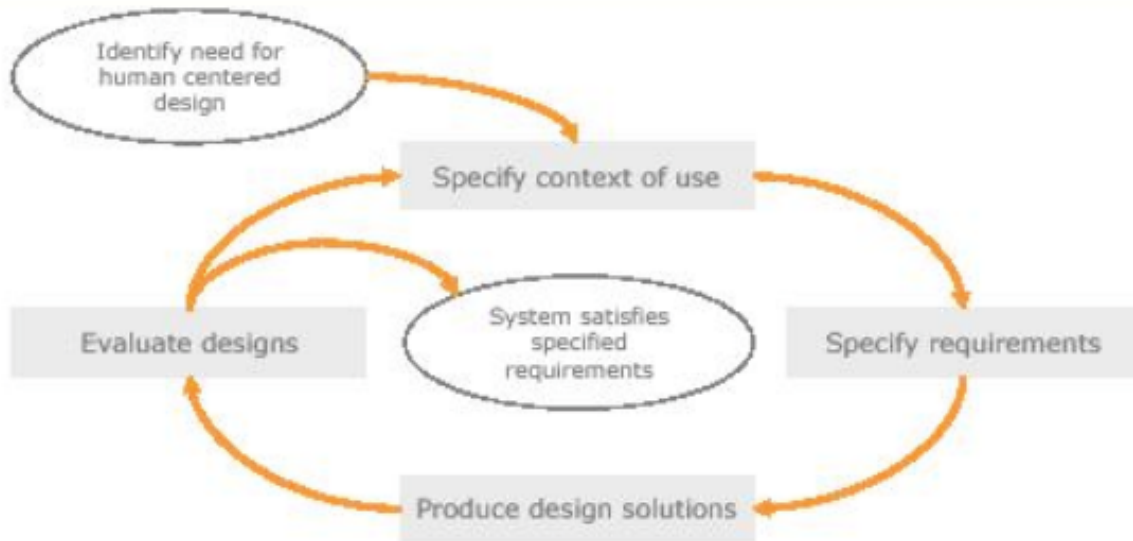
De leur côté, dans *Analyse critique des approches de l'acceptation des technologies : de l'utilisabilité à la symbiose humain-technologie-organisation*, Brangier et al. (2009) discutent de l'ergonomie de logiciel et définissent celle-ci comme étant : « la discipline étudiant la conception, l'évaluation et l'utilisation des interfaces humain-ordinateur, dans le but de permettre la meilleure compatibilité possible entre les opérateurs, leur tâche et le logiciel, afin de prévenir les défaillances du système humain-machine et de garantir un haut niveau de performance et de confort d'utilisation... dans un sens qui soit adapté aux capacités humaines, en préservant l'intégrité physique, psychique et sociale de l'homme... ». Selon ces chercheurs, cela se produit selon trois ordres soit : le développement de règles en lien avec le fonctionnement de l'outil compte tenu les caractéristique de l'utilisateur, la modélisation de

l'interface en fonction des aspects cognitif et interactif de l'utilisateur et la compatibilité entre l'utilisateur, son but et l'outil. Toujours selon les mêmes auteurs, il est possible de ressortir quatre types de contenu provenant du développement d'interfaces selon cette perspective : « des règles et recommandations ergonomiques, des critères et dimensions ergonomiques guidant la conception et l'évaluation des interfaces, des guides de style et, enfin, des normes collectivement admises ».

Enfin, le travail de Bastien et Scapin (1993) s'oriente dans une perspective semblable. Pour eux, les critères ergonomiques entrant dans le développement et l'évaluation d'une interface s'orientent autour de huit critères qui sont : le guidage, la charge de travail, le contrôle explicite, l'adaptabilité, la gestion des erreurs, l'homogénéité / la cohérence, la signification des codes et la compatibilité. Le guidage consiste en l'ensemble des dispositions visant à orienter les utilisateurs. Ce guidage peut être simplifié grâce à certains concepts expliqués précédemment comme la rétroaction immédiate ou la visibilité. La charge de travail vise à la concision du contenu et l'équilibre entre l'effort déployé par l'utilisateur et le résultat qu'il en tire. Le contrôle explicite concerne les actions que peut poser un utilisateur et son pouvoir d'interrompre une action déjà en cours, par exemple. L'adaptabilité vise à fournir une certaine flexibilité au niveau de l'interface afin que l'utilisateur puisse modifier l'interface en fonction de ses goûts ou de ses besoins. La gestion des erreurs touche la possibilité de modifier une action en cours ou de fournir des messages d'erreurs expliquant le problème de façon simple. L'homogénéité / la cohérence touche l'importance de respecter les choix de design comme replacer les boutons aux mêmes endroits, utiliser les mêmes codes de couleurs, etc. La signification des codes vise à rendre explicites les liens entre le contenu, le rendu visuel et leur signification pour l'utilisateur. Enfin, la compatibilité concerne l'intégration du système avec les autres tâches et systèmes de l'utilisateur.

### **2.3 Principes de conception centrée sur l'utilisateur**

La conception centrée sur l'utilisateur (CCU) se base sur la norme ISO 13407, qui détermine les exigences auxquelles doivent se conformer les applications informatiques afin d'être qualifiées comme centrées sur l'utilisateur (Figure 2).



**Figure 2** Le cycle de conception d'applications informatiques selon la norme ISO 13407 (UXPA, 2014)

Dans ce schéma, le contexte d'utilisation demande d'identifier l'utilisateur, ses buts et les conditions sous lesquelles il utilise l'interface. Ensuite, il faut déterminer les besoins de l'entreprise et les objectifs à atteindre pour que le processus soit une réussite. Puis, il faut créer différentes maquettes, différentes solutions, partant d'une idée préliminaire et la précisant avec plusieurs itérations. Ces itérations sont faites d'abord à l'interne, puis à l'externe lors de tests d'utilisabilité avec des participants correspondants aux utilisateurs visés. Ce cycle prend plutôt la forme d'une spirale plutôt que d'un cercle, puisqu'un système devient de plus en plus précis, jusqu'à ce qu'il atteigne la satisfaction des utilisateurs. (Boucher, 2008; UXPA, 2014)

C'est avec cette norme ISO comme idée de base que la *User Experience Professionals Association* (UXPA, 2014) ou Ergolab (2014) un site de ressources en ergonomie web et logiciel et Dufresne (2013) présentent des méthodologies et principes intéressants d'une approche centrée sur l'utilisateur. C'est-à-dire une approche qui place l'utilisateur et ses besoins comme point central du développement d'une interface informatisée.

L'analyse est la première phase mise de l'avant par l'UXPA (2014) durant laquelle les différents responsables du projet se réunissent afin de développer les idées générales du projet. Une équipe multidisciplinaire est ensuite rassemblée afin d'assurer l'expertise nécessaire durant le



développement de ces idées. Durant cette phase, les objectifs et contextes d'utilisation sont établis. De la recherche est également faite concernant les contextes d'utilisation et les produits compétitifs. Puis des scénarios, des tâches et des critères de performance sont développés. Le design, pour sa part, débute par des premières maquettes représentant les modèles de navigation. Ces maquettes sont d'abord testées auprès d'utilisateurs. Elles sont revues suite aux commentaires jusqu'à ce qu'elles soient satisfaisantes pour les utilisateurs. L'implémentation débute lorsque le système est satisfaisant. Les utilisateurs testent alors le système au complet selon un scénario recréant une situation réelle d'utilisation. Puis, des itérations sont effectuées en fonction des problèmes observés. À ce stade, un étroit travail de collaboration avec l'équipe de concepteurs est nécessaire afin d'intégrer en continu les données rassemblées durant les tests d'utilisabilité. Finalement, le déploiement utilise des outils d'analyse comme des sondages ou des questionnaires afin de connaître l'opinion des utilisateurs. Des recherches sur le terrain sont aussi effectuées afin d'observer et de connaître l'utilisation réelle et de vérifier l'atteinte des objectifs.

Les principes de Boucher (2008) rappellent les critères de la UXPA (2014). Le premier principe consiste à se préoccuper de l'utilisateur, ses tâches et son environnement à chaque étape du processus de développement. Le deuxième concerne la participation active des utilisateurs et la compréhension de leurs besoins et de ce que cela exige. Le troisième principe discute de l'importance d'une balance entre les fonctions accomplies par le système et l'effort déployé par l'utilisateur. Le quatrième principe met en lumière la nécessité d'effectuer des itérations tout au long du cycle de conception. Finalement, le cinquième principe discute de l'intervention d'une équipe multidisciplinaire « intégrant les facteurs humains, l'architecture de l'information, le design, le marketing, la qualité, etc. » (Boucher, 2008)

La conception centrée utilisateur (CCU) est une méthode facilitant la scénarisation d'une interface en se préoccupant des utilisateurs, leurs buts et leur environnement, en encourageant la participation active de ces derniers durant le processus de création et d'évaluation, en s'assurant une répartition juste entre les actions posées par l'utilisateur et l'interface, en considérant de multiples itérations jusqu'à ce que l'interface réponde aux exigences, en travaillant avec une équipe multidisciplinaire et en spécifiant et respectant les objectifs d'utilisabilité de l'interface.

Cette façon de penser emmène la proposition de la méthode de scénarisation interactive (Figure 3)

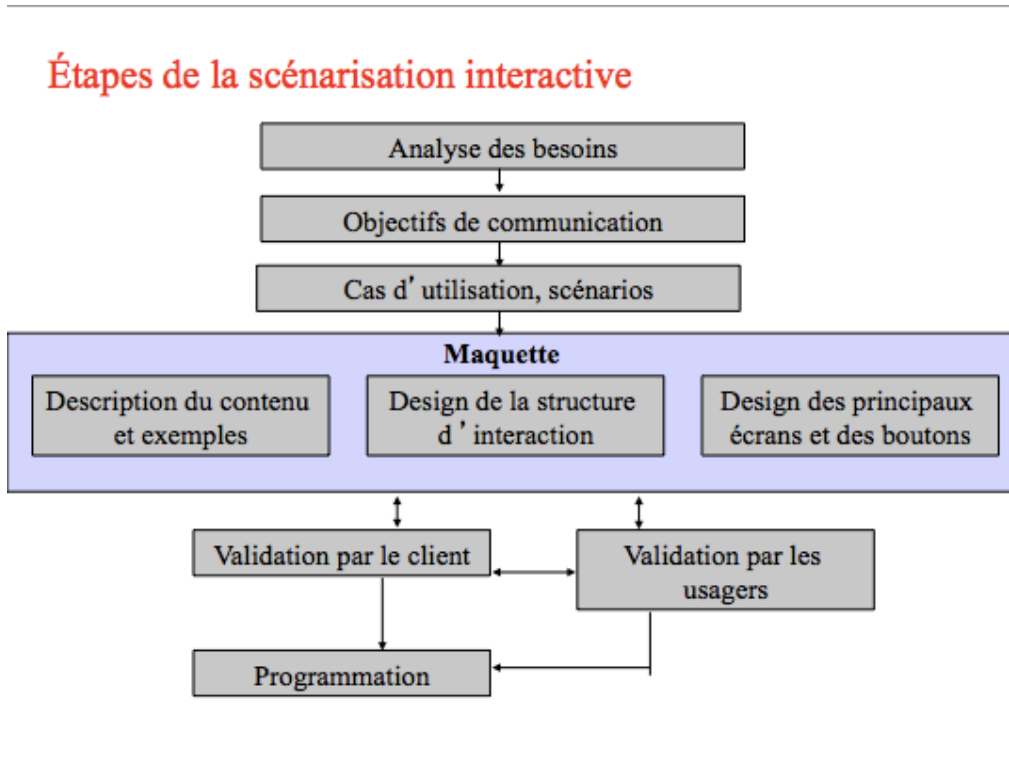


Figure 3 Étapes de la scénarisation interactive (Dufresne, 2013)

Dans ce schéma, l'analyse correspond à dresser la liste des attentes des fournisseurs et des utilisateurs par rapport à l'interface. Les objectifs de communication entourent les choix quant aux médias utilisés, aux techniques et aux stratégies. Les cas d'utilisation quant à eux sont les différents scénarios impliquant les différentes *personas* et actions. La maquette permet d'intégrer et de décrire le contenu, la structure et le visuel de l'interface. Elle permet d'organiser les représentations et de constituer les règles gérant les différentes relations de l'interface. La validation par le client et par les usagers concerne les phases d'évaluation durant lesquelles les comportements sont observés. Cela permet de revoir certaines relations, actions et méthodes (la programmation) afin d'améliorer et de faciliter le système et de réduire les erreurs.

### **3. CONTEXTE DE LA RECHERCHE**

En plus des IHO, ce mémoire se construit parallèlement autour de la réforme scolaire et les nouvelles études sur la motivation scolaire, qui ont toute deux changer le rôle de l'enseignant et de l'apprenant.

#### **3.1 Interaction humain-ordinateur dans le contexte d'apprentissage**

Afin de parvenir à appliquer ces critères de conception, d'évaluation et d'ergonomie d'une interface, il est nécessaire d'en connaître davantage sur les contextes d'application et d'utilisation. L'étude de ces différentes composantes permet de mettre de l'avant des caractéristiques à ne pas négliger de la conception théorique de l'interface jusqu'à son utilisation et son évaluation. Dans le cas présent, la conception d'une interface doit se synchroniser avec le programme du Ministère de l'éducation, des loisirs et du sport (MELS, 2006), les avancées sur la motivation scolaire et sur d'autres théories spécifiques aux apprenants comme celle des personnalités apprenantes de Martinez (1999, 2001a). Elle a pour objectifs de développer une synergie entre la technologie, les contenus et les buts adaptés à chaque personnalité d'utilisateur.

##### **3.1.1 La réforme scolaire au Québec**

Dans un premier lieu, il est nécessaire de se pencher sur la réforme scolaire québécoise mise de l'avant par le MELS dans les années 1990. Le but majeur de cette réforme est de revoir les programmes et les pratiques d'enseignement afin de faire participer davantage l'étudiant dans la construction de son savoir et de préparer les étudiants au marché du travail. Cela se fait avec plusieurs changements majeurs, principalement au niveau du rôle de l'enseignant et de la participation de l'élève. On passe alors d'un enseignement behavioriste, une philosophie d'enseignement principalement axée sur la transmission de connaissances et la construction de savoirs « par cœur ». Cette dernière est remise en question vu sa tendance à mesure davantage la capacité de rétention d'un étudiant et n'est donc pas garante d'une construction des connaissances à long terme. Est alors privilégiée une approche faisant davantage appel au constructivisme et au socioconstructivisme, soit un apprentissage basé davantage sur les diverses habiletés de l'étudiant. De ce fait, on commence alors à privilégier l'approche par compétences, approche qui vise principalement à guider l'apprenant dans la construction de compétences.

(Figure 4) Bien que certains savoirs restent essentiels, on n'incite alors plus sur la mémorisation, mais sur le développement de stratégies permettant à l'apprenant de trouver par lui-même une réponse en utilisant des méthodes pédagogiques et en intégrant des repères culturels et les technologies. (MELS, 2006)



Figure 4 Synthèse de la formation de l'école québécoise pour l'éducation préscolaire et primaire du MELS. (Ministère de l'éducation, 2006)

Afin de mettre en œuvre cette approche par compétence, cinq grands axes, nommés domaines généraux de formation, sont d'abord mis de l'avant. Ces domaines généraux de formation outrepassent le contenu disciplinaire et agissent comme « points d'ancrage au développement des compétences transversales et des compétences disciplinaires, sans pour autant constituer de simples contextes d'apprentissage. Ils doivent se développer par et à travers les autres apprentissages tout en leur permettant de s'inscrire dans des problématiques proches de la vie ». Ces domaines sont : la santé et le bien être, l'orientation et l'entrepreneuriat, l'environnement et la consommation ; les médias et vivre ensemble et société. De ces cinq domaines de formations

généraux émaneront les Compétences transversales et les Domaines d'apprentissage. (MELS, 2006)

Les compétences transversales sont des objectifs interdépendants et évolutifs qui se regroupent sous quatre grands ordres : intellectuel, méthodologique, personnel et social et communication. Le premier consiste en utiliser l'information et son jugement critique afin de mettre en œuvre sa pensée créatrice. Le deuxième ordre est de fournir des méthodes de travail efficaces et d'exploiter les technologies de l'information et de la communication. Le troisième consiste en structurer son identité et développer des habiletés à coopérer. Finalement, le quatrième incite à communiquer de façon claire et appropriée. (MELS, 2006) Le programme du MELS (2006) prend donc en considération différentes facettes d'un apprentissage et le voit plutôt comme une amélioration continu dans diverses sphères. Il considère encore l'acquisition de nouvelles connaissances, mais propose maintenant différentes façons de les acquérir et de les évaluer. L'apprentissage n'est donc plus un cycle possédant un début et une fin, mais une constante évolution d'un apprenant dans un univers pédagogique.

Neuf compétences transversales découlent de ces quatre grands ordres. Elles sont : «exploiter l'information, résoudre des problèmes, exercer son jugement critique, mettre en œuvre sa pensée créatrice, se donner des méthodes de travail efficaces, exploiter les technologies de l'information et de la communication, structurer son identité, coopérer, communiquer de façon appropriée ». (MELS, 2006) Pour chacune d'entre elles, le programme du MELS (2006) y explique sons sens, ses composantes, ses critères d'évaluation et son évolution. De ce fait, au lieu d'imposer des exercices et des méthodes spécifiques à un enseignant, ce dernier peut diversifier et personnaliser son enseignement, tant que ces critères, moins rigides, sont respectés.

Puis, le programme scolaire est divisé en cinq domaines d'apprentissage soit : la langue ; la mathématique, la science et la technologie ; l'univers social ; les arts et le développement personnel. Ces derniers sont ensuite divisés en sous-domaines. À chacun d'entre eux sont attribués des compétences spécifiques divisées en composantes. Ces derniers résument les objectifs à atteindre et les différentes façons permettant d'y arriver. De plus, des critères d'évaluation par niveau sont établis, cela démontre bien le côté évolutif d'une compétence.

L'exemple suivant est tiré du domaine de la mathématique, la science et la technologie présentant une compétence propre au mathématique, ses composantes, ses critères d'évaluation par niveau et les attentes à la fin de chaque cycle scolaire (Figure 5).

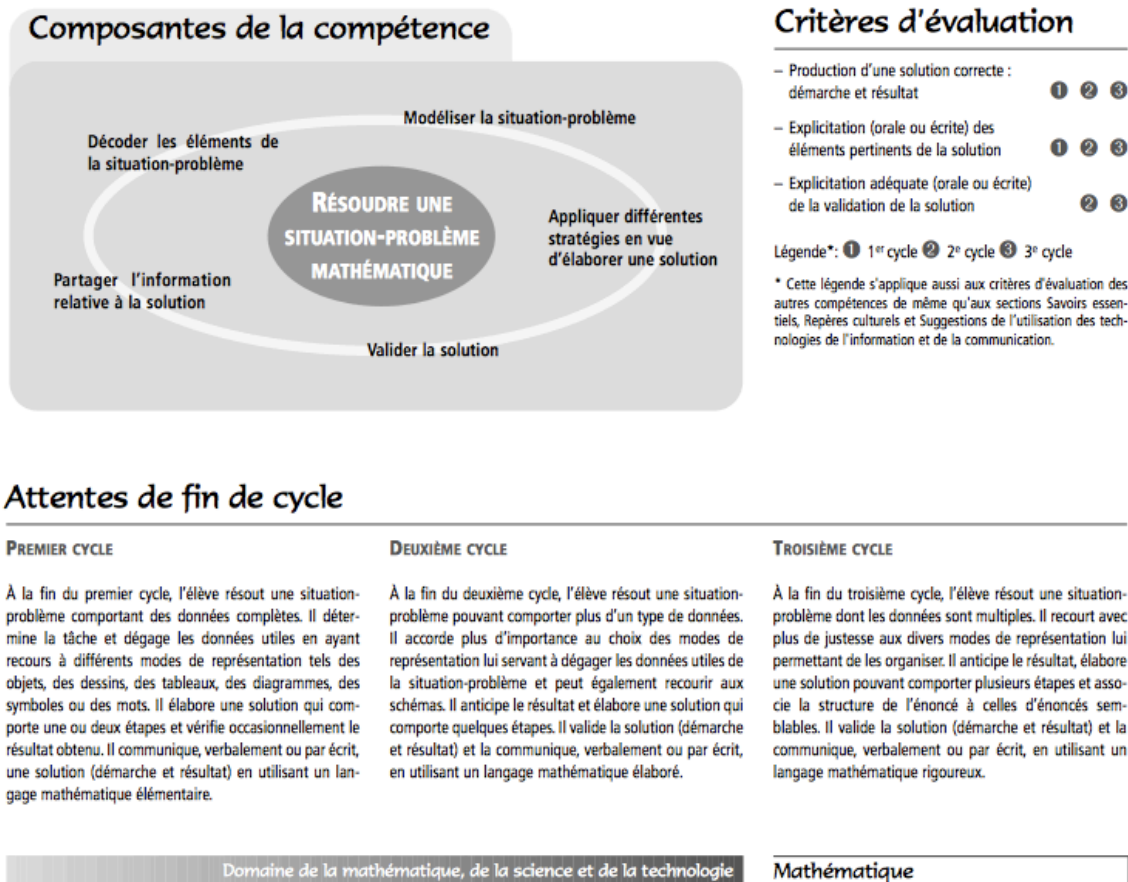


Figure 5 Exemples des critères d'évaluation et attentes de fin de cycle en fonction des composantes d'une compétence du domaine de la mathématique selon le Ministère de l'éducation (2006)

Enfin, suite à la description des compétences d'un domaine, suit la liste des savoirs essentiels selon les niveaux nécessaires afin d'atteindre une compétence. Ces derniers sont divisés en différentes familles du domaine de la mathématique. (Figure 6)

## Savoirs essentiels

Bien que la science et la technologie ne figurent pas au programme du premier cycle, plusieurs apprentissages de base doivent être couverts dès ce cycle par l'intermédiaire des autres disciplines. Les liens qui unissent la science et la technologie à la mathématique font de cette dernière un lieu privilégié pour aborder lesdits apprentissages.

L'étude de la mesure contribue, comme pour le reste des savoirs essentiels, au développement de la compétence du premier cycle en science et technologie. Dans le cadre d'une initiation au système international de mesure, elle peut, à titre d'exemple, se prêter à une collecte de données dans des expériences d'inspiration scientifique, à la construction d'un objet technologique simple tel qu'un plan de la classe ou un levier ou à un exercice de découpage.

Les notions mathématiques du primaire prennent appui sur le concret. Les occasions sont donc nombreuses de traiter tout à la fois les dimensions mathématique, scientifique et technologique d'une situation d'apprentissage.

### ARITHMÉTIQUE : SENS ET ÉCRITURE DES NOMBRES

#### • Nombres naturels

- Nombres naturels inférieurs à 1000 (unité, dizaine, centaine) : lecture, écriture, chiffre, nombre, comptage, dénombrement, représentation, comparaison, classification, ordre, expressions équivalentes, décomposition, régularités, propriétés (nombres pairs, nombres impairs), droite numérique 1
- Nombres naturels inférieurs à 100 000 (unité de mille ou millier, dizaine de mille) : lecture, écriture, représentation, comparaison, classification, ordre, expressions équivalentes, décomposition, régularités, propriétés (nombres carrés, premiers ou composés), droite numérique 2
- Nombres naturels inférieurs à 1 000 000 (centaine de mille) : lecture, écriture, représentation, comparaison, classification, ordre, expressions équivalentes, décomposition, régularités, droite numérique 3

- Puissance, exposant 3
  - Approximation 1 2 3
- 
- Fractions
- Fractions en lien avec le quotidien de l'élève 1
  - Fractions à partir d'un tout ou d'une collection d'objets : lecture, écriture, numérateur, dénominateur, représentations variées (concrètes ou imagées), parties équivalentes, comparaison à 0, à  $\frac{1}{2}$  et à 1 2
  - Fractions : lecture, écriture, numérateur, dénominateur, représentations variées, ordre, comparaison, expressions équivalentes, fractions équivalentes 3
  - Pourcentage 3
- 
- Nombre décimaux
- Nombres décimaux jusqu'à l'ordre des centièmes (dixième, centième) : lecture, écriture, représentations variées, ordre, expressions équivalentes, décomposition 2
  - Nombres décimaux jusqu'à l'ordre des millièmes (dixième, centième, millième) : lecture, écriture, représentations variées, ordre, expressions équivalentes, décomposition 3
  - Approximation 2 3
- 
- Utilisation des nombres
- Passage d'une forme d'écriture à une autre : notation fractionnaire, notation décimale, pourcentage 3
  - Choix d'une forme d'écriture selon le contexte 3
- 
- Nombres entiers
- Lecture, écriture, comparaison, ordre, représentation 3

Figure 6 Présentation par niveau des savoirs essentiels du domaine de la mathématique, de la science et de la technologie pour le programme du primaire du MELS

Cette classification des savoirs essentiels du domaine de la mathématique, des sciences et de la technologie servira, dans le cadre de ce projet pour l'analyse du contenu éducatif de ScienceEnJeu.

### 3.1.2 La motivation scolaire

Un autre facteur important à cette réforme scolaire est la prise en considération de la motivation de l'apprenant à construire son savoir. Dans les années 1980, les premières recherches sur la motivation tentent de cibler un facteur isolé comme cause de la motivation scolaire. Pour certains comme Maehr (1984) et McComb (2004) la motivation scolaire est en relation avec la perception de l'importance d'une tâche. Pour (Schunk & Zimmerman, 1994), il s'agit plutôt de la perception de sa compétence à réaliser une tâche. Pour Weiner (1979, 1985) les attributions causales (les

perceptions de ce à quoi il attribue sa réussite sont directement liées à la motivation de l'étudiant. Ce dernier estime également que les perceptions d'une personne sont influencées par ses émotions et ses comportements, par sa façon de prévoir les événements. Pour Bandura (1986), la motivation scolaire découle de l'interaction entre l'environnement, le comportement et les déterminants cognitifs. Pour Pintrich (2000) la performance et la motivation sont liées et la motivation se caractérise par l'engagement et la volonté à réaliser une tâche.

Barbeau et al. (1997), intégrant ces recherches, développent un modèle de la motivation scolaire (Figure 7) qui correspond à un réseau de déterminants, d'indicateurs et de variables intervenantes. Pour cette dernière, la motivation scolaire est influencée par des événements qui se traduisent par des déterminants et des comportements évalués par des indicateurs, qui sont eux, en interactions réciproques. Parmi les déterminants il y a les représentations, c'est-à-dire l'image que se fait le jeune des buts d'aller à l'école, d'apprendre et aussi la différence qu'il voit entre l'effort et l'intelligence, qui sont, selon les auteurs, deux concepts indépendants. Parmi les déterminants il y a aussi les systèmes de perception que les auteurs divisent en trois catégories liées à l'attribution, à la compétence et à l'importance de la tâche. Ceux-ci réfèrent respectivement aux raisons auxquelles l'étudiant attribue sa réussite ou son échec, sa capacité à réaliser une tâche et l'utilité de réaliser une telle tâche pour son cheminement académique. Ces déterminants influencent la conception et la réalisation de la tâche dans les limites du contexte académique.



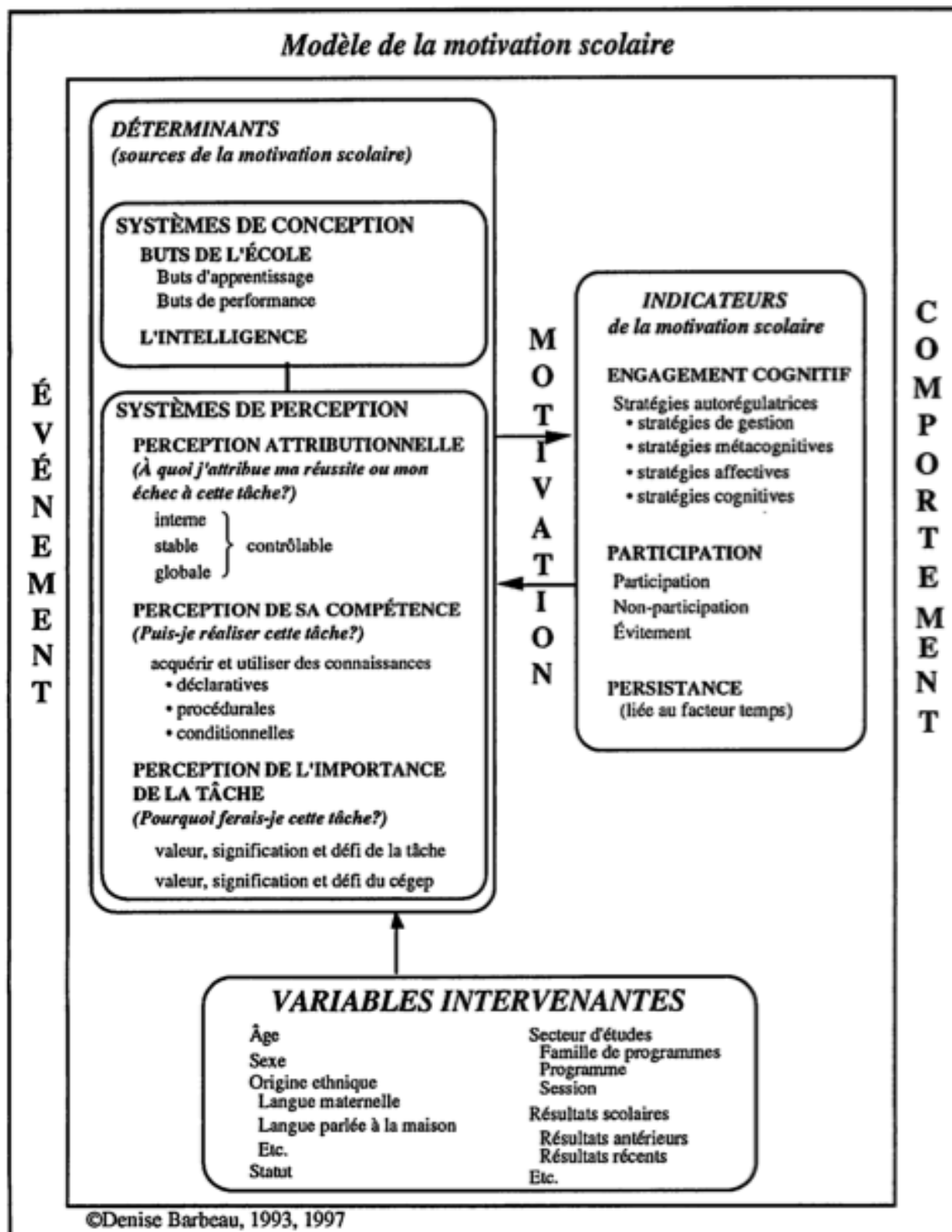


Figure 7 Modèle de la motivation scolaire de Barbeau et al. (1997)

Puis, Barbeau et al. (1997) parlent de trois groupes d'indicateurs de la motivation scolaire : l'engagement cognitif, la participation et la persistance. L'engagement cognitif touche principalement aux stratégies autorégulatrices comme des stratégies de gestion, métacognitives, affectives et cognitives. Il se définit comme « la qualité et le degré d'effort mental investi par un élève lors de l'accomplissement de tâches d'apprentissage ou de tâches scolaires » (p.14). Alors que de précédents auteurs comme Corno et Mandinach (1983) et Salomon (1983) avaient limité leur analyse de la motivation scolaire au spectre des déterminants et des indicateurs, Barbeau et al. (1997) ajoutent des variables intervenantes comme l'âge, le sexe, l'origine ethnique, le secteur d'étude, les résultats scolaires, la valorisation des études par la famille, le statut économique de la famille, etc. ayant, elles aussi, une influence sur la motivation scolaire d'un étudiant en classe, autant sur ses comportements que sur sa perception de l'importance de réussir.

La participation et la persistance sont des mesures d'implication et d'effort. Ces indicateurs de la motivation sont considérés dans le travail de Martinez (2001b, 2002) sur la personnalisation du soutien aux apprenants. C'est également autour de ces indicateurs que nous développons les règles pour notre système d'aide.

### **3.2 Environnement d'apprentissage sur Internet**

Le modèle de la motivation scolaire parle de système de conception. Dans cette section, nous discuterons des facteurs considérés dans le cadre de notre projet. Ces derniers se contextualise autour de la réforme scolaire qui est fortement en faveur de l'intégration des TIC pour supporter l'enseignement et l'apprentissage. Dans le cadre de cette réforme, les enseignants et les étudiants voient leurs rôles se transformer. L'enseignant passe d'un enseignement magistral à un enseignement socioconstructiviste utilisant des méthodes pédagogiques variées. Il voit son rôle de maître se transformer davantage en celui d'un guide exerçant un très grand leadership. Le rôle de l'étudiant se transforme également, le but souhaité par cette réforme étant d'impliquer davantage l'étudiant dans son apprentissage. (Chamberland et al., 2009) L'internet devient, par le fait même, d'un grand intérêt puisqu'il donne accès à un grand nombre de ressources pédagogiques variées, comme ScienceEnJeu.

### 3.2.1 Au niveau des étudiants

En 2011, le Centre facilitant la recherche et l'innovation dans les organisations (CEFRIO, 2011) mène une enquête sur l'utilisation des technologies de l'information et de la communication (TIC) par les 12-17 ans. Ce dernier apporte des nuances à la croyance populaire voulant que tous les jeunes nés à l'ère des technologies soient intéressés ou à l'aise à les utiliser. Lorsque questionnés par rapport à leur utilisation de l'Internet, par exemple, 43% d'entre eux se considèrent comme de petits utilisateurs, c'est-à-dire qui se branchent en moyenne moins de dix heures par semaines. Les utilisateurs moyens, soit de 11 à 20 heures d'utilisation en moyenne par semaine, se situent à 32%. Le reste, soit 25% se voit comme de grands utilisateurs, utilisant l'Internet plus de 20 heures par semaine. L'accès à l'Internet n'est pas considéré comme un facteur défavorable puisque l'enquête indique que 91% des jeunes ont un accès à Internet haute vitesse. Les intérêts des jeunes quant aux activités disponibles sur l'Internet sont eux aussi variés, passant des jeux en ligne, à l'écoute de vidéos ou de musique, à la recherche scolaire, etc.

### 3.2.2 Au niveau des enseignants

Dans, *Les technologies de l'information et de la communication peuvent contribuer à améliorer les résultats scolaires des élèves*, Bibeau (2007) pose le questionnement suivant :

« Au Québec, nous disposons d'un ordinateur pour six élèves, ce qui théoriquement devrait permettre un accès de plus de quatre heures par semaine à chaque étudiant. Pourtant, nos ordinateurs scolaires ne sont utilisés que deux heures semaine en moyenne. Dans ce contexte, faut-il ajouter d'autres postes de travail ou mieux utiliser ceux qui sont déjà disponibles? » (p.4).

C'est qu'au niveau du corps enseignant, l'adaptation à l'utilisation des TIC en classe est lente. Bien que certains cas isolés d'utilisation quotidienne des TIC en classe semblent couronnés de succès, bien des enseignants semblent réticents à emboîter le pas.

Le problème ne semble pas se situer autour de l'accès à la technologie, mais bien autour de son utilisation et de la perception de son utilité. Selon Bibeau (2007) « 91 % des enseignants se considèrent « bons » à « experts » en ce qui a trait à l'utilisation du traitement de texte [...], plus de 55 % indiquent se sentir « novices » et moins de 1 % se considèrent « experts » dans l'utilisation d'un logiciel de présentation » (p.4) (*Powerpoint*, par exemple). En ce qui a trait à la

création de pages web, c'est près de 86 % des répondants qui se considèrent « novices ».» Seulement 29% des enseignants québécois ont reçu une formation sur l'utilisation des techno pédagogies et leurs différentes applications en classe durant leur baccalauréat. Dans un récent bulletin, Le Conseil Supérieur pour l'Éducation abonde dans le même sens. Ses membres soulignent des lacunes au niveau de la formation des enseignants des sciences au primaire et au secondaire quant à l'utilisation des technologies en classe pour supporter l'enseignement. Pourtant, le conseil note un manque de ressources matérielles facilement compensable par les différents environnements web offerts par des organismes externes aux outils habituellement offerts par le ministère et encourage l'utilisation de ces derniers. (Brisson, Harvey & Moffet, 2013) Toutefois, parce qu'on ne peut enseigner ce qu'on ne connaît pas, la formation à l'utilisation de ces outils est souvent nécessaire avant d'être capable de les utiliser.

### **3.2.3 Au niveau des méthodes pédagogiques**

Le rôle de l'enseignant se modifie également au niveau des méthodes pédagogiques. Avant la réforme, l'enseignement était plutôt magistral, l'enseignant transférant son savoir aux étudiants. Maintenant, les nouvelles méthodes visent à engager le jeune via la collaboration et l'implication.

Dans leur recueil du même nom, Chamberland et al. (2009) proposent vingt formules pédagogiques et des exemples concrets d'applications de ces dernières. Selon eux, l'exposé, la démonstration, le protocole, le jeu, le jeu de rôle, la simulation, le laboratoire, etc. sont des méthodes efficaces pour favoriser l'acquisition de nouvelles connaissances et de compétences. L'objectif est d'intéresser l'étudiant avec des activités par lesquelles il se sent concerné et lui donner l'intention de s'y investir. Cela demande donc à l'enseignant de redoubler d'effort et de créativité afin de développer des activités liés au contenu scolaire, susceptible de motiver les élèves à s'engager dans un processus d'apprentissage.

### **3.2.4 Facteurs d'intégration efficace des TICS**

Alors que Bérubé et Poellhuber (2005) proposent des stratégies d'intégration des TIC en classe, Bibeau (2007), de son côté, affirme que les TIC peuvent avoir un effet positif sur les résultats scolaires si leur intégration suit les critères suivants :

« 1. La technologie améliore les résultats scolaires quand le dispositif d'enseignement :

- soutient directement les objectifs du programme d'études qui sont évalués;
- offre aux élèves des possibilités de collaboration;
- s'ajuste aux capacités de l'élève et à son expérience antérieure et fournit une rétroaction au sujet de ses résultats et progrès dans l'application;
- s'intègre aux activités pédagogiques courantes;
- présente aux élèves des moyens de conception et de mise en place de projets qui dépassent le contenu du programme d'études;
- est utilisée dans des établissements qui soutiennent l'utilisation de la technologie.

2. La technologie permet le développement des opérations cognitives d'ordre supérieur quand :

- on enseigne aux élèves à appliquer le processus de la résolution de problèmes et qu'on leur donne des occasions d'utiliser la technologie pour la recherche de solutions;
- les élèves travaillent dans des communautés d'apprentissage à l'aide des technologies pour résoudre des problèmes;
- les élèves emploient des outils de présentation et de communication pour traiter, présenter, éditer et partager des résultats de recherches.

3. La technologie améliore la motivation et l'intérêt quand les élèves emploient des :

- applications informatiques qui adaptent les problèmes et ajustent les tâches pour maximiser leur expérience de réussite;
- applications pour produire, présenter et partager le travail avec des pairs;
- applications ludiques pour développer des habiletés et des connaissances de base » (p.11&12).

Pour Tremblay et Torris (2004) les TIC sont un outil pouvant favoriser l'autonomie chez les étudiants. L'Internet, entre autre, transforme le sens de l'acte d'apprentissage, le faisant passer de vertical à horizontal, c'est-à-dire qu'il favorise la construction de connaissances par l'emprunt de différents chemins, par la recherche et par les échanges avec les autres apprenants. De plus, l'autonomie favorise la construction du sens critique puisque les nombreuses ressources

présentes les obligent à entrer dans un processus d'analyse afin d'être en mesure de choisir la meilleure information. Toujours selon ces auteurs, il est inconcevable d'engager un processus d'enseignement sans prendre en considération l'hétérogénéité de la classe. Les élèves ne partagent pas tous les mêmes repères socioculturels, le même parcours scolaire, la même personnalité, les mêmes champs d'intérêts et le même degré de motivation scolaire. Puisque chaque étudiant se construit dans son acte d'apprentissage, « il est donc primordial de différencier la pédagogie afin de rejoindre chacun des apprenants de manière optimale » (p.2).

### **3.3 La personnalisation des apprenants**

Les premiers travaux sur la personnalisation discutent surtout d'adaptation au niveau graphique et séquentiel, parfois organisationnel d'une interface. On s'intéresse alors aux styles cognitifs qui distinguent les apprenants selon ce qu'ils préfèrent comme l'interaction visuelle vs auditive, l'information présentée globalement vs séquentiellement, le style inductif vs déductif, une personnalité plutôt indépendante vs dépendante, une façon de faire plutôt active vs réflexive, etc. (Carver, Howard, & Lane, 2002; Gilbert & Han, 1999; Stern & Woolf, 2000). Dufresne & Prom Tep (2006) et Martinez (2001b) outrepassent ces aspects cognitifs et considèrent d'autres aspects qui forment la personnalité de l'étudiant comme sa capacité à élaborer des stratégies d'apprentissage, ses connaissances acquises, ses buts, sa capacité d'organisation, sa motivation et son autonomie.

Une façon intéressante d'intégrer l'aide personnalisée passe souvent par l'utilisation d'agents interactifs ajoutés à l'interface. Pour Trabelsi, Ezzedine & Kolski (2004) « *an agent acts according to a set of information received and perceived from its environment and according to the goal which it is pursuing* ». Ces derniers servent à aider, à orienter l'utilisateur dans un environnement multimédia. Ils peuvent parfois être choisis par l'utilisateur, parfois être fournis directement par le système en fonction du type de difficulté rencontré par ce dernier.

#### **3.3.1 Le théorie de Martinez**

L'intelligence est le deuxième facteur entrant dans le système de conception du modèle de la motivation scolaire. Dans le cadre de notre projet, nous considérons plutôt la personnalité de

l'apprenant. Nous trouvons le modèle de Martinez (2005) qui se développe autour de la personnalité en mettant de l'avant quatre styles d'apprenants chez les adultes: les intentionnels, les performants, les conformistes et les résistants, particulièrement intéressant. Cette dernière parvient à déterminer ces derniers grâce au *Learning Orientation Questionnaire* (LOQ) (annexe 2), questionnaire qu'elle a développé et dont les questions gravitent autour de trois sphères importantes pour cette dernière, soit : les liens cognitifs et affectifs liés à l'effort d'apprentissage, l'autonomie et les stratégies reliées à l'organisation et la planification. Ce questionnaire a été validé sur plus de 15 000 sujets dans différentes universités et organisations depuis 1999.

Selon ce modèle, un apprenant de type intentionnel présente de fortes aptitudes dans les trois catégories. Il démontre un grand intérêt à acquérir de nouvelles connaissances dans des domaines variés. Un apprenant de type performant, comme son nom l'indique, est habituellement axé sur la performance, sur la complétion de la tâche. Il performe dans des champs d'intérêts variés, mais met généralement plus d'effort pour une tâche qui touche ses intérêts personnels. Un apprenant de type conformiste n'est pas nécessairement intéressé par la tâche, mais le fait par devoir, par obéissance, pour être au même niveau que ses pairs. Un apprenant de type résistant, pour sa part, porte peu d'intérêt à ses études, à moins que le sujet touche profondément ses champs d'intérêts. Il démontre habituellement peu de motivation, d'autonomie et d'organisation. (Martinez, 2005)

### **3.3.2 Les recherches sur le soutien personnalisé**

Toutefois, pour qu'un système de soutien à l'apprenant soit efficace, l'interface doit s'ajuster «aux besoins diversifiés et évolutifs de chaque apprenant de façon individualisée et appropriée» (Dufresne, 2001a).

Dans un contexte d'apprentissage exploratoire, c'est-à-dire un environnement offrant plus de liberté qu'un enseignement magistral ou dirigé, la rétroaction est nécessaire afin de garder l'apprenant motivé et sûr de lui. (Cocca & Magoulas, 2011; Norman, 1986) Alors que les interfaces contiennent habituellement une rubrique d'aide, cette dernière est peu consultée par les utilisateurs. Lorsque l'aide est proposée, elle est souvent rejetée. (Dufresne, 2001a) Comment

alors intégrer une aide qui sera acceptée par l'utilisateur? Pour se faire, l'offre de soutien doit non seulement s'ajuster en fonction de la personnalité de l'apprenant, mais aussi en fonction de sa progression, de ses essais et erreurs, des actions qu'il pose dans le jeu et la façon dont il occupe son temps dans l'environnement. Un système de soutien doit donc seulement partager ce qui est le plus pertinent et ce en considérant le style de l'apprenant, ses intérêts et sa progression. (Cocea & Magoulas, 2011) L'apparition de l'aide doit alors se faire davantage comme un dialogue entre le joueur et le système plutôt qu'un système à sens unique rappelant l'enseignement magistral. Elle doit motiver, susciter l'intérêt du joueur de façon à rediriger son intention vers la tâche première dans un environnement multimédia souvent submergé de liens cliquables plus attrayants les uns que les autres.

Efficaces lorsque réparties dans le temps, les rétroactions doivent être spécifiques et directives de sorte à aider l'apprenant à débiter l'activité, à le diriger ou à l'aider à faire face à des imprévus. Comme le proposent les travaux de Dufresne (2001a); Dufresne et al. (2004); Dufresne & Prom Tep (2006) sur les interfaces adaptatives, le développement d'un système d'aide requiert, au préalable, de construire un système de règles comportant des mécanismes d'annotations prenant en compte, en plus de la personnalité, tout autre facteur pouvant servir à définir le contexte, comme la progression de l'apprenant. Toutefois, bien qu'il soit simple d'effectuer une annotation basée sur des liens historiques comme le moment de la dernière visite, il est plus difficile de faire des liens avec la progression de son apprentissage, sa performance en tant qu'individu et au sein d'un groupe et les difficultés rencontrées.

Comment parvenir à construire un système de soutien personnalisé dont les règles prennent en compte de multiples facteurs qui semblent a priori non mesurable comme la progression, la performance et la difficulté? Dans le même ordre d'idées, comment définir le dosage et les moments appropriés à l'utilisation du système de soutien?



### 3.4 CREO Inc. et ScienceEnJeu

Dans le cadre de ce projet de recherche, nous travaillons en collaboration avec CREO Inc., une entreprise à but non lucratif dont le mandat est de produire des outils de vulgarisation scientifique à visée pédagogique. ScienceEnJeu est une application créée par CREO Inc. Disponible gratuitement en ligne, en anglais et en français, cet environnement est utilisé au Canada, aux Etats-Unis et en France. Il est très utilisé en classe, au Québec, puisque CREO Inc. possède une entente avec la Société de formation à distance des commissions scolaires du Québec (SOFAD). La SOFAD est responsable de distribuer du matériel en complément au programme scolaire. Science en jeu est un outil intéressant puisqu'il discute de tout le domaine de la mathématique, des sciences et de la technologie sans être trop général.

Conçu pour les 9 à 15 ans, cette plateforme immersive offre aux joueurs un univers à la fois ludique et réaliste. Par l'entremise d'un avatar créé lors de l'enregistrement au jeu, le joueur peut, en outre, visiter les îles aux vocations spécifiques d'un domaine des sciences comme les mathématiques, la biologie et la physique (Figure 8). Là-bas, il peut réaliser différentes quêtes qui lui permettront d'acquérir des *Talents* et des *Neurones*, un système de pointage qui débloque des privilèges comme l'option clavardage. Un joueur peut aussi participer à des débats au café scientifique ou prendre une pause à l'arcade. Par l'entremise de ce site, les joueurs peuvent en apprendre davantage sur les différents univers scientifiques et ses métiers.



**Figure 8** Images de l'Île d'entrée (le port) et de la carte des îles menant aux différentes quêtes dans ScienceEnJeu

Notre mandat avec CREO Inc. était de développer un système de gestion pour les enseignants et les parents afin de superviser davantage les activités des étudiants à l'intérieur de ScienceEnJeu. Ce système pour les enseignants devait permettre d'assigner des tâches et de suivre la progression d'un groupe ou d'un étudiant, les parents ne pourraient que voir les tâches assignées et suivre la progression.

Nous avons ensuite proposé, afin de contribuer à la motivation des étudiants, d'ajouter un système de soutien personnalisé à la personnalité de l'apprenant afin qu'ils puissent bénéficier d'une aide adaptée basée sur des critères comme la progression par exemple.

Ce jeu est particulièrement intéressant dans le cadre de ce projet puisque plusieurs de ses composantes s'enlignent parfaitement avec le système de perception proposé par le modèle de la motivation scolaire, plus précisément avec la perception de sa compétence en lui permettant, en outre, d'acquérir des connaissances déclaratives, procédurales et conditionnelles.

## **4. PROBLÉMATIQUE**

### **4.1 Mise en contexte**

La présente recherche se situe dans un contexte d'adaptation et de personnalisation de l'environnement pédagogique ScienceEnJeu et a pour objectif de mettre en place un système de soutien personnalisé et adapté aux nombreux besoins des étudiants, à leurs différences, afin de développer des mécanismes de soutien personnalisés à ces derniers en fonction de conditions spécifiques, du contexte et du style d'apprenant tel que défini par Martinez (2001a). Les mécanismes visent à développer un soutien personnalisé à la motivation, aux comportements et à l'attitude des étudiants fasse à l'apprentissage et de contribuer au développement de stratégies d'apprentissage chez ces derniers.

Elle s'intègre au développement d'un système qui offre aux parents et aux enseignants une interface pour visualiser la progression d'un enfant ou d'un groupe classe dans le jeu. La progression est mesurée par les quêtes et les étapes que l'élève a réussies. L'enseignant peut également attribué des quêtes spécifiques à ses étudiants et déterminer un temps pour compléter celle-ci. Afin de faciliter l'intégration des activités à ScienceEnJeu à la planification en classe de l'enseignant, les étapes de chaque quête sont reliées aux concepts du programme du MELS (2006).

La progression de l'enfant est la visualisation graphique de ce que l'étudiant à accompli dans ScienceEnJeu, autant par rapport aux quêtes prescrites que non prescrites par l'enseignant. Une quête prescrite est identifiée par une étoile dans l'interface. Cette progression permet de voir où se situe l'enfant par rapport à son groupe, de cerner les sujets qui l'intéresse davantage ou ceux où il éprouve de la difficulté. Seuls les parents de l'élève et son professeur peuvent avoir accès à l'outil de visualisation de progression.

Le système de soutien adapté qui permet d'orienter et de conseiller l'apprenant dans le jeu se construit autour de la mise en relation de nombreuses conditions mises de l'avant lors de la recherche sur les besoins des utilisateurs. Les mesures de progression de l'étudiant fait parti de

ces conditions, au même titre que la personnalité de l'apprenant et plusieurs autres qui seront discutés dans le prochain chapitre. Ce sont à ces conditions que se greffe le système de soutien qui permet d'orienter, et de conseiller l'apprenant dans sa progression. Le système utilise un questionnaire sur le style d'apprentissage afin d'ajuster les interventions de soutien, visant à diriger ou motiver l'apprenant. Le système de soutien est donc un système de mécanismes «épiphytes» (Dufresne, 2001a; Pachet, Giroux, & Paquette, 1994) qui permet de définir des règles qui seront exécutées pour fournir des conseils personnalisés en fonction du contexte et de la personnalité de l'apprenant. Cela a pour but d'augmenter la valeur de la perception de la tâche et de la perception attributionnelle de l'étudiant et du système de perception de la motivation scolaire. Grâce à ces nouvelles interfaces, les déterminants, ou sources de la motivation scolaire, sont maintenant tous couverts dans la nouvelle version de ScienceEnJeu. Ne reste qu'à déterminer les variables intervenantes comme l'implication des parents, l'âge ou le secteur d'étude par exemple, afin d'être en mesure d'observer les indicateurs de la motivation scolaire durant en lien avec leur expérience dans ScienceEnJeu.

## **4.2 Question générale**

L'implantation, tel que défini par l'UXPA (2014), d'une telle interface vise à observer les comportements des utilisateurs par rapport à leur utilisation de l'interface selon un scénario qui se situe très près d'un usage dans la réalité. Ces observations permettent de mettre de l'avant les problèmes, les erreurs ou les difficultés rencontrées, d'ajuster certaines interventions des agents d'aide et de palper la satisfaction générale des utilisateurs face au jeu et aux agents d'aide.

Lors de la conception de telles applications informatisées, il est impératif de prendre en considération tous les facteurs devant être mis de l'avant afin de rendre son contenu et son design centré sur l'utilisateur. Parmi ces facteurs, nous avons entre autre choisi de considérer la progression, puisqu'il s'agissait d'une demande de CREO Inc. et les quêtes prescrites par l'enseignant, puisque nous avons proposé d'y rajouter un système de soutien personnalisé. Nous avons choisi de centrer notre approche sur la théorie des personnalités apprenantes de Martinez (2001a, 2005), qui est l'une des conditions de base au développement des règles d'aide. Nous avons également porté une attention particulière aux différents déterminants et variables

intervenantes de la motivation scolaire afin d'être en mesure d'identifier les différents indicateurs de la motivation scolaire lors de la construction des outils d'analyse et l'observation en classe.

De ce fait, la question générale de ce mémoire porte à vérifier si l'introduction d'une interface de visualisation de la progression et de soutien personnalisé aux apprenants selon les principes décrits par Martinez (2001a, 2005) sur les préférences d'encadrement et de soutien et ceux décrits par Barbeau et al. (1997) sur la motivation à l'apprentissage peut stimuler l'engagement et l'intention d'apprendre chez les différentes personnalités d'apprenants et satisfaire les parents et les enseignants par rapport au suivi de la progression des élèves et du groupe classe.

### **4.3 Questions spécifiques**

De cette question générale découle plusieurs questions spécifiques quant à l'interface même et à son utilisation. Ce sont des questions que nous nous sommes posées tout au long du processus de conception des interfaces. Il ne suffit pas ici de connaître les conditions et variables pris en compte dans l'interface en ce qui concerne les notions sur la personnalisation, sur la motivation et l'intégration du contenu scolaire, il faut parvenir à les conceptualiser et les intégrer dans une interface permettant de les mettre en relations afin de fournir à l'enseignant et au parent une visualisation simple de la progression. À ce stade, il est donc important de se demander quelles seraient les caractéristiques d'une bonne interface favorisant la visualisation de la progression sur les activités et sur les concepts à apprendre, pouvant servir au professeur d'outil de gestion quant à l'utilisation de ScienceEnJeu en tant qu'outil pédagogique utilisé en classe et assurant un suivi individualisé aux élèves. Étant donné le nombre élevé de contraintes à la conception, de nombreuses maquettes devront être construites. Ces dernières devront subir de nombreuses itérations avant d'obtenir un résultat optimal. Cette interface sera testée pour la première fois par un enseignant l'utilisant en classe dans un contexte très près de la réalité prenant cadre lors de cette expérimentation. Il sera donc intéressant d'en savoir plus sur son expérience en général, mais également sur sa facilité à utiliser l'interface, à repérer de l'information et à former des groupes ou attribuer des tâches.

Le concept de motivation étant un concept plus abstrait et difficilement mesurable, il faut donc se questionner sur la façon efficace d'intégrer les facteurs de la motivation scolaire selon le modèle

de Barbeau et al. (1997) (Figure 7) tout au long du développement d'un environnement pédagogique multimédia associé à un système épiphyte adapté. Le concept de la motivation scolaire influence, dans le cadre de ce projet, la conception centrée utilisateur puisqu'elle devient l'un des principaux buts visés par le CREO Inc. et nous même. Il s'agit ici d'en faire une source d'influence positive visant à augmenter le désir d'apprendre de l'apprenant de la même façon que le fait l'approche centrée sur l'utilisateur avec les buts des utilisateurs. L'approche centrée utilisateur prenant également en considération les personnalités des apprenants, cette tentative d'améliorer la motivation chez les apprenants jouant au jeu sera-t-elle perçue de façon différente d'une personnalité à l'autre? Comment les agents d'aide sont-ils perçus de façon générale? D'une personnalité à l'autre? Ces messages créent-ils une réaction positive ou négative chez ces derniers? Le contenu des messages correspond-t-il aux attentes des joueurs? Aurait-il préféré se faire dire autre chose? Quoi par exemple? En répondant à ces questions considérées comme ayant un impact sur la motivation scolaire des jeunes, il devient possible de cerner les facteurs positifs ou ceux ayant davantage créé un irritant chez l'utilisateur. Il faut garder en tête que si le joueur n'est pas motivé à utiliser l'interface, cela aura assurément un impact négatif sur sa motivation scolaire.

La personnalité de l'apprenant est un autre élément important dans le cadre de notre projet. Il est donc important de se questionner également sur la meilleure façon d'intégrer les préférences de l'apprenant afin de rendre le système adapté et personnalisé à ses besoins. D'une part, comment adapter la théorie sur les apprenants de Martinez (2001a, 2005) qui est d'abord destinée à un public adulte, à des enfants? Comment les caractéristiques de la personnalité d'un apprenant influence-t-elle l'aide qui lui est attribuée? Quels sont les besoins spécifiques de chaque personnalité dans l'environnement multimédia? Quelle quantité d'aide chaque personnalité a-t-elle de besoin? Toutes ces questions font partie du processus de réflexion entrant dans la création des règles régissant le système d'aide. Non seulement ces conditions doivent-elles être identifiées, il faut également considérer les combinaisons possibles entre elles ayant un impact sur le joueur.

En plus de se questionner sur comment développer et intégrer, il faut également se demander comment évaluer l'utilisation, la satisfaction et la motivation de façon générale et selon les

personnalités des apprenants. L'évaluation de l'expérience utilisateur, telle que discuté précédemment, consiste d'abord en de l'observation de l'utilisation par un utilisateur. Dans le cadre de ce projet, l'utilisation en classe serait d'abord observée lors de séances de jeux prévues et durant les séances avec l'enseignant servant à expliquer l'interface de visualisation. L'attitude de l'utilisateur durant ces séances permet habituellement de se faire une idée de l'appréciation générale de l'interface en observant les réactions, les paroles dites ou le travail accompli. Au niveau des outils disponibles, en plus de ce que nous permet de comptabiliser l'interface comme la progression, il serait intéressant pour les étudiants de d'abord connaître leur appréciation via un questionnaire les préparant ensuite à une entrevue de groupe durant laquelle certaines questions sont approfondies. Il serait également pertinent de connaître l'avis de l'enseignant au sujet de questions spécifiques liées à l'utilité et l'utilisabilité. Il en va de même au niveau de la satisfaction des parents à connaître la progression de leurs enfants. Cela permet de connaître ce qui fonctionne bien dans le système, ce qui cause problème, ou crée des irritants et d'ainsi de l'améliorer.

#### **4.4 Proposition de recherche**

Cette étude de cas est liée à un projet en recherche et développement avec le CREO Inc. sur la conception d'une interface centrée sur l'utilisateur. Elle vise à mesurer la satisfaction des utilisateurs (enseignants et parents) quant à l'outil de visualisation et de mesurer la satisfaction et la motivation des étudiants par rapport au système d'aide.

Pour parvenir à mesurer ces critères assez abstraits, nous utilisons d'abord l'observation des séances de jeu chez les enfants et des séances d'utilisation de l'interface de visualisation avec l'enseignant. Les parents ne sont pas observés puisqu'ils sont un élément extérieur à l'environnement scolaire. Durant ces séances sont observées, dans le cas de l'enseignant, la facilité avec laquelle il utilise l'interface, ses réactions physiques et verbales et sa satisfaction générale. Ces observations sont effectuées, dans le cas des étudiants, durant les séances de jeu.

Puis, durant l'évaluation complète de l'interface par le questionnaire, l'enseignant est encore une fois questionné sur l'utilisabilité et aussi, cette fois, sur sa perception de l'utilité de l'interface en tant qu'outil pédagogique. En ce qui a trait aux étudiants, le questionnaire se penche surtout sur la satisfaction de l'utilisateur en ce qui a trait à ScienceEnJeu, ainsi qu'à son appréciation de l'utilité des agents d'aide et de leur message, L'entrevue de groupe, elle, vise à approfondir ces points, afin d'établir avec plus de justesse les itérations futures à apporter le système.

Puisque l'interface a été développée en fonction de l'approche centré utilisateur et que nous pensons avoir réuni toutes les conditions nécessaires au développement d'une interface satisfaisante par les utilisateurs, nous pensons que le système de visualisation sera apprécié par les professeurs et les parents en ce qui concerne la progression. L'enseignant trouvera sans doute utile de pouvoir constituer des groupes et d'attribuer des tâches selon un calendrier précis. Au niveau de la participation et de la satisfaction des apprenants, nous croyons que ces derniers apprécieront la dimension personnalisée du soutien et seront motivés par cette dernière.



## **5. MÉTHODOLOGIE**

### **5.1 Mise en contexte**

Cette recherche vise l'adaptation d'un système d'aide personnalisé aux apprenants. Elle prend place dans un contexte scolaire où les installations technologiques sont souvent suffisantes, mais demeurent peu utilisées faute d'un manque de compétences en informatique des enseignants et d'un manque de ressources pouvant les aider à les intégrer en classe. Cela creuse un écart avec les étudiants qui sont de plus en plus nombreux à être motivés par l'utilisation des TIC en classe.

Au plan méthodologique la recherche est associée à la recherche et développement du système de visualisation demandé par CREO Inc. puis du système d'aide suggéré à CREO Inc. par notre équipe. Afin de se réaliser, elle suppose une étude de cas auprès des usagers appelés à utiliser le système (étudiants, parents et enseignant) dans le contexte d'une activité pédagogique au niveau primaire.

Nous présenterons d'abord les outils informatiques développés à l'aide de nos programmeurs et auxquels se greffe cette recherche. Ces derniers ont été développés au sein d'un projet financé par le Conseil de recherche en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG) en collaboration avec l'entreprise CREO inca, la Société de formation à distance des commissions scolaires du Québec (SOFAD) et le Consortium en Innovation Numérique du Québec (CINQ). Ces outils sont l'interface de visualisation de la progression des élèves et des groupes, l'outil pour le diagnostic des préférences de l'élève sur l'encadrement selon la grille de Martinez (2005) et l'interface pour le soutien personnalisé selon le résultats au diagnostic de préférences et le contexte dans le jeu.

Nous présenterons ensuite la méthode utilisée afin de modéliser la structure des concepts à apprendre tel que demandé par le MELS (2006) et le lien avec la structure des activités dans Sciences en Jeu. Puis nous expliquerons comment nous avons appliqué les modèles de soutien à la motivation de Barbeau et celui sur le respect des préférences d'encadrement de Martinez pour développer les règles de soutien qui sont utilisées dans l'environnement.

Nous présenterons enfin la méthodologie utilisée pour évaluer le prototype produit auprès des usagers cibles, soit l'échantillon choisi, les questionnaires et les grilles d'évaluation et, enfin, le déroulement de l'évaluation du système.

## **5.2 Développement du système de visualisation**

Dans le cadre de ce projet, les interfaces sont développées par notre équipe multidisciplinaire réunissant divers champs d'expertise comme la gestion de projet, l'ergonomie informatique, la programmation informatique, la pédagogie, etc. Bien que le développement informatique soit effectué par nos deux programmeurs, il demeure essentiel de discuter de la conception de ces interfaces du système et de collaborer afin de pleinement guider et optimiser ce qui sera évalué.

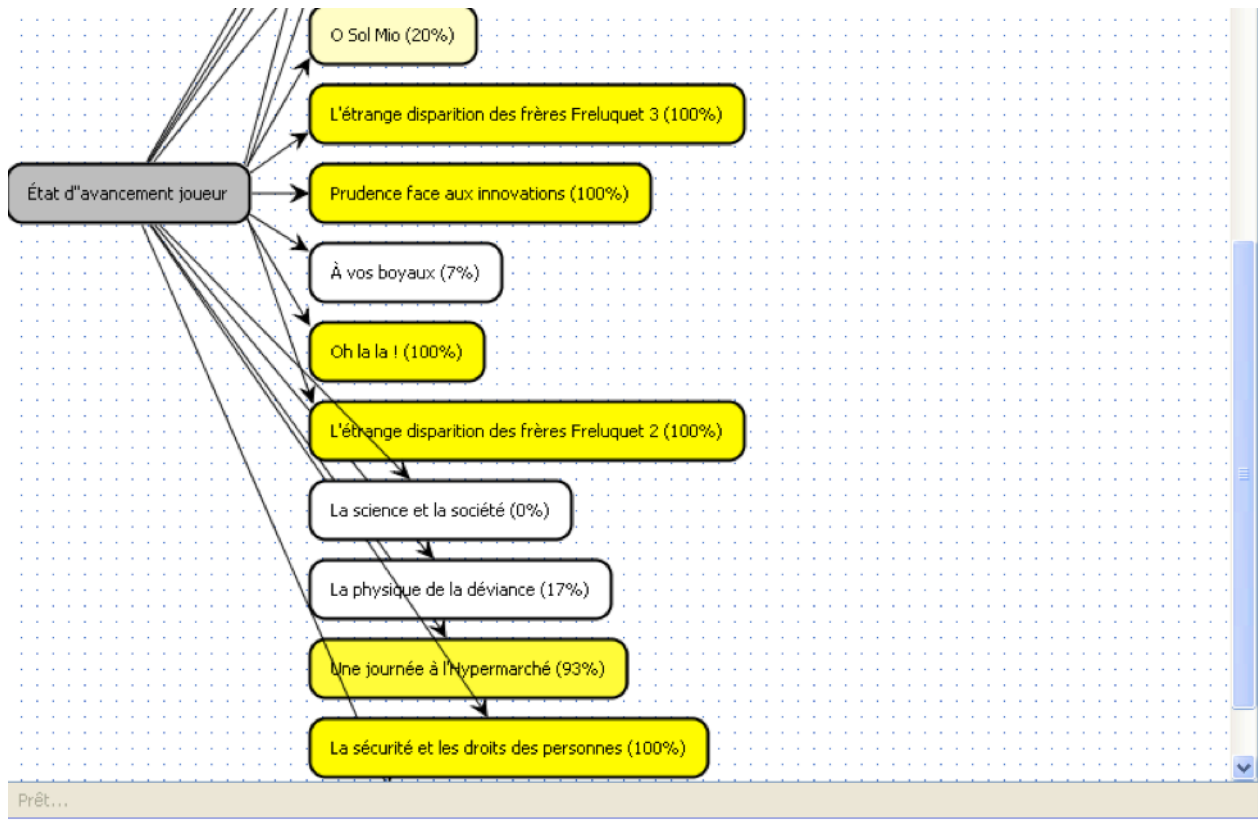
La conception de ces interfaces se fait en plusieurs étapes. Il faut d'abord développer le gestionnaire permettant de calculer la progression de l'étudiant dans ScienceEnJeu. Ensuite, afin de mettre en relation les différentes conditions du système d'aide, il faut créer des structures de concepts basées sur le programme du MELS (2006) et lier ces dernières aux activités et quêtes de ScienceEnJeu. Cela représente la base de ce système.

Parallèlement à cela, il faut développer les fonctions permettant de définir les groupes. Pour se faire, il faut d'abord déterminer le type de participant utilisant l'outil soit le parent, l'enseignant, l'étudiant ou le chercheur, afin de gérer les privilèges d'accès aux données. Dans cette perspective, un enseignant pourra assigner des tâches alors qu'un parent ou un étudiant n'aura pas accès à cette fonction, par exemple.

Finalement, il faut créer l'interface de visualisation de cette progression en fonction de ces caractéristiques, mais aussi en fonction de la conception centrée utilisateur (CCU).

### **5.2.1 Modélisation de la progression dans Sciences en jeu**

ScienceEnJeu renferme déjà des mesures possibles comme les activités complétées selon les différentes quêtes et leurs étapes. L'interface de visualisation permet ainsi de visualiser la progression dans les activités dans Science en Jeu (Figure 9).



**Figure 9** Interface de visualisation de la progression dans les activités

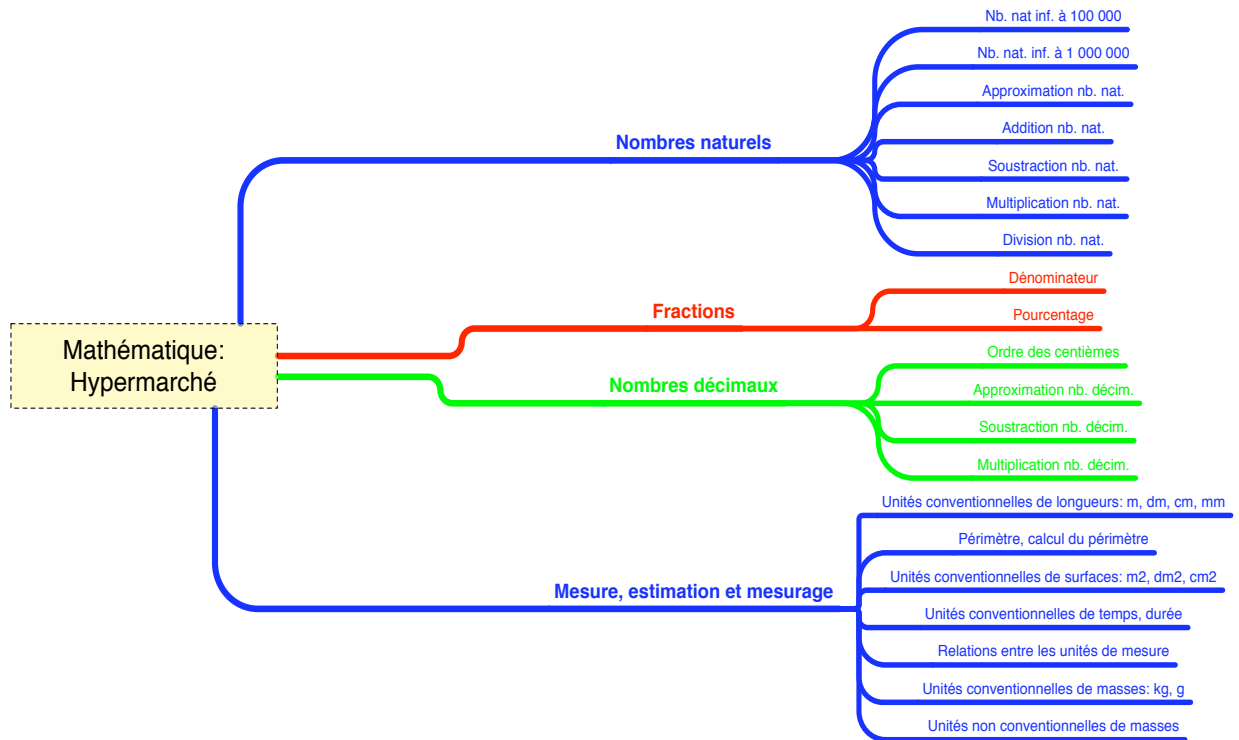
D'autres données sont également disponibles dans Science en Jeu comme les *Talents* et les *Neurones* qui sont des récompenses qu'obtient le joueur lorsqu'il fait une découverte dans le jeu, qu'il répond correctement à une question ou qu'il complète une quête. La base de données de ScienceEnJeu permet également de comptabiliser le nombre de jour depuis le dernier branchement dans le jeu.

Nécessitant davantage d'informations et de données pour notre système d'aide personnalisée, une nouvelle base de données est créée par nos programmeurs. Cette base de données a servi à élaborer le système de règles et le système de visualisation permettant ultimement d'afficher des messages dans le jeu.

### 5.2.2 Modélisation des stratégies d'intervention

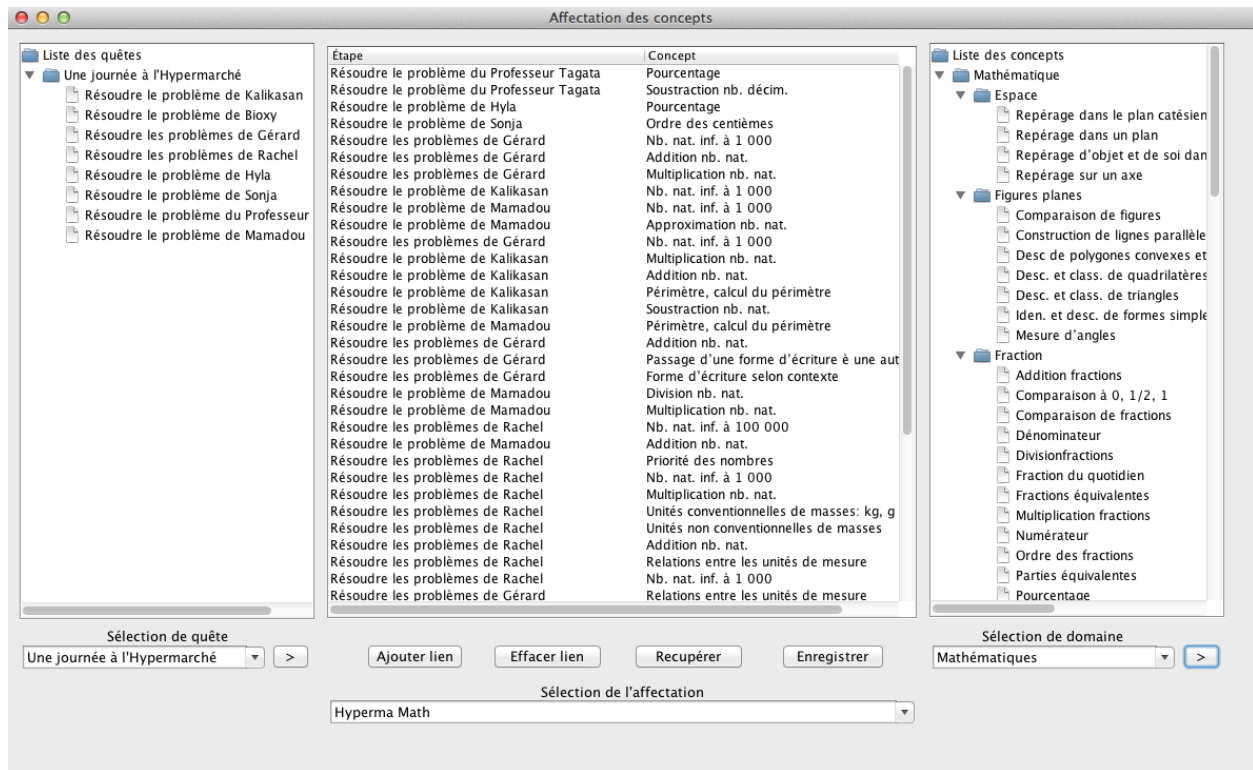
La structure de progression dans les activités était déjà disponible dans la base de données de ScienceEnJeu, mais pour favoriser l'apprentissage il est également intéressant de suivre également la progression dans l'acquisition des concepts sous-jacents aux activités Dufresne et al. (2004); Paquette et al. (2003). Aussi, nous avons extraits des activités de ScienceEnJeu à la structure des concepts qui sont à apprendre. Un outil a été développé pour permettre d'associer chaque quête et étape d'une quête à un concept et un niveau scolaire tel que défini dans le programme du MELS (2006).

La première étape de la création du système consiste à associer le contenu du MELS (2006) discuté précédemment au contenu de chaque quête afin de permettre à l'enseignant de suivre et d'orchestrer les activités de ScienceEnJeu avec le contenu du scolaire vu en classe. Pour ce faire, nous avons modélisé la structure des connaissances du domaine de la mathématique, de la science et de la technologie du MELS (2006) qui a d'abord été représentée sous forme graphique grâce à l'outil *Omnigraffle* (Figure 10). Ce dernier permet, de par sa grande flexibilité, de simplifier la représentation visuelle des concepts vus dans ce domaine selon les mêmes niveaux scolaire et d'abstraction. Cet outil est pratique afin d'analyser facilement quels sont ces concepts discutés dans chaque quête. L'arbre suivant représente la structure de connaissances pour la mathématique. La structure complète du domaine de la mathématique, de la science et de la technologie est disponible à l'annexe 1.



**Figure 10** Arbre des concepts du domaine des mathématiques du MELS vu dans la quête une journée à l'hypermarché dans ScienceEnJeu

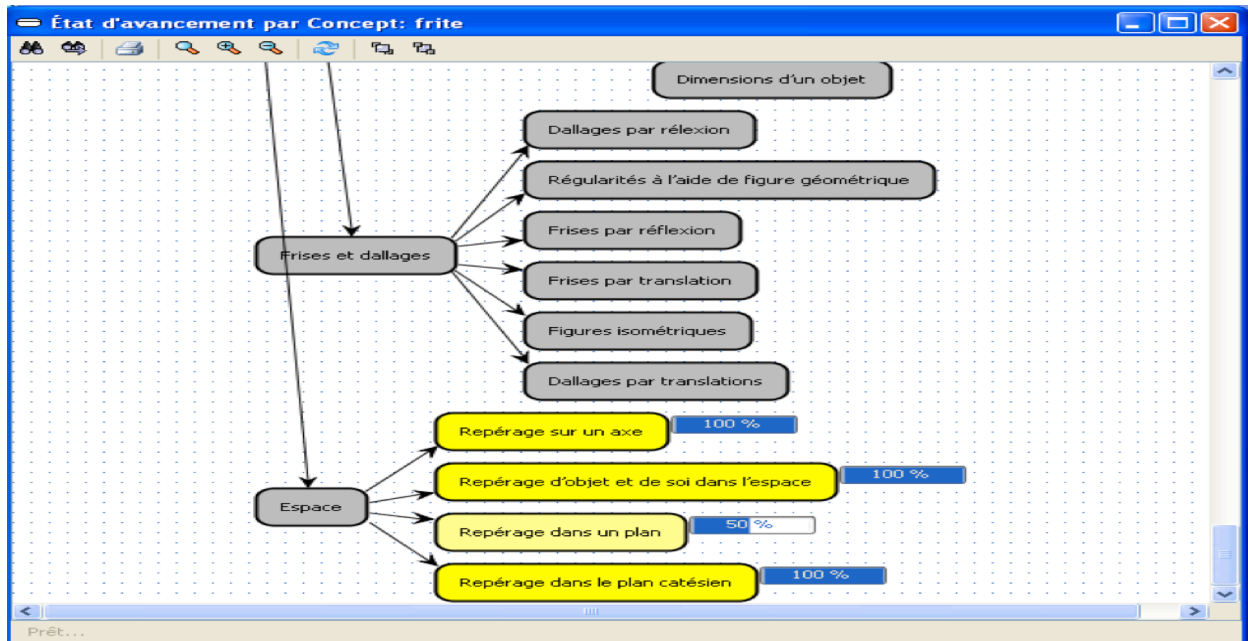
Ensuite, la deuxième étape consiste à créer la structure des concepts au sein du système de gestion développé par le programmeur (Figure 11) afin d'associer les différentes quêtes et étapes des quêtes aux concepts qui sont à apprendre selon le programme du MELS (2006). Cela est nécessaire puisqu'une description avec des niveaux d'abstraction aussi détaillés n'existe pas dans la base de données de CREO. Il faut donc jouer au jeu afin de connaître son contenu. Pour chaque quête proposée dans ScienceEnJeu, nous avons identifié les concepts du programme ministériel qui y sont exposés. Il peut sélectionner un domaine de connaissance et afficher la progression. Il peut aussi connaître les sujets des quêtes et de savoir si elle s'agit d'un niveau approprié pour ses étudiants et sont également partie prenante de la création des règles d'apparition des messages d'aide.



**Figure 11** Capture d'écran de l'interface permettant de relier les étapes des quêtes de ScienceEnJeu aux concepts du domaine de la mathématique, des sciences et de la technologie du MELS

Dans cette interface, le menu déroulant de gauche permet de sélectionner une quête. Le détail de cette quête apparaît alors dans la fenêtre au-dessus du menu. Dans l'exemple précédent, la quête choisie est Une journée à l'hypermarché. Le menu déroulant de droite, lui, permet de sélectionner un domaine d'enseignement. Dans le cas présent, le domaine de la mathématique est choisi. Comme pour les quêtes, le détail de se dernier apparaît aussi dans la fenêtre du dessus. Ce dernier se détail selon les différents concepts de ce domaine comme, ici, les figures planes et les fractions, et en sous-concepts comme l'addition, la comparaison et la multiplication de fraction. Pour créer une liaison, il suffit alors de sélectionner une étape dans la fenêtre de gauche et un sous-concept dans la fenêtre de droite et d'appuyer sur le bouton *Ajouter le lien*. La combinaison apparaît alors dans la fenêtre centrale. Il est possible d'effacer un lien en cas d'erreur avec le bouton *Effacer lien*. Il est possible d'enregistrer, par exemple, ici, ce groupe d'associations se nomme Hyper Math pour le nom de la quête et du domaine sélectionné. Finalement, il est possible de récupérer un autre enregistrement. Ces associations permettent à l'enseignant de

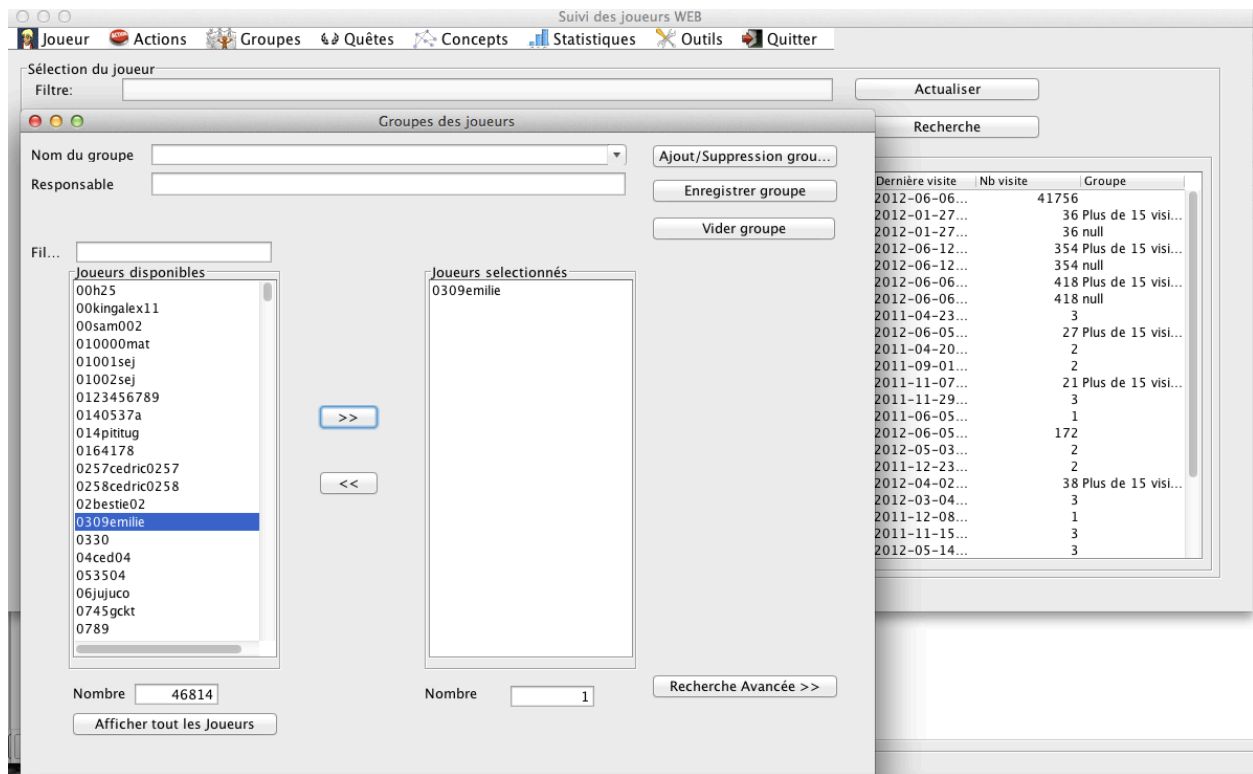
rapidement voir la progression des élèves de sa classe dans les concepts prévus au programme (Figure 12).



**Figure 12** Exemple de la visualisation de la progression dans certains concepts du domaine de la mathématique du MELS (2006)

### 5.2.3 Création des groupes pour l'interface de visualisation

En plus d'y trouver un descriptif des quêtes, l'interface de gestion met à la disposition de l'enseignant différents outils permettant de faciliter l'orchestration des quêtes avec les activités prévues en classe. Celui-ci peut d'abord gérer les groupes selon différents critères comme leur personnalité d'apprenant ou leurs intérêts personnels. Cette caractéristique permet à l'enseignant de prescrire, s'il le désire, des quêtes adaptées aux caractéristiques de ces groupes en fonction du contenu ou d'un temps déterminé. L'image suivante est une capture d'écran de l'outil permettant de créer et de gérer les groupes (Figure 13). La création d'un groupe d'élèves pour une classe peut aussi être créé par un administrateur.



**Figure 13** Capture d'écran de l'interface permettant de créer et de gérer les groupes

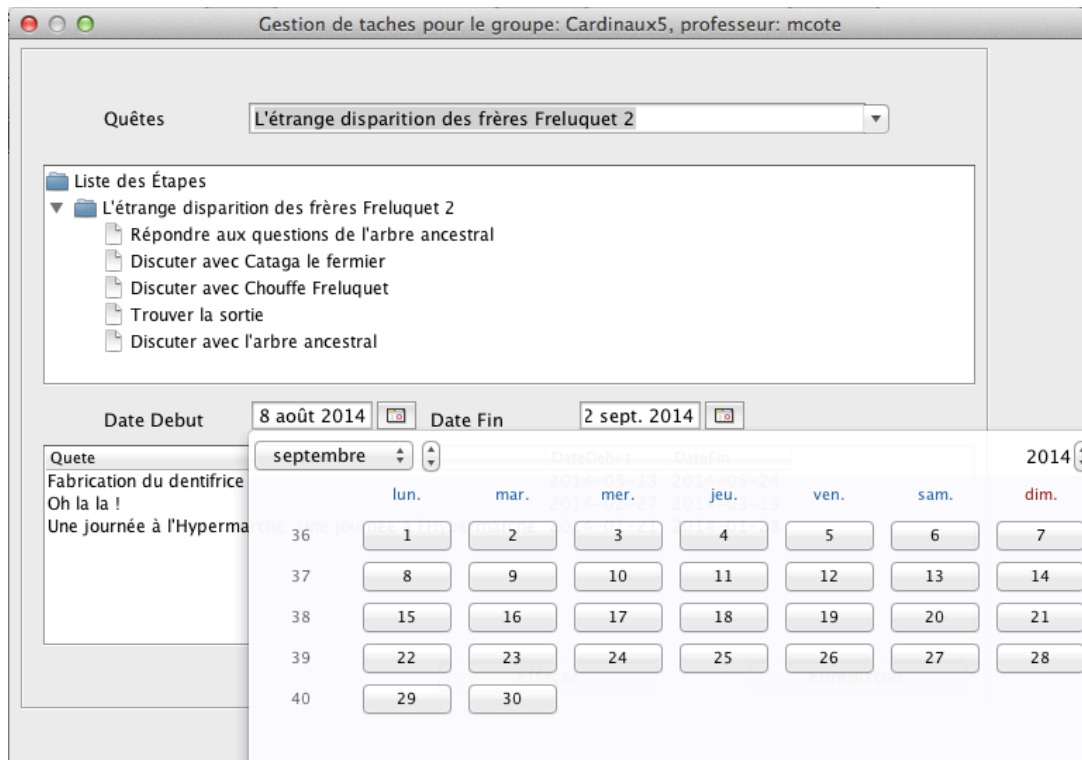
Pour créer un groupe, il suffit de lui donner un nom dans le champ prévu à cet effet, puis de sélectionner, un par un, les membres parmi la liste de joueurs disponibles. En appuyant sur la flèche droite, le joueur de la liste de gauche apparaît dans la liste de droite. La procédure inverse est possible afin de retirer un membre du groupe. Il est possible de voir le nombre de membre constituant ce groupe au bas de la fenêtre. Le groupe est enregistré grâce au bouton prévu à cet effet. Pour gérer un groupe, il est possible de récupérer un groupe existant en effectuant une recherche dans le menu déroulant du nom du groupe ou en inscrivant le nom du responsable.

### 5.2.4 Création d'une tâche par le professeur pour un groupe.

L'interface permet également de prescrire des quêtes selon un calendrier (Figure 14). L'enseignant peut donc assigner un temps de début et de fin pour la complétion d'une activité. De ce fait, il peut planifier, s'il le désire, les quêtes à réaliser pour la totalité de l'année. Le temps de réalisation des activités peut être modifié en tout temps, même lorsqu'une quête prescrite est



entamée par les élèves. C'est via ce dernier que l'interface de création des règles peut calculer si un joueur est en retard ou en avance par rapport aux autres joueurs de son groupe.



**Figure 14** Image de l'outil permettant de prescrire les quêtes pour un groupe

### 5.2.5 Manipulation par le professeur de l'Interface de visualisation

L'interface de gestion permet également de connaître la progression d'un joueur ou d'un groupe de joueurs selon les quêtes ou les concepts pédagogiques étudiés dans les quêtes. L'enseignant peut sélectionner un groupe avec le menu déroulant du même nom. Il est possible de sélectionner la progression d'un étudiant en le sélectionnant dans le menu déroulant. Il est possible d'afficher en mode graphique, soit l'arbre (Figure 15) et sous forme d'histogramme (Figure 16). Enfin, il est possible de choisir entre la progression dans les activités (Figure 15) ou dans les concepts (Figure 16). Une quête arborant une étoile démontre une quête prescrite par l'enseignant.

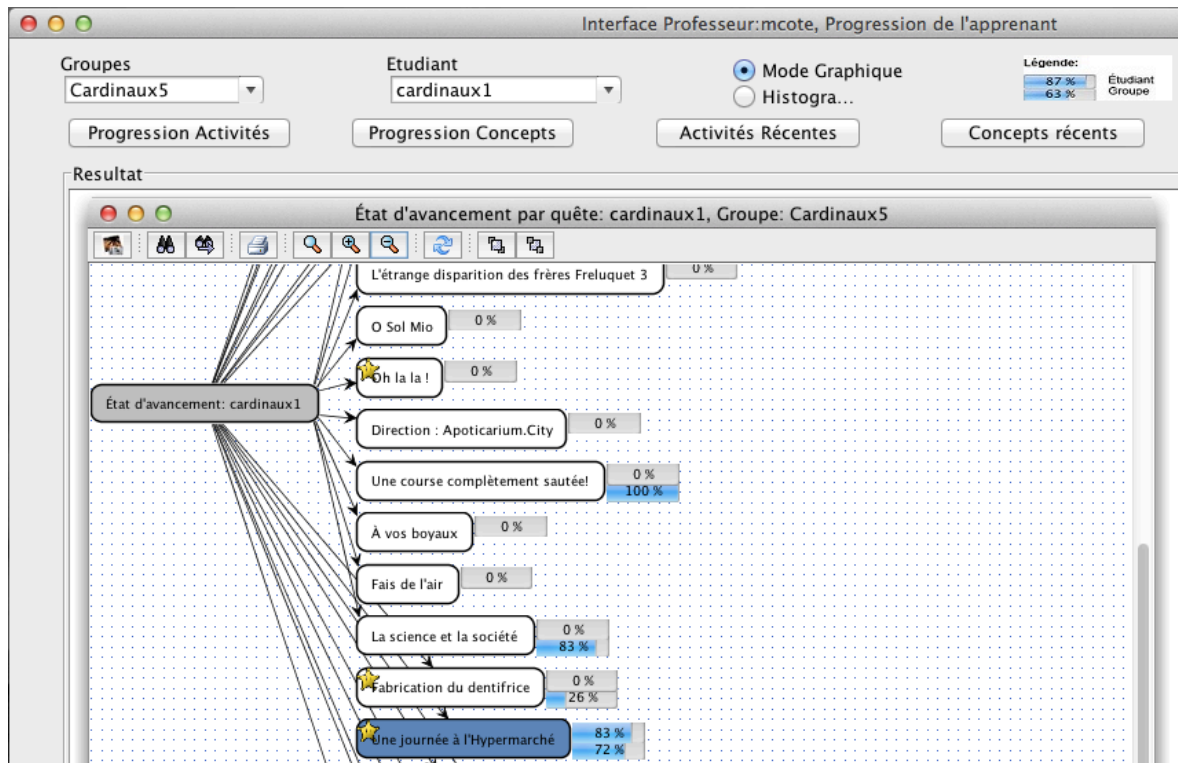


Figure 15 Arbre de la progression selon les quêtes

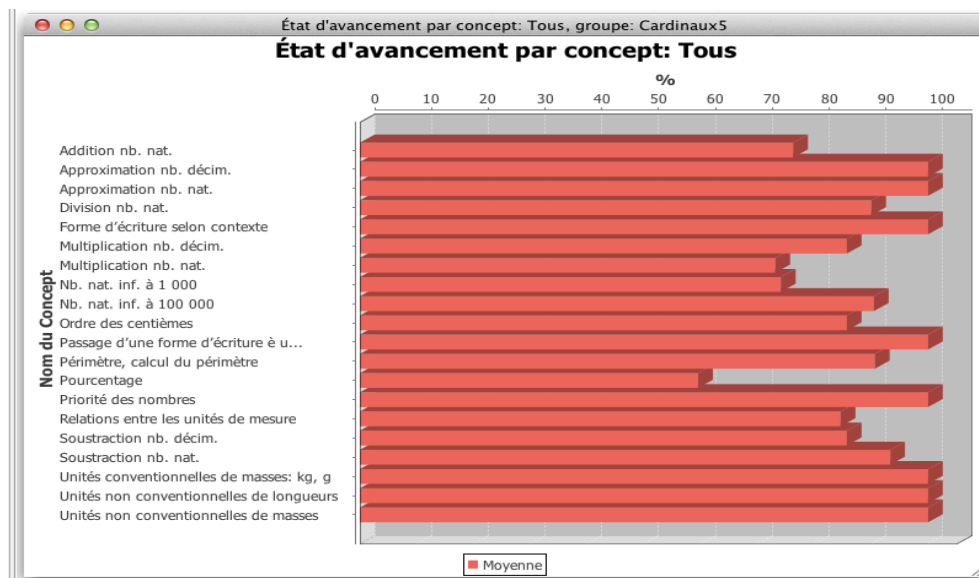


Figure 16 Histogramme de la progression dans les concepts du domaine de la mathématique d'un groupe

L'enseignant peut aussi, en utilisant le bouton droit de sa souris sur une quête, accéder à un menu (Figure 17) lui permettant de connaître les concepts auxquels cette dernière est reliée (Figure 18), de connaître les détails de l'affectation d'une quête (Figure 19) et d'accéder au menu permettant de prescrire des quêtes (Figure 14).

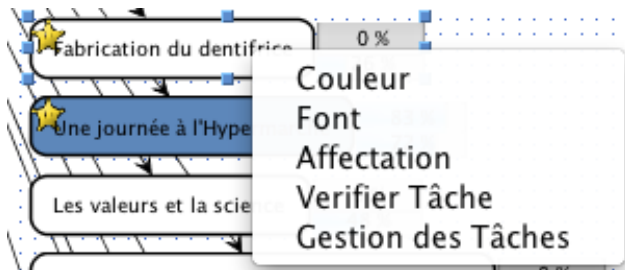


Figure 17 Menu apparaissant en cliquant sur le bouton de droite de la souris dans l'interface de progression

Domaine	Concept
Mathématiques	Comparaison de figures
Mathématiques	Construction de lignes parallèles et perpendiculaires
Mathématiques	Desc de polygones convexes et non convexes
Mathématiques	Desc. et class. de quadrilatères
Mathématiques	Mesure d'angles

Figure 18 Affectation permet de connaître les concepts académiques auxquels est relié une quête

professeur	idGroupe	NomGroupe	Quete	Etape	DateDebut	DateFin
mcote	Cardinaux5	Cardinaux à Laval 5e	Une journée à l'Hypermarché	Une journée à l'Hypermarché	2014-01-21	2014-01-28

Effacer

Figure 19 Vérifier tâche permet de connaître les détails d'une quête

Cet outil est également mis à la disposition des parents. Ces derniers peuvent consulter la progression de leur enfant et du groupe, connaître les tâches prescrites par l'enseignant et en découvrir sur les intérêts de son enfant en voyant quel sujet des sciences l'intéresse davantage.

### **5.3 Adaptation du questionnaire de Martinez (2005) sur les préférences d'encadrement**

Afin de développer un système d'aide aux apprenants âgés entre huit et seize ans dans ScienceEnJeu et de mesurer son efficacité, un système capable de gérer le contenu et les moments d'apparition de cette aide a été développé dans le cadre de ce projet. Le système permet de choisir parmi les conditions déterminantes, des conditions spécifiques et d'associer un message. Le système de gestion des règles est un système épiphyte, c'est-à-dire un système dont le mécanisme se greffe à un système existant, soit ScienceEnJeu, sans toutefois ébranler le fonctionnement indépendant de ce dernier. Il se base sur des données récupérées de ScienceEnJeu pour les traiter indépendamment et permet d'intégrer l'aide dans le jeu.

Parmi les conditions considérées dans le système d'aide, il y a le style de l'apprenant. Afin de déterminer le style d'apprenant de chaque participant, nous avons, suite à l'approbation de Martinez traduit et modifié le *Learning Orientation Questionnaire* (2005), originalement conçu pour des adultes, pour un public âgé entre huit et seize ans. Les questions ont été simplifiées et adaptées au contexte scolaire québécois. Les questions portant sur des réalités adultes comme le choix d'une spécialisation sont éliminées. Au final, le questionnaire est réduit à 15 questions, au lieu de 25, mesurant la motivation, l'organisation et l'autonomie scolaire et permettant, au final, d'attribuer un type d'apprenant (intentionnel, performant, conformiste ou résistant). Le questionnaire est rempli en ligne, lors de l'enregistrement du participant à ScienceEnJeu. Il y répond en déplaçant un curseur sur une échelle de 1 à 7. De cette façon, grâce à un programme de comptabilisation des résultats mis sur pied par notre programmeur, il est possible de connaître instantanément la personnalité apprenante du joueur.

Voici les 15 questions auxquelles répondent les participants en début d'expérimentation.

1. J'aime apprendre sur des nouveaux sujets.
2. Mon enseignant est la meilleure personne pour m'évaluer et me motiver.
3. J'aime lorsque mon enseignant prévoi des tâches supplémentaires.
4. J'évite de faire mes devoirs si je peux.
5. Je préfère faire ce qui me plaît plutôt que ce qui m'est demandé.
6. J'aime organiser moi même mon travail et mon temps.
7. Apprendre me fait sentir préparé à affronter la vie.
8. Je ressens de la fierté lorsque je réussis une tâche
9. Suivre la progression de mes apprentissages m'aide à m'améliorer.
10. Je me fixe des objectifs personnels qui dépassent ceux de mon enseignant.
11. J'évite, si je peux, une activité qui semble trop difficile.
12. J'aime lorsque mon enseignant fourni des consignes précises du travail à accomplir.
13. Je sais quoi faire si j'ai de la difficulté dans un cours.
14. J'apprends mieux lorsque j'ai une bonne relation avec mon enseignant.
15. Apprendre est inconfortable pour moi.

La personnalité apprenante du joueur constitue, dans le cadre de ce projet, la condition de base à l'élaboration de toute règle, point qui sera discuté prochainement.

## **5.4 Développement du système d'aide**

### **5.4.1 L'interface du système d'aide**

Le système d'aide est l'interface épiphyte permettant de réunir et de manipuler toutes les conditions nécessaires à la réalisation d'une règle visant à faire apparaître un message dans le jeu. Jusqu'à maintenant, l'interface de gestion nous permet de recueillir les données sur le joueur comme la personnalité, la progression, s'il est en avance ou en retard, les tâches prescrites par l'enseignant et la base de données de ScienceEnJeu permet de connaître l'avancement dans les

quêtes et le nombre de Neurones et de Talents. Une application a été développée qui permet de définir des règles d'aide et des messages en fonction de ce qui se passe dans ces différents paramètres (Figure 20).

**Figure 20** Interface où sont définies les règles d'aide en liant les conditions à des messages d'aide

L'interface se développe autour de trois règles de base. La première est en lien avec le contexte, soit un événement dans ScienceEnJeu qui déclenche un message. Un événement peut être l'arrivée du joueur dans ScienceEnJeu ou dans une salle, la bonne ou la mauvaise réponse à une question, la complétion d'une quête assignée ou non par l'enseignant. Ces événements se trouvent dans le menu *Colonne*. D'autres événements étaient prévus, mais finalement non réalisable. Par exemple, répondre à une tâche spécifique, flâner ou demeurer inactif lorsque des tâches sont assignées par l'enseignant ou quitter une quête ou même le jeu.

La deuxième est en lien avec les conditions, soit les paramètres qui sont utilisés pour choisir l'aide. Ces conditions sont la personnalité de l'apprenant, sa progression dans le jeu, son nombre de *Neurones* ou de *Talents*, etc.

Le bouton *Opération*, pour sa part, permet de choisir entre plus petit, plus grand ou égal à une certaine valeur. Ces valeurs se choisissent dans le menu du même nom. Grâce à l'interface, il est facile de combiner ces différents événements et conditions de façon additive et restrictive avec l'utilisation des boutons *ET*, *Ou*, *Non*, *Sauf* et les parenthèses.

Et/Ou	Non	(	Colonne	Opération	Valeur	)
		(	Événement	==	Branchement	)
Et		(	Style de l'apprenant	==	conformiste	)
Et		(	Durée der Branch	>	7	)

**Figure 21** Exemple d'une relation entre un évènement et des conditions formant une règle dans l'interface

La troisième règle tourne autour de l'action, donc sur la forme que peut prendre l'aide. Elle suppose de choisir un avatar et de rédiger le message qui sera affiché à l'élève. Pour une condition on peut ainsi définir trois interventions qui seront présentées successivement à l'élève. Le système de règles développé (Figure 20) permet d'automatiser les messages selon les moments propices pour intervenir dans le jeu par les menus : *Type de message*, *Priorité* et *Enchaînement*. Le premier menu permet de choisir de montrer le message en même temps qu'un autre dans l'interface, donc d'exécuter deux règles qui se déclenchent en même temps. Une règle peut donc être additive ou exclusive. La priorité permet, lorsque deux messages s'additionnent de choisir l'ordre d'apparition de ces messages. Les choix sont : minimum ou maximum. Les choix d'enchaînements pour l'apparition des messages sont de rester sur le dernier, revenir sur le premier ou de ne plus afficher après le dernier message. De plus, l'interface permet de sélectionner ce qui apparaît à l'écran, soit l'agent d'aide et les messages. Deux choix d'agents

sont disponibles par personnalité, mais un seul des deux peut s'appliquer à une règle. Jusqu'à trois messages peuvent être composés par règle.

### 5.4.2 Création des agents d'aide inspiré de la théorie de Martinez

Pour chaque type d'apprenant est créé un agent d'aide prenant l'apparence d'un oiseau et dont le design est sensible à celui de ScienceEnJeu. Ces derniers possèdent des caractéristiques physiques en lien avec leur personnalité. Le conformiste est tout blanc et ne possède pas de caractéristiques flamboyantes. Le résistant possède une apparence plus rebelle. Le performant est représenté par un colibri dont les ailes battent vite et l'intentionnel par un hibou avec une médaille. Ces derniers présentent deux émotions différentes: content ou fâché. (Figure 22)



Figure 22 De gauche à droite et de bas en haut, les oiseaux conformiste, résistant, intentionnel et performant



### 5.4.3 Modélisation des règles d'aide en fonction de la personnalité

Afin de développer les messages d'aide, il faut d'abord ressortir les aspects relatifs à chaque personnalité. Ensuite, il faut déterminer le type de message à associer à la règle, le ton, et sa fréquence en fonction de la personnalité associée.

Chaque intervention est choisie en fonction d'événements particuliers comme se brancher au jeu, arriver ou quitter une salle, une réussite ou un échec. Selon la personnalité de l'apprenant, la fréquence d'apparition d'un message peut être différente. Un intentionnel nécessite moins de support qu'un conventionnel par exemple. À ces événements sont associées des conditions. Ces conditions sont rendues possibles grâce au système de gestion préalablement discuté. Les conditions maintenant mesurables et utiles à l'élaboration des règles sont la durée depuis le dernier branchement, l'identité de la quête, la difficulté de la question, le nombre de tentatives pour répondre à une question, le nombre de *Neurones* détenus par le joueur, le nom de la salle où il se trouve, les tâches suggérées par l'enseignant, la progression et, évidemment, le style de l'apprenant. Une règle peut être additive, c'est-à-dire qu'elle peut se déclencher en même temps qu'un autre, ou exclusive. Elle peut aussi être d'importance minimale ou maximale. Il est possible d'écrire jusqu'à trois messages par règle. Ces messages peuvent défiler en boucle, s'arrêter sur le dernier et cesser d'apparaître.

Le contenu et l'apparition des messages sont également ajustés en fonction de la personnalité du joueur. L'intentionnel, ayant davantage confiance en lui, gère habituellement mieux l'échec et se décourage moins rapidement. Puisqu'il est déjà poussé par un désir d'apprendre, moins de directives lui sont données. Son agent d'aide lui indique à quel endroit se trouve le travail à faire, lui propose des activités ou des endroits favorisant la découverte comme la *Cliptothèque* et le *Café scientifique* et où il peut approfondir certaines connaissances ou en développer des nouvelles. Les interactions sont moins nombreuses et ont lieu après plus de tentatives lors d'un échec. Lorsqu'il est en retard, un message apparaît afin de lui rappeler son travail à faire, mais il s'agit davantage d'un rappel que d'une réprimande. Pour l'intentionnel, qui est très autonome, les règles jouent surtout avec la fréquence des messages de sorte à ne pas submerger d'information. Ce joueur préfère avoir que les grandes lignes de ce qui est à faire. Il n'aime pas avoir trop de détails et des consignes trop directives ou trop fréquentes portent à croire que le joueur serait

alors irrité par ces dernières. Finalement, un intentionnel se fait suggérer d'explorer l'île afin de répondre aux questions cachées pour récolter un maximum de *Talents* et de *Neurones*, puisqu'il est motivé par les résultats tangibles, ou il se fait proposer des duels lui permettant de valider ses connaissances auprès d'amis.

Le performant aime quand ça va vite, il faut donc ajuster le nombre de messages et la quantité de détails afin d'obtenir des directives lui permettant de savoir rapidement quoi faire et comment le faire. Il aime aussi porter son regard vers le fil d'arrivée, savoir que la fin n'est pas trop loin. C'est pourquoi le principe de progression est particulièrement intéressant dans son cas. Son agent peut l'informer où trouver le travail à faire et en quoi sa tâche consiste de façon générale. S'il est en avance, le système lui propose des activités où il aura la chance de briller, de se mettre en valeur, ou de se distinguer. Le *Café Scientifique* avec ses débats, le *Magasin* permettant d'acheter des accessoires pour son avatar ou même le *duel* sont des activités permettant à un performant de se mesurer aux autres afin de valider ses habiletés. Si un performant est en retard, il est alors rappelé à l'ordre comme quoi il n'aura pas le temps de terminer les quêtes demandées par son enseignant à temps.

L'agent d'aide d'un résistant essaie de lui faire voir les côtés positifs des activités et ses liens avec le quotidien, l'utilité de la tâche. Le résistant aime se faire confirmer qu'il ne travaille pas pour rien. Pour ce faire, l'humour et la mise au défi sont utilisés. Lorsqu'il fait un bon coup, il est rapidement félicité afin de souligner sa capacité à réaliser une tâche, capacité qu'il sous-estime souvent. Lors d'un échec, il sera encouragé, mais aussi mis au défi. Le but est de ne pas entretenir son attitude défaitiste et de le pousser à réessayer. Afin d'encourager l'autonomie et l'organisation visant à le rendre davantage intentionnel, les messages sont, au début plus précis et fréquents, puis deviennent surtout des rappels par la suite. Lorsqu'on le félicite, l'accent est mis sur la mise en valeur de ses habiletés. On ne le compare pas aux autres, car on veut lui apprendre à croire en lui, en sa juste valeur. Si il est en avance, on le félicite et on lui propose des activités plutôt pratiques. Il est important pour un résistant d'avoir un but réaliste, les tâches pratiques, comme la quête de la fabrication du dentifrice, lui permettent donc de valider à quoi ce nouvel apprentissage pourra lui servir dans la vie.

Le conformiste, lui, est moins sûr de lui, il a besoin de beaucoup de directives afin d'accomplir une tâche et aura besoin de se faire rassurer qu'il accompli la bonne action, qu'il est au bon endroit, etc. Les messages sont donc fréquents et détaillés. C'est pourquoi les quêtes présentant des étapes claires, une approche pas à pas, sont choisies dans son cas. Son agent lui indique quoi faire, comment le faire et où trouver cette quête. Sa progression est souvent positionnée par rapport à celle des autres membres de son groupe classes car cela lui permet de savoir où il se situe et de s'assurer qu'il est au même niveau que les autres. Cela lui donne confiance. Les interventions par son agent visent à développer son autonomie et sa confiance en soi, il est donc important de ne jamais ridiculiser un joueur de cette catégorie. La mise au défi comme avec un résistant pourrait plutôt avoir un effet contraire sur un conformiste qui développera alors plus de stress à réaliser la tâche. Il aime les environnements contrôlés, les tâches répétitives sans rebondissements majeurs.

Dans les cas du résistant et du conformiste, ils se font encourager ou féliciter dès qu'une action est posée, dès le premier échec par exemple, alors qu'un intentionnel est encouragé après trois tentatives. Si une question difficile est réussie, on soulignera au performant et au résistant le niveau de difficulté, alors qu'un conformiste sera encouragé du fait qu'il a réussi lui aussi, comme ses amis. En cas de suggestion d'activité, le résistant se fait proposer des activités plutôt ludique comme l'arcade ou pratique comme le labo puisqu'il aime apprendre que lorsque ça lui semble utile.

Un tableau Excel est d'abord utilisé afin de créer et de visualiser ces relations entre les diverses conditions, actions et événements entrant dans la création des règles et pris en charge par le système d'aide. Le tableau suivant est un exemple de tableau ayant été utilisé dans le cadre de ce projet.

**Tableau I. Relations entre les conditions, les actions et les évènements entrant dans la création des règles du système**

Style		Conformiste	Intentionnel	Performant	Résistant
<b>Évènements</b>					
	Branchement				
	Réussite		bravo quoi faire en plus à quoi ça sert, raise the ante	Comparer aux autres, insister sur neurones..	
	Échec				
	Quitte				
	2014-08-22	suggérer tâche du prof si pas finie		organiser son temps, suggérer tâche presque finie ou facile..(voir Fethi)	
	Entrée dans salle	Quoi faire dans la salle	Inviter à découvrir	Commentaire sur Progression dans la quête	Qu'est ce qui est attirant dans la salle
<b>Conditions</b>					
	Délai Dernier Branchement				
	Progression				
	tâche de l'enseignant				
	nb d'items				
	id de quête				
	nb de tentatives	Félicite de persévérer	si beaucoup alors ne te décourage pas dire que question est difficile	si beaucoup alors dire que question est difficile défi	si un peu encourage mettre au défi
<b>Deuxième message</b>					
	Entrée dans salle	vérifie si a progressé dans la quête, insiste sur importance si tâche	différent	réussite de question-souligne difficulté, souligne que son choix	
	Réussite		bravo quoi faire en plus à quoi ça sert, raise the ante	souligner difficulté, insister sur neurones..	
	nb de tentatives			parle optimiser son temps finir cette fois ci	

## 5.5 Déroulement de l'étude de cas pour l'évaluation du système

### 5.5.1 Choix du groupe cible

Le recrutement a été facilité par CREO Inc. qui a fourni une liste d'enseignants rencontrés dans divers salons pédagogiques et intéressés à utiliser ScienceEnJeu en classe. Le processus fut donc très rapide puisque seulement deux enseignants furent contactés. La même journée l'un d'entre eux a démontré son intérêt, c'était en novembre 2013. Les premiers échanges téléphoniques afin d'expliquer le projet ont eu lieu au même moment. En l'espace de quelques semaines, une entente était convenue.

L'expérience a lieu à l'école Les Cardinaux, située plus précisément dans le quartier Ste-Rose à Laval et qui dessert les élèves du secteur Champfleury. Il s'agit d'une école francophone qui

regroupe quelques 580 élèves du préscolaire à la deuxième année du troisième cycle. Les étudiants de cette école proviennent d'un milieu socio-économique élevé. Les parents sont scolarisés et impliqués dans la vie scolaire de leurs enfants.

Au niveau des ressources technologiques, l'école les Cardinaux met à la disposition un laboratoire roulant de dix portables de type *Macbook Pro*. Ce dernier doit être préalablement réservé par l'enseignant. De plus, la classe participante possède quatre postes qu'elle met à la disposition des enfants. Tous sont reliés à l'Internet par un système sans fil branché sur le réseau sécurisé de l'école. Durant l'expérience, chaque participant était seul à son ordinateur.

Les activités en classe ont eu lieu dans la classe de madame Michèle Côté de la fin janvier à mai 2014 à raison d'une visite par mois. Très à l'aise avec les TIC, cette dernière est, en plus de ses tâches d'enseignante, la ressource technologique pour les autres enseignants de l'école. Elle utilise fréquemment l'ordinateur en classe et incite les élèves à faire de même en montant des présentations de type *Powerpoint*, ou en utilisant le tableau blanc pour leurs exposés oraux par exemple. La classe possède même un compte *Twitter*!

Cette classe compte 26 élèves de 5<sup>e</sup>, âgés entre 10 et 11 ans. Sur ces 26 élèves, 14 ont accepté de participer à l'expérience. Ces 14 élèves ont signé un certificat d'éthique (annexe 5).

### **5.5.2 Déroutement**

Bien que l'expérience ne débute qu'à la fin janvier 2014, la participation de l'enseignant, elle, commence dès le début du mois. Certaines contraintes techniques devaient être réglées afin de connecter ScienceEnJeu, le réseau de l'université et le réseau de l'école primaire ensemble. Pour y arriver, il aura fallu l'aide du technicien informatique de l'école afin qu'il travaille en collaboration avec nos programmeurs à l'université pour régler les problèmes de sécurité empêchant l'accès aux différentes interfaces. Des problèmes de connexion au serveur ainsi que des problèmes de vitesse ralentissant la connexion au système et rendant l'utilisation du jeu particulièrement lente et empêchant les oiseaux d'apparaître ont également été réglés.

L'enseignante a ensuite du se familiariser avec l'interface de visualisation de progression et son contenu. Elle a du choisir les différentes quêtes dans le jeu en fonction de sa planification scolaire. Pour l'aider, elle a pu accéder aux classements par sujet et par quête fournis dans l'interface. Alors qu'auparavant il était difficile de connaître le contenu et le niveau d'une activité sans d'abord faire la quête soi-même, l'enseignante peut maintenant repérer le contenu utilisé en classe. Elle doit ensuite les programmer dans le calendrier de l'interface présentée précédemment. Cela permet de donner une limite de temps à la complétion d'une tâche par l'étudiant. Au final, elle aura attribué trois activités spécifiques, soit *Une journée à l'hypermarché* du 21 au 28 janvier, *Oh la la !* du 27 février au 15 mars et *La fabrication du dentifrice* du 15 au 24 mai.

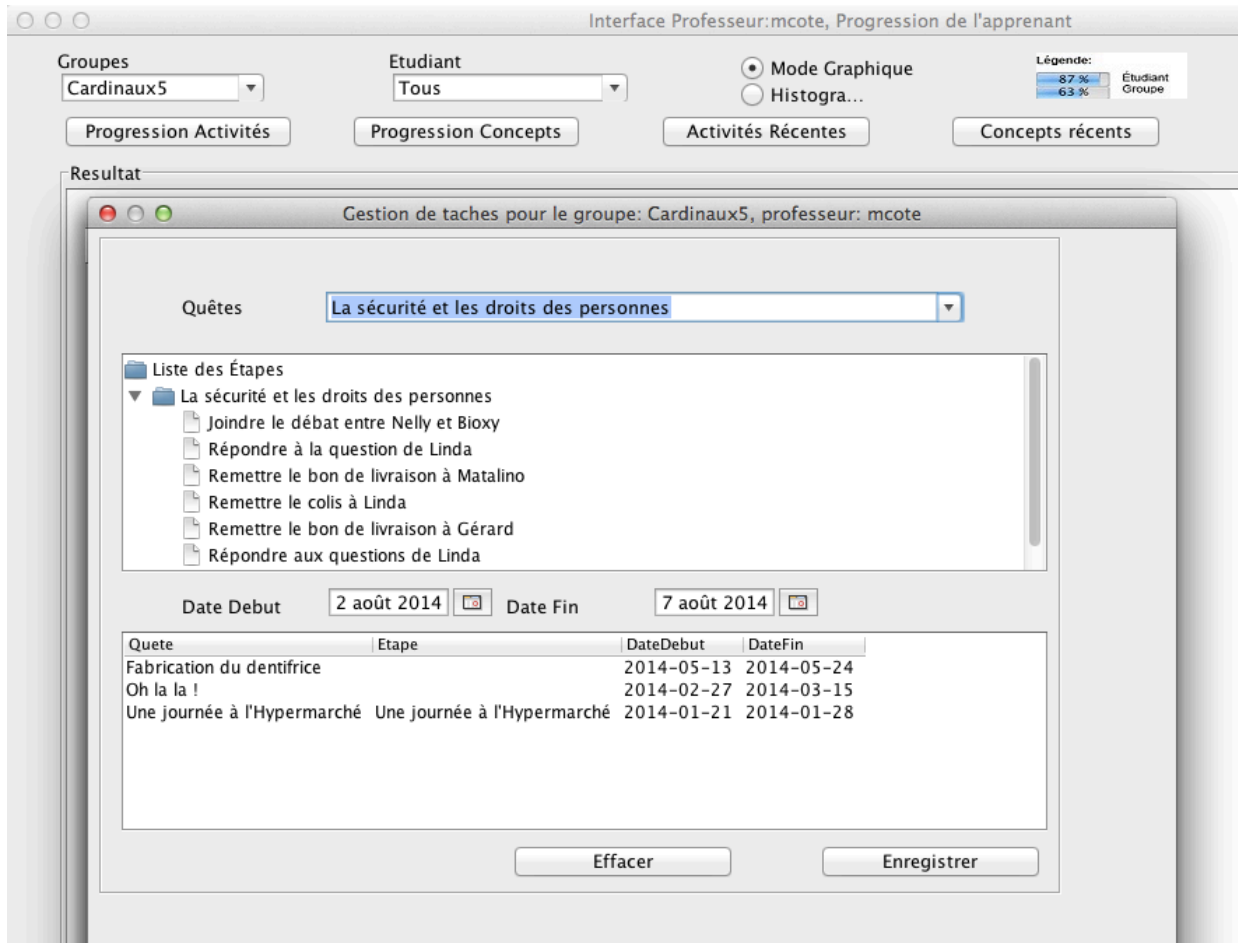


Figure 23 Liste des quêtes prescrites par l'enseignante pour l'expérimentation avec les dates de début et de fin

La participation des élèves est totalement volontaire. L'expérimentation a lieu en classe à raison de quatre séances de 45 minutes et un joueur peut, s'il le désire, jouer durant ses temps libres à la maison.

L'expérience débute d'abord par la complétion d'un questionnaire mis en ligne sur le portail étudiant des participants. Ce dernier a pour but de déterminer la personnalité apprenante de l'étudiant. Chaque personnalité est associée à un agent d'aide prenant la forme d'un oiseau. Chaque oiseau est différent et tente de se coller à la personnalité. Cela influencera également le type de messages reçus par le joueur.

Une fois cela terminé, nous avons procédé à l'inscription des participants dans le jeu. Cela s'est déroulé durant une période de bibliothèque et les participants venaient, deux par deux, s'inscrire. Deux postes étant alors disponibles dans la classe.

### **5.5.3 Instruments d'analyse**

Outre l'observation en classe, divers instruments d'analyse sont développés afin de mesurer la satisfaction des différents utilisateurs durant cette étude de cas.

#### ***5.5.3.1 Questionnaire après expérimentation élève***

Le questionnaire suivant l'expérimentation pose des questions sur les apprentissages effectués, sur les émotions ressenties durant l'expérimentation et sur l'appréciation en générale de ScienceEnJeu. Voici les quinze questions posées à l'écrit aux participants en classe. Chaque question se répond sur une échelle de 1(pas du tout d'accord) à 3 (tout à fait d'accord).

1. Lors de ma première visite dans ScienceEnJeu, il était facile pour moi de comprendre où aller, quoi y faire.
2. Il est facile de se déplacer dans le jeu.
3. Il est difficile de manipuler les objets dans le jeu.
4. J'aime quand l'oiseau m'encourage à travailler.
5. Il est important pour moi de terminer les quêtes demandées par les oiseaux.
6. Les quêtes de ScienceEnJeu sont ennuyantes.

7. Jouer à ScienceEnJeu m'a fait découvrir des emplois du domaine des sciences.
8. Les quêtes sont amusantes, elles piquent ma curiosité.
9. J'aime lorsque les oiseaux me félicitent pour mes réussites.
10. Je suis capable de faire des liens entre le contenu vu en classe et les quêtes de ScienceEnJeu.
11. Les quêtes sont trop difficiles pour moi.
12. J'aime que l'oiseau m'encourage à recommencer lorsque je ne réussis pas une quête du premier coup.
13. Je suis fier lorsque je termine le travail demandé dans ScienceEnJeu.
14. Je ne comprends pas toujours du premier coup ce qu'il faut faire dans une quête.
15. C'est un plaisir de jouer à ScienceEnJeu.

#### ***5.5.3.2 Questions entrevues de groupe élève***

Immédiatement après le questionnaire individuel suivait une discussion de groupe dirigée autour de quatre questions générales. Ces questions s'ajustent et se développent au fil de la discussion. Cette discussion permet de connaître l'appréciation des participants vis-à-vis le jeu et plus particulièrement sur les oiseaux.

1. Avez-vous aimé utiliser ScienceEnJeu comme activité d'apprentissage ?
2. Est-ce que cela vous a aidé dans l'apprentissage de la matière du cours ?
3. Qu'avez-vous pensé des messages des oiseaux ? Qu'est-ce que vous avez aimé ?  
Qu'est-ce que vous n'avez pas aimé ?
4. Auriez-vous aimé d'autres sortes d'aide dans l'environnement ?

#### ***5.5.3.3 Le questionnaire pour l'enseignant***

Le questionnaire pour l'enseignant a été rempli par courriel par l'enseignant après la fin des classes. Il s'agit de sept questions ouvertes destinées à connaître l'opinion générale de l'enseignante quant au déroulement de l'expérimentation et l'utilisation de l'interface.

1. Avez-vous aimé pouvoir choisir une activité pour vos élèves dans Science en Jeu et voir s'ils l'avaient faite ?



2. Avez-vous trouvé l'outil de progression des élèves utile ? Parlant?
3. L'environnement était-il facile à comprendre et à utiliser ?
4. Que changeriez vous dans l'environnement ? Qu'aimeriez-vous y trouver?
5. Quel est votre sentiment général suite à cette expérience ?
6. Est-ce une activité que vous aimeriez recommencez ?
7. Que changeriez-vous afin de faciliter l'intégration avec les leçons en classe ?

#### ***5.5.3.4 Le questionnaire pour les parents***

Un questionnaire de cinq questions ouvertes (annexe 3) visant à connaître l'opinion des parents vis-à-vis l'interface de visualisation de la progression de leur enfant a été préparé. Ce dernier était rendu accessible en ligne. Le lien pour y accéder se trouvait dans un courriel envoyé par l'enseignante aux parents ayant préalablement accepté de participer à l'expérimentation. Dans le courriel, il était expliqué d'utiliser comme pseudo le nom *parent* accompagné du numéro d'élève de leur enfant. Par exemple, l'enfant de Cardinaux11 se nomme Parent11. Une fois les questions répondues, il fallait cliquer tout simplement sur « envoyer ».

La visualisation de la progression n'était accessible aux parents qu'à la fin de l'expérimentation afin que leur opinion par rapport à l'expérimentation n'influence pas celle de leur enfant. Toutefois, comme l'expérimentation a été retardée, au moment où les parents ont eu accès, il n'y avait plus vraiment d'activité de la classe dans Science en Jeu et le professeur n'a pu relancer les parents. C'est sans doute pourquoi nous n'avons reçu aucun commentaire des parents sur l'environnement.

Devant cela, nos objectifs sont, d'une part, d'évaluer l'ergonomie du système de visualisation pour les enseignants et de mesurer si ce dernier est bien adapté à leurs besoins, c'est-à-dire mesurer la facilité à utiliser le système comme proposer des tâches, suivre la progression et gérer

des groupes. Le même système est aussi évalué par les parents de sorte à connaître leur opinion sur l'utilité de suivre la progression de son enfant.

D'autre part, nous cherchons à vérifier si le système d'aide personnalisé aux étudiants aide individuellement ces derniers à accomplir une tâche prescrite, les incite à diriger leurs intentions d'apprenants vers des objectifs concrets, à rester concentrés sur la tâche, bref à se motiver.

Finalement, cette recherche vise à déterminer des stratégies permettant de développer un système d'aide et de visualisation utilisable par différents environnements pédagogiques multimédia.

## **5.5 Enjeux éthiques**

Effectuer une expérimentation avec des enfants nécessite de prendre en considération de nombreux enjeux éthiques, commençant par l'obtention d'un certificat d'éthique attribué par le CERFAS (annexe 4). Ensuite, même si la classe participante possède déjà un accord avec les parents pour l'utilisation de ScienceEnJeu en tant qu'outil pédagogique, la direction doit accepter le projet (annexe 5), suivi du professeur (annexe 7) et les enfants, sous l'approbation de leur parents (annexe 6).

La participation des élèves est entièrement volontaire et anonyme. Les rencontres de jeu, ont lieu durant les périodes libres. Afin de respecter l'anonymat des participants, l'identification sur les questionnaires et dans le jeu se fait selon le numéro de l'étudiant au lieu de son nom ou prénom. Son nom complet apparaît seulement sur le formulaire de consentement, sur lequel son numéro d'élève n'est pas inscrit. Dans ce dernier, il est stipulé qu'aucun nom ne sera utilisé pour le rapport de recherche (annexe 8).

Durant la discussion dirigée, seule les voix étaient enregistrées. Les résultats du test de personnalité et la relation entre la personnalité et son agent ne sont pas divulgués aux participants afin de ne pas créer de compétition entre ces derniers. Même si certains remarquent qu'ils ont les mêmes oiseaux, ils ne connaissent pas la personnalité qui lui est associée.

## **6. RÉSULTATS**

Le but du projet était d'évaluer les interfaces afin de connaître, en premier lieu, l'appréciation des étudiants par rapport à ScienceEnJeu, aux agents d'aide et au contenu de leur message et, en second lieu, de mettre en lumière l'impact de ces derniers sur la motivation scolaire. Les données ont été recueillies par l'observation de certains comportements et commentaires lors de l'utilisation par les différents participants des interfaces en classe. Dans le cas des étudiants, un premier questionnaire fermé est d'abord complété en classe. S'ensuit une entrevue de groupe permettant d'approfondir davantage certaines questions, d'aller voir plus loin. Pour les résultats concernant les étudiants, ces derniers sont d'abord présentés de façon générale, puis selon la personnalité d'apprenant des participants.

Nous avons également mesuré la satisfaction de l'enseignant au niveau de l'utilité et de l'utilisabilité de l'interface de visualisation en tant qu'outil pédagogique supportant l'enseignement. Les démarches nécessaires ont également été effectuées afin de connaître l'avis des parents concernant les mêmes aspects, mais en tant qu'outil permettant de supporter les apprentissages de leur enfant. Un court questionnaire ouvert est complété à l'écrit par l'enseignant et envoyé par courriel. Un autre court questionnaire ouvert pour les parents est disponible en ligne et accessible grâce à un lien envoyé par courriel par l'enseignante.

### **6.1 Les personnalités**

Le premier questionnaire présenté au chapitre 5.3 sert à déterminer la personnalité d'un apprenant. Suite à la complétion de ce dernier par les quatorze participants, le groupe se divisait de la façon suivante:

**Tableau II. Répartition des personnalités apprenantes dans l'échantillon**

Facteurs inter-sujets		
	Etiquette de valeur	N
Personnalite c	Conformiste	5
i	Intentionnel	5
p	Performant	2
r	Résistant	2

Cinq participants sont de type intentionnel, cinq sont de type conformiste, deux de type performant et deux de type résistant. Les quatre personnalités de la théorie de Martinez (2005) sont donc présentes à l'intérieur de l'échantillon. Toutefois, les intentionnels et les conformistes sont majoritaires et représentent, à eux seul, 78% de la totalité des participants.

### **6.1.1 La Participation dans le jeu selon les différentes personnalités**

L'interface de visualisation permet de voir la progression des étudiants de façon générale ou individuelle selon les concepts des différents domaines des sciences ou selon les quêtes. Dans le contexte présent, la progression au niveau des quêtes est utilisée afin de voir la participation générale et celle des différentes personnalités par rapport à l'ensemble des quêtes et par rapport aux quêtes prescrites par l'enseignante.

En tout, dix quêtes ont été visitées par les participants. Sur ces quêtes, trois sont désignées d'une étoile, ce sont celles prescrites par l'enseignante, soit *Une journée à l'hypermarché* attribué pour les mois de janvier et février, *Oh la la!* pour les mois de mars et avril et *La fabrication du dentifrice* pour le mois de mai. Les autres sont des quêtes non prescrites visitées par les participants. La progression dans les quêtes est connue grâce à l'interface de visualisation. La progression peut également être consultée selon les concepts académiques vus dans les quêtes. Au niveau de l'enseignant ou du parent, cela peut être intéressant afin de cerner rapidement les lacunes d'un groupe ou d'un individu. Dans le cas des Cardinaux, par exemple, l'enseignante s'est aperçue que ses étudiants ne maîtrisaient pas les concepts relatifs aux multiplications de décimaux et de fractions. Devant cela, l'enseignante a alors décidé de prendre un moment en classe pour réviser ces concepts avec tout le groupe. Toutefois, puisque ce qui nous intéresse ici

est l'appréciation en lien avec ScienceEnJeu, nous allons utiliser que la progression dans les quêtes.

Afin de déterminer leur niveau d'appréciation des quêtes, il faut d'abord visualiser la progression des participants pour les quêtes prescrites par l'enseignant et les autres quêtes explorées par les joueurs. L'arbre suivant présente l'ensemble des quêtes possibles dans ScienceEnJeu et une progression générale du groupe dans les quêtes (Figure 21).

Un total de 28 quêtes est mis à la disposition des joueurs dans ScienceEnJeu. De ces 28 quêtes, trois ont été choisies par l'enseignante et attribuées en tant qu'activités prescrites aux participants. Ces trois quêtes sont identifiées par une étoile dans l'arbre. Dans le cas de la quête *Oh la la !* par exemple, on peut voir que cette dernière était prescrite par l'enseignant puisqu'elle est ornée d'une étoile. Sa couleur est toutefois grise, ce qui démontre que malgré le fait qu'elle était assignée par l'enseignante, les participants n'ont pas été voir en quoi elle consistait. En dehors des activités prescrites, huit autres quêtes ont été visitées par les participants. De ces huit quêtes, trois affichent une progression de plus de 50% et cinq de moins de 50%, dont l'une d'entre elles se situe à 0%, c'est-à-dire que cette quête a été visitée mais aucun des participants n'y a répondu à des questions. Le pourcentage présenté à droite correspond également à la progression dans la quête. Lorsqu'un élève est comparé à son groupe, deux pourcentages sont alors superposés, la progression de l'élève se retrouve alors au-dessus et celle du groupe au-dessous. Cette double représentation de la progression a pour objectif de permettre d'abord une visualisation rapide de la progression à l'aide d'un système de couleur et de symbole simples. Les pourcentages, pour leur part, sont les données nécessaires à une analyse approfondie de la progression du groupe ou d'un étudiant vis-à-vis son groupe.

Puis, dans le Tableau III l'arbre de progression, la progression finale dans les quêtes du groupe Les Cardinaux est présentée, d'abord de façon générale puis selon les différentes personnalités.

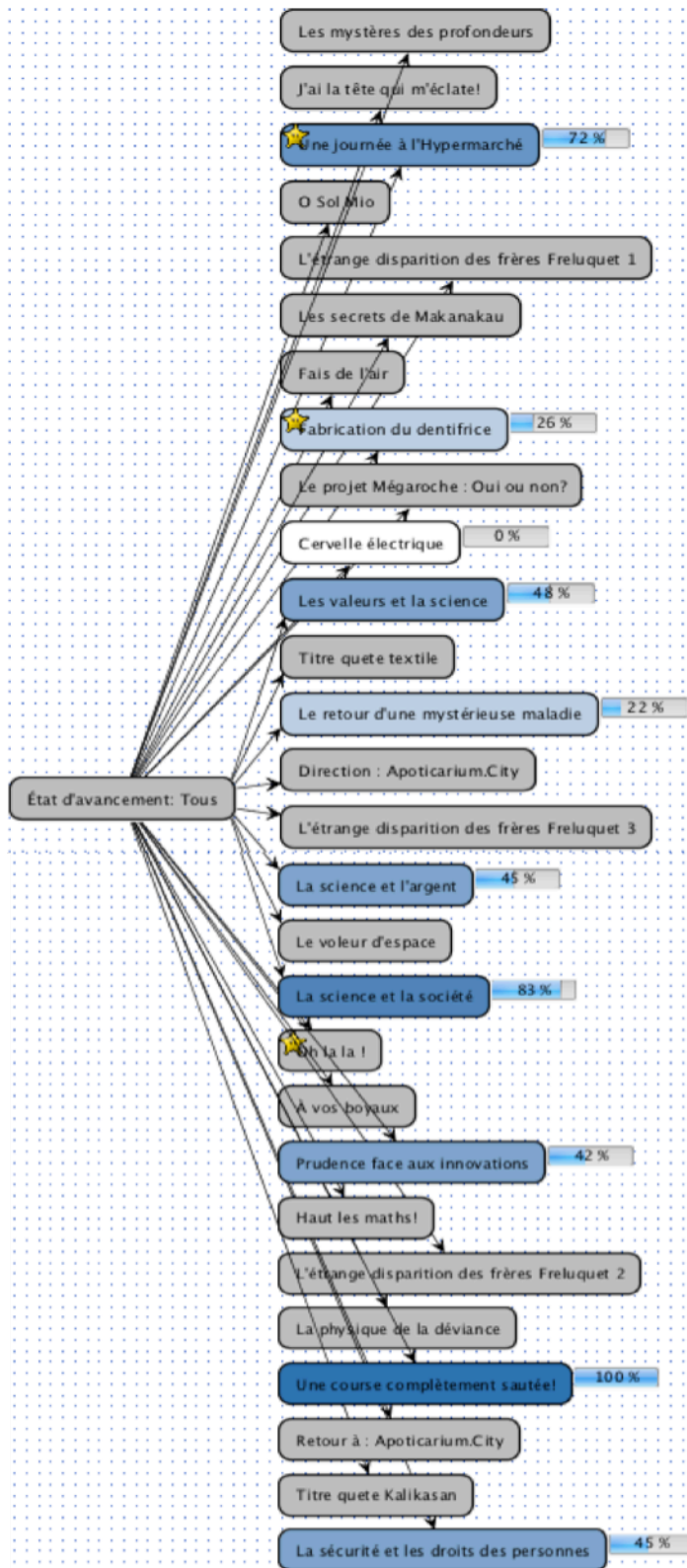


Figure 24 Arbre de progression dans les quêtes du groupe les Cardinaux

**Tableau III. Progression dans les quêtes jouées par les participants en général et selon les personnalités des apprenants.**

Progression par quêtes Nom de la quête	Générale	Intentionnels	Conformistes	Performants	Résistants
Prescrites					
Une journée à l'hypermarché	71%	84%	63%	42%	94%
La fabrication du dentifrice	9%	17%	6%	7%	7%
Oh la la !	0%	0%	0%	0%	0%
Moyenne de progression des quêtes prescrites:	27%	34%	23%	16%	34%
Non prescrites					
La science et l'argent	46%	46%	39%	65%	33%
La sécurité et les droits de la personne	46%	46%	39%	65%	33%
Le retour d'une mystérieuse maladie	9%	17%	0%	2%	15%
Les valeurs de la science	37%	45%	37%	64%	0%
La science et la société	84%	34%	100%	100%	100%
Une course complètement sautée	100%	100%	100%	100%	100%
Prudence face aux innovations	41%	25%	39%	65%	33%
Moyenne de progression des quêtes non prescrites:	52%	45%	51%	66%	45%
Moyenne de progressions de toutes les quêtes	40%	40%	37%	41%	40%

*Une journée à l'hypermarché* est la première quête prescrite par l'enseignante et elle a obtenu le plus haut taux de participation avec une progression générale de 71%, comparativement à 9% pour *La fabrication du dentifrice* et de 0% pour *Oh la la!*. Ce sont les résistants qui ont le plus

haut taux de progression pour cette quête avec 94%, suivi de près par les intentionnels avec 84%. Dans le cas de la quête *La fabrication du dentifrice*, ce sont les intentionnels qui ont la meilleure progression avec 17%. Ce sont les performants qui ont la plus faible des moyennes générales de progression dans les quêtes prescrites avec 16%. Les conformistes, pour leur part, se situent entre les deux avec une moyenne générale de 23%.

Ces résultats sont différents dans le cas des quêtes non prescrites par l'enseignante. Le taux de progression moyen est néanmoins plus élevé avec une moyenne générale de progression de 52% comparativement à 27%. Contrairement au cas des quêtes prescrites, ce sont les performants qui enregistrent la plus haute moyenne de progression avec 66%, suivi des conformistes à 51% et des intentionnels et des résistants à 45%.

Les performants et les intentionnels sont les deux personnalités ayant joué au plus grand nombre de quêtes, soit neuf en tout alors que les résistants et les conformistes ont joué à huit quêtes. Malgré cela, alors que les performants enregistrent la moyenne générale de progression la plus élevée avec 41%, les intentionnels, eux, possèdent la même progression générale que les résistants, avec 40%. Toujours selon cette progression générale, ce sont les conformistes qui enregistrent la plus faible moyenne avec 37%.

## 6.2 L'appréciation de ScienceEnJeu en général

Le questionnaire d'appréciation rempli par les participants suite à l'expérimentation comporte 11 questions sur le jeu et quatre questions sur les oiseaux. Les premiers résultats visent à démontrer l'intérêt des jeunes pour ScienceEnJeu en général, selon des critères d'appréciation techniques, de contenu et de la mise en valeur de soi (fierté). L'échelle de ce questionnaire était de 1 (peu) à 3 (beaucoup). Le **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** présente la moyenne des réponses à ce questionnaire de façon générale et en fonction de la personnalité. Les questions formulées négativement dans le questionnaire original ont été inversées afin de comptabiliser des valeurs positives.

**Tableau IV.** Appréciation moyenne de ScienceEnJeu, réponse du questionnaire (1=peu à



**Tableau IV.** Appréciation moyenne de ScienceEnJeu, réponse du questionnaire (1=peu à 3=beaucoup) (C=conformiste, I=intentionnel, P=performant, R=résistant et G=général)

Questions	C	I	P	R	G
1. Lors de ma première visite dans ScienceEnJeu, il était facile pour moi de comprendre où aller, quoi y faire.	2,60	1,60	3,00	3,00	2,36
2. Il est facile de se déplacer dans le jeu.	2,80	2,60	3,00	3,00	2,79
3. Il est facile de manipuler les objets dans le jeu.	1,80	2,60	1,50	1,50	2,00
6. Les quêtes de ScienceEnJeu ne sont pas ennuyantes.	2,40	2,40	3,00	3,00	2,64
7. Jouer à ScienceEnJeu m'a fait découvrir des emplois du domaine des sciences.	2,20	2,20	3,00	2,50	2,57
8. Les quêtes sont amusantes, elles piquent ma curiosité	2,20	2,20	3,00	2,00	2,36
10. Je suis capable de faire des liens entre le contenu vu en classe et les quêtes de ScienceEnJeu.	2,40	2,40	3,00	2,00	2,43
11. Les quêtes ne sont pas trop difficiles pour moi.	2,40	2,40	2,50	2,50	2,5
13. Je suis fier lorsque je termine le travail demandé dans ScienceEnJeu.	2,40	2,40	3,00	1,50	2,64
14. Je comprends toujours du premier coup ce qu'il faut faire dans une quête.	2,60	2,60	2,50	1,50	2,14
15. C'est un plaisir de jouer à ScienceEnJeu.	2,20	3,00	3,00	3,00	2,71

De façon générale, tous les aspects en lien avec l'appréciation de ScienceEnJeu se situent au-dessus de la moyenne. Ce résultat est probable vu que l'échantillon est créé sur une base participative. Les jeunes n'aimant pas le jeu ont préféré ne pas participer à l'expérience et occuper leur temps à des activités individuelles comme faire leurs devoirs. À la question 15: «C'est un plaisir de jouer à ScienceEnJeu», il y a une très forte majorité positive. En fait, la seule personnalité pour qui cela n'est pas entièrement vrai est les conformistes avec une moyenne de 2,2 / 3. Il faut se rappeler que les conformistes sont les seuls à faire les choses par imitation ou parce que c'est demandé par l'enseignant vu qu'ils font habituellement comme les autres. La Figure 25 présente l'appréciation des questions relatives à ScienceEnJeu dans le questionnaire

selon les personnalités apprenantes. Tous ces aspects sont en relation avec le contenu, les aspects techniques ou l'affirmation de soi, points qui seront discutés par la suite.

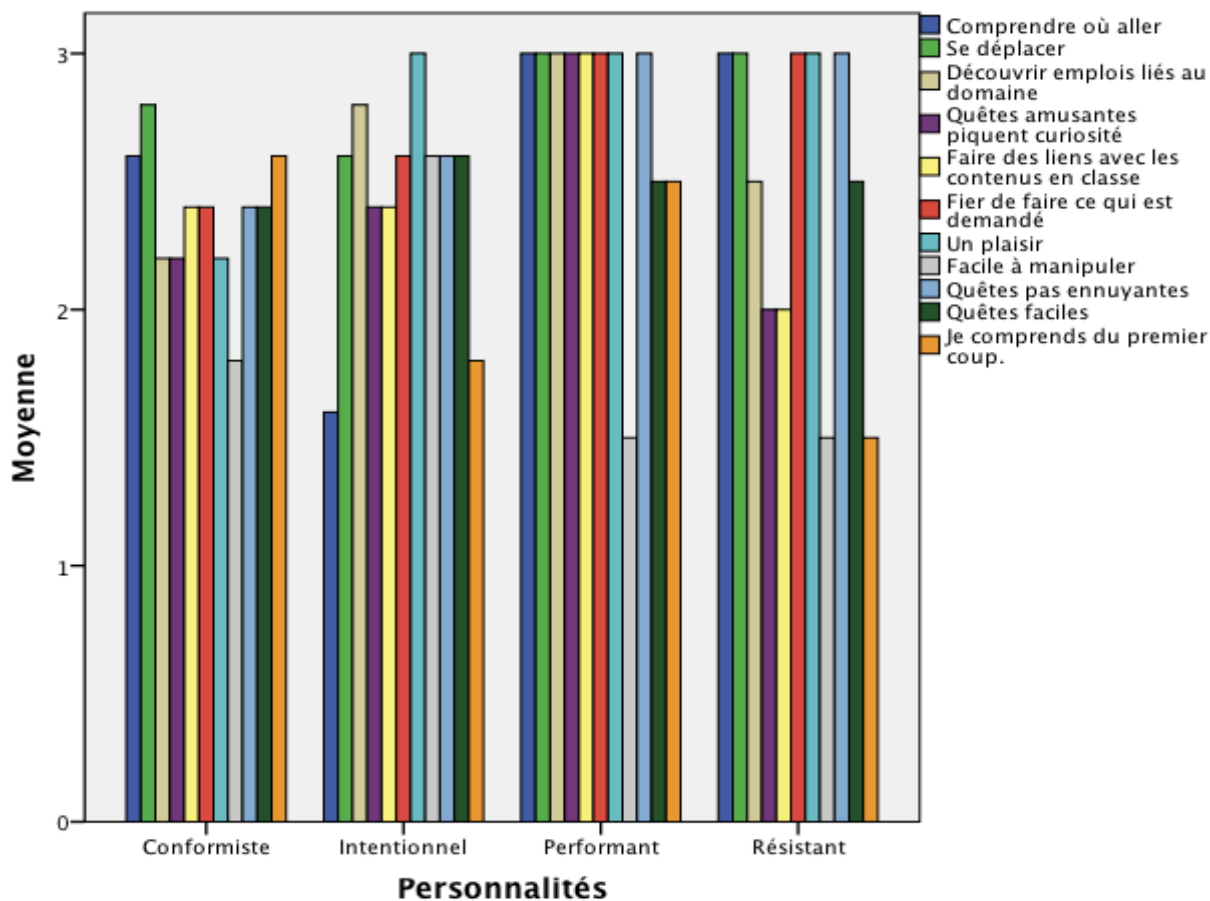


Figure 25 Appréciation du contenu de ScienceEnJeu en fonction des personnalités

### 6.2.1 Appréciation du contenu de ScienceEnJeu

De façon plus spécifique, penchons-nous d'abord sur la question de l'appréciation des participants pour le contenu de ScienceEnJeu. Par contenu, nous entendons les concepts académiques discutés dans les différentes quêtes proposées par l'environnement pédagogique. Quatre questions étaient relatives au contenu des quêtes, soit, pour reprendre les termes de la figure précédente, Quêtes amusantes, piquent ma curiosité, Quêtes pas ennuyantes, Quêtes faciles et Faire des liens avec le contenu en classe.

Lorsqu'on leur demande si les quêtes de ScienceEnJeu sont ennuyantes, une majorité de non est obtenue. La moyenne des participants ne trouvant pas les quêtes ennuyantes se situe à 2,64/3,00. Toutefois, lorsqu'on leur demande si les quêtes sont amusantes et si elles piquent leur curiosité, les résultats sont de peu supérieurs à la normale de 2,00 avec 2,36, une moyenne inférieure à celle de la question précédente. Ainsi, les quêtes sont divertissantes mais ne saisissent pas l'attention des participants de façon suffisante pour mener à terme une quête. En effet, mis à part *Une course complètement sautée*, qui se retrouve à être un jeu de serpent et échelle sur les sciences, aucune des quêtes, même celles prescrites par l'enseignante, ne sont complétées à 100% par le groupe. À ce sujet, lorsque on demande s'ils sont capables de faire des liens entre le contenu vu en classe et le contenu des quêtes de ScienceEnJeu, principalement celles prescrites par l'enseignant, presque tous sont généralement d'accord avec une moyenne de 2,43/3,00.

Les performants sont les plus favorables à ces questions, affichant une moyenne de 3,00 pour chacune d'elles à l'exception de celle portant sur la facilité des quêtes qui obtient un résultat de 2,50/3,00. Dans le cas des résistants, bien que ces derniers indiquent ne pas trouver les quêtes ennuyantes avec une moyenne de 3,00, et que leur perception de la facilité des quêtes est la même que pour les performants, leur avis est davantage partagé quant à la capacité de faire des liens avec le contenu vu en classe et le fait que les quêtes sont amusantes et piquent leur curiosité. Ces deux questions se situent tout juste sur la moyenne de 2,00/3,00. Au niveau des conformistes, tous ces résultats se situent au-dessus de la moyenne, mais n'obtiennent jamais plus de 2,50/3,00. Il en va de même avec les intentionnels pour qui les résultats se situent tous autour de 2,50/3,00. Un autre aspect aidant les participants à apprécier le contenu des quêtes, sans être directement lié aux concepts académiques, est la capacité de découvrir des nouveaux emplois où les sciences sont mises en application comme un gérant de magasin qui doit utiliser les mathématiques pour répondre à ses clients, un technicien en laboratoire qui effectue une enquête environnementale ou en incarnant un biologiste devant identifier une étrange maladie qui se propage dans un village de gnomes. De façon générale, les répondants étaient d'accord à 2,57/3,00. Pour certains, cela contribue également à piquer davantage leur curiosité. Ceci est particulièrement vrai pour les intentionnels (2,80/3,00) et les performants (3,00/3,00). Ces deux derniers types de personnalité d'apprenant sont habituellement les plus motivés par la soif de découverte et de réussite.

### 6.2.2 Appréciation des aspects techniques de ScienceEnJeu

La facilité à utiliser un jeu a une grande influence sur l'expérience de l'utilisateur. Si l'orientation ou l'utilisation du jeu est difficile, il est alors plus probable que l'utilisateur abandonne car il devra déployer trop d'efforts pour atteindre ses buts. Afin de connaître le confort des apprenants dans le jeu, voyons maintenant leur appréciation technique de ce dernier.

Au niveau de l'orientation dans le jeu, la majorité des participants trouve facile de s'y retrouver. À leur arrivée dans le Port d'entrée, ils ont rapidement su où se diriger. Cela est particulièrement vrai pour les performants et les résistants qui ont obtenu une moyenne de 3,00/3,00. Les conformistes ne sont pas loin derrière avec une moyenne de 2,50/3,00. En fait, cela semblait causer problème uniquement chez les intentionnels. Tel qu'observé lors de la première séance de jeu, ces derniers, n'aimant pas recevoir beaucoup de consignes, sont passés très rapidement au travers du tutoriel et des messages des agents d'aide. Le tutoriel est fourni avec ScienceEnJeu et explique la géographie de l'île, comment se téléporter et où trouver sa carte géographique, etc. En arrivant dans le Port d'entrée, l'étudiant se retrouve donc devant plusieurs options où aller comme le bateau menant aux différentes îles thématiques du domaine des sciences, le Café scientifique ou la ville où il a accès à l'arcade, le laboratoire, le magasin et autres. Pour sa part, l'agent d'aide indiquait la quête prescrite à ce moment et nommait où aller, mais il était difficile pour le jeune de savoir où se trouvait ce lieu. De ce fait, les intentionnels, fidèles à eux mêmes, ont d'abord exploré l'environnement afin de découvrir ce que chaque endroit du jeu avait à lui offrir.

Les déplacements dans le jeu ne semblent pas être un problème pour la majorité des participants, toutes personnalités confondues. Selon eux, il est facile de se déplacer d'une île à l'autre ou d'utiliser les portes afin de quitter une pièce, par exemple. En effet, à cette question toutes les personnalités obtiennent un résultat supérieur à 2,50/3,00. Ceux ayant affirmé avoir le plus de difficulté sont les intentionnels avec, justement, 2,50/3,00. Les performants et les résistants, pour leur part, ont obtenu 3,00/3,00.

Il en est complètement autrement pour ce qui a trait à la facilité à manipuler des objets dans le jeu. Mis à part les intentionnels pour qui cela ne semble pas être un problème majeur (2,60/3,00), tous ont répondu avoir eu de la difficulté à un moment ou à un autre à savoir où placer un objet

ou comment l'utiliser. Cela était davantage affirmé chez les performants et les résistants pour qui les moyennes respectives sont de 1,50/3,00. Chez les conformistes, cela était plus modéré, mais toujours sous la moyenne avec un résultat de 1,80/3,00. Le problème peut vite devenir un irritant poussant à l'abandon d'une quête. En entrevue, Cardinaux<sup>8</sup> affirmait qu'après un moment à essayer de déplacer un objet, elle allait perdre patience quand un autre participant lui a montré exactement où le placer. Elle n'aimait pas le fait de devoir deviner. Ses propos étaient supportés par Cardinaux<sup>22</sup> qui aurait apprécié recevoir un indice dans ce genre de situation. Ces moments représentent des moments clés où une aide par un pointeur lumineux ou avec un agent d'aide faciliterait l'orientation dans le jeu.

### **6.2.3 La valorisation de soi dans ScienceEnJeu**

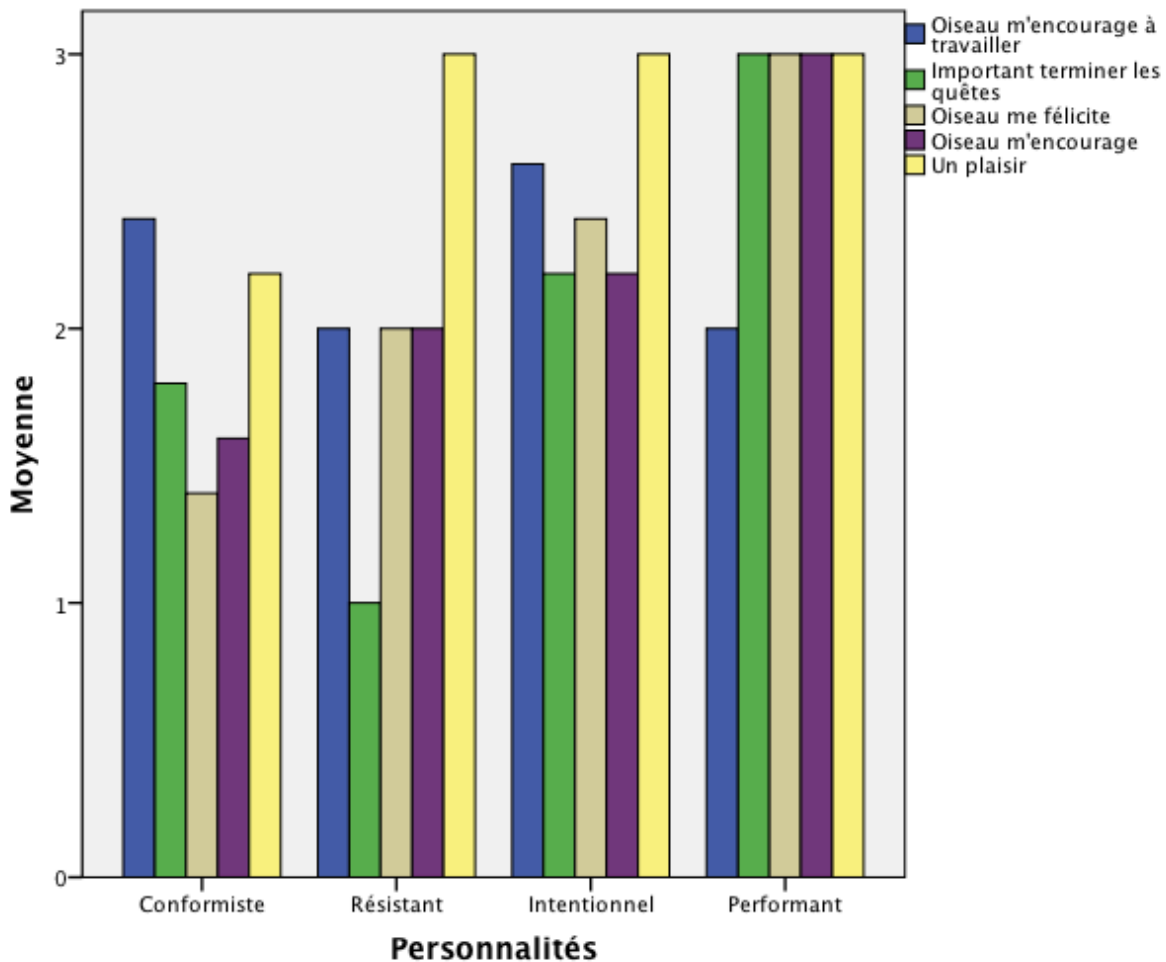
Au niveau de la valorisation de soi, malgré le fait que l'appréciation du contenu et des aspects techniques est modérée, un fait généralement reconnu par tous les participants est le sentiment de fierté ressenti lorsqu'ils vivent une réussite à l'intérieur du jeu. Par exemple, les participants se disent fiers d'avoir répondu aux clients dans la quête Une journée à l'hypermarché ou bien lorsqu'ils trouvent le remède pour les habitants de *Genomia* pris avec une mystérieuse maladie ou même d'avoir pu participer à un débat sur un sujet scientifique. Ce sentiment de fierté est particulièrement présent chez les performants et les résistants pour qui la moyenne est de 3,00 chacun. Cela est également vrai chez les intentionnels avec 2,60/3,00 de moyenne et également chez les conformistes avec 2,40/3,00 de moyenne. Ce sentiment de fierté vis-à-vis la réussite est un aspect essentiel à la motivation scolaire.

## **6.3 Appréciation des oiseaux (agents d'aide)**

Nous connaissons maintenant l'opinion des jeunes face à ScienceEnJeu en général. Malgré certaines lacunes, les résultats démontrent qu'ils apprécient bien l'environnement en général. Voyons maintenant les quatre questions concernant les oiseaux dans le questionnaire et l'appréciation selon les personnalités. Le nombre de questions par rapport à ce sujet peut sembler faible par rapport au nombre de questions pour les différents aspects de ScienceEnJeu, mais cela s'explique par le fait que la grande majorité de la discussion lors de l'entrevue portait davantage sur les oiseaux que sur le jeu en soi.

**Tableau V. Appréciation moyenne des agents d'aide (oiseaux), réponse du questionnaire (1=peu à 3=beaucoup) (C=conformiste, I=intentionnel, P=performant, R=résistant et G=général)**

Questions	C	I	P	R	G
4. J'aime quand l'oiseau m'encourage à travailler.	2,40	2,40	2,00	2,00	2,36
5. Il est important pour moi de terminer les quêtes demandées par l'oiseau.	1,80	1,80	3,00	1,00	2,00
9. J'aime lorsque les oiseaux me félicitent pour mes réussites.	1,40	1,40	3,00	2,00	2,07
12. J'aime que l'oiseau m'encourage à recommencer lorsque je ne réussis pas une quête du premier coup.	1,60	1,60	3,00	2,00	2,07



**Figure 26 Moyenne d'appréciation des oiseaux en fonction des personnalités**

Lorsqu'on leur demande s'ils aiment que les oiseaux les encouragent à travailler, l'appréciation générale est plutôt moyenne (2,32/3,00) (voir Tableau V et Figure 26). Ce sont les intentionnels qui semblent le plus réceptifs à ce genre d'encouragement avec une moyenne de 2,60/3,00. Les conformistes ne sont pas loin derrière avec une moyenne de 2,40/3,00. Les performants, eux, se situent sur la moyenne de 2,00/3,00. Les résistants, quant à eux, ne semblent pas du tout apprécier les oiseaux puisque leur résultat est de 1,00/3,00.

Lorsque questionnés à savoir s'ils aiment que les oiseaux les encouragent à recommencer lorsqu'ils ne réussissent pas une quête du premier coup, le résultat est encore plus moyen avec 2,07/3,00. En fait, seuls les performants semblent réellement apprécier la présence de l'agent d'aide dans cette circonstance avec une moyenne de 3,0/3,0. Il en est tout autrement pour les conformistes pour qui cela est plutôt négatif avec une moyenne 1,60/3,00. Les intentionnels et les résistants, pour leur part, se situent légèrement au dessus de la moyenne. L'appréciation des intentionnels et des résistants donne un résultat de 2,0/3,0.

Dans un ordre d'idées un peu différent, mais toujours en relation avec les oiseaux, lorsque questionnés sur l'importance qu'a pour eux de compléter une quête demandée par les agents d'aide, en d'autres mots un quête prescrite par l'enseignant, les résultats généraux obtenus sont moyens avec 2,00/3,00. Encore une fois, ces résultats deviennent plus intéressants lorsqu'ils sont observés en fonction des différentes personnalités. Alors que cette notion est très importante pour les performants (3,00/3,00), il en est tout à fait autrement pour les conformistes (1,00/3,00). En ce qui a trait aux intentionnels et aux conformistes, ces résultats sont moyens avec une tendance davantage positive pour les intentionnels (2,20/3,00) et plutôt négative pour les conformistes (1,80/3,00).

Lors de l'entrevue de groupe suivant l'expérimentation et la complétion du questionnaire par les participants, ces derniers sont davantage questionnés sur les oiseaux. Pour eux, il est intéressant d'avoir un personnage présent pour les aider. Alors que cette idée était partagée par plusieurs pour le côté amusant et davantage personnalisé, Cardinaux25, un résistant, explique qu'il n'a pas aimé se faire associer à un oiseau à l'air un peu rebelle. Selon lui, cet oiseau ne le représente pas. À l'unanimité, les participants préféreraient pouvoir choisir l'apparence de l'agent d'aide soit en

pouvant le créer comme ils ont créé leur avatar lors de leur inscription, soit en allant l'acheter dans le magasin du jeu après avoir obtenu suffisamment de Talents (monnaie permettant de faire des achats virtuels dans le jeu et obtenue en répondant correctement à diverses questions).

Toujours dans le cadre de l'entrevue, les participants affirment qu'ils auraient davantage apprécié les messages exprimés par les oiseaux si ces derniers avaient réellement été en mesure d'apporter de l'aide afin de résoudre un problème particulier plutôt que de seulement les encourager, comme le ferait leur enseignante en temps normal. Ils ont aussi expliqué qu'ils aimait que les oiseaux leur rappellent quelles quêtes faire, mais que ces derniers devraient leur rappeler après un certain laps de temps à flâner, plutôt qu'à chaque entrée dans une nouvelle salle. Selon eux, la présence des oiseaux était redondante puisque le contenu des messages n'était pas assez varié. Ils auraient aimé un lien direct dans le message pour se rendre à la quête suggérée par l'oiseau plutôt que d'avoir à chercher où aller. De plus, en ce qui concerne la progression, ils aiment que les oiseaux soulignent qu'ils ont du retard, mais ils ne désirent pas se faire comparer à tout le groupe. Ils ne voient toutefois pas de problème à se faire comparer à leurs amis dans le jeu.

Il est à noter que certains problèmes techniques momentanés sont devenus des irritants pour certains. Par exemple, lors de la première séance de jeu, l'oiseau de certains participants ne cessait de réapparaître même après que ce dernier ait cliqué pour fermer le message. D'autres joueurs, qui changeaient de salle fréquemment en avait marre de ne pas pouvoir explorer à leur guise, puisque l'oiseau apparaissait toujours pour leur conseiller de se rendre à l'endroit de la quête prescrite. Cela a créé certaines réactions négatives de la part de quelques participants lors des séances d'observation. Malgré tout, l'appréciation générale par rapport aux oiseaux est somme toute positive.

#### **6.4 Appréciation de l'interface de visualisation**

L'avis de l'enseignant concernant l'appréciation de son expérience et celle de l'outil a été recueillie par écrit puisque la fin de l'expérience a concordé avec la fin des classes, une période plutôt occupée pour l'enseignante.



L'enseignante a trouvé particulièrement intéressant l'outil de visualisation de la progression des étudiants. Pour elle, cela était utile de suivre l'implication individuelle de chacun afin de connaître qui fait réellement les tâches demandées. Dans un cas réel d'utilisation de ScienceEnJeu comme outil pédagogique, il serait alors facile de voir qui a fait ses devoirs ou si les étudiants passent plus de temps à l'arcade ou au magasin qu'à compléter des quêtes, par exemple. Elle a également aimé voir la progression par concept, cela lui a permis de se rendre compte de certaines difficultés éprouvées par ses étudiants avec les multiplications, pour reprendre un exemple précédent. L'interface de visualisation de la progression était donc utile, selon elle.

Pour l'enseignante, le contenu de l'interface était parlant. En plus de suivre la progression, il était facile de connaître les concepts académiques associés à chacune des quêtes. Cette fonction était particulièrement pratique quand venait le temps de sélectionner les quêtes prescrites. Elle a également aimé la possibilité de former et gérer ses groupes à son gré.

Elle a toutefois moins aimé les aspects techniques liés à l'utilisation de l'interface. Dès le départ, il a été difficile de faire fonctionner le système à distance vu les nombreux paramètres de sécurité des systèmes informatique de l'université et de l'école primaire. L'aide de notre programmeur ainsi que de leur technicien informatique a été nécessaire afin de configurer les réseaux pour ne plus qu'ils entrent en conflit l'un avec l'autre. Tout cela a rendu l'expérience beaucoup plus longue que prévu et ce retard a eu un impact négatif sur l'orchestration de l'expérience avec les autres projets en classe. Au niveau de l'interface même, elle a trouvé difficile de s'y orienter, même si elle avait pris des notes lorsque nous avons regardé ensemble l'interface. Utilisant un *Macbook*, elle oubliait souvent comment obtenir le menu accessible avec le bouton de droite de la souris. Un menu aurait du être pensé à cet effet. Toujours selon elle, certains noms utilisés dans ce menu étaient peu signifiant. Ainsi, lorsqu'elle cherchait un point spécifique, il lui arrivait souvent d'ouvrir plusieurs menus avant de retrouver l'item recherché.

En ce qui a trait aux parents, même si neuf d'entre eux avaient accepté de partager leur avis quant à l'interface de progression, aucun d'entre eux n'a finalement été remplir le sondage en ligne.

Cela est sans doute dû au fait que l'interface de visualisation et le questionnaire d'évaluation n'ont été accessibles qu'à la fin, alors que le système n'était plus vraiment utilisé en classe.

## **7. DISCUSSION**

Cette discussion portera sur quelques difficultés rencontrées lors du développement de l'environnement et durant l'expérimentation et qui ont pu affecter le développement du système d'aide et la méthodologie mise en place. Elle portera sur l'évaluation du système de visualisation de la progression par l'enseignante et des améliorations à apporter au système afin de le rendre plus facile d'utilisation. Puis, elle reviendra enfin sur certains résultats de l'appréciation des étudiants.

### **7.1 Au niveau du développement**

Bien que la constitution d'une équipe multidisciplinaire soit fortement recommandée dans le développement d'un environnement informatique comme celui de notre projet, cela apporte quand même quelques difficultés.

Provenant tous de spécialités différentes, la communication et la collaboration entre les membres de l'équipe étaient parfois difficiles étant donné le vocabulaire spécifique relatif au domaine de chacun. Par exemple, pour ma part, mon rôle dans l'équipe était relié au développement du contenu de la structure des concepts et de l'aide. Étant peu familière avec la programmation, il m'a fallu apprendre une nouvelle terminologie afin de comprendre parfaitement ce qui était discuté, mais aussi de me l'approprier afin d'être capable de clairement exprimer mes idées, mes demandes au sein de l'équipe. La méconnaissance du domaine d'un autre membre de l'équipe créait des écarts entre les désirs théoriques liés au contenu et les possibilités informatiques du programmeur. Ces limitations techniques ont donc provoqué de nombreux changements au niveau de la planification, obligeant à réorganiser et à ajuster le contenu, non pas en fonction de ce qui était voulu, mais en fonction de ce qui était possible techniquement. En effet, il fallait pouvoir utiliser des éléments possibles à comptabiliser en temps réel, à calculer quand plusieurs conditions étaient mises en relation afin de déterminer, par exemple, les moments d'apparition des messages ou du choix de leur contenu. À ce moment, nous avons été placé devant l'obligation de faire des choix stratégiques comme laisser tomber le moment d'apparition de certains messages ou une catégorie de message dans une situation donnée. Par exemple, nous voulions que des messages apparaissent après un moment d'inactivité, un moment à flâner à un

endroit qui ne correspond pas à celui de la tâche assignée par l'enseignante ou même avant de quitter le jeu.

Toutefois, cela n'était pas techniquement possible, car l'entreprise CREO Inc. ne pouvait pas consacrer le temps requis pour modifier Science en Jeu, pour chacune des quêtes<sup>1</sup> et il a fallu limiter l'apparition des messages à l'arrivée d'un joueur dans une salle ou à la réussite ou à l'échec mais seulement pour la quête *Une journée l'hypermarché* qui portait sur les mathématiques et au sein de laquelle les programmeurs de CREO Inc. avait ajouté la surveillance requise de l'événement 'échec' ou 'réussite'. La considération de certaines conditions et actions dans le jeu était nécessaire afin de produire des messages plus spécifiques permettant, entre autres, d'aider le joueur à résoudre des problèmes. Par exemple, il était aussi prévu de créer des règles reliées à une étape dans une quête. Avoir eu davantage de possibilités au niveau du moment d'apparition des messages aurait permis de mieux appliquer ce concept en fonction de la personnalité. L'impossibilité de rédiger de tels messages a empêché la création d'aide reliée à la résolution de problème tel que l'aurait souhaité certains participants. Par exemple, développer des messages spécifiques quant à un problème précis comme de l'aide liée à une étape à l'intérieur d'une quête ou un indicateur montrant où placer un objet après un certain nombre de tentatives. Répondre à ces attentes des étudiants aurait eu un impact positif sur la motivation scolaire puisqu'elles auraient amélioré les stratégies autorégulatrices comme les stratégies de gestion ayant un effet positif sur l'engagement cognitif de l'étudiant. (Barbeau et al., 1997) Ces limitations techniques ont donc causées un appauvrissement du contenu du système et ont complexifié le développement de l'idée de départ et des premières maquettes.

Il est à noter que le mandat du projet n'était pas de créer de l'aide sur le contenu de l'apprentissage. Comme il y avait déjà de l'aide à ce niveau dans Science en Jeu avec l'apparition d'Avatars spécifiques dans chacun des mondes, il avait été entendu que l'aide offerte par les oiseaux ne concernerait pas le contenu. Cependant l'expérimentation semble démontrer qu'il aurait été intéressant d'utiliser éventuellement le système pour l'aide au contenu aussi. Plus flexible le système générique d'aide développé, aurait permis d'ajouter de l'aide rapidement dans

---

<sup>1</sup> Dans Science en Jeu chacune des quêtes est programmée séparément, il n'y a pas de mécanisme global au sein duquel on aurait pu programmer la surveillance de l'inactivité. Le système est prévu pour faciliter l'utilisation à distance par plusieurs utilisateurs en minimisant le téléchargement sur le poste usager.

les contextes problématiques, permettant ainsi l'ajout de message par un pédagogue sans aide d'un informaticien. Les avatars du jeu aurait pu être choisis pour présenter cette aide, car il était bon que les avatars pour l'aide au contenu (les professeurs) soient différents des aides à la motivation surtout si ceux-ci sont personnalisés par l'apprenant lui-même.

Notre projet est axé sur l'expérience utilisateur, il était nécessaire non seulement de créer des interfaces répondant aux besoins de façon suffisante, mais de rendre ces dernières le plus facile d'utilisation, le plus efficace possible. Cela nécessitait de repousser les limites informatiques et techniques, à imaginer des nouvelles façons de faire afin d'obtenir un résultat correspondant aux attentes initiales. Comme pour tout développement de logiciels, plusieurs tests utilisateurs auraient été nécessaires afin de rendre la technologie optimale. Cependant, puisque les interfaces n'ont été prêtes que pour le début de l'expérimentation, nous n'avons pas eu le temps de tester l'utilisabilité de l'interface auprès de testeurs. Cela aurait permis d'identifier plusieurs améliorations possibles afin de rendre l'outil optimal, par exemple, d'ajouter un menu pour atteindre l'outil de prescription des quêtes ou sinon d'ajouter un petit tutoriel expliquant comment faire avec le bouton droit de la souris.

Un menu de gestion des groupes serait aussi intéressant à ajouter dans l'interface de visualisation afin que l'utilisateur n'ait pas à utiliser l'interface de l'administrateur ou à demander à ce dernier de créer ou gérer les groupes pour lui. Éventuellement la gestion des groupes pourrait aussi être accessible aux directions d'école qui planifierait ainsi l'utilisation des professeurs avec un accès au groupe de leur classe, d'une année à l'autre, laissant ainsi les enfants conserver leur compte avec la progression faite précédemment.

Bref, les seuls menus devant apparaître dans l'interface de visualisation concerne la gestion des groupes (si un professeur veut créer des sous-groupes), la progression, telle qu'elle apparaît déjà dans l'interface et l'affectation des quêtes avec, comme sous menu, le calendrier et la description des quêtes selon les concepts académiques discutés. Pour les parents, seul le menu de progression et la possibilité de consulter le calendrier des tâches et la description des quêtes sont nécessaires.

## 7.2 Au niveau de la méthodologie

Des difficultés techniques ont également été rencontrées durant l'expérience. Ces difficultés concernent surtout l'implantation de l'environnement en classe et la présence de certains bogues durant les séances de jeu en classe.

Du à un retard causé au développement de l'environnement, il était difficile d'estimer le moment où nous serions fins prêts à commencer l'expérimentation en classe. Heureusement, le partenariat avec CREO Inc. a facilité la tâche de trouver une classe participante. Toutefois, l'expérimentation que nous avions au départ prévue pour septembre a finalement débuté en janvier puisque le premier contact ne fut établi qu'en novembre. Nous avions, à la base, prévu entrer en contact en mai pour démarrer les démarches avec le professeur avant la rentrée scolaire. Cela aurait, d'une part, empêché de prendre du retard en raison de l'acceptation du projet par l'administration de l'école et des difficultés reliées à l'implémentation de l'environnement dans l'école. Ainsi, nous aurions bénéficié d'une plus grande marge de manœuvre pour gérer ces problèmes. Fort heureusement, le niveau d'habileté de l'enseignante vis-à-vis la technologie en général et la patience de cette dernière ont permis de passer au travers du processus d'implantation du système dans l'école avec plus de facilité. Évidemment, ce genre de problème n'aurait pas lieu lors d'une utilisation normale de l'environnement puisque l'interface ne serait plus, à ce moment, conservée sur le serveur de l'université.

D'autre part, en ayant commencé plus tôt, soit durant la période estivale, l'enseignante aurait eu davantage de temps pour se familiariser avec l'interface et pour explorer le contenu des quêtes. Cela aurait sans doute incité l'enseignante à utiliser davantage l'environnement en tant qu'outil pédagogique et aurait facilité l'intégration des activités de ScienceEnJeu avec le contenu scolaire. En prenant contact avec l'enseignante en décembre, cette dernière a quand même réussi à associer des tâches en fonction du contenu vu en classe et à déterminer des moments pour ScienceEnJeu en utilisant les périodes d'activités libres. Cependant, ces périodes sont habituellement utiles pour l'enseignante afin de se remettre à jour lorsqu'il y a des retards. De plus, en utilisant ces périodes, ScienceEnJeu devenait un outil complémentaire à l'enseignement

plutôt qu'un outil visant à soutenir ce dernier, ce qui a diminué le caractère utile du projet. De plus, en utilisant cette période d'activité libre, l'expérience qui était sous base volontaire et qui ne faisant pas partie intégrante des périodes réservées à la mathématique ou à la science, plusieurs jeunes ont préféré choisir la période d'activité libre. Cela a donc particulièrement réduit l'échantillon en le constituant que de jeunes aimant ScienceEnJeu. Finalement, la première méthodologie prévue aurait permis d'intégrer l'interface en classe en suivant davantage les conseils d'une intégration réussie des TIC en classe mis de l'avant par Bérubé and Poellhuber (2005); Bibeau (2007); Tremblay and Torris (2004).

Nous croyons tout de même que les facteurs facilitant la bonne intégration d'une technologie en classe furent respectés dans le développement de notre système. En effet, grâce à l'environnement que nous avons créé, toutes les quêtes sont maintenant associées à leur contenu académique. Elle fournit également une rétroaction en temps réel par l'entremise des agents d'aide, une visualisation de la progression et même un outil de gestion du temps, environnement qui est également mis à la disposition du parent. Il permet une mise en application différente de notions académiques, puisqu'il est axé sur la pratique et la mise en application de concepts théoriques vus en classe. L'environnement propose même des quêtes encourageant l'apprenant à repousser ses limites. En ce qui concerne la mise en valeur de la collaboration entre les étudiants, aucun outil n'est développé puisque qu'un outil de clavardage et la possibilité de provoquer un ami en duel sont déjà inclus dans ScienceEnJeu.

Toujours au niveau de la méthodologie, il aurait été intéressant que l'échantillon soit formé de toute une classe afin d'obtenir une appréciation davantage diversifiée. Puisque ce ne sont pas tous les participants qui aiment les sciences ou sont à l'aise avec la technologie, l'échantillon n'aurait alors pas été composé uniquement de joueurs intéressés par ScienceEnJeu. Du coup, les différents commentaires et résultats auraient été plus nombreux et partagés et auraient été davantage représentatifs des utilisateurs visés puisqu'ils ne proviendraient pas uniquement de participants ayant, à priori, une attitude positive envers ScienceEnJeu.

## **7.3 Au niveau des résultats obtenus dans les questionnaires et l'entrevue**

### **7.3.1 L'appréciation des enfants**

Malgré la petite taille de l'échantillon, les résultats concernant la répartition des différentes personnalités est intéressante si on se situe vis-à-vis la définition de chaque type de personnalité.

Les intentionnels, du nombre de cinq, sont des apprenants curieux qui aiment explorer, découvrir et expérimenter. Il n'est probablement pas un hasard qu'ils représentent environ le tiers de l'échantillon puisque l'expérimentation représentait pour eux une occasion d'explorer un territoire inconnu et de sortir du cadre scolaire régulier. Cet intérêt était observable durant les séances de jeu. Cardinaux2 et Cardinaux20, deux intentionnels, étaient emballés à l'idée de jouer à ScienceEnJeu. Du côté des conformistes, cette participation aussi élevée que les intentionnels s'explique sûrement par le fait qu'ils aiment suivre des directives précises. À ce moment, cette option devait sembler la plus adéquate puisqu'elle s'agissait de la tâche assignée par le professeur. Ils ont alors préféré faire comme la majorité de la classe et participer à l'expérience proposée par l'enseignante plutôt que d'avoir du temps libre pour leurs activités. Les performants eux, du nombre de deux, se trouvent à être en faible quantité. Sans faire de conclusion hâtive, Cardinaux21, un performant, a dit vouloir participer puisque son travail était terminé, sinon il aurait préféré profiter de son temps libre pour compléter ses devoirs. Dans le cas des résistants, qui sont du même nombre que les performants, Cardinaux8 et Cardinaux18 ont déclaré désirer participer parce qu'ils aiment les jeux vidéos. Ils préféreraient donc faire une activité qui leur plaît plutôt que de prendre de l'avance dans leurs travaux.

Les quêtes proposées ont une approche plutôt académique comme incarner un commis de magasin et utiliser les mathématiques afin de répondre aux questions de clients ou bien aider à nettoyer une rivière suite à une catastrophe naturelle en faisant des analyses dans un laboratoire virtuel. Les quêtes proposées par l'enseignante ne sont donc pas les plus ludiques offertes par l'univers de ScienceEnJeu, le contenu prescrit étant relié au contenu étudié en classe. Il n'est donc pas surprenant, vu le caractère non obligatoire des quêtes prescrites, que les autres quêtes aient présenté une plus grande progression.



En ce qui concerne les agents d'aide, l'aspect visuel de ces derniers devait être approuvé par l'équipe de CREO. Ces derniers tenaient à ce qu'ils s'agencent bien avec le visuel de ScienceEnJeu. Cependant, les oiseaux ne plaisaient pas aux participants. Il serait intéressant à ce sujet de prendre en considération les suggestions de ces derniers comme celle de pouvoir choisir eux mêmes leur agent ou bien de créer ce dernier. Cette idée pourrait bien cadrer dans l'univers de ScienceEnJeu. Par exemple, le joueur pourrait acheter, lorsqu'il a obtenu suffisamment de Talents, la monnaie virtuelle du jeu, son agent d'aide au même magasin où il peut se procurer des accessoires pour modifier l'apparence de son propre avatar. À ce même endroit, il pourrait également se procurer des accessoires afin de modifier l'apparence de son agent. Pour les enfants, ces derniers seraient alors davantage comme un ami qu'ils seraient contents de voir plutôt que d'être une image imposée, mais qu'ils ne trouvent pas particulièrement attirante. Cette possibilité pour le participant de créer un avatar qui le distingue de ses pairs, qui le représente (Bello Flores, 2013) et qui le conseille et l'aide en fonction de sa façon d'apprendre, de sa personnalité d'apprenant. Cela répond au besoin d'un étudiant de se distinguer du groupe auquel il appartient (Tremblay & Torris, 2004). Ce besoin de différence s'est fait sentir jusque dans la demande des participants de pouvoir créer leur propre agent d'aide, pour qu'il soit, lui aussi à leur image. Le changement d'apparence des agents d'aide aurait probablement un effet positif sur l'appréciation générale de ces derniers par les enfants. Ils apprécieraient davantage leur présence et prendraient peut-être davantage en considération les suggestions de ce dernier. De ce fait, l'aide personnalisée et adaptée aurait plus d'impact sur les comportements du joueur dans ScienceEnJeu.

Souvent, durant l'expérimentation, les participants posaient des questions concernant des problèmes spécifiques liés à la résolution de problème et ils auraient aimé que les oiseaux puissent les aider à trouver la bonne réponse. Une aide encore plus personnalisée et adaptée, se rapprochant le plus possible de celle que leur apporterait leur tuteur en classe, réduirait davantage les interventions de l'enseignant durant les moments de jeu. L'amélioration du contenu des messages ainsi que de l'apparence des agents augmenterait sans doute la valeur de ScienceEnJeu en tant qu'outil pédagogique aux yeux des étudiants et de l'enseignante.

### 7.3.2 La satisfaction de l'enseignante

La satisfaction de l'enseignante a été assombrie par les contraintes techniques et méthodologiques discutées précédemment. D'un autre côté l'enseignante a bien aimé en apprendre davantage sur les personnalités des apprenants et croit qu'une telle interface adaptée à ces dernières est une idée pouvant faciliter encore plus l'intégration des TIC en classe. Selon elle, le point le plus intéressant serait d'ajouter de l'aide spécifique aux questions. Cela permet de fournir une aide adaptée aux étudiants, ce qui est parfois difficile dans un contexte scolaire traditionnel. Elle croit que ce genre de changement aurait un impact positif sur la motivation de ses étudiants puisqu'il obtiendrait automatiquement l'aide nécessaire, ce qui leur permettrait d'avancer plus rapidement dans le jeu. De plus, cela réduirait les questions des participants durant les séances de jeu et elle pourrait ainsi s'afférer davantage aux tâches connexes de son nouveau rôle, comme suivre de plus près la progression et les apprentissages de ses étudiants. Elle a d'ailleurs aimé l'idée de suivre la progression et la possibilité de pouvoir assigner des tâches selon un calendrier. Cette façon de faire permet, toujours selon elle, une planification scolaire efficace et flexible. L'enseignante voit donc l'utilité d'un tel environnement en classe. Toutefois, elle croit que certaines améliorations doivent être apportées à l'interface avant d'être pleinement utilisable. Puisque cette dernière utilise un *Macbook*, il n'est pas inné pour cette dernière d'atteindre un menu par l'utilisation du bouton droit de la souris, qui équivaut à d'abord appuyer sur la touche *Commande* au clavier. À cause de cela, elle trouvait difficile de trouver ce qu'elle cherchait puisqu'elle oubliait soit l'existence de ce type de menu, soit la commande à effectuer. Elle aurait préféré des menus plus visuel. À son niveau de développement actuel, les difficultés techniques éprouvées par l'enseignante quant à l'utilisation de l'interface ont pris le dessus sur les côtés positif précédemment exposé. De ce fait, même si elle aime utiliser ScienceEnJeu en classe, elle n'aimerait pas, pour le moment, avoir à l'utiliser au quotidien. Toutefois, ces changements sont simples à réaliser techniquement parlant, il serait donc facile d'améliorer les conditions relatives à l'utilisabilité permettant à l'enseignant d'atteindre ses buts, sans toutefois déployer trop d'efforts.

### 7.3.3 La satisfaction des parents

Au niveau de l'évaluation de l'interface de visualisation par les parents, neuf parents s'étaient proposés à y participer lors de la complétion du premier formulaire de consentement (annexe 5). Alors que nous croyions que la participation aurait été plus élevée en demandant à ces derniers de compléter un questionnaire en ligne, la réponse au questionnaire fut complètement nulle. Il est dommage qu'aucune réponse n'ait été obtenue, spécialement parce que nous avons obtenu l'accord de certains. Peut-être aurait-il été préférable de fournir une copie papier du questionnaire d'appréciation plutôt qu'un lien en ligne rendu accessible grâce à un lien envoyé par courriel. Dans le cas où nous aurions obtenu des réponses des parents, il aurait alors été intéressant, en plus de connaître leur appréciation sur l'utilité et l'utilisabilité de l'interface, de questionner ces derniers sur l'impact qu'ils ont observé de cette activité sur la motivation de leur enfant et de questionner également les enfants sur l'effet qu'à sur eux et sur leur motivation scolaire la participation de leurs parents dans leurs activités d'apprentissage. Éventuellement, il serait intéressant d'observer l'utilisation de l'interface par le parent afin de pouvoir y apporter des améliorations concernant l'utilisabilité.

Malgré la petite taille de notre échantillon et quelques problèmes techniques ayant causé certaines irritations durant l'expérimentation, nous croyons qu'optimiser certains aspects techniques de notre système permettrait de développer une aide plus spécifique. De plus, effectuer les corrections nécessaires quant à l'utilisabilité de l'environnement que nous avons développé selon des principes centrés sur l'utilisateur place le joueur dans un contexte favorable d'apprentissage. L'environnement qui prend en compte les aspects relatifs à la personnalité des apprenants et à la motivation scolaire comme la notion de plaisir, l'humour, la mise au défi, les encouragements, l'exposé d'un objectif concret, la collaboration avec les pairs, etc., devient alors une source réelle de motivation qui peut réellement avoir un impact positif sur le désir d'apprendre.



## 8. Conclusion

L'utilisation des technologies en classe est encore mitigée. Pour en faciliter l'intégration en éducation, plusieurs aspects doivent être pris en considération dont la disponibilité des outils technologiques comme la présence d'ordinateurs avec une connexion internet de qualité. Toutefois, les TIC ne doivent pas parvenir à séduire seulement les enseignants ayant un penchant pour la technologie. C'est pour cela que nous accordons beaucoup d'intérêt à parfaire les environnements pédagogiques multimédias afin de les rendre accessible à davantage d'enseignants.

Toutefois, la technologie à elle seule ne peut être bénéfique. Pour avoir des effets positifs elle doit être une extension de l'enseignant capable non seulement de supporter l'étudiant, mais d'anticiper ses besoins. Toutefois, puisqu'il existe différentes personnalités étudiantes, une méthode pédagogique qui fonctionne chez un n'est pas nécessairement efficace chez l'autre. Pour cette raison, nous croyons que même si les résultats obtenus proviennent d'un petit échantillon, le projet réalisé est intéressant. Il serait bien de développer et d'intégrer les critiques des élèves et de l'enseignante visant à améliorer l'environnement pour voir si il y a des changements significatifs au niveau de l'appréciation.

Nous sommes persuadés qu'une telle technologie peut être très bénéfique pour le milieu académique puisqu'il permet de remplacer et de recréer avec beaucoup de justesse des pratiques coûteuses comme une expérience en laboratoire. Cela permet également de situer le jeune dans des contextes d'utilisation concrets de la matière pouvant fournir une réponse au fameux : « ça va servir à quoi? »



## Bibliographie

- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action : a social cognitive theory*. Englewood Cliff,N.J: Prentice-Hall.
- Barbeau, D., Montini, A., & Roy, C. (1997). *Tracer les chemins de la connaissance: la motivation scolaire*. (1<sup>e</sup> éd.). Montréal Association québécoise de pédagogie collégiale.
- Bastien, J. M. C., & Scapin, D., L. (1993). Critères ergonomiques pour l'évaluation des interfaces Humain-Ordinateur. Rocquencourt: INRIA.
- Bello Flores, M. T. D. S. (2013). *Interfaces adaptées au contexte culturel*. (UQAM, Montréal).
- Bérubé, B., & Poellhuber, B. (2005). *Un référentiel de compétences technopédagogiques: destiné au personnel enseignant du réseau collégial*. Montréal: Collège Rosemont.
- Bibeau, R. (2007). Les technologies de l'information et de la communication peuvent contribuer à améliorer les résultats scolaires des élèves. Repéré le 9 août 2014 2014 à <http://www.epi.asso.fr/revue/articles/a0704b.htm>
- Boucher, A. (2008). *Ergonomie Web : Pour des sites web efficaces*, Paris, Eyrolles, 2008, 425 p.
- Brangier, E., Dufresne, A., & Hammes, A. (2009). Approche symbiotique de la relation humain-technologie: Perspectives pour l'ergonomie informatique. *Le Travail Humain*, 72(4), 333-353.
- Brisson, G., Harvey, M.-F., & Moffet, J.-D. (2013). *L'enseignement de la science et de la technologie au primaire et au premier cycle du secondaire* Gouvernement du Québec. Repéré à <http://www.cse.gouv.qc.ca/fichiers/documents/publications/Avis/50-0481.pdf>
- Card, S. K., Moran , T. P., & Newell, A. (1983). *The psychology of Human-Computer Interaction*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Carver, C. A., Howard, R. A., & Lane, W. D. (2002). Enhancing Student Learning Through Hypermedia Coursewareand Incorporation of Student Learning Styles. *IEEE Transactions on Education*, 42(1), 33-38.
- CEFRIO. (2011). Les «C» en tant qu'étudiants. *Génération C*, 1(4), 12.
- Chamberland, G., Lavoie, L., & Marquis, D. (2009). *20 formules pédagogiques*. Québec: Prologue Inc. .
- Cocca, M., & Magoulas, G. (2011). Context-Dependant Feedback Priorisation in Eploratory Learning. 11.

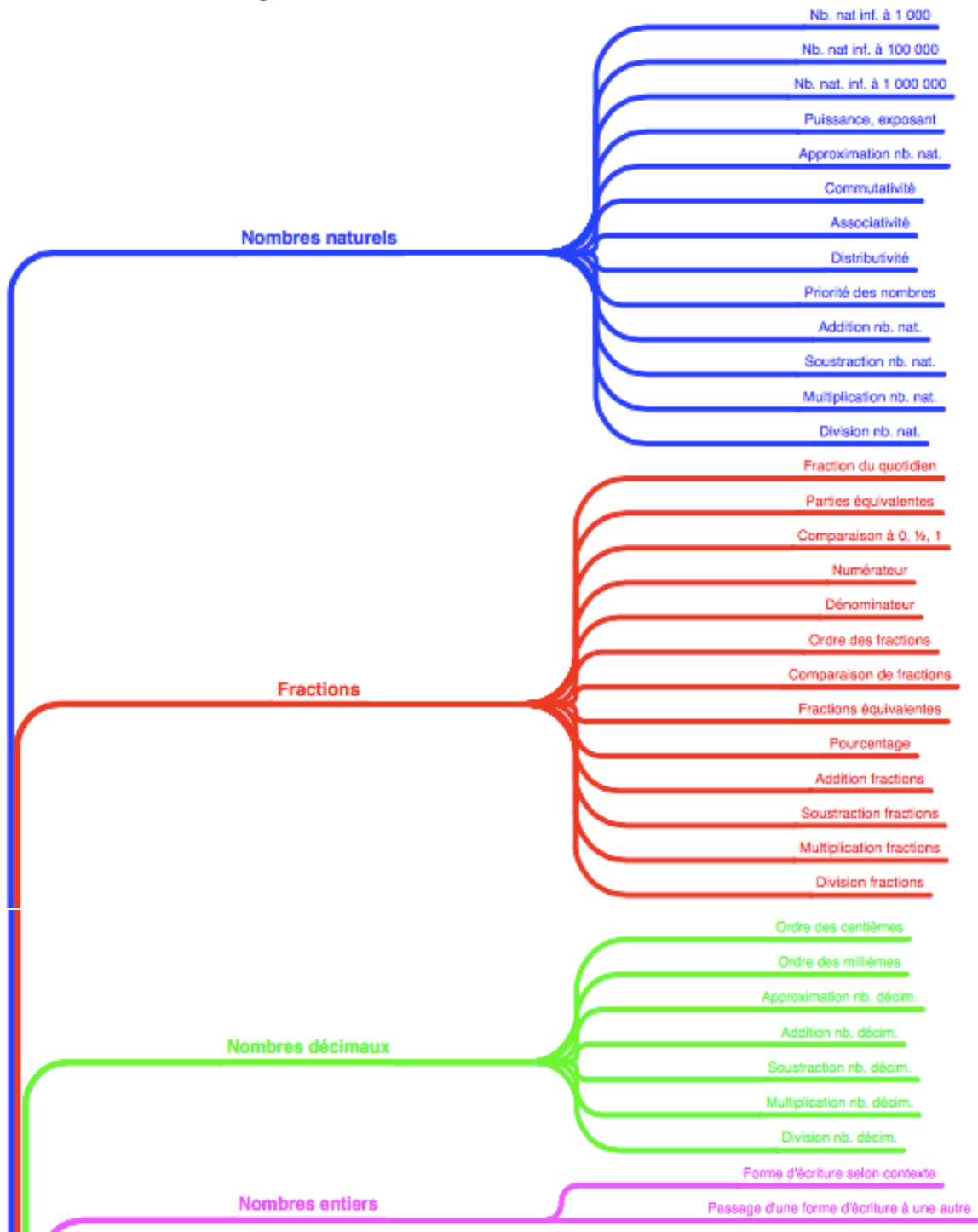
- Corno, L., & Mandinach, E. B. (1983). The Role of Cognitive Engagement in Classroom Learning and Motivation. *Educational Psychologist*, 18(2), 53-90.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319-340.
- DeLone, W. H., & McClean, E. R. (2002). Information systems success: the quest for the dependent variable. *Information Systems Research*, 3(1), 60-95.
- Dufresne, A. (2001a). Conception d'une interface adaptée aux activités de l'éducation à distance - ExploraGraph. *Sciences et Techniques Éducatives*, 8(3), 301-320.
- Dufresne, A. (2001b). Modèles et outils pour définir le soutien dans les environnements hypermédias d'apprentissage. Dans E. d. Vries, J.-P. Pening & J. P. Peyrin (dir.), *Hypermédias et Apprentissage* (p. 13-24). Grenoble.
- Dufresne, A. (2013). Laboratoire de recherche en communication multimédia. Repéré le 29 août 2014 à <http://lrcm.com.umontreal.ca>
- Dufresne, A., Basque, J., El Khettab, H., Lundgren, K., Leonard, M., Paquette, G., & Villot-Leclerc, E. (2004, 10-12 mai). *Modélisation et intégration de fonctions de soutien aux concepteurs de systèmes de télé-apprentissage dans l'environnement ADISA*. Communication présentée ACFAS'2004, Montréal, QC.
- Dufresne, A., & Prom Tep, S. (2006). ExploraGraph et la personnalisation des interactions pour l'apprentissage. Dans J.-M. Robert, M. C. Desmarais, É. Lecolinet & B. David (dir.), *IHM'2006 Interaction Humain Machine* (p. 153-158). Montréal: ACM.
- Ergolab (2014). Repéré le 29 août 2014, 2014, from <http://www.ergolab.net/index.php>
- Franzoni, A. L., & Assar, S. (2009). Student Learning Styles Adaptation Method Based on Teaching Strategies and Electronic Media. *Éducational Technology & Society*, 12 (4), 15-29
- Gilbert, J. E., & Han, C. Y. (1999). Adapting Instruction in Search of a Significant Difference. *Journal of Network and Computer Applications*, 22(3), 149-160.
- Grandjean, É. (1969). *Précis d'ergonomie*. Paris: Presses académiques européennes.
- Laville, A. (1976). *L'Ergonomie*. Presses Universitaires de France.
- Maehr, M. L. (1984). Meaning and Motivation : Toward a Theory of Personal Investment. *Motivation in education: student motivation*, 1, 115-144.

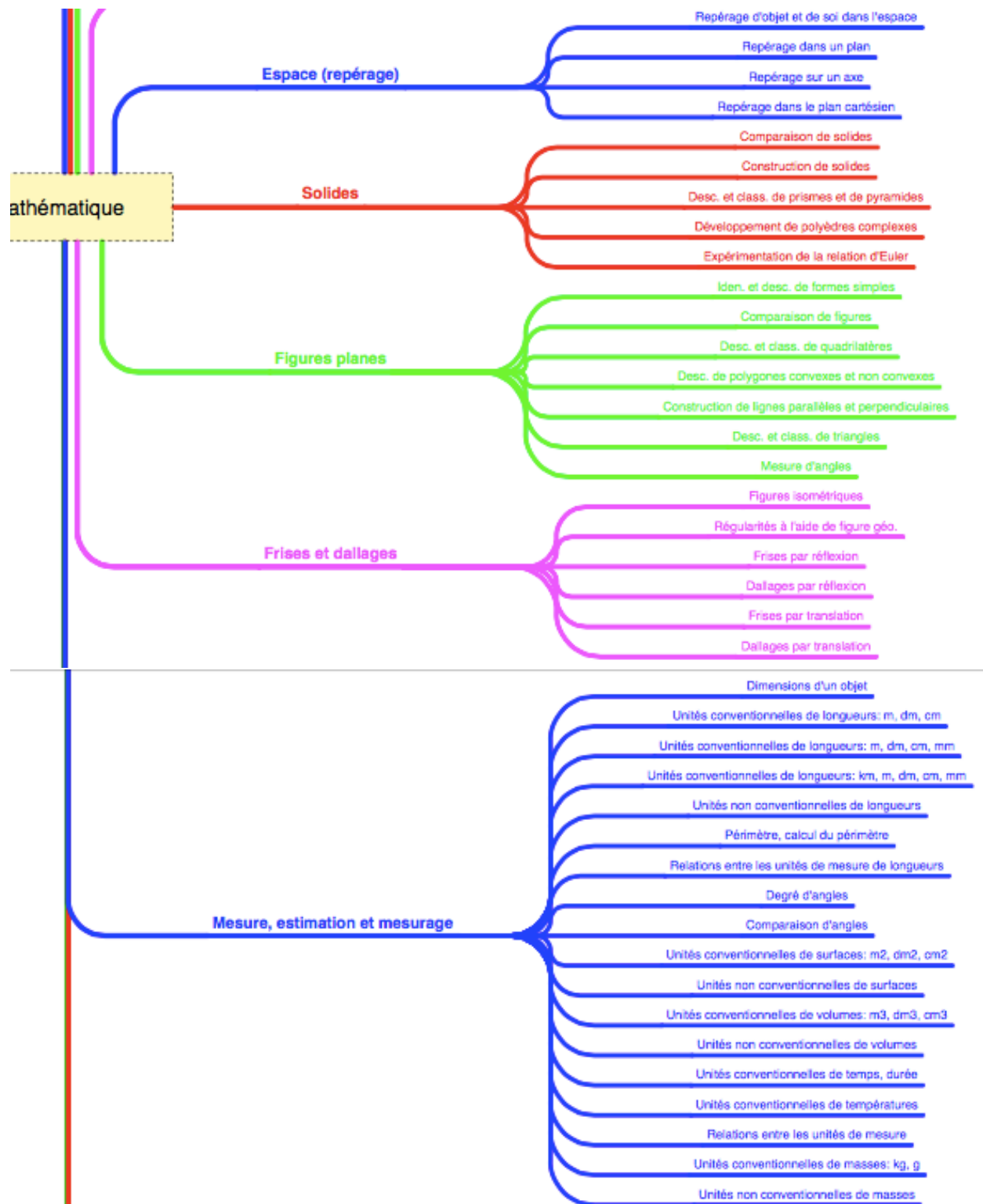


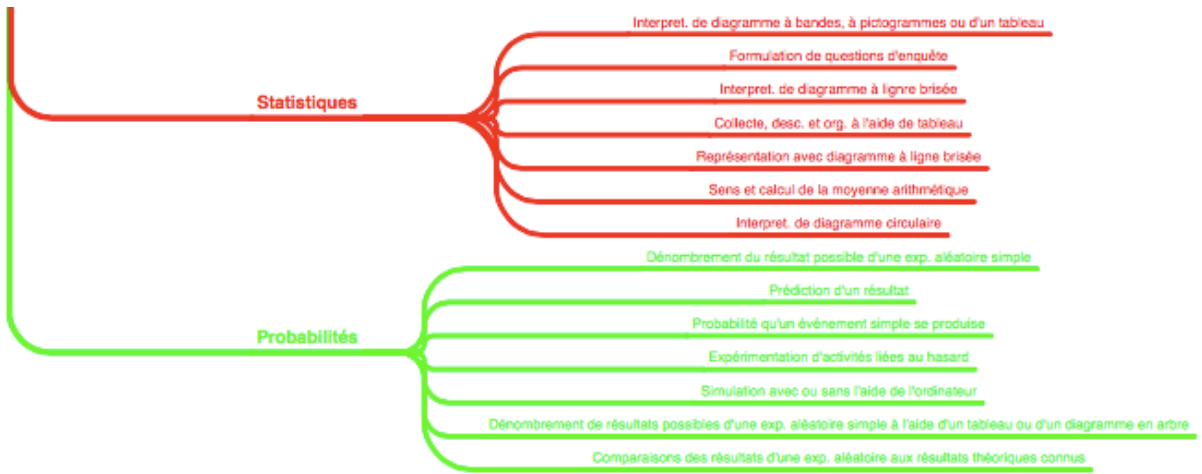
- Martinez, M. (1999). *An investigation into successful learning : Measuring the impact of learning orientation, a primary learner-difference variable on learning.* . (Brigham Young University, Provo, UT).
- Martinez, M. (2001a). Key Design Considerations for Personalized Learning on the Web. *Educational Technology & Society* 4(1).
- Martinez, M. (2001b). Mass Customization: Designing for Successful Learning. *International Journal of Educational Technology (IJET)*(December).
- Martinez, M. (2005). Learning Orientation Questionnaire –Interpretation Manual. Repéré à <http://www.trainingplace.com/source/research/LOQPKG-Manual2005.pdf>
- McComb, D. (2004). *Semantics in business systems : the discipline underlying web services, business rules, and the semantic web.* Amsterdam: Morgan Kaufmann.
- McCombs, B. (1986). The role of the self-system in self-regulated learning. *Contemporary Educational Psychology*, 1. doi: 10.1016/0361-476X(86)90028-7
- MELS. (2006). *Programme de formation de l'école québécoise.* Gouvernement du Québec. Repéré à <http://www1.mels.gouv.qc.ca/sections/programmeFormation/primaire/pdf/prform2001nb/prform2001nb-010.pdf>
- Nielsen, J. (1993). *Usability engineering.* Boston ; Toronto: AP Professional.
- Norman, D. A. (1986). Cognitive Engineering. Dans D. A. Norman & S. Draper (dir.), *User Centered System Design: New Perspectives on Human-Computer Interaction* (p. 31-62). Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Norman, D. A. (2002). *The design of everyday things.* (1st Basic paperback.<sup>e</sup> éd.). New York: Basic Books.
- Pachet, F., Giroux, S., & Paquette, G. (1994). *Pluggable Advisors as Epiphyte Systems.* Communication présentée CALISCE-94, Paris.
- Paquette, G., Bourdeau, J., Basque, J., Leonard, M., Henri, F., & Maina, M. (2003). Construction d'une base de connaissances et d'une banque de ressources pour le domaine du téléapprentissage. *Sciences et Techniques Éducatives*, 10.
- Pintrich, P. R. (2000). An Achievement Goal Theory Perspective on Issues in Motivation Terminology, Theory, and Research. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 92-104.
- Salomon, G. (1983). The Differential Investment of Mental Effort in Learning from Different Sources. *Educational Psychologist*, 18(1), 42-50.

- Schneiderman, B. (1982). The future of interactive systems and the emergence of direct manipulation. *Behavior and Information Technology*, 1(3), 237-256.
- Schunk, D., & Zimmerman, B. J. (1994). *Self-regulation of learning and performance: Issues and educational applications*. Hillsdale, NJ: Earlbaum.
- Stern, M., & Woolf, P. (2000). *Adaptive content in an online lecture system*. Communication présentée Conference on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-based systems, Trento, Italie.
- Trabelsi, A., Ezzedine, H., & Kolski, C. (2004). *Architecture modelling and evaluation of agent-based interactive systems*. Communication présentée 2004 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, The Hague, Netherlands.
- Tremblay, N., & Torris, S. (2004). Les TIC favorisent-elles une pédagogie différenciée telle que Freinet la préconisait? *Vie pédagogique*(132).
- UXPA. (2014, 2014). User Experience Professionals Association. Repéré le 29 août 2014 2014 à <http://uxpa.org>
- Weiner, B. (1979). A Theory of Motivation for Some Classroom Experiences. *Journal of Educational Psychology* 71(1), 3-25.
- Weiner, B. (1985). An Attributional Theory of Achievement Motivation and Emotion. *Psychological Review*, 92(4), 548-573.

# Annexe 1 : Arbre de la structure complète du domaine de la mathématique, des sciences et de la technologie







## ***Annexe 2 : Le Learning Orientation Questionnaire de Martinez***

LOQ: Learning Orientation Questionnaire: 25 questions.

Sur une échelle de 1 (absolument pas caractéristique) à 7 (très caractéristique).

Questions:

1. I put myself to accomplish personal learning goals beyond those expected by the instructor.
2. I enjoy learning.
3. The instructor is the best person to monitor, evaluate, and determine how well I learn.
4. I look for additional information sources that help me learn about new topics.
5. The instructor helps me stay on task and meet course objectives.
6. I use learning as a vital resource in accomplishing my professional or personal goals.
7. I avoid learning if I can.
8. I do well on a course if I rely on the instructor.
9. My personal goals have priority over the instructor's course objectives.
10. I like to learn and feel comfortable learning for any reason.
11. I learn best if I personally manage my learning goals, strategies, and tasks.
12. I carefully plan out my learning goals, strategies, and expected outcomes before I do a learning task.
13. Learning helps me achieve challenging personal goals.
14. I avoid courses if the objectives are challenging or difficult.
15. I use learning to improve the quality of my life.
16. Monitoring my own progress helps me manage and improve my learning and professional performance.
17. I set and accomplish personal learning goals beyond the stated course objectives.
18. I do not try to set risky or challenging goals.
19. I enjoy discovering new topics that help me achieve personal learning goals.
20. I rely on the instructor to assess my learning achievement.
21. I continually assess my progress and determine how to improve my learning ability.
22. I know that the instructor can show me the best way to evaluate achievement of my learning goals.
23. The instructor can plan my best learning approach for accomplishing training objectives.
24. I know what to do if I am not doing well in a course.
25. Learning is not an enjoyable or comfortable process for me.

### **Annexe 3: Questionnaire destiné aux parents**

1. Avez-vous aimé voir la progression de votre enfant dans l'environnement ?
2. Avez-vous aimé pouvoir la comparer au groupe de sa classe ?
3. L'environnement était-il facile à comprendre et à utiliser ?
4. Qu'est-ce que vous auriez changé dans l'environnement ?
5. Avez-vous aimé pouvoir voir l'activité demandée par le professeur dans Science en Jeu et voir si votre enfant l'avait faite ?

**Annexe 4 : Certificat d'éthique du Comité d'éthique de la recherche de la Faculté des arts et des sciences (CERFAS)**

 <p>Université de Montréal</p>	No de certificat : CERFAS-2013-14-111-P
Faculté des arts et des sciences Vice-décanat à la recherche	
<b>COMITÉ D'ÉTHIQUE DE LA RECHERCHE DE LA FACULTÉ DES ARTS ET DES SCIENCES (CERFAS)</b>	
<b>CERTIFICAT D'ÉTHIQUE</b>	
Le Comité d'éthique de la recherche de la Faculté des arts et des sciences, selon les procédures en vigueur et en vertu des documents qui lui ont été fournis, a examiné le projet de recherche suivant et conclu qu'il respecte les règles d'éthique énoncées dans la <i>Politique sur la recherche avec des êtres humains</i> de l'Université de Montréal :	
TITRE : <i>Système personnalisé de contrôle et de visualisation des apprentissages individuels et de groupe au sein de SCIENCE EN JEU</i>	
REQUÉRANT : <i>Aude Dufresne, professeure titulaire, Département de communication</i>	
<b>FINANCEMENT</b> Chercheur principal : <i>idem</i> Organisme : <i>CRSNG</i> Programme : <i>RDC</i> No d'octroi : <i>RDCPJ 418216-11</i> Titre de l'octroi : <i>idem</i>	
<b>MODALITÉS D'APPLICATION</b> Tout changement anticipé au protocole de recherche devra être communiqué au CERFAS qui en évaluera l'impact au chapitre de l'éthique. Toute interruption prématurée du projet ou tout incident grave devra être immédiatement signalé au CERFAS. Selon les exigences éthiques en vigueur, <b>un suivi annuel est minimalement exigé afin de maintenir la validité de ce certificat</b> , et ce, jusqu'à la fin du projet. Le questionnaire de suivi peut être consulté sur la page Web du CERFAS.	
 Martin Arguin, président CERFAS	Date de délivrance : <u>2013/09/24</u> AAAA / MM / JJ Date d'échéance* : <u>2014/10/01</u> AAAA / MM / JJ *correspond à la date prévue de fin du projet
C.P. 6128, succ. Centre-ville, Montréal (QC) H3C 3J7 www.fas.umontreal.ca/recherche/ethique/index.html	Téléphone : 514-343-7338 / Télécopieur : 514-343-2185 simon.hobbs@umontreal.ca



## **Annexe 5 : Présentation du projet pour l'école, l'enseignant et les parents**

Université de Montréal

Projet de mémoire de Maitrise : Personnalisation et adaptation d'environnement multimédia pédagogique : le cas de ScienceEnJeu

### **Présentation de l'expérimentation :**

La présente recherche se situe dans un contexte d'adaptation de l'interface ScienceEnJeu, un environnement hypermédia à visée pédagogique conçu par CREO inca. Son objectif est d'une part d'offrir aux professeurs une interface leur permettant de superviser ce que les élèves de son groupe font dans l'environnement et le lien avec la matière scolaire. Il permet aussi de mettre en place un modèle d'adaptation du soutien aux élèves en fonction de leurs préférences sur leur façon d'apprendre.

### **Déroulement de l'expérimentation :**

Dès le début de l'expérimentation, l'enseignant est invité à créer son groupe et à choisir le contenu du jeu qui pourrait être utilisé dans le cadre de son enseignement. Durant l'expérience, l'enseignant peut consulter la progression de ses élèves et ajuster les tâches. À la fin de l'expérimentation, une courte entrevue servira à connaître l'opinion sur l'utilité et l'utilisabilité de l'outil de supervision des activités. Les parents qui le désirent peuvent également utiliser cet outil afin de suivre la progression de leur enfant. À la fin de l'expérimentation, ils seront invités à répondre à un questionnaire d'une dizaine de questions concernant l'utilité et l'utilisabilité de l'outil.

Avant l'expérimentation, l'enseignant participant choisit les activités de ScienceEnJeu que devront faire les élèves de sa classe. Le système permet de voir quels concepts du programme sont associés aux différentes quêtes offertes dans ScienceEnJeu. Il détermine aussi les dates de début et de fin pour cette activité des élèves.

En entrant dans ScienceEnJeu, l'étudiant dont les parents ont acceptés qu'il participe à la recherche, complètera en ligne un questionnaire pour déterminer son style d'apprenant selon ses préférences. Selon son style d'apprenant il recevra des encouragements et du soutien de façon différente. Au début on explique aux jeunes que ce questionnaire sert à définir leurs préférences qu'il n'y a pas de mauvaises ou de bonnes réponses et que leur enseignant ou leur parent ne sera pas mis au courant des réponses données. Par la suite, les étudiants sont invités à s'immerger dans l'univers. Les tâches à effectuer, lorsqu'elles auront été spécifiées par l'enseignant, pourront être suggérées par le système d'aide. Les séances de jeu ont lieu durant les heures de classe ou par l'enfant à la maison. Durant l'expérience, seules les réalisations de l'élève dans le logiciel seront enregistrées comme elles le sont maintenant. L'expérimentation avec le logiciel devrait durer environ 8 semaines.

À la fin de l'expérimentation, les élèves sont invités à remplir un questionnaire de quatorze questions portant sur l'expérience pour évaluer ce qu'ils ont apprécié. Cette étape prend environ 15 minutes et sera suivi d'un focus groupe avec les participants, où chacun peut faire des commentaires sur le système, afin de d'approfondir les réponses recueillies dans le questionnaire individuel. Cette rencontre avec le groupe classe durerait environ 30 minutes. Suite à

l'expérimentation du logiciel et à son évaluation avec les enfants, on offrira aux parents qui le désirent de participer à l'évaluation du logiciel permettant au parent de voir la progression de leur enfant pendant quelques semaines. Les parents ayant acceptés de participer rempliront ensuite un court questionnaire pour donner leurs commentaires sur l'utilité de l'outil et sa facilité d'utilisation.

**Confidentialité :**

Les renseignements fournis par les élèves et les enregistrements demeureront confidentiels. Seul le pseudonyme et l'avatar choisi par l'étudiant apparaîtront dans Science en Jeu. Toutes les données recueillies durant l'expérimentation et la période d'entrevues demeureront confidentielles et ne seront qu'utilisés qu'à des fins d'analyse des résultats. Seuls le participant, l'enseignant et le chercheur y ont accès. Aucune information permettant d'identifier un élève ne sera publiée.

## Annexe 6 : Formulaire de consentement pré-expérimentation



Un exemplaire du formulaire de consentement signé doit être remis au participant.

### FORMULAIRE DE CONSENTEMENT POUR L'ÉTUDIANT – PRÉ-EXPÉRIMENTATION (À être signé par le parent ou le tuteur légal)

**Titre de la recherche :** Un modèle d'adaptation en fonction des styles d'apprenants, le cas de **ScienceEnJeu**.  
**Responsable du projet :** Aude Dufresne, professeur titulaire, Département de Communication, Université de Montréal.  
**Étudiante :** Evelyne Pelletier, étudiante à la maîtrise en communication, Université de Montréal

Cette recherche est subventionnée par le Consortium en Innovation Numérique du Québec, par le CRSNG et par l'entreprise CREO Inc.

#### A) RENSEIGNEMENTS AUX PARTICIPANTS

##### 1. Objectifs de la recherche

Le système **ScienceEnJeu** offre sur Internet des jeux pour l'apprentissage de sciences en lien avec des métiers. Le projet vise à inciter les élèves à l'utiliser et à tester un système d'aide et de motivation qui tient compte de la personnalité de l'élève et de ses préférences sur la manière d'apprendre. Le projet vise à mesurer dans quelle mesure ce soutien personnalisé peut influencer positivement les accomplissements de l'élève en augmentant sa motivation, son autonomie, son organisation et sa confiance en soi.

##### 2. Participation à la recherche

La participation de votre enfant consiste à :

- Répondre à un premier questionnaire d'environ 15 questions afin de déterminer ses préférences sur la manière d'apprendre.
- S'inscrire à **ScienceEnJeu** (choisir un avatar et un pseudonyme) et réaliser les tâches demandées, en d'autres mots, jouer. Durant l'expérimentation, un logiciel (**Screenflow**) enregistrera toutes activités à l'écran ainsi que les réactions verbales du joueur.
- À la fin de l'activité, le jeune sera invité à compléter un questionnaire évaluant son expérience. Une entrevue individuelle suivra, permettant de recueillir davantage d'information sur ce qu'il a aimé, moins aimé, ce qu'il a appris ou ce qu'il ferait ou aimerait de différent. Cette entrevue sera enregistrée en audio.

##### 3. Confidentialité

Les renseignements fournis par votre enfant et les enregistrements demeureront confidentiels. Seul le pseudonyme et l'avatar choisi par votre enfant apparaîtront dans **ScienceEnJeu**. Toutes les données enregistrées durant l'expérimentation et la période d'entrevue demeureront confidentielles et ne seront utilisées qu'à des fins d'analyse des résultats. Seuls le participant, l'enseignant et le chercheur y ont accès. Aucune information permettant d'identifier votre enfant ne sera publiée. Ces informations personnelles seront détruites sept ans après la fin du projet, seules les informations ne permettant pas d'identifier votre enfant seront conservées après cette date.

##### 4. Avantages et inconvénients

Aucun risque ou désavantage particulier n'est associé à cette recherche, votre enfant ne craint

donc aucun risque. En aucun cas, son nom réel, ses informations privées ou son image ne seront rendus public. Seuls les pseudonymes et l'avatar sont utilisés pour identifier le joueur dans **ScienceEnJeu**. Le professeur et le chercheur superviseront les activités de votre enfant à l'intérieur de jeu. Ce projet est une opportunité pour votre enfant de tester gratuitement une application éducative qui sera éventuellement payante et de contribuer à l'avancement de la personnalisation et de l'adaptation d'environnements éducatifs.

#### 5. Droit de retrait

La participation de votre enfant est totalement volontaire. En tout temps, il vous est possible de vous retirer du projet. Cela peut être fait par avis verbal ou écrit, sans préjudices et sans justification de votre décision. Les coordonnées du chercheur se trouvent à la fin de ce document.

#### B) CONSENTEMENT

##### Consentement du parent ou tuteur légal

Je déclare avoir pris connaissances des informations ci-dessus et comprendre clairement les implications engendrées par la participation de mon enfant à cette recherche. Je comprends les buts, les avantages, les risques et les inconvénients de cette recherche. Je sais que je peux retirer la participation de mon enfant et la mienne, en tout temps, sans préjudice.

Je consens à ce que mon enfant participe à cette étude.

Nom de l'élève: \_\_\_\_\_ Nom du signataire: \_\_\_\_\_

Signature du parent ou du tuteur: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_

##### Consentement de l'élève

Je déclare avoir pris connaissance, comprendre et avoir discutés des informations ci-dessus avec mon parent ou mon tuteur légal.

Je consens à participer à cette recherche. Je sais que je peux arrêter d'y participer en tout temps, sans aucune conséquence.

Signature de l'élève: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_

##### Engagement du chercheur

Je déclare avoir fourni toutes les informations concernant le but, la nature, les avantages, les risques et les inconvénients du projet et être disponible pour répondre à toute question ou inquiétude.

Signature du chercheur: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_

(ou de son représentant) Nom, Prénom \_\_\_\_\_

Pour toute question ou commentaire relative à l'étude ou à ce document, ou pour vous retirer du projet, vous pouvez communiquer avec Evelyne Pelletier (étudiante), au [REDACTED] ou à l'adresse courriel suivante: [REDACTED] ou avec Aude Dufresne (directrice de recherche), au [REDACTED] ou [REDACTED]

Pour formuler une plainte officielle relative à votre participation à cette recherche, veuillez vous adresser à l'ombudsman de l'Université de Montréal: [REDACTED] (les appels à frais virés sont acceptés) ou à [REDACTED]

Un exemplaire du formulaire de consentement signé doit être remis au participant.

## Annexe 7 : Formulaire de consentement pour l'enseignant



### FORMULAIRE DE CONSENTEMENT POUR L'ENSEIGNANT

<b>Titre de la recherche:</b>	Un modèle d'adaptation en fonction des styles d'apprenants, le cas de <u>ScienceEnJeu</u> .
<b>Responsable du projet :</b>	Aude Dufresne, professeur titulaire, Département de Communication, Université de Montréal.
<b>Étudiante:</b>	Evelyne Pelletier, étudiante à la maîtrise en communication, Université de Montréal

Cette recherche est subventionnée par le Consortium en Innovation Numérique du Québec, par le CRSNG et par l'entreprise CREO Inc.

#### A) RENSEIGNEMENTS AUX PARTICIPANTS

##### 1. Objectifs de la recherche

Le système ScienceEnJeu offre sur Internet des jeux pour l'apprentissage de sciences en lien avec des métiers. Le projet vise à inciter les élèves à l'utiliser et à tester un système d'aide et de motivation qui tient compte de la personnalité de l'élève et de ses préférences sur la manière d'apprendre. Le projet vise à mesurer dans quelle mesure ce soutien personnalisé peut influencer positivement les accomplissements de l'élève en augmentant sa motivation, son autonomie, son organisation et sa confiance en soi.

De plus dans le cadre du projet, nous offrons à l'enseignant la possibilité de voir la progression de chaque enfant, dans les différentes activités de l'Environnement Sciences en Jeu et de comparer cette progression à celle du groupe de sa classe.

##### 2. Participation à la recherche

Votre participation consiste à:

- Utiliser l'interface créée pour les enseignants pour la gestion des groupes et des activités et pour le suivi la progression des enfants.
- Supporter le chercheur lors de l'expérimentation en classe. Votre rôle consiste à participer activement au bon déroulement de l'activité en supervisant et en contrôlant son bon déroulement.
- À la fin du projet, un questionnaire sera complété afin de connaître vos impressions concernant les outils développés pour l'enseignant et sur votre expérience en général. Une courte entrevue sera par la suite réalisée pour approfondir certaines idées. Cette entrevue sera enregistrée en audio.

##### 3. Confidentialité

Les renseignements fournis et les enregistrements demeureront confidentiels. Toutes les données enregistrées durant l'expérimentation et la période d'entrevues demeureront confidentielles et ne seront qu'utilisées qu'à des fins d'analyse des résultats. Seuls le participant, l'enseignant et le chercheur y ont accès. Aucune information permettant de vous identifier ne sera dévoilée. Ces informations personnelles seront détruites sept ans après la fin du projet, seules les informations ne permettant pas de vous identifier seront conservées.

##### 4. Avantages et inconvénients

Aucun risque ou désavantage particulier ne sont associé à cette recherche, ni pour vous ni pour vos élèves. Vous pourrez décider en consultation avec le chercheur des activités que vous aimeriez que vos élèves réalisent dans ScienceEnJeu, afin que ces dernières soient en lien avec le contenu vu en classe au moment de l'expérimentation. Vous travaillerez en collaboration avec le chercheur afin d'aider au bon déroulement de l'expérimentation en classe. Ce projet représente pour vous une opportunité de tester gratuitement une application éducative qui serait éventuellement payante et de contribuer à l'avancement de la personnalisation et de l'adaptation d'environnements éducatifs.

## 5. Droit de retrait

Votre participation est totalement volontaire. En tout temps, il vous est possible de vous retirer du projet. Cela peut être fait par avis verbal ou écrit, sans préjudices et sans justification de votre décision. Les coordonnées du chercheur se trouvent à la fin de ce document.

## B) CONSENTEMENT

### Consentement de l'enseignant(e)

Je déclare avoir pris connaissances des informations ci-dessus et comprendre clairement les implications engendrées par ma participation à cette recherche. Je comprends les buts, la nature, les avantages, les risques et les inconvénients de cette recherche. Je sais que je peux retirer ma participation en tout temps, sans préjudice.

Je consens à participer à cette étude.

Nom: \_\_\_\_\_ Prénom: \_\_\_\_\_

Signature: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_

### Engagement du chercheur

Je déclare avoir fourni toutes les informations concernant le but, la nature, les avantages, les risques et les inconvénients du projet et être disponible pour répondre à toute question ou inquiétude.

Nom: \_\_\_\_\_ Prénom: \_\_\_\_\_

Signature du chercheur: \_\_\_\_\_ Date : \_\_\_\_\_  
(ou de son représentant)

Pour toute question ou commentaire relative à l'étude ou à ce document, ou pour vous retirer du projet, vous pouvez communiquer avec Evelyne Pelletier (étudiante), au [REDACTED] ou à l'adresse courriel suivante: [REDACTED] ou avec Aude Dufresne (directrice de recherche), au [REDACTED] ou [REDACTED].

Pour formuler une plainte officielle relative à votre participation à cette recherche, veuillez vous adresser à l'ombudsman de l'Université de Montréal: [REDACTED] (les appels à frais virés sont acceptés) ou à [REDACTED].

Un exemplaire du formulaire de consentement signé doit être remis au participant.

## Annexe 8 : Formulaire de consentement pour les enfants (à être également signé par les parents)

### FORMULAIRE DE CONSENTEMENT - À être signé par le parent ou le tuteur légal

**Titre de la recherche:** Un modèle d'adaptation en fonction des styles d'apprenants, le cas de Science en Jeu.

**Chercheur:** Evelyne Pelletier, Maîtrise en communication, Université de Montréal  
**Directrice de recherche:** Aude Dufresne, professeur titulaire, Département de Communication, Université de Montréal.

#### A) RENSEIGNEMENTS AUX PARTICIPANTS

##### 1. Objectifs de la recherche

Depuis janvier 2014, les élèves de la classe ont la possibilité de jouer à une nouvelle version du jeu éducatif en ligne : ~~ScienceEnJeu~~. Cette version vise à mesurer l'impact d'un système d'aide adapté aux besoins et à la personnalité étudiante de l'enfant sur sa motivation, son autonomie et son organisation.

##### 2. Participation à la recherche

Jusqu'à présent, la participation de votre enfant a consisté à répondre à un premier questionnaire d'environ 15 questions visant à déterminer son style d'apprenant, de s'inscrire à Science en Jeu (choisir un avatar et un pseudonyme) et d'y réaliser des tâches sélectionnées par son enseignant. À la fin de l'expérimentation, une entrevue de groupe sera réalisée afin de recueillir davantage d'informations sur son expérience, son appréciation. Seul l'audio y sera alors enregistré.

En tant que parent ou tuteur, vous pourrez également participer à cette recherche si ça vous intéresse. À partir du 25 mars 2014, une interface permettant aux parents de suivre la progression de leur enfant sera disponible en ligne (dossier école de votre enfant). Cet outil vous permet, entre autre, de voir l'avancement de votre enfant et de cerner les sujets qu'il trouve faciles ou difficiles. Suite à cela, le parent est invité à laisser ses commentaires via un questionnaire qui sera disponible en ligne et qui sera traité de façon anonyme.

##### 3. Confidentialité

Tous les renseignements et enregistrements pouvant ressortir de cette expérimentation sont confidentiels. Seul le pseudonyme est utilisé afin d'identifier le participant dans notre base de données ; son prénom et nom donnés dans ce formulaire n'y apparaissent pas. Ces dernières ne seront utilisées qu'à des fins d'analyse statistique. Seuls le participant, l'enseignant et le chercheur peuvent y avoir accès. Aucune information permettant d'identifier votre enfant ne sera publiée ; seules les informations ne permettant pas d'identifier votre enfant sont conservées.

##### 4. Avantages et Inconvénients

Aucun risque ou désavantage particulier n'est associé à cette recherche. Ce projet est une opportunité pour votre enfant de tester gratuitement une application éducative qui sera bientôt payante et de contribuer à l'avancement de la recherche sur la personnalisation et sur l'adaptation d'environnements éducatifs.

##### 5. Droit de retrait

L'utilisation de ~~ScienceEnJeu~~ dans cette classe étant pré-autorisée, la participation de votre enfant, elle, demeure totalement volontaire. Si vous ne désirez pas que les données de votre

enfant soient utilisées, cela peut être fait par avis verbal ou écrit, sans préjudices et sans justification de la décision. Les coordonnées du chercheur se trouvent à la fin de ce document. Votre enfant pourra alors continuer à jouer à ScienceEnJeu, mais ses résultats ne seront pas retenus pour analyse.

## CONSENTEMENT

### A) Consentement du parent ou tuteur légal

Je déclare avoir pris connaissance des informations ci-dessus et comprendre clairement les implications engendrées par la participation de mon enfant à cette recherche. Je comprends les buts, les avantages, les risques et les inconvénients de cette recherche. Je sais que je peux refuser l'utilisation des données de mon enfant, en tout temps, sans préjudice.

- Je consens à ce qu'on utilise les données de mon enfant pour cette étude.
- Je consens à utiliser l'interface de progression pour les parents et de laisser mes commentaires via le questionnaire en ligne.
- Je ne consens pas à ce que les données de mon enfant soient utilisées pour cette étude.
- Je ne désire pas essayer l'interface de progression pour les parents.

Nom de l'élève: \_\_\_\_\_

Nom du signataire: \_\_\_\_\_

Signature du parent ou du tuteur: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_

### B) Consentement de l'élève

Je déclare avoir pris connaissance, comprendre et avoir discuté des informations ci-dessus avec mon parent ou mon tuteur légal.

- Je consens à ce que mes données soient utilisées pour cette recherche. Je sais que je peux retirer ce consentement en tout temps, sans aucune conséquence.

Signature de l'élève: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_

Je déclare avoir fourni toutes les informations concernant le but, la nature, les avantages, les risques et les inconvénients du projet et être disponible pour répondre à toute question ou inquiétude.

Signature du chercheur: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_

Pour toute question ou commentaire relatif à l'étude ou à ce document, ou pour vous retirer du projet, vous pouvez communiquer avec Evelyne Pelletier (chercheuse), au numéro de téléphone suivant: [REDACTED] ou à l'adresse courriel suivante: [REDACTED] ou avec Aude Dufresne (directrice de recherche), au [REDACTED] ou [REDACTED]. Pour formuler une plainte officielle relative à votre participation à cette recherche, veuillez vous adresser à l'ombudsman de l'Université de Montréal [REDACTED] [REDACTED] (les appels à frais virés sont acceptés) ou à [REDACTED].