

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

PRÉPARER UN COURS INTERACTIF POUR LE WEB, LA BALADODIFFUSION ET LE  
MODE PRÉSENTIEL À L'ÈRE DES WEB 2.0 ET 3.0

MÉMOIRE  
PRÉSENTÉ  
COMME EXIGENCE PARTIELLE  
COMMUNICATION

PAR  
GENEVIÈVE HABEL

JUIN 2009

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL  
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de ce mémoire se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.01-2006). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

## Dédicace

À François, en compagnie de qui la vie est savoureuse.

## AVANT-PROPOS

J'ai peu de souvenirs de mon enfance. mais je sais que j'aime les mathématiques depuis que je suis toute petite.

Il est toutefois commun de penser que les mathématiques sont intimidantes, difficiles, mystérieuses, « un désert de calculs abstraits, arides et inaccessibles [...] et de ce fait inhibiteur (Magris. 2007) » pour celui qui s'y intéresse.

Je puise ma motivation pour le projet de maîtrise décrit dans ce document dans mon intention à donner un exemple concret exposant qu'à l'aide des médias interactifs. il est possible de montrer que les mathématiques permettent une manifestation de la liberté individuelle, discipline où il y a peu de censure ou de conditionnement idéologique. Il est pour moi stimulant de participer à l'élaboration d'une oeuvre interactive qui met en scène un mathématicien.

Sur le parcours de ma quête. j'ai eu la chance de rencontrer un irrésistible mathématicien avec qui j'ai pu cultiver ma passion pour les mathématiques et grâce à qui de nouvelles sont nées : les médias interactifs et l'amour véritable. De la combinaison de ces passions découle ma participation dans le projet *Perspective théâtrale sur la géométrie projective*, me menant à cette maîtrise.

Ce projet m'a donné l'unique opportunité de rencontrer des gens captivants dont une talentueuse mathématicienne écrivaine de pièce de théâtre qui s'est investie à théâtraliser l'incroyable vie de Jean-Victor Poncelet (Reyes. 2002b) et un mathématicien pédagogue exceptionnel qui a développé un cours sur la théorie mathématique dont ce personnage est le précurseur : la géométrie projective (Reyes, 2004). De nombreuses rencontres et collaborations mémorables s'en sont suivies.

Peut-être que ni la littérature ni les mathématiques n'aspirent à la vérité. mais qu'elles sont mues l'une et l'autre. comme l'avait bien compris Platon. par des idéaux esthétiques. en particulier par la beauté et la rigueur de la syntaxe (Magris. 2007).

## Remerciements

Louis-Claude Paquin, professeur à l'École des médias et vice-doyen à la recherche et à la création, de la Faculté de communication, UQÀM. Pour moi, un directeur respectueux, motivant, qui m'a fourni un espace de créativité et un climat de recherche personnalisé. Son expérience en théâtre, en intelligence artificielle, en représentation des connaissances et en médias interactifs avec un accent sur l'interactivité fait de lui un directeur plus que rêvé pour diriger ma maîtrise.

Pierre-Léonard Harvey, professeur au Département de communication sociale et publique et directeur du Laboratoire de communautique appliquée, UQÀM. Ses domaines de spécialisation touchent entre autres la communauté virtuelle dans un cadre de gestion des connaissances, de gestion de projets multimédias en communication organisationnelle. Ses réflexions portant sur l'apprentissage mobile et sur la culture participative et créative de l'Internet ont donné un éclairage novateur à ces facettes de mon mémoire création.

Gilbert Paquette, directeur du Centre de recherche LICEF et professeur à la Télé-Université, examinateur externe du mémoire. Autorité en matière d'ingénierie pédagogique et de modélisation des connaissances, son expérience jette un regard éclairé en ce qui a trait à ces aspects de mon mémoire création.

J'exprime une profonde gratitude aux collaborateurs principaux au projet, François Magnan, qui m'émerveille par sa générosité et sa finesse. Ces qualités ont été sources de motivation constante pour mon implication dans le projet. Marie La Palme Reyes, Gonzalo Reyes et Nicolas Fournier que je remercie jusqu'où les droites parallèles se rencontrent.

Tous les collaborateurs au projet, de ma mère aux amis des amis, dont la générosité collective est galvanisante.

Laurie et Raphaël Habel-Magnan, mes trésors de vie d'une foudroyante authenticité. Vivre le moment présent avec eux me donne envie de réaliser mes rêves maintenant.

Merci au Licef pour l'hébergement du projet.

## TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS . . . . .	iii
LISTE DES FIGURES . . . . .	viii
LISTE DES TABLEAUX . . . . .	x
LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES . . . . .	xi
RÉSUMÉ . . . . .	xiii
INTRODUCTION . . . . .	1
<b>CHAPITRE I</b>	
<b>LES CONCEPTS QUI M'ONT INSPIRÉE DANS LA PRODUCTION</b>	<b>4</b>
1.1 Unités médiatiques (objets d'apprentissage) . . . . .	4
1.2 Sémantique . . . . .	7
1.2.1 Besoin de Sémantique? . . . . .	7
1.2.2 Le Web Sémantique . . . . .	9
1.3 Médias interactifs . . . . .	12
1.4 Téléapprentissage . . . . .	14
1.4.1 Contextualisation . . . . .	14
1.4.2 Impact des technologies sur l'éducation . . . . .	15
1.4.3 Désavantages . . . . .	18
1.4.4 Coûts . . . . .	18
1.5 Géométrie projective . . . . .	21
<b>CHAPITRE II</b>	
<b>MISE EN CONTEXTE DE MA RECHERCHE-CRÉATION PAR RAP- PORT À D'AUTRES TRAVAUX</b> . . . . .	<b>23</b>
2.1 Théâtre . . . . .	23
2.2 Sciences et mathématiques . . . . .	25

2.2.1	The Elegant Universe . . . . .	25
2.2.2	La Formule du Savoir ( <i>The Learning Equation</i> ) . . . . .	27
2.2.3	Sites Web de mathématiques et de sciences . . . . .	29
2.3	Outils de scénarisation Web . . . . .	30
2.4	Sémantique . . . . .	31
<b>CHAPITRE III</b>		
<b>CHAPITRE 3 : DESCRIPTION DU PROJET . . . . .</b>		<b>33</b>
3.1	Objectifs généraux du projet . . . . .	35
3.2	Processus de création . . . . .	36
3.2.1	Composition (ingénierie pédagogique) . . . . .	36
3.2.2	Stockage . . . . .	38
3.2.3	Diffusion . . . . .	38
3.2.4	Appropriation . . . . .	39
3.3	Trois axes d'approches . . . . .	39
3.3.1	Pédagogie . . . . .	39
3.3.2	Technologies . . . . .	41
3.3.3	Créativité . . . . .	47
3.4	Médias interactifs . . . . .	48
3.4.1	Interactivité . . . . .	48
3.4.2	Son . . . . .	53
3.4.3	Image . . . . .	55
3.5	Données du projet <i>Perspective théâtrale sur la géométrie projective</i> . . . . .	57
<b>CHAPITRE IV</b>		
<b>CHAPITRE 4 : CHEMINEMENT DES INTENTIONS JUSQU'À LA RÉALISATION . . . . .</b>		<b>59</b>
4.1	Itinéraire . . . . .	59
4.2	Chronologie du projet . . . . .	60
4.3	Démarche de conception et de réalisation . . . . .	61
4.3.1	Temps investi . . . . .	62
4.3.2	Idéation. Prototypes. Maquettage . . . . .	66

4.4	Retour sur l'enseignement que j'ai reçu . . . . .	72
4.5	Comment cette production m'a-t-elle changée? . . . . .	75
	<b>CONCLUSION . . . . .</b>	<b>76</b>
	<b>GLOSSAIRE . . . . .</b>	<b>80</b>
	<b>BIBLIOGRAPHIE . . . . .</b>	<b>105</b>
	<b>APPENDICE A</b> <b>ÉVÉNEMENTS ET ARTICLES IMPLIQUANT LE PRÉSENT PROJET</b>	<b>126</b>
	<b>APPENDICE B</b> <b>À PROPOS DE GENEVIÈVE HABEL . . . . .</b>	<b>127</b>
	<b>APPENDICE C</b> <b>À PROPOS DE FRANÇOIS MAGNAN . . . . .</b>	<b>129</b>
	<b>APPENDICE D</b> <b>À PROPOS DE NICOLAS FOURNIER . . . . .</b>	<b>130</b>
	<b>APPENDICE E</b> <b>À PROPOS DE MARIE LA PALME REYES . . . . .</b>	<b>132</b>
	<b>APPENDICE F</b> <b>À PROPOS DE GONZALO REYES . . . . .</b>	<b>133</b>
	<b>APPENDICE G</b> <b>À PROPOS DE LOUIS-CLAUDE PAQUIN . . . . .</b>	<b>134</b>
4.5.1	Récit de vie . . . . .	134

## LISTE DES FIGURES

1.1	De la recherche à la connaissance (Davis, 2008) . . . . .	11
1.2	Les différents modes de diffusion utilisés en formation à distance (Chartrand-Beauregard et al, 2005) . . . . .	16
1.3	Les statistiques de l'utilisation d'Internet pour des fins éducatives en 2005 (Statistique Canada, 2005) . . . . .	20
2.1	Une capture d'écran d'un explorateur du produit <i>La Formule du Savoir</i> . . . . .	28
3.1	Un aperçu du site Web du projet . . . . .	34
3.2	Le processus de création du projet . . . . .	37
3.3	Page d'accueil du site Web . . . . .	43
3.4	Le niveau supérieur de l'ontologie du projet . . . . .	46
3.5	Une capture du simulateur de quadriques . . . . .	49
3.6	Une capture du simulateur de coniques . . . . .	50
3.7	Une capture de l'éditeur de scénarios <i>Brain Cuts</i> . . . . .	50
3.8	Une capture de l'interface Web de recherche dans l'ontologie . . . . .	53
3.9	Animation en synchronicité avec le cours . . . . .	55
3.10	Bauhaus, études plastiques de la lumière (Joannine Fiedler, 2000) . . . . .	55
4.1	Capture d'écran du simulateur à offrandes de type photomontage . . . . .	68
4.2	Capture d'écran du simulateur baladeur numérique de type accumulation . . . . .	69
4.3	Première ébauche du site Web . . . . .	71
4.4	Croquis du théâtre virtuel . . . . .	72
4.5	Enregistrement de la pièce de théâtre dans le studio de L'UQÀM . . . . .	73
4.6	Geneviève Habel . . . . .	103

4.7	François Magnan . . . . .	104
4.8	Nicolas Fournier . . . . .	105
4.9	Cette photo a été prise par mon fils Luis-Emilio lors d'un séjour à Montréal en 2004 . . . . .	106
4.10	Cette photo de GER dans le premier sous-marin a été prise par Marie La Palme Reyes en septembre 2004 au Musée océanographique de Monaco . .	107
4.11	Louis-Claude Paquin . . . . .	108

## LISTE DES TABLEAUX

3.1	Données du projet . . . . .	57
4.1	Données concernant le temps investi par Geneviève Habel dans le projet .	62

## LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES

3D	Tridimensionnel
ANP ( <i>PDA</i> )	Assistant numérique personnel ( <i>Personal Digital Assistant</i> )
CEAP	Centre d'études sur l'apprentissage et la performance
CSS	Feuilles de style en cascade ( <i>Cascading Style Sheet</i> )
DAT	Bande audionumérique ( <i>Digital Audio Tape</i> )
DHTML	HTML dynamique ( <i>Dynamic HTML</i> )
DVD	( <i>Digital Versatile Disc</i> )
Gb	Gigabit
IEEE	« i trois e » ( <i>Institute of electrical and electronics engineers</i> )
( <i>LD</i> )	Modélisation pédagogique ( <i>Learning Design</i> )
LFS ( <i>TLE</i> )	La Formule du Savoir ( <i>The Learning Equation</i> )
LOM	Métadonnées d'objets d'apprentissage ( <i>Learning Object Metadata</i> )
HTML	Langage de balisage hypertexte ( <i>HyperText Markup Language</i> )
MP3	( <i>MPEG-1/2 Audio Layer 3</i> )
MPEG4	( <i>Moving Picture Experts Group</i> )
OA ( <i>LO</i> )	Objet d'apprentissage ( <i>Learning Object</i> )
OAS ( <i>SOA</i> )	Architecture orientée services ( <i>Service Oriented Architecture</i> )
OWL	Langage d'ontologie Web ( <i>Web Ontology Language</i> )
OWL-DL	OWL Logiques descriptives ( <i>OWL description logics</i> )
PA	Parcours d'apprentissage
PNG	( <i>Portable Network Graphics</i> )
QTVR	( <i>QuickTime Virtual Reality</i> )
RDF	( <i>Resource Description Framework</i> )
SE ( <i>ES</i> )	Système expert ( <i>Expert System</i> )
SOFAD	Société de formation à distance des commissions scolaires du Québec
TEL-TEL ( <i>WYSIWYG</i> )	Tel affichage. tel résultat ( <i>What you see is what you get</i> )
W3C	( <i>World Wide Web Consortium</i> )

**(WYSIWIS)** (« *WHI-ZEE-WIZ* » *what you see is what I see*)

**XHTML** HTML extensible (*Extensible HTML*)

## RÉSUMÉ

En donnant accès à la théorie de la géométrie projective sous l'angle des médias interactifs, le projet *Perspective théâtrale sur la géométrie projective* permet une expérience unique d'apprentissage et de communication en ligne.

De la formulation des objectifs à la maquette, il a fallu s'appropriier les contenus, les catégoriser, les diviser, les relier, les structurer. Ce mémoire fait état de la démarche de structuration des ressources médiatisées d'un cours de géométrie projective et d'une pièce de théâtre sur la vie du mathématicien créateur de cette théorie, puis de la diffusion de ces contenus sur la Toile, par baladodiffusion ou en mode présentiel, en ayant recours au Web collaboratif et sémantique.

Ces nouveaux contextes d'échange permettent de passer outre les contraintes de distance, de temps et de disponibilités des personnes intéressées, tout en transmettant des informations à jour sur un sujet et en faisant participer activement les utilisateurs à façonner et partager leur expérience d'apprentissage. L'information sémantique attachée à chacune des unités médiatiques permet une appropriation des contenus sous de multiples facettes : linéairement, constructivement, artistiquement.

Une ontologie ajoute une enveloppe conjonctive aux contenus, donnant une structure de navigation cohérente. Cette ontologie permet à la fois de gérer les différentes ressources multimédias du projet, de construire le portail les diffusant et d'offrir aux usagers des interfaces interactives pour les manipuler. Des créateurs aux usagers, tous manipulent et profitent de la structure de l'ontologie et des ressources qui la composent.

*Brain Cuts*, un éditeur de courts métrages, est un exemple d'outil permettant aux usagers d'agrèger eux-mêmes les ressources multimédias du cours.

Les nouveaux outils qu'apporte l'avènement du Web sémantique aideront peut-être à construire un écosystème de connaissances (*Knowledge Ecosystem*) sur la Toile. Ce projet sert de plateforme expérimentale à ces nouveaux moyens interactifs en éducation.

### Mots-clés

médias interactifs, Toile, Web, Web sémantique, ontologie, téléapprentissage, théâtre, mathématiques, géométrie projective, gestion des connaissances.

## INTRODUCTION

Quand les mathématiques se mettent en scène dans les médias interactifs

On s'étonne souvent du mélange des genres lorsqu'il est question des arts de la scène impliquant des sciences ou des mathématiques. Pourtant, on n'est pas surpris par le fait que, dans le but d'incarner un rôle plus justement, un comédien doit étudier et apprendre des gestes précis de professionnels tels un médecin, un sportif de haut niveau, un policier, etc. Au cinéma, *A beautiful mind*, film mettant en scène un mathématicien, a connu un grand succès. Qu'en est-il de l'intégration des sciences dures dans les médias interactifs ou au théâtre ? Peut-on oser placer les mathématiques comme élément intervenant dans l'intrigue d'une oeuvre théâtrale et médiatique ? La recherche-crédation décrite dans ce document tient ce pari. Quels aspects de la démarche théâtrale et scientifique veut-on conserver et desquels peut-on profiter grâce aux nouvelles technologies ?

Étant une consommatrice de théâtre et de mathématiques, je dois souvent me résigner à ce que mes disponibilités ne coïncident pas avec les horaires des cours ou des représentations des pièces qui m'intéressent. Ces événements sont habituellement ponctuels et éphémères. Les professeurs et acteurs faisant usage du mode de communication orale, une partie de leur savoir et de leur art se perd lorsque les gens d'expérience et de renommée de ces domaines prennent leur retraite. Comment pallier ces aspects déchirants de perte ou d'inaccessibilité aux connaissances et aux représentations de ces arts ?

Sans parvenir à offrir un équivalent du théâtre vivant ou de la communication directe professeur-étudiant, je crois que les médias interactifs peuvent apporter une solution innovante à cette situation. Cette façon de donner accès aux mathématiques et aux arts de la scène remédie à mon avis aux problèmes d'éphémérité et de perte de connaissances de la transmission orale traditionnelle. On perd le sens du toucher humain, mais on gagne la conservation, l'accessibilité, l'adaptabilité et l'interactivité avec les connaissances. La granularité des unités médiatiques et la sémantique qui leur est associée apportent des richesses supplémentaires aux médias traditionnels.

Les tentatives d'adaptation du théâtre vivant et des mathématiques aux médias interactifs sont rares. Il est maintenant commun d'introduire les nouveaux médias dans la classe ou sur la scène, mais on tente peu souvent de porter l'exposé magistral ou la représentation théâtrale dans les médias interactifs. Ce projet de recherche-crédation démontre une volonté d'offrir le meilleur des deux mo(n)des en donnant accès aux richesses apportées par les nouveaux médias tout en maintenant les aspects appréciés des médias traditionnels de communication comme l'efficacité de la pédagogie orale.

De cette volonté de diffusion a émergé un site Web qui s'adresse à des gens qui aiment les mathématiques et qui éprouvent le désir de s'appropriier des connaissances dans un environnement où ils peuvent manipuler les contenus de façon constructiviste. Tout le monde y trouvera son compte, du néophyte en la matière à l'étudiant en mathématiques à l'université. Les interacteurs ont accès à un exposé autonome, c'est-à-dire qui ne demande pas de préalable et qui expose une idée complète. Ils auront l'occasion de découvrir que les coniques ne sont qu'une, un théorème fondateur de la géométrie projective, par le biais d'un cours magistral et interactif de géométrie projective, mais aussi par l'entremise d'une pièce de théâtre historique relatant les faits et les émotions qui mènent à cette découverte.

Comme cette démarche est peu commune, une méthodologie a dû être conçue et développée afin de rendre possibles la gestion et la réalisation du projet. Les concepts théoriques sur lesquels repose la méthodologie de la production sont à la croisée des chemins du téléapprentissage et du Web sémantique. Le projet est en effet scindé en une multitude d'unités médiatiques composées d'images, de sons, de films, d'animations, bref d'objets numériques, qui sont gérés et auxquels on accède grâce à la malléabilité qu'offre le Web sémantique.

Quelles ont été les oeuvres numériques marquantes qui ont précédé l'ère du Web sémantique? La comparaison avec certaines oeuvres traitant du théâtre et des mathématiques à l'aide des médias interactifs, parfois dans le téléapprentissage, permettra de situer la production et le choix de la méthodologie utilisée.

Les bases du projet étant contextualisées, la description de celui-ci est précisée en détaillant les objectifs généraux, le processus de création, les approches pédagogiques, la créativité, la technologie, l'esthétique sonore, l'esthétique visuelle et l'interactivité.

Quel a été le cheminement des artisans de cette production, de l'énoncé des intentions jusqu'à la publication du site sur la Toile ? La démarche de conception et de réalisation fût soutenue et dirigée par plusieurs experts, artistes et participants au projet. En particulier, l'enseignement reçu dans le cadre de la maîtrise en médias interactifs à l'École des médias de l'UQÀM fut déterminant dans le résultat du processus de création décrit dans ce document.

Finalement, les apports et les faiblesses des médias interactifs dans la diffusion d'un cours de mathématiques et d'une pièce de théâtre sont résumés dans la conclusion. On y discute également si l'interactivité a permis de transmettre plus efficacement la matière. On expose ensuite les développements futurs envisageables au niveau de la didactique des mathématiques, du téléapprentissage, de l'interactivité, de la généralisation des outils utilisés et de la diffusion universelle des contenus.

Sont traités en appendice les événements impliquant le projet, les participants principaux au projet et des articles détaillant certains aspects du projet.

## CHAPITRE I

### LES CONCEPTS QUI M'ONT INSPIRÉE DANS LA PRODUCTION



Dans ce chapitre, je visite les divers courants et concepts théoriques ayant inspiré ma recherche. Ces éléments ont eu un impact majeur sur la méthodologie utilisée dans le cadre de ma production. Il est donc important de donner ici une brève introduction à ces éléments.

#### 1.1 Unités médiatiques (objets d'apprentissage)

Dans un projet multimédia quelconque, le choix de l'unité médiatique, les éléments de base qui seront diffusés, peut se faire à divers niveaux de granularité (Paquin, 2006). Ce choix aura plusieurs conséquences sur la méthodologie de production et sur les moyens de diffusion. Par exemple, s'il est question d'une vidéo d'une heure trente, on peut choisir de la diffuser en un seul bloc, de la diviser en 4 chapitres d'environ 15 minutes, et on peut raffiner ce processus de découpage jusqu'à ce que chaque image soit considérée comme une unité médiatique. En pratique, dans un projet multimédia, le choix d'une granularité est fait globalement pour le projet et cela l'oriente définitivement vers une certaine finalité.

Dans le projet *Perspective théâtrale sur la géométrie projective*, chaque unité médiatique correspond à un fichier numérique. Par conséquent, la convivialité des outils s'abreuvant de ces ressources est dépendante de la granularité. Par exemple, si le fichier est une longue séquence vidéo, l'utilisateur devra premièrement attendre qu'elle se télécharge. Les données volumineuses sont difficiles à manipuler autant par les humains que par les machines. Dans ces conditions, il y aura moins de possibilités d'utilisation de ce fichier dans des outils ludiques.

Dans l'univers du téléapprentissage, les objets multimédias sont aussi considérés comme des objets d'apprentissage (OA ou *LO*) (Lamontagne, 2006). Les objets d'apprentissages ont aussi en général un niveau de granularité. Le standard LOM du IEEE, servant à classifier les objets d'apprentissage par métadonnées, tient d'ailleurs compte de ce niveau de granularité. Le champ « aggregation-level » est utilisé pour le décrire. Les valeurs proposées par LOM sont :

1. *Atomic (raw media)*
2. *Collection of Atomics (lesson)*
3. *Collection of level 2 objects (course)*
4. *Collection of level 3 objects (set of courses)*

Dans la production de *Perspective théâtrale sur la géométrie projective*, il a été convenu d'aborder cette question de la granularité de façon systématique. Tous les niveaux de granularité logiquement valables, pour chaque ressource du projet, sont pris en charge. Par exemple, au niveau de la pièce de théâtre, nous avons affaire aux niveaux suivants :

1. Une réplique d'un acteur
2. Une coupure logique dans la pièce (ensemble logiquement autonome de plusieurs répliques)
3. Une scène
4. Un acte
5. La pièce en entier

Une représentation analogue a été déterminée pour le cours de géométrie. Ce choix de morcellement a eu des conséquences marquantes pour le projet. Il amène inévitablement la nécessité de gérer efficacement un grand nombre d'unités médiatiques.

Un des buts premiers des OA est leur réutilisation. Les OA, comme les objets multimédias interactifs en général, sont relativement coûteux à réaliser. Le choix de gérer les OA à divers niveaux de granularité permet en retour de multiplier les modes de diffusion et de multiplier les occasions de réutiliser les objets dans divers contextes.

Un autre axe déterminant pour le traitement des OA fut celui des moyens de diffusion ciblés par le projet. Un des objectifs était de diffuser sur plusieurs médias la même base de contenus. Une version Web très interactive semblait un choix inévitable, mais la baladoémission (audio et vidéo) et le format DVD paraissaient très attrayants pour rejoindre un plus grand public. Même dans la version Web, il semblait souhaitable de supporter au moins deux versions : version lourde pour grande bande passante et version légère pour une bande passante faible. Même les fichiers multimédias originaux (sans compression) semblaient d'une importance si capitale pour le projet qu'il ne fallait pas les laisser de côté dans la gestion des objets multimédias.

L'axe « mode de diffusion » est ainsi venu s'imposer et a demandé de gérer chaque objet multimédia dans plusieurs versions, selon le degré de compression ou le format d'encodage numérique utilisé.

En combinant ces deux axes, nous avons alors estimé le nombre d'objets multimédias à gérer à environ 60 000. Ce nombre nous conduit à faire des choix conséquents. D'une part, il était impératif d'élaborer des processus automatisés de gestion et de modification des ressources. D'autre part, une approche sémantique est venue soutenir la gestion d'un aussi grand nombre de ressources.

## 1.2 Sémantique

### 1.2.1 Besoin de Sémantique ?

C'est maintenant la majorité des gens (au Canada) qui a accès à Internet, qui navigue et qui interagit sur la Toile. En effet, il est maintenant très facile de déposer des contenus (*Flickr*, *Youtube*, etc.) ou de les éditer directement sur le Web (*Wiki*) avec peu de connaissances techniques et sans gérer l'infrastructure les diffusant. Nous retrouvons sur la Toile une quantité inouïe d'objets multimédias. Avec la venue du Web 2.0, dans lequel tous les usagers contribuent en collaboration à l'enrichissement du Web, cette banque prend des proportions hors de la portée des humains.

La recherche d'un mot clé dans un moteur de recherche comme Google retourne presque toujours plusieurs millions de résultats. Comme l'intention de la recherche n'est pas inhérente au mot clé, la sémantique de la requête reste difficile à comprendre. On ne donne pas à l'utilisateur la possibilité de préciser son contexte et ses besoins de façon non ambiguë. De la même façon, l'indexation automatisée des pages Web qu'effectue Google traite les différentes chaînes de caractères et en extrait des mots. Ces programmes d'indexation ont un accès très limité au contexte et au sens de ces mots. La combinaison de ces deux lacunes, en négligeant la sémantique visée, amène des aberrations qui rendent parfois pénible l'utilisation du Web.

Donnons un exemple simple. Si nous entrons le mot clé « Ajax » dans un champ de recherche Google, nous obtenons plus de 82 millions de résultats. Dans la première page de résultats, j'obtiens (le 27-03-2008) des résultats sur :

1. une technique de programmation Web
2. une équipe de football
3. une ville en Ontario
4. une liste d'agences militaires, gouvernementales aux États-Unis

Si nous avons pu spécifier la sémantique du mot Ajax dans la requête et si Google avait

accès à la sémantique du mot Ajax quand son engin d'indexation rencontre le mot Ajax, les résultats de la requête auraient pu mieux converger vers les intentions de départ.

Lors de la session de discussion technique (*Tech talks*) de Google du 25 mars 2008, cette question a été soulevée par l'exemple des images : « What Do Those Images Have In Common ? ». Yahoo se lance également dans l'aventure du Web sémantique et mise sur les utilisateurs pour nourrir les sites Web de sémantique. Cet apport fait suite au Web 2.0, les taxonomies construites collectivement par la participation des utilisateurs que l'on appelle les *folskonomies*. Les détails de leur approche au Web sémantique seront connus dans quelques semaines, ce qui démontre que le domaine est émergent.

Certains répertoires d'objets d'apprentissage commencent à ajouter une sémantique aux objets qu'elles contiennent. Ces dépôts d'objets d'apprentissage constituent des viviers de connaissances dans lesquels les utilisateurs peuvent déposer ou puiser les éléments qui s'y trouvent. En attachant une sémantique formelle (logique) à chaque élément, il est plus facile de trouver un objet d'apprentissage qui correspond à nos besoins d'enseignement (compétence, niveau de difficulté, langue, relation avec d'autres objets, etc.) (Paquette, 1999; Paquette et al, 2006). Les développeurs de banques d'objets d'apprentissage abordent partiellement la problématique en utilisant des formats de métadonnées standards qui décrivent quelques propriétés intéressantes des objets d'apprentissage (titre, niveau de scolarité, etc.). Dans de rares cas, ils le font avec des ontologies (Paquette and Rosca, 2002). Nous avons parlé dans la section précédente du format LOM. Ces formats ciblent souvent des usages précis (LOM est pour les objets d'apprentissage) et ne peuvent donc pas convenir à tous les usages du Web. Malgré leur généralité, les formats de métadonnées sont souvent incapables d'exprimer toute la variété des besoins de caractérisation des usagers. Ces raisons, et bien d'autres raisons que nous ne mentionnons pas ici font que les métadonnées sur des objets du Web sont peu utilisées.

« Internet is now entering a second phase. It's finally beginning to resemble a truly interactive learning tool (Guardian, 2005). »

D'autres techniques sont aussi apparues avec les Web 2.0 : l'étiquetage des objets (*tag-*

*ging*) (Kroski, 2005). Les sites populaires du Web 2.0 (comme *Flickr*, *YouTube*, *del.icio.us*) permettent aux usagers d'étiqueter les objets avec des étiquettes arbitrairement formulées par rapport à leurs saillances. Cela donne lieu à des structures de classification nommées *folksonomies*. La facilité d'utilisation de ces étiquettes a aidé à propager leur utilisation. L'ambiguïté de la sémantique de ces étiquettes, l'absence d'un référentiel commun et divers autres facteurs font que cette façon d'aborder le problème mène rapidement à un fouillis (Peterson, 2006).

Une des pistes que nous voulions explorer dans le projet *Perspective théâtrale sur la géométrie projective* afin d'aborder ces problématiques sous un angle innovateur est l'utilisation des connaissances formelles pour indexer les objets multimédias. Quelle est la représentation des connaissances qui pourrait satisfaire les besoins du projet (Paquin, 2006, p.120) ?

### 1.2.2 Le Web Sémantique

La venue d'une couche sémantique qui s'ajoute à la couche syntaxique et à la structure du Web est une initiative proposée par l'inventeur du Web, Tim Berners-Lee (Voir figure 1.2.2). Cette initiative est celle du Web sémantique (Davis, 2008).

Si, en linguistique, la sémantique porte sur l'étude du sens à partir de la combinaison des mots, en intelligence artificielle, elle porte sur la capacité d'un réseau à représenter de la manière la plus humaine possible des relations entre des objets, des idées ou des situations (Le Grand dictionnaire terminologique, 2002b).

Les notions de concepts, de relations, de classes, de règles d'inférence ne sont pas nouvelles dans les systèmes experts (SE) et en intelligence artificielle (Paquin, 1988, 1991, 2000). Dans les années 1980, on parlait de représentation de connaissances en objets structurés (*frames*) (Minsky) ou en réseaux sémantiques (Sowa) sur lesquels des moteurs d'inférences en logique du premier ou second ordre pouvaient faire des déductions.

On en revient toujours au principe de base de l'intelligence artificielle : la simulation de l'intelligence humaine. La nouveauté réside dans le fait que ces principes sont appliqués au

Web. En 2001, de nouveaux standards internationaux sont apparus au W3C pour encoder la sémantique des contenus du Web. On parle ici principalement de RDF (Manola and Miller, 2004) et OWL (Dean and Schreiber, 2004).

Le langage OWL est un format XML permettant de décrire formellement des ontologies. En informatique, une ontologie est la description des concepts d'un domaine et de leurs interrelations (Paquin, 2006, p.271). Fondé sur la logique de description (*Description Logic*), ce format offre une façon rigoureuse de définir les différents concepts d'un domaine sur une base de logique mathématique. Il permet aussi de définir de façon arborescente et parfois réticulaire les propriétés de ces concepts et des relations entre des concepts. Finalement, OWL permet de définir des individus (ou instances) de ces concepts afin de les associer à des éléments du monde physique ou cybernétique. C'est cette dernière capacité qui permet de relier des instances de concepts abstraits (de connaissances factuelles par exemple) à des objets concrets du Web (objets multimédias).

Une fois que l'on dispose d'une ou de plusieurs ontologies et qu'une partie des ressources du Web sont indexées par ces ontologies en tant qu'instances des concepts définis dans ces ontologies, les humains et les logiciels peuvent profiter de cette sémantique pour faire des recherches ciblées et des associations d'idées précises. Grâce aux règles de la logique de description (fig. 1.2.2), des programmes nommés *engins d'inférence* peuvent raisonner sur les concepts, les relations et les instances afin de déduire automatiquement des théorèmes.

Un théorème est un énoncé portant sur les concepts, les propriétés et les faits qui ont été représentés formellement. Il est démontrable de façon formelle. Comme OWL-DL est une logique décidable et calculable, tous les théorèmes peuvent y être démontrés par un algorithme précis. Ceci contraste grandement avec d'autres théories formelles (par exemple l'arithmétique) dans lesquelles il est souvent impossible de décider avec une procédure fixe si une proposition est vraie ou fausse. En limitant adéquatement les possibilités d'expressivité, OWL-DL offre un cadre de calculabilité qui repousse plus loin les limites de la représentation formelle des concepts tout en gardant le tout accessible

aux agents logiciels.

Les engins d'inférence servent donc d'outils de classification et de recherche dans les ontologies.

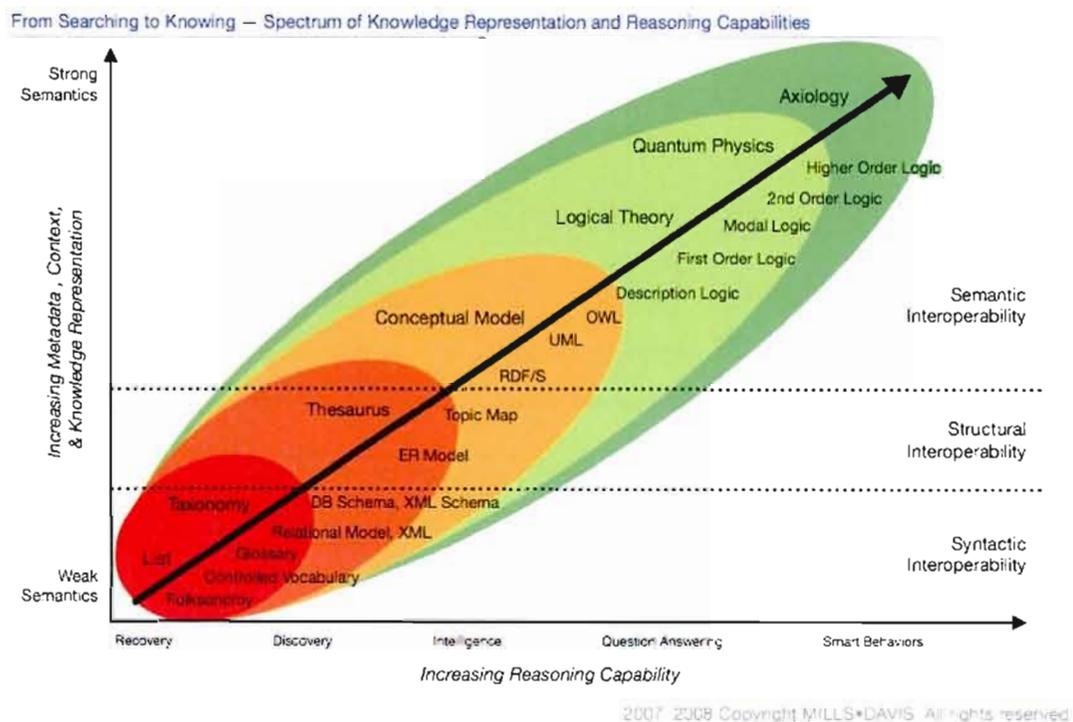


FIG. 1.1: De la recherche à la connaissance (Davis, 2008)

La colonne vertébrale de la production du projet *Perspective théâtrale sur la géométrie projective* repose sur une ontologie relativement simple, qui décrit les concepts du cours de géométrie (infini, plan projectif, etc.), les thèmes de la pièce de théâtre (persévérance, mort, souffrance, infini, etc.), les objets multimédias du projet et leurs propriétés (granularité, type, média, localisation, etc.). Cette ontologie offre un contrôle inégalé sur l'ensemble du projet et permet un accès ciblé aux usagers finaux qui peuvent aussi préciser la sémantique de leurs intérêts.

L'ontologie du projet n'a pas de visée universelle afin de couvrir les domaines du théâtre ou de la géométrie projective. Elle est spécifique au projet et en décrit tous les concepts et les relations particuliers. On est souvent porté à croire qu'une ontologie est une description objective d'un domaine de connaissances. Cela ne peut exister que si un consensus universel est établi et de telles utopies sont plutôt rares.

En fixant l'ontologie du projet, les intentions du projet ont été fixées. C'est-à-dire que les concepts importants ont été ciblés, les relations intervenant entre les ressources et dans leur diffusion ont été caractérisées, un vocabulaire commun a été défini, nous avons donc cerné l'ampleur du projet et décidé où nous voulions investir nos efforts. En résulte un accès direct et précis à l'essence du projet, et ce, pour les intervenants, mais surtout pour tous les usagers s'intéressant à cette production.

On peut se demander avec raison pourquoi développer une ontologie plutôt qu'une simple base de données indexant les objets du projet. On peut répondre à cette question d'au moins deux façons. D'une part, une base de données est un monde clos qui n'est accessible qu'à travers les interfaces que l'auteur a bien voulu développer. Une ontologie encodée en OWL est un monde ouvert sur le Web sémantique dans lequel un moteur d'inférence externe et indépendant peut faire les mêmes raisonnements que celui qui est utilisé dans le projet pour accéder aux connaissances contenues dans le projet. D'autre part, une base de données est une structure rigide et primaire qui laisse peu de place à la flexibilité et à l'évolution. Une ontologie est par définition une structure en continuelle évolution, capable de s'adapter à la réalité changeante des concepts et de leurs propriétés et axiomes. Ainsi, l'ontologie du projet a pu évoluer concurremment à la progression du projet.

### 1.3 Médias interactifs

Une fois les unités médiatiques fractionnées, indexées et référencées par leur sens, il est naturel de vouloir interagir avec celles-ci. Sur la Toile, on peut décider de déposer un

simple texte, mais on a également la possibilité d'interpeller davantage l'utilisateur en l'invitant à manipuler les informations numériques déposées et par le fait même, les concepts et relations derrière ces informations. Dans le Web 2.0, les internautes peuvent donner des commentaires, coter suivant leur appréciation, s'approprier et transformer les contenus s'ils sont de libre diffusion, etc. Dans le Web 3.0 (Web sémantique), on peut interroger les informations numérisées pour en savoir plus sur ce qu'elles sont, et ce, d'une façon plus proche de la pensée humaine que du fonctionnement de la machine. Plus on s'approche de l'intelligence humaine, plus les possibilités d'interactions sont intéressantes au niveau de la sensibilité par exemple. Comment se traduit l'interactivité si les informations numérisées constituent une pièce de théâtre et un cours de mathématiques en ligne ?

Dès qu'elles ne sont plus considérées comme de simples outils, les « nouvelles » technologies déterminent un changement dans la démarche théâtrale ainsi que dans l'écriture textuelle et/ou scénique, car leur dimension interactive interroge la relation entre l'acteur et le public. Scène et acteurs sont démultipliés dans un jeu qui abolit la notion d'espace, de temps clos, d'unicité de la personne au profit de l'ubiquité au point que le réel se confond avec le virtuel. Par identification ou distanciation, le spectateur se trouve ainsi confronté à son identité : individu unique et désirant ou homme-machiné, indéfiniment reproductible (Garbagnati et al, 2006).

Grâce aux médias interactifs, le « spectateur » peut à la fois visionner l'oeuvre théâtrale et s'en façonner une lui-même en puisant dans la banque de ressources qui est mise à sa disposition. De même, il peut apprendre en suivant le cours de géométrie, mais il peut aussi créer ses propres scénarios pédagogiques en assemblant les ressources à sa guise. Il peut évidemment mélanger les arts et la pédagogie des sciences en agrégeant des ressources mixtes. Les possibilités créatives et ludiques sont multipliées.

L'avènement du Web 2.0 a concrétisé la démocratisation des informations numérisées. Les usagers définissent eux-mêmes les règles d'utilisation, ils s'autoforment. Non seulement nous avons maintenant accès à la lecture des informations disponibles, mais nous pouvons également les manipuler, les transformer, les adapter à notre contexte d'utilisation. Les outils collaboratifs tels les wikis, forums, blogues, sites Web de réseaux sociaux permettent ce façonnement de l'information par un groupe de personnes, un réseau,

voire une communauté qui communique sans les contraintes de la distance. Les outils du Web 2.0 donnent des moyens aux internautes d'interagir, de communiquer, de s'exprimer. Les usagers ne sont plus des lecteurs passifs.

Le « sentiment d'habilitation que la technologie offre aux apprenants (Bernard et al, 2005) » est l'une des motivations principales du développement du téléapprentissage et de l'« éducation 2.0 ».

## 1.4 Téléapprentissage

« Le eLearning est un échange entre le contenu, les médias et l'apprenant par lequel l'évolution de l'humain est accélérée (novaconcept, 2006). »

La présente section propose une synthèse des informations qui furent l'objet de recherche de statistiques, de rapports d'études ou d'analyses dans le but de dresser un portrait actuel de la situation d'apprentissage en ligne dans les universités québécoises.

### 1.4.1 Contextualisation

Les premières générations de formation à distance transposaient littéralement un cours traditionnel en le distribuant en dehors des murs de classe (les cours par correspondance). « La troisième génération prend d'assaut le potentiel des nouvelles technologies de l'information et de la communication pour créer des environnements d'apprentissage plus conviviaux (REFAD, 2002; Sweet, 2000). » L'émergence de l'éducation 2.0 provoquera-t-elle une fusion entre l'éducation à distance et l'éducation en classe ? Autrement dit, est-ce que l'intégration des nouveaux médias dans la classe et la transposition de la classe dans les médias interactifs sont en train de se rejoindre dans le Web 2.0 ? Il semble que nous ne soyons pas tout à fait rendus à cette étape puisqu'on parle encore de complémentarité des modes d'éducation.

La formation à distance en français au Canada se transforme constamment afin de répondre aux impératifs de l'économie du savoir et aux besoins de la

clientèle apprenante qui désire de plus en plus accéder à des programmes de formation ouverts et flexibles. [...] la formation à distance est complémentaire aux gammes de produits et services traditionnels des établissements d'enseignement actuels (REFAD, 2002).

L'offre de cours se diversifie, mais également le mode d'apprentissage. De plus en plus de gens sont des étudiants en formation continue, travaillent en même temps qu'ils étudient et désirent apprendre quand ils le veulent et seulement ce qu'ils veulent et non plus par des programmes imposés. Ils expriment néanmoins toujours le besoin d'avoir des contacts humains (en présence ou virtuellement) et du tutorat (Bernard et al, 2005, p.34). Ils sont de plus en plus prêts à utiliser Internet comme média d'apprentissage.

#### 1.4.2 Impact des technologies sur l'éducation

Devant l'abondance d'information à laquelle les étudiants font face aujourd'hui, ce n'est plus l'accès au savoir qui est ardu, mais, de discerner ce qui est pertinent de ce qui ne l'est pas. Les médias interactifs sont accessibles et présentent un intérêt pour la jeune génération. Il semble que les nouveaux outils de collaboration, de réseautage et de qualification de l'information disponibles sur le Web pourraient transformer l'éducation dans sa forme actuelle.

Il est probablement vrai que la vaste gamme de technologies électroniques qui sont maintenant disponibles sont plus susceptibles d'apporter un changement dans l'éducation, par exemple, que les technologies du film, de la télévision, des machines à apprendre et des systèmes de tutorat intelligents (Bernard et al, 2005).

Les supports utilisés sont :

La radio, la télévision ou les bandes vidéo éducatives, l'enseignement assisté par ordinateur et l'enseignement informatisé, les systèmes de tutorat intelligents, les vidéoconférences et la vidéo interactive, le multimédia, Internet, l'enseignement sur le Web, l'apprentissage électronique, les portails universitaires, les bibliothèques et bases de données électroniques, les systèmes de gestion de l'apprentissage, les services électroniques aux étudiants ainsi que, plus récemment, les blogues, les wikis, les appareils numériques personnels et les lecteurs MP3 (Bernard et al. 2005).

Une partie de ces technologies contribue à ce que l'apprenant devienne le principal acteur de sa formation dont le tuteur sert d'accompagnateur, d'animateur, plus que de formateur. Toutefois, nous en sommes encore aux stades traditionnels de cours magistraux assistés de présentations (de type *PowerPoint*) et de communication par courriel du calendrier des événements ou des éléments à clarifier. Le Centre d'études sur l'apprentissage et la performance (CEAP) mentionne qu'en éducation à distance « la technologie est utilisée surtout à des fins de communication et de présentation (Bernard et al, 2005). »

On utilise présentement beaucoup Internet (45% des cas) comme moyen d'enseignement à distance (voir 1.2), ce qui est le cas du mode de diffusion de *Perspective théâtrale sur la géométrie projective*. Par contre, le projet diffuse également de l'audio et des vidéos unidirectionnels dans le cours et dans la pièce de théâtre, ce qui compte pour 2% des technologies utilisées en formation à distance présentement. Malgré le fait que la proportion de la vidéoconférence compte actuellement pour seulement 3% des technologies à distance les plus utilisées, il serait intéressant de l'expérimenter dans une phase ultérieure du projet.

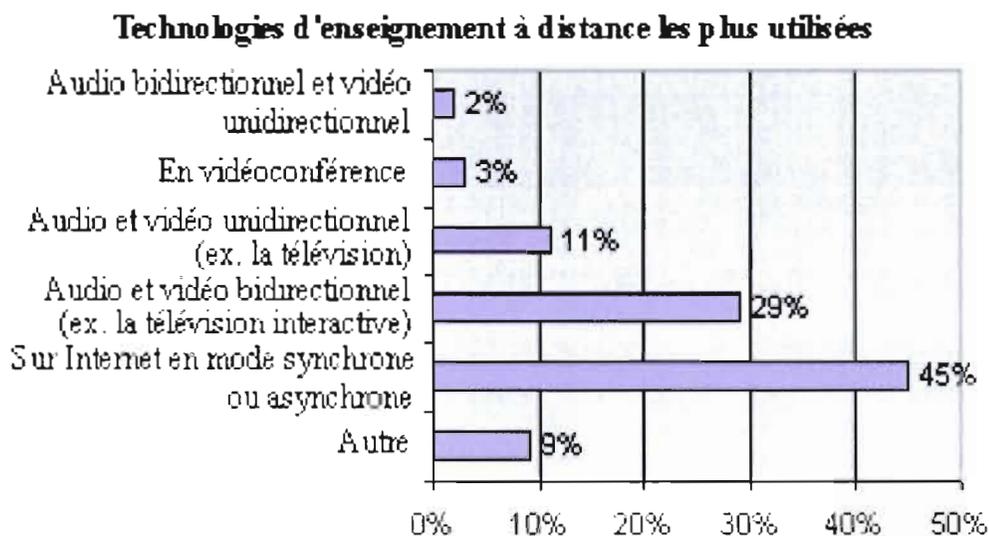


FIG. 1.2: Les différents modes de diffusion utilisés en formation à distance (Chartrand-Beaugard et al, 2005)

Deux types de temps caractérisent aussi la formation à distance, soit synchrone ou asynchrone. Le type synchrone ou en temps réel signifie que l'enseignement donné par le professeur nécessite la présence simultanée de l'étudiant. Le type asynchrone ou en temps différé permet à l'étudiant de suivre sa formation à son rythme, sans que la présence du professeur soit requise en simultanée pour assurer la transmission du savoir (REFAD, 2002).

Nous nous situons dans la deuxième catégorie.

L'utilisation des nouvelles technologies dans l'enseignement peut avoir un effet positif par rapport à l'enseignement en mode présentiel traditionnel. Cet effet s'accroît si l'apprentissage ne se fait pas en classe.

Les évaluations de l'apprentissage électronique varient de neutres à positives; il est au moins aussi efficace que l'enseignement traditionnel. [...] Les effets perçus de l'apprentissage électronique sont plus grands dans le cas de l'éducation à distance, où la technologie est nécessaire, et moins grands dans les contextes d'enseignement en personne (Bernard et al, 2005).

Les bénéfices de l'apprentissage électronique se situent surtout au niveau de la flexibilité, de l'accessibilité, de l'autonomie, de la motivation suscitée (Karsenti, 12-04-2006; Paquette, 2004b). Nous avons été sensibles à ces caractéristiques et avons tenté d'en tenir compte dans notre production. La flexibilité est assurée grâce à la sémantique. La production étant diffusée sur la Toile, l'accessibilité est maximale. L'autonomie de notre production vient du fait que le cours expose une idée qui ne demande pas de connaissances préalables et que toutes les ressources nécessaires se retrouvent sur le site.

Les avantages du eLearning [téléapprentissage] se traduisent par :

- une plus grande accessibilité à la formation.
- un choix de la langue d'enseignement,
- une approche individualisée,
- une interactivité,
- une réduction du temps de formation, des coûts à long terme.
- une flexibilité des horaires.
- une diversité des stratégies pédagogiques.

(REFAD, 2002)

Les avantages listés répondent aux besoins mentionnés en début d'exposé.

La littérature semble unanime sur le fait que le soutien à la pédagogie et le tutorat doivent primer sur la technologie. Ayant intégré la pédagogie de communication orale

(magistrale) à des outils constructivistes, notre production transpose et adapte dans Internet des moyens utilisés en classe. Toutefois, « la conception de cours efficaces pour l'apprentissage électronique ne ressemble pas aux méthodes pédagogiques traditionnelles (Bernard et al, 2005). » Dans notre cas, le tutorat se fait à la demande de l'étudiant, c'est-à-dire que celui-ci peut faire des requêtes au tuteur qui lui répond immédiatement ou en différé selon ses disponibilités. Nous avons exploité les moyens technologiques au maximum afin de pallier le mode différé de l'enseignement dans le but d'offrir un enseignement de qualité, supporté par les technologies.

### 1.4.3 Désavantages

Plusieurs vantent les vertus du téléapprentissage, mais on entend aussi parfois que ce mode d'enseignement est impersonnel, voire froid. Comme le téléapprentissage se fait souvent de façon asynchrone, les délais de réponses peuvent être frustrants pour les apprenants. Le manque de rétroaction immédiate de la part du tuteur peut être un problème. L'isolement de l'étudiant peut rendre son implication dans le cours ou avec ses collègues plus difficile. Comme les usagers sont plus laissés à eux-mêmes, la motivation est un facteur clé de la réussite, chez certains elle est augmentée et chez d'autres, c'est l'inverse. Le téléapprentissage est coûteux. L'apprenant peut aussi éprouver des difficultés techniques d'appropriation des logiciels ou technologies. La lecture de longs documents à l'écran ne semble pas encore une pratique courante dans la population. Dans le cas d'un cours de mathématiques, notons qu'il est difficile de réfléchir et résoudre un problème mathématique à l'écran sans utiliser des outils spécialisés et souvent coûteux à développer.

### 1.4.4 Coûts

On ne parle pas de la formation à distance sans voir poindre la question des coûts reliés en fond de scène. Ces interrogations sont justifiées du fait qu'il existe encore peu de grilles d'analyse des coûts dans ce domaine. Peu d'informations sur le sujet font l'objet de rapports sur la formation à distance. La nature des données recueillies se situe principa-

lement au niveau du financement global des approches d'apprentissage électronique : les subventions du gouvernement aux institutions scolaires en sont un exemple. « La technologie et les moyens humains et matériels nécessaires à son soutien sont coûteux (Bernard et al, 2005) ». Notons néanmoins que la TÉLUQ a un mode de calcul du seuil de rentabilité d'un cours à distance.

Il est souvent mentionné que les coûts peuvent varier énormément selon les projets et que dans certains cas, il est avantageux économiquement, mais parfois pas, d'avoir recours à l'apprentissage électronique.

De façon très informelle, nous avons sondé les différents intervenants de la formation à distance au Québec. On peut estimer le coût de développement l'apprentissage électronique à 1 500 \$ - 3 000 \$ par heure de cours. Un cours en ligne de 45 heures, aux études supérieures, donnant trois crédits, peut coûter entre 70 000 \$ - 125 000 \$. L'utilisation des nouveaux médias et du personnel d'édition variant beaucoup d'un projet à l'autre, il est difficile de baliser les coûts et de les caractériser. Dans notre projet, tous les intervenants sont bénévoles de leur temps et les heures n'ont pas été comptabilisées formellement. On peut toutefois estimer que les coûts sont comparables, voir supérieurs, à ceux énoncés ci-haut.

Dans le cas d'un cours en ligne, une panoplie de facteurs entre en ligne de compte dans l'estimation des coûts de développement : les modes de gestion de projet, les choix technologiques, les types de médias, la plateforme de diffusion, l'approche pédagogique, une variété d'intervenants spécialistes d'édition, de traduction, de médiatisation, de pédagogie, de technologie. C'est pour ces raisons que nous observons une grande variance au niveau des coûts de développement de cours en ligne et qu'il est difficile de les comparer avec le coût des cours traditionnels.

Malgré l'intérêt et les efforts de tous les intervenants impliqués (gouvernement, directeurs, professeurs, bibliothécaires, apprenants), les coûts de développement, d'acquisition, d'implantation, de formation et de maintenance des équipements et des logiciels demeurent un des obstacles majeurs à l'avancement dans ce domaine. Ce qui nous amène

à ne viser que des technologies accessibles et standards : Internet (HTML) qui ne requièrent pas d'équipement sophistiqué et que la plupart des gens utilisent déjà.

Comme on peut le constater dans le tableau 1.3, les gens utilisent déjà Internet à des fins éducatives en grand nombre. Par exemple, 11 % des utilisateurs canadiens d'Internet à domicile disent l'avoir fait pour l'éducation à distance, l'apprentissage autodirigé ou pour des cours par correspondance. Ces gens ont, entre autres, une soif d'apprendre lorsqu'ils vont sur la Toile. Nous visons à divertir ce public tout en leur donnant l'opportunité d'apprendre.

#### Utilisation d'Internet par les individus à des fins éducatives

	2005	
	Pourcentage des utilisateurs d'Internet à domicile <sup>1</sup>	Pourcentage des utilisateurs d'Internet à domicile qui ont utilisé Internet à des fins éducatives
	%	
<b>Utilisation à des fins éducatives</b>		
Éducation à distance, apprentissage autodirigé ou cours par correspondance	11,0	25,8
Recherche d'information pour des travaux scolaires ou pour résoudre des problèmes	28,1	66,2
Communiquer avec des professeurs ou des collègues (y compris pour remettre des projets ou travaux)	9,1	21,5
Communiquer avec l'administration, s'inscrire ou obtenir des notes	10,4	24,4
Autres fins éducatives	3,5	8,3

**Note :** Les tableaux de l'Enquête canadienne sur l'utilisation d'Internet (ECUI) débutant en 2005 remplacent les tableaux de l'Enquête sur l'utilisation d'Internet par les ménages (EUIM) disponibles de 1997 à 2003. L'unité de sondage n'est plus le ménage mais l'individu. Seulement les adultes de 18 ans et plus sont inclus.

1. Pourcentage de tous les individus de 18 ans et plus qui ont répondu avoir utilisé Internet au cours des douze derniers mois à des fins personnelles non commerciales à domicile.

**Source :** Statistique Canada, CANSIM, tableau (payant) [358-0133](#).

Dernières modifications apportées : 2006-11-01.

FIG. 1.3: Les statistiques de l'utilisation d'Internet pour des fins éducatives en 2005 (Statistique Canada, 2005)

En réalité, il est très difficile et très coûteux de produire un enseignement à distance de haute qualité capable d'attirer un nombre suffisamment important d'étudiants pour permettre aux fournisseurs de faire des profits. Cependant,

le marché est en croissance rapide et ce d'autant plus qu'il part de très bas.  
(Michel Averous and Gilbert Touzot, 2002).

Souhaitons que l'expertise du domaine du téléapprentissage qui se développe depuis quelques décennies contribuera à faire diminuer les coûts de développement, car il permet de rejoindre des étudiants qui, pour des facteurs de disponibilité, de distance, etc. renonceraient peut-être à la formation si elle n'était pas disponible à distance.

### 1.5 Géométrie projective

Je crois qu'il est possible de faire des développements très intéressants dans le domaine de l'informatique à l'aide de la géométrie projective. Je pense entre autres à la représentation de trois dimensions en deux dimensions, c'est-à-dire projeter les trois dimensions du monde réel sur un écran d'ordinateur. Je pense aussi aux anaglyphes, ces images en reliefs qu'on peut observer en regardant dans des lunettes aux verres de couleurs complémentaires (rouge et vert par exemple), qui peuvent être générées à l'aide de l'application de la théorie de la géométrie projective. La géométrie projective est donc actuelle et peut être utilisée dans les nouveaux médias. Depuis que l'ordinateur peut offrir un contexte immersif, la géométrie projective s'avère efficace pour encoder un monde réel en 3D en un monde réel modélisé, affiché en 3D.

« Since computer visualization attempts to mimic the human visual system, it is based on the understanding of how we see, and this understanding is the foundation of projective geometry. The basic hardware on today's graphics chips is essentially an implementation of projective geometry in 3 dimensions, and much of the practical knowledge involved in computer graphics can be best understood in the framework of projective geometry. For this reason it is good to have a basic knowledge of this geometry (Gunn, 2004).»

Dans *Perspective théâtrale sur la géométrie projective*, la géométrie projective sera présentée par le prisme historique, et nous nous attardons à un seul concept théorique. Nous appuyons cet enseignement par des outils constructivistes dont le développement

de certains repose sur la géométrie projective, ce qui constitue une mise en abyme de la géométrie projective en quelque sorte.

Les apports théoriques discutés dans le présent chapitre seront illustrés par des exemples d'œuvres basées sur ces concepts dans le chapitre suivant.

## CHAPITRE II

### MISE EN CONTEXTE DE MA RECHERCHE-CRÉATION PAR RAPPORT À D'AUTRES TRAVAUX



Est-ce que le théâtre et la géométrie sont mis en valeur par le potentiel dynamique, interactif et accessible que comportent les médias interactifs, en particulier la Toile, la baladodiffusion et le DVD ?

#### 2.1 Théâtre

Le théâtre d'avant-garde innove et explore parfois les nouveaux médias en les intégrant aux représentations théâtrales sur scène. Robert Lepage est l'un des créateurs ayant recours à de nouvelles technologies afin d'explorer des dimensions nouvelles du jeu théâtral. Les agents actifs du monde théâtral semblent toutefois tarder à explorer le média Internet comme forme d'expression du théâtre vivant. Notons toutefois le livre *Thé@tre et nouvelles technologies*, ouvrage collectif sous la direction de Lucile Garbagnati et Pierre Morelli (Garbagnati et al, 2006), qui se penche sur cette nouvelle dimension et qui résume à plusieurs égards la réflexion que nous avons eue pendant notre production (voir section 1.3). Plus près de nous, le *Colloque transdisciplinaire international : Intermédialité*,

*théâtralité, (re)-présentation et nouveaux médias* (Centre de recherche sur l'intermédialité (CRI) and Laboratoire des nouvelles technologies de l'image, du son et de la scène (LAN-TISS), 2007), qui s'est tenu à Montréal et Québec en mai 2007, démontre qu'il y a un intérêt vers cette démarche.

On trouve des centaines de sites Web répertoriant des calendriers de représentation, des publicités, des critiques, les textes et même des extraits (Library, 2008; theater bookshop, 2008; Theatre-contemporain.net, 2003), mais rarissimes sont les initiatives qui utilisent Internet comme canal de diffusion de la pièce en tant que telle. Toutefois, certains radiothéâtres sont maintenant offerts en baladodiffusion (sur *iTunes* par exemple). Afin d'exploiter à la fois les médias de diffusion d'Internet, de la baladodiffusion et du DVD, nous osons une telle expérience de jeu théâtral en adoptant le genre du radiothéâtre augmenté d'une partie visuelle. Guy Maufette, une icône dans ce domaine, est inspirant. Ce pionnier du radioroman a réalisé le populaire feuilleton radiophonique *Un homme et son péché*. Il a entre autres participé à créer un riche univers sonore pour cette oeuvre. Nous nous en inspirons pour la trame sonore et le bruitage de *Perspective théâtrale sur la géométrie projective*.

La pièce de théâtre à la base du projet, *Le jeune homme et la mort* de Marie La Palme Reyes (Reyes, 2002b), s'inscrit dans un courant de références aux sciences dures de plus en plus répandu, du moins dans le théâtre anglophone. Cette auteure a voulu faire comprendre au public les idées de base de la géométrie projective. Dans son blogue (décembre 2007), Mario Tessier mentionne des pièces de théâtre, surtout en anglais, où certains sujets scientifiques ont également été abordés d'une façon claire et honnête : *Breaking the Code* de Hugh Whitmore, *Copenhagen* de Michael Frayn (Wikipédia, 2007a, 2008d), *Squaring the Circle* de Tom Stoppard (Wikipédia, 2008) et plus près de nous, des pièces d'auteurs canadiens comme *Possible Worlds* de John Mighton (Encyclopedia, 2008; Wikipedia, 2008).

Soulignons plus précisément le travail de John Mighton dont le travail et les collaborations m'inspirent particulièrement. Ce mathématicien ne se limite pas à une discipline

et ne les traite pas séparément, il est mathématicien, mais aussi écrivain, pédagogue, etc. Soulignons deux de ces associations.

D'une part, Robert Lepage a repris la pièce *Possible Worlds* et l'a portée au cinéma. C'est un film tenant le spectateur en suspens, mais dont la partie mathématique n'est pas intégrée à l'intrigue du film.

D'autre part, Mighton et Lepage adaptent *The Elegant Universe* de Brian Greene (Greene, 2000) en relevant le défi d'expliquer la théorie des cordes avec un quatuor à cordes. Un autre mélange des genres intrigant qui méritera une écoute attentive. Le spectateur comprendra-t-il les idées directrices de la théorie des cordes? L'oeuvre artistique saura-t-elle tout de même intéresser et émouvoir le public néophyte dans cette discipline?

Ces trois créateurs contemporains sont pour moi les plus marquants du fait qu'ils allient brillamment les arts, les sciences et les nouvelles technologies. Brian Greene a d'ailleurs participé à une réalisation Web unique qui m'inspire pour le cours de géométrie. (Voir section 2.2.1)

## 2.2 Sciences et mathématiques

Les sciences et les mathématiques enseignées via un média interactif ne sont pas légions. Les exemples dénichés et présentés dans cette section sont toutefois éminents dans le domaine.

### 2.2.1 The Elegant Universe

Brian Greene a diffusé *The Elegant Universe*, une oeuvre abordant des sujets techniques de façon accessible et imagée, à travers une foule de médias : livre, série télévisée, site Web, adaptation au théâtre. Je m'attarde ici à la partie Web dédiée à l'oeuvre (PBS, 2003).

Une multitude de ressources accompagnent les trois heures vidéos de la série. Une foule de liens la complètent : des articles et interviews présentant les participants au programme, des modules interactifs traitant des aspects scientifiques, etc.

J'apprécie que le site soit constitué d'une foule de ressources cohérentes entre elles, enrichissantes et interreliées. On peut accéder aux différents compléments par un index ou par des hyperliens apparaissant pendant que la série défile à l'écran. On s'approche ici à mon avis de la flexibilité tant appréciée et désirée par les étudiants. Je crois que la granularité des contenus et leur présentation sous de multiples facettes sont appréciables. Dans ma recherche-crédation, je me suis référée à cette oeuvre lorsqu'il a fallu organiser notre vaste banque de données. Nous avons tenté d'obtenir des résultats comparables en nous basant sur la sémantique une fois nos contenus atomisés.

Dans la série Web *The Elegant Universe*, la flexibilité et l'accessibilité ne se limitent pas à la granularité des contenus. On donne plusieurs paramètres à l'utilisateur, dont la présence de l'interactivité et des sous-titres. Mentionnons aussi un simulateur constructiviste, *Multidimensional Math*. À certains égards, nous avons tenté de pousser l'interactivité un cran plus loin en impliquant directement l'utilisateur. Par exemple, l'utilisateur a la possibilité d'explorer les différentes notions à l'aide de simulateurs pendant que le cours défile, mais il peut également poser une question au professeur ou composer ses propres scénarios intégrant les ressources du cours. Il a aussi l'opportunité d'assister à une pièce de théâtre sur les notions enseignées.

La force de la série Web *The Elegant Universe* est sa visée grand public et la qualité cinématographique des vidéos présentées sur le site. Ce site n'est pas structuré comme un cours universitaire sur la théorie des cordes.

Dans le but d'explorer l'aspect pédagogie des projets réalisés avec les médias interactifs, attardons-nous à un produit qui a intégré des processus didactiques variés d'accompagnement à l'apprenant.

### 2.2.2 La Formule du Savoir (*The Learning Equation*)

Le ministère de l'Éducation de l'Alberta distribue des cédéroms éducatifs présentant le programme des cours de mathématiques de la 7e à la 12e année scolaire, en français et en anglais. Ce produit est jusqu'à présent inégalé au niveau de l'interactivité et de la conception constructiviste des outils. Il est structuré en leçons dans lesquelles on présente la matière par la lecture à voix haute de notions et d'exemples, par des animations, puis par des synthèses, des exercices, des jeux et des tests. Ajouter à cela le dossier de l'étudiant, endroit où sont consignés le parcours de l'étudiant, la durée passée dans chaque leçon, ses résultats de tests, etc. La structure navigationnelle et l'interface la représentant sont très claires et cohérentes malgré l'ampleur des contenus. Je crois que c'est dû au fait que le produit a été maintes fois révisé et mis à jour et que certaines personnes clés ont travaillé à l'uniformité au niveau de la structure des contenus et de la méthodologie de production de ces cours. Pédagogues et informaticiens ont travaillé de pairs.

Dans *La Formule du Savoir* (of Alberta, 2003), les lectures jouent un rôle de transmission orale, de cours magistral. Ce programme étant offert dans plusieurs langues, c'est à mon avis un choix judicieux, car les contenus sont réutilisables et plus faciles à traduire. Dans *Perspective théâtrale sur la géométrie projective*, la transmission orale du pédagogue constitue l'un des fondements du cours et nous avons choisi de montrer le professeur en train de donner son cours, afin qu'à travers l'écran, transpire sa passion pour le sujet.

Dans *La Formule du Savoir*, quinze modèles généraux d'exercices permettent un niveau d'interactivité fin. Des rétroactions associées à chaque réponse sont intégrées dans les pages en plus de la proposition de parcours différents selon que l'utilisateur veut approfondir la matière ou suivre le parcours de base. À mon avis, les contenus gagneraient en accessibilité si une sémantique leur était liée. Ils sont judicieusement segmentés et j'apprécierais pouvoir y accéder et les assembler afin de créer mes propres leçons. Ce désir a été pris en compte et une telle solution a été implantée dans notre production.

Le produit distribué par le ministère de l'Éducation de l'Alberta comporte plusieurs

explorateurs (simulateurs) très élaborés et interactifs. Ils visent à ce que l'étudiant saisisse, par l'expérimentation, les notions présentées dans le programme. Ces explorateurs sont contrôlables par les professeurs sur chaque terminal étudiant.

Dans notre projet, nous adoptons également une approche constructiviste en proposant des simulateurs interactifs manipulables par l'utilisateur. La projection du cercle en est un exemple dans notre production. (Voir 3.4.1)

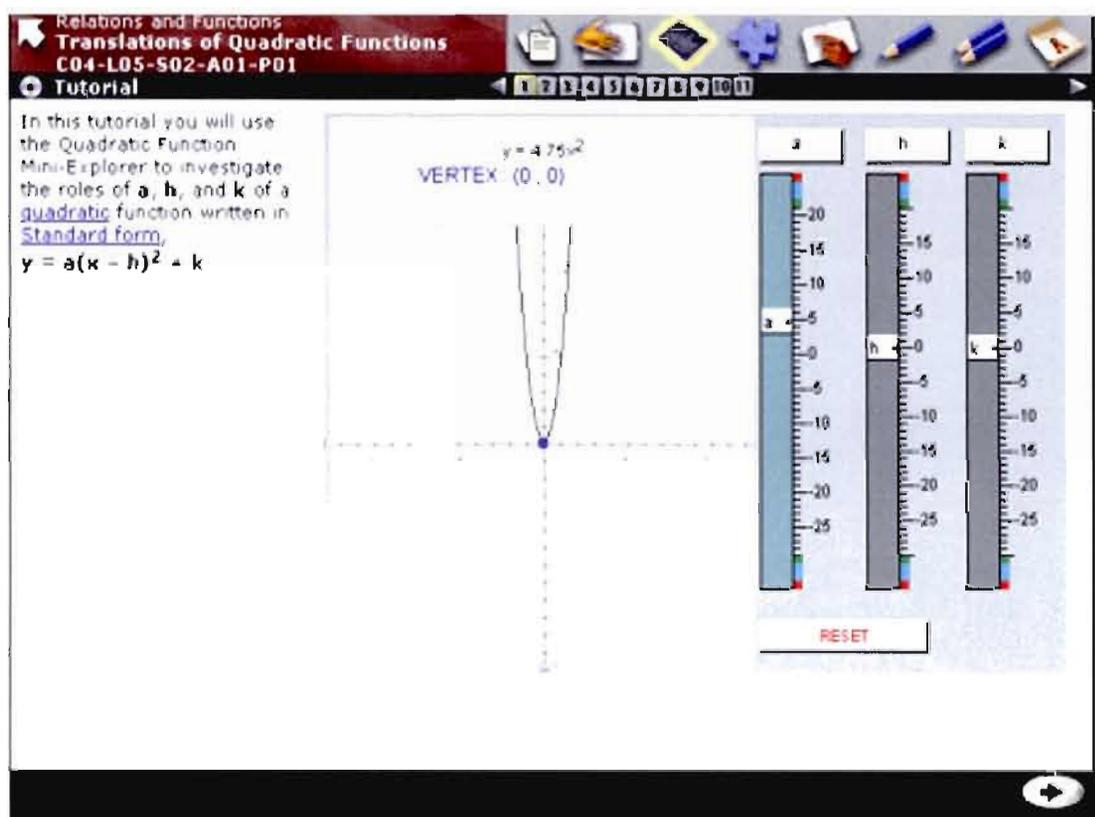


FIG. 2.1: Une capture d'écran d'un explorateur du produit *La Formule du Savoir*

*La Formule du Savoir* est une production d'envergure sans précédent entre autres parce que les moyens ont été investis pour développer de tels contenus et outils. Notre équipe étant réduite et bénévole, notre projet est de dimension plus petite, mais l'inspiration est tout de même valable vu la quantité de contenus que nous avons à gérer.

La Société de formation à distance des commissions scolaires du Québec (SOFAD) développe des produits de la même gamme que *La Formule du Savoir*, mais ne possède pas encore de séries interactives aussi complètes dans son curriculum.

### 2.2.3 Sites Web de mathématiques et de sciences

**Wolfram (Weisstein, 2008) et Cut The Knot : Interactive Mathematics Miscellany and Puzzles (Smullyan, 2008)**

Il s'agit de sites de type encyclopédique contenant des fiches sur une multitude de sujets reliés aux mathématiques. Là aussi, les données de ces banques gagneraient à être représentées par les relations et les concepts sous-jacents aux contenus.

Dans *Perspective théâtrale sur la géométrie projective*, nous tentons d'offrir un contenu mathématique plus substantiel, lié et autonome. De plus, nous voulons ce contenu accessible à un plus large public que celui visé par les sites Web ci-dessus. Dans notre projet, l'interface avec l'interacteur est plus imagée. La mise en situation de l'utilisateur effectuée dans le cours magistral offre des dimensions complémentaires aux sites visités.

Nous tentons de présenter nos simulateurs de façon à ce que l'interacteur soit impliqué sensoriellement et qu'il expérimente, mais qu'il en saisisse également le fondement, le principe illustré. Les simulateurs trouvés sur le Web sont tape-à-l'oeil, mais seul un adepte de la discipline peut associer le principe illustré avec la modélisation proposée, le profane n'y voit qu'un jeu abstrait de manipulations non contextualisées. Un mémoire fait état d'une analyse d'une grande banque de tels simulateurs et l'auteur propose une grille d'analyse de simulateurs sur Internet permettant de poser un diagnostic sur un simulateur, puis les solutions qui s'imposent (Coutant, 2007). Je suis de l'avis de l'auteur qui mentionne l'importance d'introduire les simulateurs en donnant des instructions simples et en proposant des interfaces interactives ergonomiques.

Plus généralement, se situer dans le contexte d'un site Web est une action que les

internauts veulent souvent faire (en consultant la carte d'un site Web par exemple). Voyons un exemple visuellement clair d'une structure de site Web.

### Connections in space (Mee et al, 2005)

Il s'agit d'un site intéressant offrant une navigation dans divers sujets intégrant des contenus artistiques et scientifiques par un plan interactif de lignes d'un métro. Les sujets sont interreliés et la représentation visuelle donne un modèle de navigation à l'utilisateur et lui donne une idée du niveau de complexité du site en un seul schéma. Toutefois, les informations sous-jacentes à chacun des sujets sont primitives et me laissent avec l'impression d'un travail de contenu non complété.

Les relations et les concepts que nous avons dégagés dans notre projet gagneraient à être représentés dans une représentation de type rhizome (Paquin, 2006, p.365) afin de donner un portrait instantané des contenus. Dans *Perspective théâtrale sur la géométrie projective*, la métaphore d'un théâtre va toutefois jusqu'à plonger l'utilisateur dans une salle de représentation. Il accède aux différents menus en manipulant des documents insérés dans la pochette du siège devant lui.

Parmi les éléments que l'on peut prendre dans la pochette avant se trouve entre autres un programme de théâtre menant vers la pièce, un livre de mathématiques menant vers le cours de géométrie et un éditeur de courts métrages Web. Nous avons comparé les parties théâtrale et mathématiques au début de ce chapitre. Voyons comment l'éditeur de courts métrages se situe par rapport aux outils Web comparables.

### 2.3 Outils de scénarisation Web

Une nouvelle gamme d'outils Web de montage apparaissent sur la Toile. Ces outils sont directement incorporés dans des sites Web. On peut agréger une variété de médias sur une ligne de temps (*timeline*) dans le but de créer des séquences multimédias. une

sorte de court métrage. Plusieurs de ces outils offrent seulement les fonctions primitives des logiciels de montage traditionnels. Dans la plupart des cas, on n'y trouve qu'une seule piste (*track*) et le choix des contenus à mixer est souvent très limité. De plus, peu de ces applications permettent de mixer des contenus de natures diverses. Certains sont ludiques comme le populaire *elfyourself* (OfficeMax, 2007), qui envoie par courriel un lien vers la vidéo créée.

Une *Enquête sur les éditeurs vidéo en ligne (?)* a été menée et donne un aperçu du marché actuel de ce type d'éditeurs. Mentionnons tout de même deux éditeurs qui se démarquent : *Le remixeur Youtube* (Good, 2007b) et *Vuvox*, présenté dans l'article *Mixer des photos et des vidéos avec Vuvox* (Good, 2007a). L'un atteint un large public étant donné la popularité de *Youtube* et l'autre permet le mélange des formats (photo et vidéo).

Notre projet intègre un tel outil, *Brain Cuts*, plus flexible et s'abreuvant à la base de connaissances structurée par le Web sémantique. (Voir section 3.4.1). Contrairement à notre éditeur de courts métrages, je ne crois pas que les éditeurs mentionnés dans cette section soient basés sur une approche sémantique.

J'ai l'impression que de façon générale, les approches sémantiques sur le Web concernent surtout des outils structurant la navigation comme des engins de recherches ou des banques d'objets d'apprentissage et ne structurent pas les oeuvres dans leur fonctionnement interne.

## 2.4 Sémantique

Je n'ai trouvé aucune oeuvre artistique se basant sur le Web sémantique. Toutefois, un rapport complet sur ce domaine émergent a paru cette année. *Semantic Wave 2008 Report : Industry Roadmap to Web 3.0 and Multibillion Dollar Market Opportunities* (Davis, 2008). mais comme le document se détaille au coût de 3495 \$. je n'ai pu en consulter que le résumé. L'auteur dégage de grandes tendances d'applications sémantiques. La première (*Semantic User Experience*) étant des interfaces usager intelligentes apportant des gains

de productivité et de satisfaction. La deuxième (*Semantic Social Computing*) touchant les systèmes de connaissances collectives. Les autres étant les applications, l'infrastructure et les développements sémantiques.

Lorsque le moteur de recherche *Yahoo!* donnera les instructions sur la manière d'ajouter de la sémantique aux contenus sur la Toile, nous allons référer l'ontologie du projet *Perspective théâtrale sur la géométrie projective* et chercherons du même souffle des oeuvres artistiques et pédagogiques comparables utilisant cette approche.

Dans cette section, *Perspective théâtrale sur la géométrie projective* est mis en contexte par rapport à des oeuvres d'envergure. Il faut noter que notre production l'est également, mais nous sommes une équipe réduite et n'avons pas de budget. Voyons ce qu'est précisément le projet *Perspective théâtrale sur la géométrie projective*.

## CHAPITRE III

### CHAPITRE 3 : DESCRIPTION DU PROJET



Le projet *Perspective théâtrale sur la géométrie projective* ([www.labtheatre.net](http://www.labtheatre.net)) constitue une expérience de dissémination de plusieurs contenus : mathématiques, théâtraux, artistiques et historiques. Les médias interactifs sont utilisés comme médium de diffusion de cette oeuvre sur la Toile, DVD et balado audio et vidéo. Les contenus forment une base de connaissances riche d'avenues multimédias. La richesse et l'abondance des contenus à la base du projet posent aussi des difficultés techniques notables. Bien peu de sites Web regroupent plusieurs centaines de pages de contenus interactifs aussi riches en éléments artistiques comme *Perspective théâtrale sur la géométrie projective*. Lorsque les sites s'approchent du niveau visé, ils sont gérés par des équipes de travail considérables et les budgets alloués sont en conséquence énormes. Nous croyons d'ailleurs que c'est la principale raison empêchant de tels projets d'arriver à terme. Dans le but de pallier ces obstacles, nous avons fait preuve de créativité et mis en place une méthodologie innovante.

En appliquant une méthodologie structurante sur les objets d'apprentissage modulaires, une seule notion est exposée sous plusieurs formes : en géométrie projective, « les coniques ne sont qu'une ». Les gens sont invités à découvrir les balbutiements de cette théorie en assistant à une pièce de théâtre relatant la vie du mathématicien qui l'a créée. Le « spectateur » pourra aussi découvrir de façon constructiviste un aspect particulier de la théorie en manipulant un simulateur de projections, en écoutant et visualisant la présentation de la théorie par des vidéos, en visualisant des exemples réels ou modélisés ou encore en répondant à des questions sur la théorie de la géométrie projective. On imagine facilement un interacteur parcourir les différentes scènes de la pièce de théâtre tout en faisant quelques sauts vers des énoncés mathématiques rigoureux, puis revenir à la pièce.

Cinq participants principaux sont à la base de ce projet (voir annexes 2, 3, 4, 5 et 6) et se sont posé beaucoup de questions par rapport à cette production. Étant donné

que les textes à la base du projet étaient déjà écrits, le questionnement a concerné la façon de les structurer et de les adapter pour les médias interactifs. Je partage ici une partie du questionnement. Quels aspects de l'apprentissage d'une théorie scientifique seront facilités par les médias choisis ? Les médias interactifs permettent-ils la diffusion des contenus pour des publics plus variés ? Peut-on présenter des objets d'apprentissage de façon à intéresser le spécialiste et le néophyte en la matière sans blaser l'un ni surcharger l'autre ? Comment permettre un temps d'investissement variant selon la disponibilité de l'utilisateur ? Comment diviser les contenus pour proposer différents parcours d'apprentissage cohérents ? permettant de créer des ponts d'interopérabilité entre les différents champs disciplinaires ?

De ces désirs et questionnements a émergé ce projet dont les objectifs, les approches pédagogiques, les technologies et les médias utilisés constituent une méthodologie avant-gardiste sous plusieurs aspects.



FIG. 3.1: Un aperçu du site Web du projet

### 3.1 Objectifs généraux du projet

Le projet ayant de multiples angles d'approches, fixer les objectifs a permis de canaliser les efforts et d'arriver à des résultats concrets dans des délais raisonnables.

- ATOMISATION : Explorer la granularité et la stylistique d'unités médiatiques dans un contexte d'interactivité (Paquin, 1988).
- SÉMANTIQUE : Associer une sémantique aux atomes pour naviguer selon diverses facettes.
- OA : Optimiser et automatiser la préparation d'objets d'apprentissage, adaptables aux multiples contextes de diffusion : Web, balado, DVD, etc.
- AGRÉGATION : Proposer des scénarios d'apprentissage ciblés, formés d'agrégats d'OA puisés dans la banque.
- CONSTRUCTIVISME : Permettre à l'utilisateur d'élaborer sa propre expérience d'apprentissage.
- AUTONOMIE : Séparer les ressources de leur contexte d'utilisation afin de les rendre indépendantes et réutilisables.
- INTERACTIVITÉ : Développer une interface engageante intégrant les contenus dans une structure interactionnelle et établir des ponts de navigation entre les composants.
- DIFFUSION : Diffuser sur la Toile, DVD, balado, des médias légers, minimisant l'utilisation de logiciels (*plug-in*).

Dans le but d'atteindre ces objectifs, un processus de travail a été défini et mis en place. Dans certains cas, comme au niveau de la sémantique, de la recherche-innovation a dû être menée afin d'inventer une méthodologie et des outils technologiques conséquents.

## 3.2 Processus de création

Quelles sont les grandes étapes de création ? Quel est le scénario du travail à accomplir ? Nous avons dégagé quatre types de tâches qui s'exécutent dans un processus itératif : composition, stockage, diffusion, appropriation (voir figure 3.2).

### 3.2.1 Composition (ingénierie pédagogique)

Les prémisses de la médiatisation sont l'écriture de la pièce de théâtre, du cours de mathématiques et des documents historiques, car de ces documents est né le projet multimédia. Un scénarimage (*story-board*) arborescent faisant état de l'idéation d'un projet basé sur ces textes a été produit.

Une méthodologie d'adaptation, de morcellement a été appliquée sur ces contenus (voir section 1.1). Les textes fondateurs ont été relus et divisés aux endroits où il y avait des coupures logiques, des transitions. Une idée par « coupure » fut la règle de base. Des agrégats ont été formés à partir de ces coupures. Ces parcelles ont été agrégées en respectant les documents originaux, mais également des ponts ont été créés en dégagant les concepts et relations de celles-ci.

La pièce de théâtre a été enregistrée à la manière d'un radiothéâtre avec une troupe d'acteurs-lecteurs. Des scénarios d'images ont été composés afin d'appuyer les contenus audios. Le cours de géométrie a été filmé. La pièce a été traduite en anglais, mais cette étape n'est pas complétée, car cette version de la pièce n'a pas été intégrée à l'oeuvre multimédia et le cours de géométrie n'a pas été traduit.

Le découpage en atomes a permis d'ajouter un tissu conjonctif duquel découle une structure de navigation cohérente. La structure qui sert à unir les atomes est l'ontologie du projet. À partir de cette structure, on peut dégager des parcours d'apprentissage (PA) suggérant une navigation précise dans les contenus.

Les contenus médiatisés sont finalement validés et approuvés.

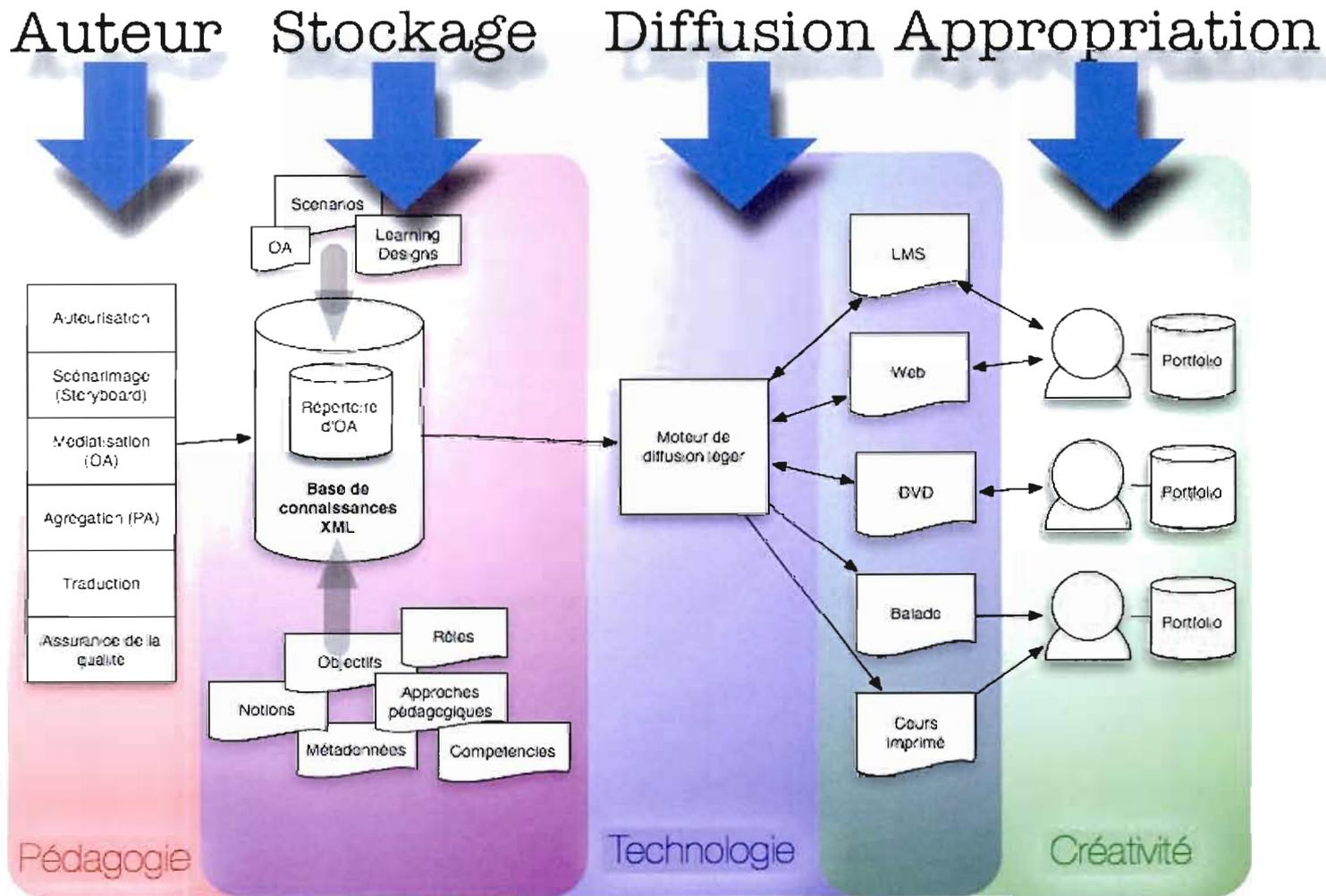


FIG. 3.2: Le processus de création du projet

### 3.2.2 Stockage

Une des innovations principales du projet réside dans cette étape, c'est-à-dire regrouper les contenus dans une base de connaissances. Un système complet de gestion des connaissances permet d'entreposer le répertoire des objets d'apprentissage (OA) du projet. Une ontologie OWL représente les compétences, rôles, domaines de connaissances, métadonnées, etc. de l'oeuvre. L'originalité vient du fait que l'on peut modifier le projet et sa structure en cours de route et que la technologie tient la route. Concrètement, le travail peut se moduler selon les changements qui surviennent lors du processus de production. Les changements auraient été beaucoup plus pénibles à faire avec une approche par base de données ayant une structure plus rigide. De plus, toutes les connaissances qui sont stockées dans l'ontologie (en format OWL-DL) du projet sont ouvertes sur le Web sémantique et peuvent être consultées par des agents externes (humains et machines).

### 3.2.3 Diffusion

De nos jours, une oeuvre est souvent diffusée sur plusieurs supports. On produit un film, on crée habituellement un site Web le publicisant, on le distribue éventuellement sur DVD, etc. Dans notre projet, tous ces supports viennent d'une même source et utilisent la même technologie sous-jacente. Décrivons cette étape plus techniquement, car cette innovation a mené à la création d'un serveur Web de toutes pièces.

La diffusion se fait par un moteur de diffusion léger, capable de représenter une application Web interactivement riche (AJAX) découpée en de multiples services Web. Le serveur livre les contenus en effectuant des requêtes à la base de connaissances et, selon les actions des usagers, en génère des interfaces pour permettre les interactions humain/connaissances/machine. Ce moteur peut à la fois satisfaire les spécificités de la diffusion Web, DVD, balado et même l'imprimé.

Ce moteur est un serveur de services Web (*multi-threaded*) léger (< 200k de code), fondé sur une architecture de services (*SOA*), qui ne requiert aucune configuration. Les ar-

tisans ne réalisent qu'une seule version de l'oeuvre qui sert ensuite les différents médiums de diffusions. Comme il est léger, on peut l'intégrer sur un DVD-ROM multi plateforme (Mac/PC). On obtient ainsi une version (hors ligne) du site Web interactif servi à un client Web traditionnel par ce serveur local démarré à partir du DVD-ROM. On navigue donc sur le DVD comme on naviguerait sur la Toile, sauf que l'expérience est plus fluide étant donné que les contraintes de bande passante sont éliminées. Le projet s'inscrit donc dans la philosophie que les applications Web hautement interactives vont de plus en plus remplacer les applications dites de bureau (*Desktop Applications*). Cette tendance risque de s'accroître avec la multiplication des plates-formes de diffusion disponibles amenée entre autres par les développements récents en terme d'informatique mobile : les applications mobiles sont en forte progression.

Les étudiants sont souvent les premiers à s'approprier les nouvelles technologies.

#### **3.2.4 Appropriation**

L'utilisateur s'appelle tantôt étudiant, apprenant, interacteur, spectateur, scénariste, etc. selon ce qu'il consomme ou crée. Dans le cas d'une oeuvre interactive, cet intervenant a dû être pris en compte dans le processus de création, car il en fait aussi partie. L'oeuvre continue de se créer lorsque l'utilisateur la consomme.

### **3.3 Trois axes d'approches**

C'est à lui que nous avons pensé en développant les trois axes sous-jacents à l'oeuvre.

#### **3.3.1 Pédagogie**

Ainsi atomisés et encodés, les objets d'apprentissage pourront être transmis sur le Web ou en accompagnement à un cours dans un établissement d'enseignement supérieur (cégep ou université). Les étudiants ont ainsi accès à des contenus qui leur sont destinés

et qui sont expliqués en vidéo par le mathématicien pédagogue idéal pour transmettre la théorie. Dans cette situation, le pédagogue en charge du cours dans un cégep ou une université pourra ainsi jouer le rôle d'accompagnateur, de soutien et de motivateur avec les apprenants plutôt que le transmetteur oral unique de la matière.

Un aspect des cours traditionnels que je tiens à souligner est que les mathématiques deviennent de plus en plus spécialisées et même surspécialisées. Les cours donnés dans les milieux universitaires et collégiaux mettent l'accent sur des techniques de résolution de problèmes et, en conséquence, les aspects historique, évolutif et humain du sujet sont souvent laissés de côté. C'est pourquoi il est à mon avis intéressant d'utiliser les médias interactifs afin d'offrir un enrobage plus diversifié que les classiques définitions, théorèmes, preuves, etc., constituants principaux des cours de mathématiques actuels. À l'image des cours donnés en sciences humaines, le projet met en valeur les acteurs du domaine en situant le contexte de développement de la géométrie projective, des précurseurs aux participants actuels.

De plus, l'approche permet à l'apprenant d'aller un peu plus loin dans sa compréhension en lui offrant une méthode d'apprentissage itérative au lieu du modèle linéaire et statique d'un manuel scolaire traditionnel. Grâce à la base ontologique, il est possible de consommer les mêmes OAs de façon adaptée à différents besoins et désirs.

Les approches pédagogiques qui ont été privilégiées sont :

- Transmission orale.
- Constructivisme,
- Simulations, jeux interactifs, ludo-éducatifs.
- Environnement engageant, voir immersif.
- Quiz, auto-évaluation.

Ces approches pédagogiques sont supportées par des technologies variées, standards et dans certains cas innovantes.

### 3.3.2 Technologies

Je m'intéresse à la diffusion de contenus scientifiques sur le Web depuis plusieurs années. J'ai participé à la vague de développement des DVD-Roms ludoéducatifs des années 1990. Une des raisons qui a contribué au déclin de ce médium de diffusion est à mon avis attribuable au fait que l'utilisateur doit effectuer des manipulations (parfois techniques) pour avoir accès aux contenus, aux jeux. Nous avons surmonté cette contrainte en visant le moins de manipulations possible pour accéder aux contenus. La valeur technologique du projet réside en quelques points clés.

D'une part, nous avons opté pour ne gérer qu'une source de laquelle on génère plusieurs interfaces. La source, l'ontologie, regroupe toutes les ressources. De là, sont générés le site Web, la banque de ressources « consommables » par *Brain Cuts*, les balados, le DVD, etc.

Ensuite, dans le but de joindre le plus grand nombre de personnes, il fallait que les ressources soient « consommées » via une interface Web. L'application Web est programmée en DHTML (HTML + javascript), ce qui donne une universalité à la diffusion des contenus. Aucun plugiciel n'est utilisé (dans HTML 5.0, la vidéo sera supportée) afin de faciliter l'accès au projet. Les standards sur lesquels se repose le projet sont régis par le W3C : OWL(XML) pour l'ontologie, DHTML et CSS pour l'affichage à l'écran. Les unités médiatiques sont encodées dans des formats largement utilisés : MPEG4, MP3, PNG.

En découle une application multiplateforme dont les contenus peuvent être visionnés sur un site Web, mais aussi à travers un ANP (PDA) ou sur un DVD. Nous avons adopté une approche tel-tel (WYSIWYG & WYSIWIS) c'est-à-dire que les créateurs de contenus et les usagers finaux utilisent la même interface.

## Web, DVD

Les moyens de diffusion à privilégier ont été longs à cogiter : DVD-Rom était la solution la plus probable au début, mais avec les développements technologiques des dernières années (YouTube, Web 2.0, Web 3.0, etc.), la puissance des ordinateurs et la capacité d'entreposage, la vitesse de téléchargement possible, Internet et les technologies les plus minimales (HTML, javascript) sont en définitive devenues des options appropriées.

Il est donc à noter que seules des technologies standards Web ont été utilisées dans le produit final (DHTML, javascript). Ainsi, le site peut être visionné sur des écrans d'ordinateur traditionnels, mais aussi sur les nouveaux appareils mobiles qui permettent la navigation sur Internet. Nous n'avons pas utilisé le format Flash, mais l'apparence et l'interactivité sont tout aussi alléchantes grâce aux développements Ajax. L'Ajax est généré en petits blocs à partir d'une structure formalisée, une ontologie.

## Ontologie

La création de l'ontologie est le processus de développement de concepts, relations, procédures et plans afin d'atteindre et de maintenir les objets multimédias. En quoi l'ontologie nous est-elle utile dans le développement des contenus ? Elle aide à spécifier, unifier, simplifier et standardiser les objets puisqu'elle nous permet de définir le projet de façon logique et cohérente. En fait, l'ontologie permet d'établir des dispositions destinées à un usage commun et répété, visant à l'obtention du degré optimal d'ordre dans un contexte de 60 000 objets.

Un aspect fort appréciable de l'approche ontologique et du Web sémantique tient au fait que tous les participants au projet utilisent un vocabulaire commun et peuvent s'y référer dans les discussions et les productions réalisées en équipe avec d'autres membres.

L'ontologie donne une facilité d'accès à l'information du projet

- Permet de circonscrire le projet :

FIG. 3.3: Page d'accueil du site Web



- Permet de centraliser les données ;
- Aide à focaliser sur des objectifs de développement clairs, définis ;
- Aide à l'organisation du projet, sa gestion, à déterminer les tâches à exécuter ;
- Facilite l'établissement de normes ;
- Aide à définir, en fonction des besoins, les méthodes de production, les caractéristiques des éléments, les modèles d'analyse, etc., en réduisant le plus possible leur diversité.

Étant donnée l'innovation de cette méthodologie, voyons les avantages et les désavantages.

### Avantages

Le contexte du projet est multidisciplinaire, multipartite. De plus, la plupart des ressources sont exportées en plusieurs versions. Il faut donc une structure qui permet d'uniformiser le vocabulaire et qui évite les dédoublements. Une méthodologie basée sur une ontologie répond à ces besoins. Plus spécifiquement, elle apporte les avantages suivants :

Structure : Permet de définir et structurer les contenus de façon logique en tenant compte de leurs multiples facettes.

Vocabulaire : Permet d'appliquer une normalisation à tous les aspects du projet, y compris les termes à employer.

Gestion : Donne une emprise sur le projet, un contrôle accru des objets, une gestion éclairée.

Précision : Permet d'agir sur les objets ayant des similarités liées à des variables spécifiques.

Standard : La base de connaissances est dans un format ouvert, par opposition à un format propriétaire.

Pont : Permet de créer des ponts (relations) entre les disciplines, en l'occurrence le cours de mathématiques et la pièce de théâtre.

Par exemple, les contenus sont diffusés pour une bande passante à grand débit, à petit débit, pour ANP(PDA), etc. Ces contenus font références aux mêmes concepts, ils font partie des mêmes classes et ont les mêmes relations. Toutefois, ils ne sont peut-être pas « consommés » par les mêmes interfaces. Lorsque nous faisons référence à ces contenus dans les discussions entre les participants au projet, nous avons l'assurance de parler des mêmes choses, car nous les avons définies dans l'ontologie. Ceci évite des malentendus. Nous avons un portrait de la complétion des tâches à exécuter, de l'ampleur du projet.

### Désavantages

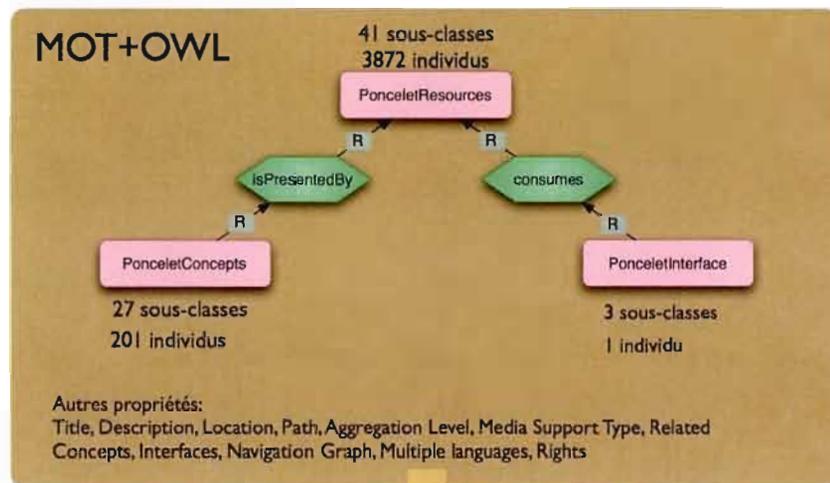
La faiblesse de cette approche est qu'il est difficile de trouver d'autres projets qui ont utilisé une méthodologie basée sur une ontologie Web, car le domaine est encore jeune. La nouveauté par rapport aux recherches précédentes en intelligence artificielle est que les outils à notre disposition sont collaboratifs et disponibles sur le Web. Cet aspect contribue à mon avis à la réussite de cette approche. Notons toutefois :

- Jeunesse du domaine de recherche ;
- Les applications du Web sémantique sont encore émergentes ;
- Manque de maturité des outils.

Maintenant que la justification de la méthodologie utilisée est établie, analysons le coeur de l'ontologie de *Perspective théâtrale sur la géométrie projective*.

### Description de l'ontologie de notre projet

La représentation des connaissances s'est faite en compagnie de tous les intervenants du projet. Ceux-ci ont spécifié quels étaient les concepts (infini, mort, souffrance, plan projectif, etc.) présents dans les unités médiatiques et en ont dégagé les principales propriétés (titre, niveau d'agrégation, etc.) et relations. Le premier niveau de l'ontologie résume bien la stratégie organisationnelle de gestion du projet que l'on peut formuler de cette façon : les concepts sont représentés par des ressources et les interfaces consomment des ressources (Voir figure 3.4). Ces connaissances sont représentées formellement par les



## OWL-DL (W3C)

### DHTML

FIG. 3.4: Le niveau supérieur de l'ontologie du projet

standards du Web sémantique (OWL-DL). Les détails de l'ontologie sont exposés dans un article en annexe du présent document (Voir appendice 1).

Un autre aspect unique et facilitateur de l'approche développée pour ce projet tient dans l'exportation de ce format dans le format Web (DHTML). Ainsi, lorsqu'un des participants enrichit l'ontologie de nouvelles ressources, relations ou de nouveaux concepts, ces éléments s'exportent dans le site Web, et par conséquent dans les autres formats, sans qu'il n'y ait à faire de la programmation à la pièce. Cette méthodologie a rendu possible la production en mode itératif. Le maximum des idées ont été formalisées au départ, mais de nouvelles sont évidemment nées pendant le développement. Elles ont pu être intégrées sans remettre en question tous les échéanciers et livrables. De plus, cette méthodologie et cette technologie créent une application concrète qui profite aux créateurs et utilisateurs à la fois. En fait, le même procédé sous-jacent est utilisé lorsque l'utilisateur crée ses scénarios à partir de la banque de contenus.

On obtient ainsi le meilleur des deux mondes : ontologies versus folksonomies. L'ontologie offre la structure de base qui est malléable et fortifiée par les apports des utilisateurs non spécialistes (folksonomie). Il serait intéressant que le site Web *labtheatre.net* offre aussi la possibilité aux collaborateurs d'ajouter et référencer de nouveaux contenus à la banque des ressources de *Perspective théâtrale sur la géométrie projective*. Il en résulterait une évolution fertile des contenus.

### 3.3.3 Créativité

Dans le but d'offrir une oeuvre singulière dans laquelle les usagers peuvent exprimer leur créativité, les éléments suivants ont été traités avec particulièrement de soin.

- Apporter un aspect dynamique, historique et humain à la rigueur des mathématiques ;
- Donner l'opportunité d'exprimer sa créativité en éditant des scénarios mixant divers médias sur une ligne de temps (*timeline*) : vidéos, images, sons, pages Web, etc. ;
- Offrir un site dans lequel les contenus sont projetés en 3D dans l'environnement ;
- Permettre l'adaptation à différents contextes ;
- Design de l'environnement invitant.

Autrement dit, une dynamique s'ajoute aux mathématiques, l'utilisateur s'approprie les contenus malléables avec lesquels il peut autant faire un cours de théâtre qui va parler de mathématiques que de bâtir un cours de mathématiques... dans un environnement 3D.

Les outils d'éditions Web mis à la disposition des usagers les invitent à participer de façon créative au projet. Ils peuvent concrétiser leur apprentissage ou en faire un jeu ludique en assemblant différentes ressources tirées de la banque. Ils interagissent avec celles-ci.

## 3.4 Médias interactifs

### 3.4.1 Interactivité

Dans *Perspective théâtrale sur la géométrie projective*, l'apprenant a accès à plusieurs outils pédagogiques multimédiatisés. Le professeur illustre ses propos en invitant l'interacteur à consulter des notes de cours, des schémas, des simulateurs constructivistes et propose même d'aller voir la pièce de théâtre qui traite de ce sujet également.

Les médias interactifs sont utilisés pour plusieurs aspects : structurer la navigation, visualiser des concepts mathématiques par des simulateurs interactifs, créer des scénarios d'objets multimédias du type court métrage, poser des questions au professeur et répondre à des jeux-questionnaires.

### Relation professeur-étudiant

Les séquences vidéos sont découpées en chapitres, tableaux, coupures, dont chacune exprime une idée mathématique. Cette structure permet entre autres à l'utilisateur de poser des questions auxquelles le professeur répondra au moment opportun, c'est-à-dire à la fin d'une coupure. De courtes séquences vidéos montrant le professeur demandant à l'étudiant quelle est sa question ont été filmées dans le but de permettre cette interactivité. Si la coupure est longue, le professeur dit à l'étudiant virtuel qu'il retient qu'il a une question à poser et qu'il lui répondra sous peu.

### Simulateurs

Une série de simulateurs ont été imaginés et développés pour le projet. Je présente ici ceux qui ont été retenus dans l'oeuvre finale. Dans le chapitre suivant, des tentatives restées au stade d'ébauche sont présentées.

Le but de l'exposé du cours est qu'en géométrie projective on peut démontrer que :

« les coniques ne sont qu'une ». Ce principe peut aisément être illustré visuellement et à ce jour, deux simulateurs constructivistes ont été développés pour le projet. Ils ont d'ailleurs été programmés avec les principes de la géométrie projective. Cet aspect du projet permettra aux étudiants virtuels de constater une façon concrète d'utiliser la géométrie projective dans un contexte actuel.

Un de ces simulateurs est représenté dans la capture d'écran suivante 3.5. On peut voir l'infini, souvent évoqué dans la pièce et le cours. La sphère peut se déformer en ellipsoïde, parabololoïde, hyperboloïde selon les manipulations de l'interacteur. La géométrie projective a d'ailleurs été utilisée afin de créer ce simulateur de déformation où les aspects mathématiques de perspective sont représentés de façon virtuelle.



FIG. 3.5: Une capture du simulateur de quadriques

Un autre simulateur permet de déplacer une source lumineuse et de constater la modification de l'ombre d'un objet circulaire en temps réel. L'interacteur est amené à découvrir la géométrie projective en « construisant » lui-même la projection du cercle en une conique (hyperbole, parabole, ellipse, cercle) et à conclure que les coniques ne sont qu'une. Il constate que l'ombre du cercle a tantôt la forme d'une ellipse, d'une parabole

ou d'une hyperbole (voir figure 3.6).

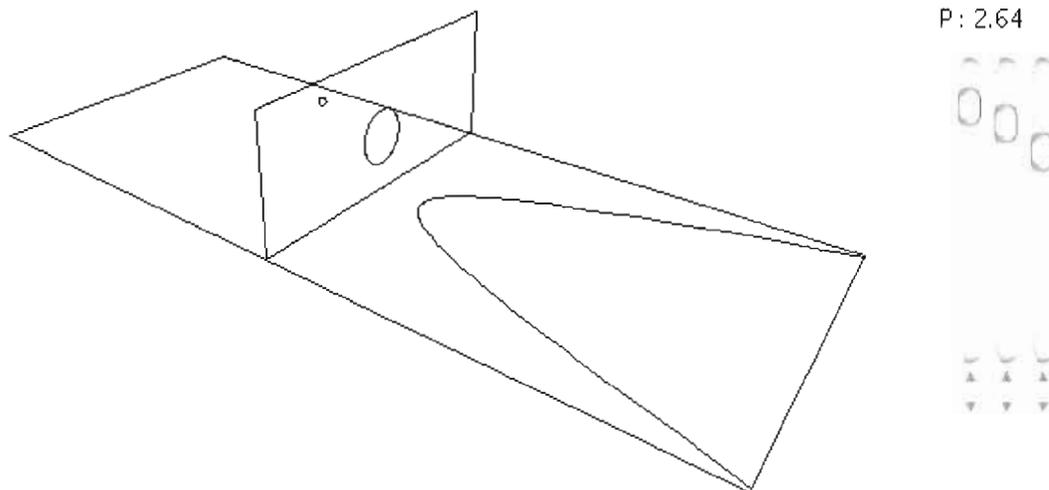


FIG. 3.6: Une capture du simulateur de coniques

### Éditeur de scénarios

Le dernier cri de l'interactivité est d'utiliser le Web 2.0 et le Web 3.0 pour créer et partager des contenus. *Brain Cuts*, un outil Web de scénarisation multimédia, a été développé dans cette optique. On peut créer son propre scénario de court métrage Web en puisant dans la banque d'unités médiatiques. On peut aussi ouvrir le scénario d'un autre usager, puis le modifier et le partager avec les autres utilisateurs.

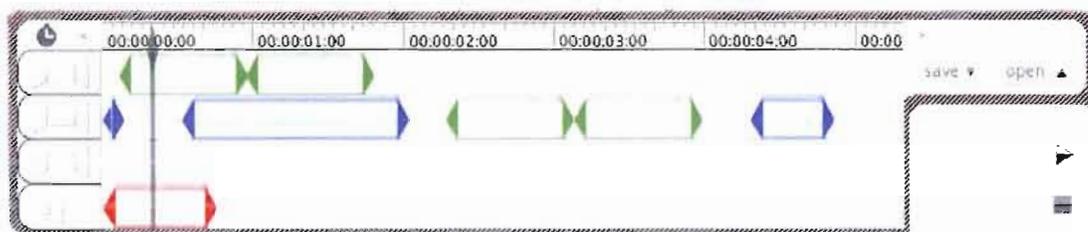


FIG. 3.7: Une capture de l'éditeur de scénarios *Brain Cuts*

*Brain Cuts* fait le séquençage des contenus et les projette dans différents environnements 3D (par exemple, les murs d'une pièce). C'est une application Web 3.0 qui permet à l'utilisateur de naviguer dans une base de connaissances, y extraire des capsules de connaissances et les assembler pour former des courts métrages expressifs. Ces créations peuvent être distribuées instantanément avec les autres visiteurs et dans des réseaux sociaux. Les capsules de connaissances sont des documents multimédias (textes, images, vidéos, musiques, effets sonores, pages Web) enrichis avec des connaissances (métadonnées, balises (*tags*) de la folksonomie). Cette application respecte les standards Web et peut donc être utilisée sur des appareils mobiles qui permettent la navigation Web.

Sur la figure 3.7, on peut voir 4 pistes servant à alimenter la ligne de temps du scénario :

1. Piste visuelle du mur de gauche,
2. Piste visuelle de la scène centrale.
3. Piste visuelle du mur de droite,
4. Piste de la trame sonore.

On peut également distinguer les types de médias par la couleur qui leur est attribuée :

**Vert** Image,

**Bleu** Vidéo et QTVR,

**Rouge** Son.

Les pointes de flèches sont des poignées permettant d'ajuster la durée que l'on veut attribuer à l'unité médiatique dans le scénario. À droite, on voit l'interface de recherche des unités médiatiques et les commandes pour sauvegarder et ouvrir des scénarios.

En accollant une sémantique aux contenus, la recherche des unités par des moteurs de recherche (engin d'inférence) ainsi que l'accessibilité sont facilitées, enrichies. La sémantique permet une interactivité logique et ludique avec les ressources en créant nos propres scénarios à partir des unités médiatiques disponibles.

Comment les scénarios sont-ils encodés ? Un langage d'objets de scénarisation fut créé afin de coder les scénarios au moment de la saisie par l'interacteur. Ce langage a aussi été

utilisé pour créer les scénarios « officiels » du cours de géométrie et de la pièce de théâtre. Nous avons voulu ce langage assez riche pour être en mesure d'exprimer les besoins que nous rencontrions dans la réalisation médiatique de ces oeuvres. La synchronisation des images et des vidéos avec la trame sonore est cruciale. L'utilisation de l'« abstraction linguistique » (un petit langage pouvant décrire les objets d'un domaine) pour exprimer le séquençement d'unités médiatiques fut payante. Créer cette technique a facilité la gestion et l'exécution des changements dans les scénarios et a ainsi permis de les raffiner en plusieurs itérations.

Par exemple, le scénario de la Coupure 00 de la Scène 1 de l'Acte 1 (A1-S1-C00.mp4), est décliné en 4 étapes. En premier lieu, au temps 0, une séquence aléatoire (*random*) d'images prises dans le dossier /Visual/Uncompressed s'affiche au centre, à intervalle de 4000. Ainsi de suite pour les trois autres commandes.

```
("A1-S1-C00.mp4"
 ((0      "random"  "center" 4000 "img/theatre/compressed/Left/Play/...
 (15000  "fixed"    "left"  5000  "img/theatre/compressed/Left/Play/...
 (50000  "cycleLFR" "all"   3000  "img/theatre/compressed/Left/Play/...
 (70000  "clear"    "left right"))))
```

Le langage comporte des primitives comme :

- afficher image fixe  $p$  à un temps  $t$  sur le plan 3D  $\pi$  pour une durée de  $d$  millisecondes :
- afficher vidéo  $v$  à un temps  $t$  sur le plan 3D  $\pi$  :
- faire jouer la piste sonore  $s$   $p$  à un temps  $t$ .

Il comporte aussi des éléments composites comme :

- afficher une séquence aléatoire d'images puisées dans un dossier  $f$  à un temps  $t$  sur le plan 3D  $\pi$  avec changements d'images à chaque  $\delta$  millisecondes pour une durée de  $d$  millisecondes :
- afficher un cycle d'images panoramiques puisées dans un dossier  $f$  à un temps  $t$ .

## Navigation

On peut accéder aux unités médiatiques en suivant les parcours proposés par les auteurs. Des menus nous y convient par la métaphore d'un programme de théâtre et d'un livre de mathématiques.

## Recherche

On peut consulter les unités médiatiques par la structure ontologique du projet transposée sur le Web. On peut chercher par concepts, par granularité, par type de médias, etc. dans une interface Web simple (voir figure 3.8).

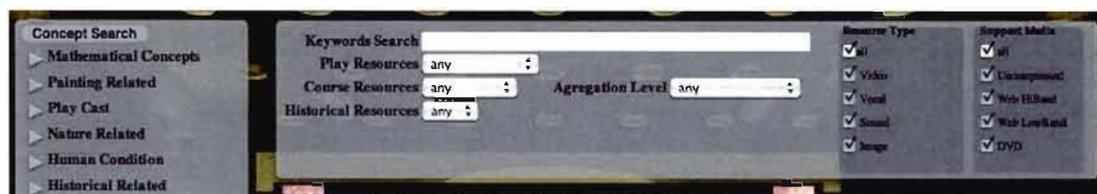


FIG. 3.8: Une capture de l'interface Web de recherche dans l'ontologie

La sémantique est d'autant plus importante dans un contexte où des fichiers sonores sont manipulés.

### 3.4.2 Son

Ce projet est une tentative de porter la forme du radiothéâtre aux médias interactifs, où l'accent est mis sur les voix, le bruitage et la trame musicale. Le média de la radio a été exploré et brillamment utilisé par plusieurs artistes. Les auditeurs ont entre autres adopté *Un homme et son péché*, réalisé par Guy Maufette, série dans laquelle son bruiteur et lui ont su créer un riche environnement sonore évoquant des images mentales puissantes. Le

radiothéâtre étant en déclin, la baladodiffusion quant à elle jouit d'une vogue croissante, un projet au son riche et autonome peut donc à mon avis servir ce média magnifiquement.

Une attention particulière est portée à la spatialisation des voix dans *Perspective théâtrale sur la géométrie projective*. Des environnements intérieurs et extérieurs (le figuratif) sont évoqués ainsi que des espaces émotionnels (le symbolique). Les plans de présence, de contrastes, de répartition, le dosage de réverbération, l'amplitude, l'effet Doppler, etc. ont donc été travaillés (Chion, 1988; Dhomont, 2005; Risset, 1988).

Les efforts ont été dosés afin de satisfaire l'exigence d'une qualité acceptable dans un baladeur numérique, mais assez léger pour le téléchargement sur le Web.

La partie sonore du cours de mathématiques vient principalement de la voix du professeur. Cette partie est volontairement dépouillée du point de vue sonore afin de mettre l'accent sur le propos qui demande une concentration élevée et de la réflexion. À mon avis, les sons peuvent devenir bruit lorsqu'on réfléchit. Je n'ai pas trouvé de façons d'exposer les concepts de la géométrie projective de façon sonore, mis à part l'effet Doppler qui aurait pu illustrer l'infini.

Les unités sonores proviennent de sources diverses. Les voix ont été enregistrées dans un studio. Les bruits ont été enregistrés en nature et certains ont été puisés d'une banque. La musique a été numérisée d'un vinyle datant de 1950 (une source sans droits d'auteur). Ce 78 tours de *La jeune fille et la mort* de Schubert a été enregistré sur cassettes. Des sons ont également été produits par des logiciels d'édition sonore.

Mentionnons encore une fois que la granularité des unités sonores et la sémantique qui leur est attachée offrent une grande flexibilité et permettent l'utilisabilité de ces objets. Il est intéressant pour l'usager de recréer des scénarios en puisant dans la banque.

Au cinéma, la trame sonore vient supporter l'image, mais dans *Perspective sur la géométrie projective*, la trame sonore et la trame visuelle sont deux entités qui se complètent, se confrontent, s'influencent. Le visuel sert souvent à suggérer des états, des émotions, le temps qui passe.

### 3.4.3 Image

Dans le projet *Perspective théâtrale sur la géométrie projective*, le multiécran et le photomontage sont utilisés afin d'amalgamer tous les éléments nécessaires à la compréhension du propos. Le photomontage d'inspiration dadaïste m'inspire également, proposant un multiécran intégré.

Dans le cours de géométrie projective, la vidéo du professeur est parfois dominante, mais les simulateurs, schémas, illustrations et reproductions de peinture prennent tour à tour l'attention de l'apprenant (voir figure 3.9). La géométrie étant un domaine de symboles et de formes, je m'associe facilement au mouvement Bauhaus pour les aspects esthétiques du projet (voir figures 3.9 et 3.10). L'esthétique géométrique du Bauhaus est évocatrice par son épuration et permet de porter notre attention sur un élément particulier à un moment donné.



FIG. 3.9: Animation en synchronicité avec le cours

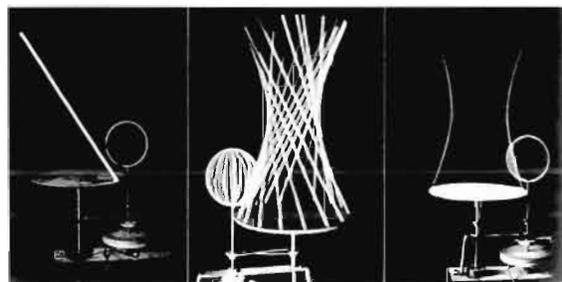


FIG. 3.10: Bauhaus, études plastiques de la lumière (Joannine Fiedler, 2000)

## Le Web collaboratif est au service de l'image

Des banques de ressources d'images de libre diffusion ont fait leur apparition depuis quelques années. Nous avons choisi d'en tirer parti dans la pièce de théâtre en puisant dans ces banques des images qui complètent bien les ressources visuelles que nous avons développées. Puis, les photos que nous avons prises, les graphiques que nous avons développés, les vidéos que nous avons tournées, les images que nous avons trouvées sur la Toile ont été traitées afin de les harmoniser avec notre contexte de diffusion. Autrement dit, elles sont transformées automatiquement en 4 versions visant à les projeter sur les différents murs du théâtre : les perspectives des murs de gauche, de droite, du plafond et de la scène centrale.

Étant donné que le nombre d'éléments visuels composant notre production se compte par milliers, nous avons opté pour le traitement des images en lot. Une même image produite par l'équipe ou trouvée sur des sites dont les contenus sont sans droits d'auteur numériques est traitée en vue d'en exporter plusieurs versions s'adaptant à la perspective de l'environnement de notre site Web (mur de gauche, mur de droite, plafond, scène centrale). L'utilisateur se retrouve donc dans un environnement 3D, mais il a tout de même accès à l'image de départ s'il le désire. Il peut aussi choisir de l'afficher sur un autre mur lorsqu'il compose ses courts métrages.

Les images ont non seulement été exportées en plusieurs perspectives, elles l'ont également été en plusieurs qualités. Ainsi, un interacteur peut accéder rapidement au déroulement de l'action, mais il peut également visualiser une image en haute résolution lorsqu'il désire en admirer les détails.

Cette approche répond bien aux contraintes des différents médias de diffusion. Par exemple, un internaute veut rapidement télécharger les contenus et un utilisateur d'ANP (PDA) voudra consulter en gros plans certaines parties de l'action. Le spectateur qui regarde la version DVD s'attend à des contenus de qualité.

Les ressources visuelles sont intégrées dans l'ontologie du projet en y ajoutant une

sémantique et les informations pertinentes. Encore une fois, mentionnons l'importance de la granularité des éléments visuels et de la sémantique qui leur est attachée pour la gestion, la réalisation et l'exécution de tels scénarios.

### 3.5 Données du projet *Perspective théâtrale sur la géométrie projective*

Les données concernant les unités médiatiques constituant le projet *Perspective théâtrale sur la géométrie projective* sont évocatrices de l'ampleur du projet. Il est intéressant de regarder le projet sous cet angle pour avoir une idée des efforts qui ont été fournis, de la coordination des participants, du temps de gestion de ces ressources : filtres, compressions, transfert sur le serveur Web hébergeant les contenus, etc. Il est évident que des processus automatisés devaient être développés pour faire face à ces tâches. Aucun changement s'appliquant à l'ensemble des ressources ne peut se faire manuellement. Les dérivés du

TAB. 3.1: Données du projet

410 Gb de contenus numériques
34 561 images
2 093 vidéos
13 357 unités sonores
938 entrées de scénarios
34 participants
Plus de 1 000 courriels
Pièce de théâtre de 2 h 30
Cours vidéo de géométrie projective de 1 h 30
...

produit sont également notables. Une aguiche (*teaser*) de la pièce de théâtre est disponible pour donner une idée de l'interprétation de l'oeuvre. Le générique du projet *Perspective théâtrale sur la géométrie projective* s'expose sous la forme d'un site Web présentant les collaborateurs. Les exemples des cinq collaborateurs principaux sont annexés au présent document.

Nous avons donné dans ce chapitre une vue d'ensemble du projet *Perspective théâtrale*

*sur la géométrie projective*, de sa conception à sa forme finale. Nous avons donné un aperçu des composantes pédagogiques, techniques et artistiques du projet. Nous avons une idée de l'effort demandé pour mener à bien ce projet. Voyons précisément quel a été mon cheminement dans la réalisation de ce projet.

## CHAPITRE IV

### CHAPITRE 4 : CHEMINEMENT DES INTENTIONS JUSQU'À LA RÉALISATION



Je témoigne dans ce chapitre de mon cheminement artistique et personnel au sein de ce projet.

#### 4.1 Itinéraire

Au cours des dix dernières années, j'ai fait une saucette dans le milieu des mathématiques et j'ai trempé dans celui du téléapprentissage. J'ai eu l'unique opportunité d'être chercheur au sein d'une équipe de recherche et développement en téléapprentissage et gestion des connaissances pendant cinq ans. Ce travail a stimulé mes idées et mon désir d'innover davantage avec les nouveaux médias. Bien que participant à des projets à la fine pointe des derniers développements dans ce domaine, mûrissaient dans mon esprit des idées que je ne pouvais pas mettre en application dans mon travail quotidien. Motivée à assouvir ces désirs, j'ai cherché un contexte qui me permettrait d'aller au bout de mes intuitions. J'ai trouvé dans le projet *Perspective théâtrale sur la géométrie projective* et

à l'École des médias un terroir fertile pour la germination d'une recherche création dans le téléapprentissage supporté par les nouveaux médias.

## 4.2 Chronologie du projet

C'est au début du millénaire que le Projet naquit. À la fin de l'année 2002, Marie La Palme Reyes et Gonzalo Reyes ont émis l'idée de médiatiser la pièce de théâtre *Le jeune homme et la mort*. François Magnan et moi avons immédiatement été séduits et emballés de relever un tel défi. Nicolas Fournier se joindra au projet quelques mois plus tard.

Au début de 2003, nous avons programmé un simulateur interactif qui permet d'illustrer le principe « les coniques ne sont qu'une ». Nous avons aussi invité des amis à lire la pièce de théâtre avec nous. Ce n'est qu'à la fin de l'année 2003 que les enregistrements des voix seront faits, dont le montage s'échelonna sur l'année 2004 et une partie de 2005. Ayant cerné l'ampleur du projet et des besoins techniques et théoriques, c'est en avril 2003 que je déposai ma demande d'inscription à la maîtrise. Parallèlement, différents artistes ont tenté de définir un visuel à la pièce de théâtre. Quelques initiatives ont avorté. Toutefois, une artiste peintre a représenté le décor d'une scène à partir d'indications scéniques visuelles de la pièce de théâtre. Un prototype rudimentaire du site Web du projet fut créé à l'été 2003. Nous avons tenté de gérer les communications par un blogue à partir d'août 2003. Nous constaterons peu après que nous avons besoin d'une base beaucoup plus structurée pour en venir à bout. Ainsi se développa une approche basée sur la sémantique, une méthodologie incluant une ontologie. La pièce fut atomisée en août 2003. Ce fut le prélude aux enregistrements, montages, et exportations des unités sonores.

La planification de la vidéo du cours a commencé au début de 2004. À cette période, nous avons également recueilli une foule de photos, sons, vidéos, dans le but de les amalgamer à l'enregistrement des voix de la pièce de théâtre. Pendant 2004, plusieurs tentatives d'outils interactifs ont été entreprises. Tantôt jouets sonores, tantôt visuels, ils visaient à

découvrir comment on pouvait s'amuser et tirer profit de la banque d'unités médiatiques que nous étions en train de constituer.

Durant l'année 2005, j'ai pu raffiner ce qu'était mon intention et sur quelles notions théoriques je me reposais dans ma participation dans ce projet. Le cours a également été monté cette année-là.

En 2006, ont été développés le site Web d'accueil et d'accompagnement à l'oeuvre ainsi que l'environnement 3D, le site Web des participants, etc. Les outils interactifs ont mûri et d'eux ont émergé *Brain Cuts*, l'interface de recherche et la métaphore du théâtre, la salle de spectacle.

La recherche et la scénarisation des images supportant les voix ont été faites en 2006 et 2007. Mon mémoire, dans sa forme actuelle, a commencé à être rédigé en 2007 et fut terminé au printemps 2008.

Des articles de recherche ont été écrits pendant toute la période du développement du projet et il a été présenté dans plusieurs colloques et conférences. Ce fut d'ailleurs de bonnes occasions de recevoir des commentaires et des questions de la part des gens experts en sémantique, en gestion des connaissances, en téléapprentissage, en médias interactifs.

### 4.3 Démarche de conception et de réalisation

Les cinq concepteurs principaux sont le tissu conjonctif du projet. J'ai été en particulier une personne qui a touché à peu près à toutes les sphères du projet. Étant donné que j'ai fait une maîtrise à propos du projet, mes études ont corollairement ponctué les étapes de développement. Je pense que *rigueur* est un des mots qui caractérisent notre état d'esprit tout au long de l'évolution du projet. Cette rigueur a par conséquent demandé beaucoup de temps de la part des participants.

### 4.3.1 Temps investi

Écrire un mémoire est aussi l'occasion de faire le bilan de son implication dans son sujet, en l'occurrence le projet *Perspective théâtrale sur la géométrie projective*. Au départ, Marie La Palme Reyes a écrit la pièce. Ensuite, Gonzalo Reyes a fait un cours de géométrie projective. Mon implication commence ici. Si on faisait le reportage de tournage (*making of*) de mon implication, je crois qu'on soulignerait ma persistance et ma polyvalence.

Blague à part, je présente la somme de mon travail sous l'angle des statistiques pour ensuite tenter une interprétation de ces données.

TAB. 4.1: Données concernant le temps investi par Geneviève Habel dans le projet

Tâche de Geneviève Habel	Effort (heures)
Analyse de la faisabilité	55
Rencontres de groupe	235
Lire et enregistrer la pièce de théâtre	160
Montage sonore	405
Scénarios visuels	182
Pratiquer et enregistrer le cours de géométrie	64
Montage vidéo	147
Outils interactifs	369
Manipulation des ressources (classement, compression, etc.)	317
Environnement (site Web)	405
Ontologie	41
Rédaction (Intention, articles, mémoire, subventions, bibliographie)	700
Total = 440 jours = 88 semaines Soit une quinzaine de semaines de travail par année pendant 6 ans	3080

Ajoutez à ce total, les heures que les quatre autres intervenants principaux ont investis et celles de tous les autres participants ponctuels. De plus, il faut compter que

nous investirons du temps à mettre à jour et maintenir le projet au fil des évolutions technologiques. De nos jours, on dit que le passé est il y a trois ans et que l'avenir est le mois prochain. On constate que les productions Web interactives de cette envergure ne sont pas à la portée de tous. Sur le plan des efforts, on peut vraisemblablement comparer cette production à une du milieu du cinéma.

On peut expliquer ces statistiques de plusieurs façons. Considérons d'abord mon implication dans son ensemble pour ensuite expliquer les particularités des tâches les plus imposantes.

### **Interprétation des données**

Les cinq concepteurs principaux du projet sont très rigoureux, minutieux et désireux de transmettre des données véridiques. Au départ, notre analyse était beaucoup plus modeste concernant l'ampleur du projet. Toutefois, à chaque étape, nous n'exigions pas seulement un résultat acceptable, mais rien de moins que le maximum de nos capacités. Un dicton qu'on entend souvent dans le milieu informatique est que « 80% du travail prennent 20% du temps et les 20% restants prennent 80% du temps ».

À l'opposé, nous nous sommes lancés dans un projet dont plusieurs composantes requièrent des compétences que nous ne possédions pas. La maîtrise que j'ai faite en fait état. J'y suis entre autres allée chercher des compétences en tout ce qui a trait au son et j'ai suivi un cours de dessin. Les acteurs-lecteurs de la pièce de théâtre étaient eux aussi des amateurs, que je mentionne sans vouloir jeter de l'ombre à la qualité du travail résultant. On pourrait dire les mêmes remarques au niveau du cours de géométrie qui impliquait des compétences comparables au milieu du cinéma.

Tous sont dévoués à la transmission des mathématiques à divers degrés. Nous sommes enchantés par l'idée de transmettre les mathématiques d'une façon originale. Trois des participants principaux sont docteurs en mathématiques. J'ai également décrit ce que les mathématiques représentent pour moi en avant-propos.

C'est surtout un projet constitué de cinq amis qui ont choisi de joindre l'utile à l'agréable en dirigeant les propos des rencontres amicales vers celui de ce projet multimédia.

Nous avons dû jongler avec le fait que plusieurs intervenants, manifestant leur bonne volonté, se sont enthousiasmés à participer au projet, pour se désister quelque temps plus tard. Ces tâches s'ajoutaient donc à notre liste et reportaient par le fait même nos échéanciers. En reportant l'échéancier, nous devons faire face au fait que de nouvelles technologies émergeaient et qu'il fallait en conséquence mettre à jour notre approche et nos développements. Ce fut une spirale stimulante, mais la boucle fut longue à boucler. Le projet étant à but non lucratif et les participants, bénévoles. Il est difficile de trouver des gens qui s'y commettent corps et âme et dont la vie et son lot de contraintes ne rattrapent pas.

Je détaille les grandes sphères dans lesquelles j'ai été mise à contribution.

### **Rencontre de groupes (GH : 235 h)**

Nous sommes cinq amis, alors toutes les occasions étaient bonnes pour se réunir et discuter du projet.

### **Montage audio (GH : 405 h)**

La pièce durant 2 h 30, le montage est par conséquent très long. Il faut ajouter à ce facteur le peaufinage par des techniques d'élimination de bruits de bouche, de silement, en passant par les corrections dans les mots même des acteurs qui ne disaient pas exactement le texte de la pièce de théâtre ou dont une partie de la réplique était bonne, mais dont l'autre bonne partie était contenue dans une autre prise. De plus, la salle n'était pas insonorisée, la ventilation était forte, et il y avait de la friture (statique) dans la console. Ce fut tout de même probablement des conditions meilleures que ce que nous avions

planifié au départ, soit d'enregistrer chez quelqu'un avec de l'équipement déniché à gauche et à droite.

### **Scénarisation visuelle (GH : 182 h)**

Une pièce de 2 h 30 demande beaucoup de scénarisation visuelle. Pour accompagner visuellement la bande sonore de type radiothéâtre, nous avons opté pour une approche suggérant l'atmosphère des scènes au moyen d'images, donc un résultat inspiré de la technique image par image (*frame by frame*) du cinéma d'animation.

À cette étape, j'ai participé à enrichir la banque de ressources visuelles, à faire la recherche d'éléments visuels et j'ai programmé les scénarios synchronisant les bandes audio et visuelle.

### **Montage vidéo (GH : 147 h)**

Je considère que le nombre d'heures n'est pas exagéré pour une vidéo d'une heure trente.

### **Site Web (GH : 405 h)**

Temps raisonnable pour un site Web intégrant des technologies émergentes et étant une interface pour 60 000 unités médiatiques. Il a fallu concevoir le concept, créer le site d'entrée, l'environnement 3D dans lequel l'oeuvre est plongée, les interfaces des outils, etc.

### **Gestion des connaissances**

J'ai participé à peupler l'ontologie du projet, organiser les ressources, les qualifier à l'aide de métadonnées, etc.

## Mémoire (GH : 200 h)

Le temps investi est proportionnel à l'investissement pour la production. Faire la synthèse, le bilan et l'analyse de cette recherche-crédation ne fut pas une mince tâche.

L'envergure du projet étant illustrée par les statistiques du temps investi, regardons le cheminement au niveau de la conception du projet.

### 4.3.2 Idéation, Prototypes, Maquettage

Quelques intentions de départ ont dû être recentrées en cours de route. Comme les développeurs étaient peu nombreux, l'accent a été mis à l'achèvement de la réalisation visuelle et sonore de la pièce, à la pédagogie orale, aux figures, aux liaisons et à la sémantique. Je détaille dans cette section quelques initiatives qui mériteraient d'être incluses dans des versions ultérieures du projet.

#### Cours stratifié

À l'étape de l'idéation, nous avons imaginé un cours stratifié en niveaux de difficulté. Cette idée avait pour but de créer une figure interactive d'adaptation, c'est-à-dire que le déroulement de l'expérience de l'interacteur s'adapte selon ses champs d'intérêt. Plusieurs strates seraient disponibles dans le cours : le coeur, accessible à tous, aux néophytes comme aux experts, puis d'autres niveaux plus symboliques s'adressant aux gens intéressés d'aller plus en profondeur dans la matière. L'interacteur pourrait alors choisir le niveau qui lui convient tout en pouvant passer aux autres niveaux, accessibles en tout temps. Le parcours stratifié devrait faire l'objet d'une recherche en soi.

## Offrandes interactives

J'aurais aimé que le projet contienne plus de suggestions de ponts (liens hypertextes par exemple) vers l'extérieur pendant que les contenus sont diffusés. Plus l'interacteur interagit avec l'oeuvre, plus on lui propose d'offrandes, vice-versa. À une extrémité du spectre, l'utilisateur est un spectateur consommant une oeuvre linéaire et, à l'autre, il devient un spectateur scénarisant sa propre oeuvre.

Dans la pièce de théâtre, l'interacteur passif verrait la pièce se dérouler linéairement, mais des offrandes lui seraient tout de même faites. S'il répondait à celles-ci, les offrandes suivantes seraient plus fréquentes et il aurait la possibilité d'avoir de plus en plus de contrôle, d'interactivité avec le contenu présenté. La présentation du contenu s'adapterait donc aux interacteurs passifs et actifs. La modélisation de ces comportements de l'interacteur serait consignée dans quelques paramètres servant d'accumulateurs.

Dans la version actuelle du cours, l'étudiant a accès à plusieurs outils pédagogiques multimédiatisés. Dans une version perfectionnée du cours, certains seraient activables à un moment précis, d'autres évolueraient avec l'état du cours, finalement, certains éléments seraient accessibles en tout temps.

Nous avons développé une maquette de ce principe. Un scénario commence à défiler à l'écran et le déroulement de celui-ci dépend des actions de la personne qui regarde. Le spectateur devient acteur d'où le nom spectacteur. La figure 4.1 montre un moment dans le scénario. L'interacteur a précédemment cliqué une carte de Russie sur laquelle le trajet de la Grande armée de Napoléon est illustré. Au fil du trajet, on peut cliquer et une scène de ce qui s'est déroulé pendant ce trajet apparaît à l'écran. Dans le cas présent, l'interacteur a glissé sa souris sur l'image représentant l'infini et une vidéo du cours s'est activée. Le professeur décrit une toile qui se trouve dans un autre cadre. De là, le spectacteur peut choisir de poursuivre son apprentissage en compagnie du professeur ou d'aller vers la pièce de théâtre à l'endroit qui traite du sujet.

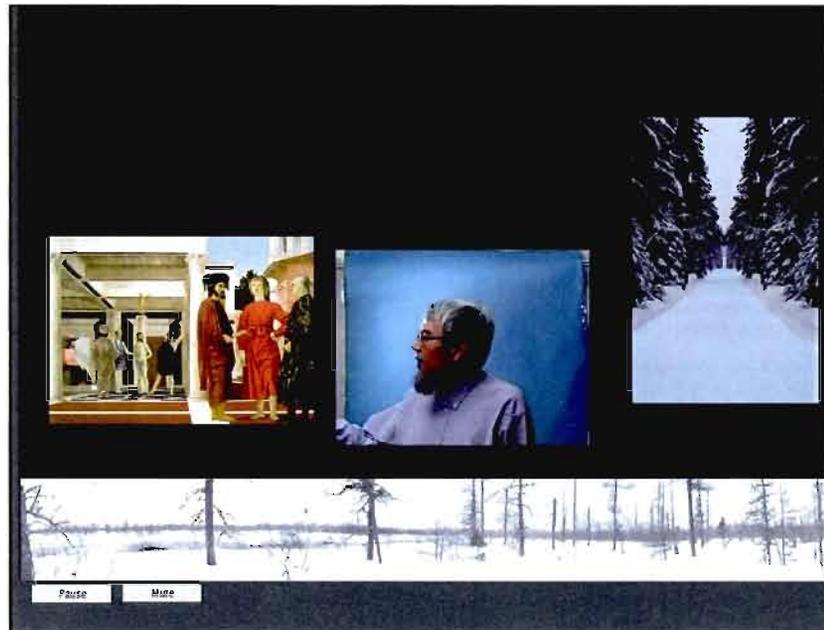


FIG. 4.1: Capture d'écran du simulateur à offrandes de type photomontage

### Vocodeur

Un vocodeur a été utilisé dans l'aguiche afin de jouer le rôle de narrateur. Nous avons eu l'idée de permettre à l'utilisateur de créer des répliques à l'aide d'un tel outil. Elles auraient pu être ajoutées aux scénarios que l'on compose avec les unités médiatiques déjà présentes dans la banque. Nous avons évalué quelques vocodeurs disponibles sur Internet, mais n'avons pas pris le temps de développer cette facette davantage. Cette option est tout de même intéressante et il serait pertinent de s'y attarder ultérieurement.

### Paysages sonores

Nous avons à un certain point étudié la possibilité de représenter trois paysages sonores principaux pour la pièce de théâtre.

**Naturaliste** L'écoute se fait en immersion lorsque les personnages sont en scène ;

**Accompagnateur** L'écoute est au bord d'un corps rayonnant lorsque la narratrice

intervient ;

**Symbolique** L'écoute est interne lorsque nous sommes dans la conscience du personnage principal.

Comme le projet vise principalement une diffusion sur Internet et que les conditions sonores seront très inégales d'un auditeur à l'autre, nous avons laissé de côté cet aspect pour le moment.

### Baladeur numérique

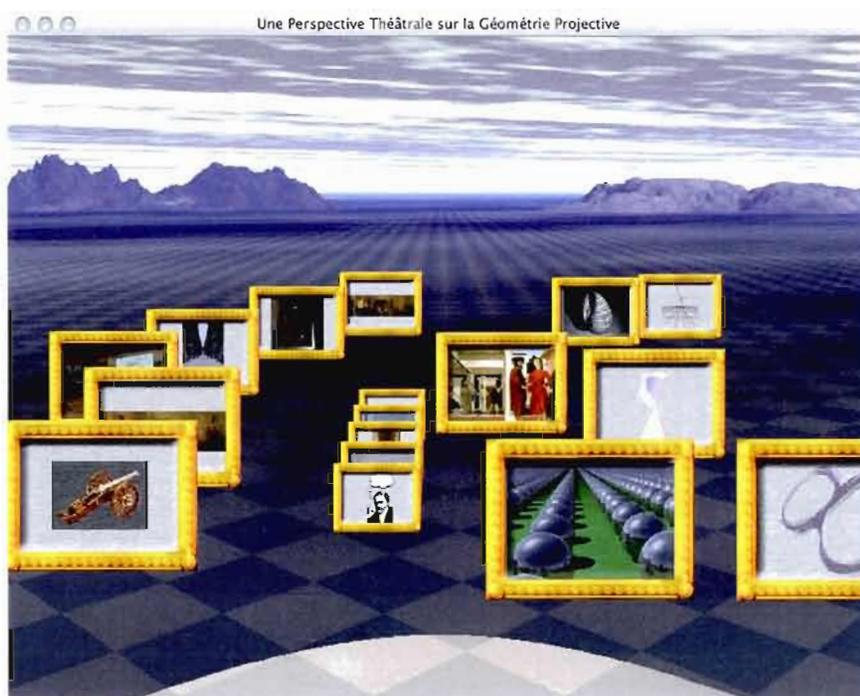


FIG. 4.2: Capture d'écran du simulateur baladeur numérique de type accumulation

Dans le but d'offrir aux usagers la possibilité d'explorer et d'effectuer des requêtes à l'ontologie du projet, nous leur offrons une expérience interactive intéressante dans laquelle ils peuvent pratiquer l'agrégation de ressources directement dans l'interface. Nous avons représenté un espace tridimensionnel dans lequel sont disposés les différents concepts et classes de ressources composant l'ontologie. Nous leur avons associé une icône

et les avons disposés dans l'environnement avec la bonne perspective. De plus, la taille des icônes est proportionnelle à la taille de la population (le nombre d'individus) de la classe OWL correspondante. Ces icônes sont animées pour représenter un système dynamique de type planétaire. Pour ce faire, les sous-classes orbitent autour de leur classe supérieure. Au centre-avant de l'environnement, un projecteur éclaire le sol. L'utilisateur est invité à interagir dans la scène en faisant glisser les icônes dans la région éclairée. Dans cette région s'accablent des ressources qui constituent un scénario. Ce scénario joue au fur et à mesure que l'interacteur le construit.

### **Notes de cours écrites et Jeu-questionnaire**

Un autre aspect qui rejoint l'interactivité et le téléapprentissage que j'ai tenté de mettre de l'avant est d'inclure une partie autoévaluation dans le cours de géométrie. Cette avenue n'a pas créé un fort enthousiasme dans l'équipe. Par conséquent, le résultat n'est pas concluant, ce qui rend l'interactivité plus limitée de ce côté. Je n'ai pas pris le temps d'assumer cette fonction, mais je pourrais y revenir dans les prochains mois.

J'ai aussi mis de côté l'encodage des notes du cours. Ces unités mathématiques complètent la vidéo, car elles constituent la version rigoureuse de l'exposé oral.

### **Accompagnateur visuel**

La narratrice sert à nous accompagner sur le plan niveau sonore à travers la pièce. Un accompagnateur visuel fut également envisagé (le curseur transformé?). Les paramètres accumulés par les interactions et/ou d'autres paramètres auraient été ajustables à travers cet accompagnateur visuel (qui est peut-être une représentation de soi-même).

## Site Web

Pour montrer l'évolution de différents aspects de *Perspective théâtrale sur la géométrie projective*, je présente un aperçu de la première version du site Web du projet (voir figure 4.3). À cette époque, il n'était pas décidé si le site Web allait contenir le projet ou seulement le décrire, en faire la promotion, etc. Cette partie a évolué vers une forme plus détaillée (voir figure 3.1).

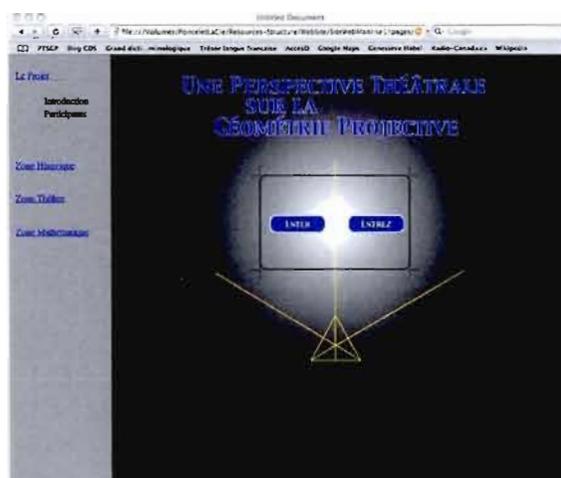


FIG. 4.3: Première ébauche du site Web

Par la suite, nous avons exploré la création de l'environnement 3D par le dessin. J'ai suivi un cours de dessin et je présente des croquis qui sont à l'origine du théâtre virtuel actuel.

Le processus de création s'est fait en parallèle avec mes études. J'effectue dans la section suivante un retour sur cette dimension.

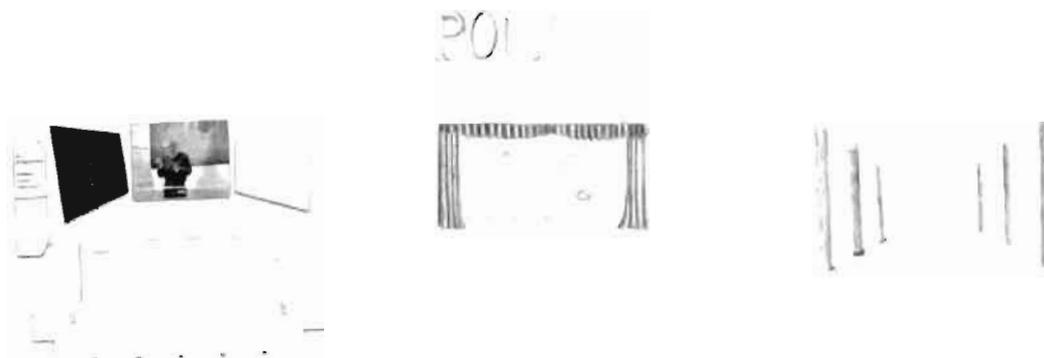


FIG. 4.4: Croquis du théâtre virtuel

#### 4.4 Retour sur l'enseignement que j'ai reçu

##### Les aspects positifs

Bien qu'à la lecture du programme d'étude, j'ai cru que je complèterais judicieusement mes compétences, c'est à la rencontre des professeurs et étudiants de ma cohorte que j'ai pu apprécier la qualité de l'enseignement. J'y ai trouvé ce que je cherchais : des fondements anthropologiques, sociologiques et techniques forts des médias interactifs, mais aussi sur la rhétorique et l'organisation économique des médias. J'y ai d'ailleurs apprécié l'enseignement de celui qui devint mon directeur de maîtrise, Louis-Claude Paquin, en qui j'ai décelé une mine de connaissances, un discours articulé et une sensibilité altruiste. Son livre *Comprendre les médias interactifs* est un ouvrage faisant autorité dans le domaine. J'ai longtemps hésité à publier mon appréciation de mon passage à la maîtrise à l'École des médias, car je ne veux pas paraître complaisante à leur égard et de ce fait, diluer la nature du message. Toutefois, je persiste et je signe, car c'est un trait de ma personnalité de prendre le temps de souligner ce que les gens font bien.

Un aspect unique de mon passage à l'école des médias est que nous étions une majorité de filles dans notre cohorte. J'ai constaté que la différence par rapport aux cohortes précédentes était au niveau de la scénarisation interactive, à mon avis plus axée sur

une histoire avec des personnages et des émotions. J'ai l'impression que les cohortes à majorité masculine mettaient plus l'accent sur les développements technologiques des machines interactives.

Les intervenants dans le projet *Perspective théâtrale sur la géométrie projective* furent les derniers utilisateurs de la console de mixage analogique de l'École des médias. Elle fut par la suite remplacée par les technologies modernes d'enregistrement. Nous nous sommes donc approprié les connaissances techniques de la manipulation des outils d'un studio de son (console, microphone, DAT, etc.), tout comme les outils technologiques de numérisation, de traitement des bandes sonores et de montage (*Protools, Final Cut, etc.*). Cette console physique m'a permis de comprendre certains aspects des logiciels de montage audio, entre autres le vocabulaire et l'ergonomie de l'interface sont à l'image d'une console traditionnelle. Des humoristes Rock et Belles Oreilles jusqu'à nous, mathématiciens, cette console aura servi une diversité de projets tout aussi créatifs les uns des autres.



FIG. 4.5: Enregistrement de la pièce de théâtre dans le studio de L'UQÀM

### Les aspects moins appréciés

Les aspects administratifs et d'accessibilité aux équipements et logiciels ont toutefois freiné mes élans créatifs. J'aurais aimé accéder aux locaux plus facilement et pour de plus

longues périodes. Obtenir les permissions et les accès fut à mon sens trop laborieux, qu'il fallait renouveler régulièrement de surcroît. Je ne compte plus les fois où je me suis rendue dans les locaux de montage et où je n'ai pu effectuer le travail pour diverses raisons. Il était fondamental que j'aie accès à l'équipement de montage audio et vidéo dans un seul ordinateur étant donné la nature de ma recherche-crédation. Ce ne fut le cas que deux ans et demi après mon inscription à la maîtrise. Tout s'est accéléré pour moi à ce moment. Si c'était à recommencer, j'investirais dans l'équipement et les logiciels requis, quitte à m'endetter, afin de ne pas dépendre de ces processus. Je suis une personne qui peut travailler d'innombrables heures sur un projet, une fois installée. En revanche, me replonger dans ma production me demande un certain temps (branchement des équipements tels disques durs, contextualisation telles réécoute du travail de montage de la fin de la session de travail précédente et lecture des notes, transport sur les lieux, etc.). La politique d'utilisation de l'équipement et des logiciels ne m'a pas servi à cet égard. Il faut dire que mon projet est singulier et on comprend la teneur de cette particularité en lisant les statistiques du temps que j'y ai investi. De fait, il est tout à fait normal que les processus en place au département ne correspondent pas d'emblée aux besoins du projet.

J'ai l'impression également que du fait que la partie création de ma maîtrise se fasse en collaboration avec quatre autres membres a rendu suspicieux le corps professoral. Les professeurs m'ont accordé beaucoup de liberté, mais je crois qu'ils étaient inquiets du risque qu'un projet collaboratif comporte. Je présume qu'ils craignaient que je ne développe pas toutes les compétences requises dans le programme de maîtrise du fait qu'elles pourraient être compensées par un autre membre du groupe ou que le projet avorte et je me retrouve à la case départ. J'ai justifié dans le présent chapitre mon implication dans le projet qui, je crois, couvre les compétences que je devais développer.

Cet aspect de ma vie étudiante m'a fait réaliser que j'avais une partie importante dans le projet *Perspective théâtrale sur la géométrie projective*. Je fus un agent de liaison, car je touchais à plusieurs aspects du projet. Quels ont été les apports dans ma vie personnelle de ce parcours pédagogique et de cette implication dans un projet collectif?

#### 4.5 Comment cette production m'a-t-elle changée ?

J'ai voulu faire une maîtrise dans le but de faire un projet pour moi et dont j'avais les commandes. J'aurais voulu boucler la boucle beaucoup plus rapidement. Les autres sphères de ma vie ont subi des changements profonds, j'ai changé trois fois de travail et j'ai eu deux enfants. Dans les périodes de transition et d'adaptation, j'ai dû revoir les priorités et contextualiser mes élans créatifs et ma soif intellectuelle de ma maîtrise. J'ai donc dû doser le temps accordé à répondre aux différents besoins (employeur, famille, etc.), ceux du projet et ceux de la maîtrise. Étant donné que la production est en continue évolution, qu'elle n'est jamais terminée, j'ai dû, à un certain point, limiter mon investissement dans la partie création de ma recherche création pour finaliser la partie recherche et rédaction.

Faire un projet bénévole de grande envergure demande de la persévérance, de la débrouillardise, de la créativité et de la motivation. Je suis fière d'en avoir fait preuve. Nous avons peu d'occasions dans la vie de créer et produire quelque chose d'intellectuel en compagnie d'amis. La plupart du temps, on est au travail ou aux études avec des collègues qu'on peut apprécier, mais que nous n'avons pas choisis. La complicité qui transpire des échanges entre amis a galvanisé le projet.

Dans ce chapitre, j'ai témoigné de façon personnelle de comment j'en suis venue à me joindre au projet *Perspective théâtrale sur la géométrie projective* et à faire une maîtrise portant sur ce sujet à l'École des médias de l'UQÀM. J'ai investi beaucoup de temps et d'énergie dans ce parcours jonché de rencontres et d'expériences vivifiantes.

## CONCLUSION

Ce mémoire étudie les méthodes créatives pour diffuser des oeuvres de natures diverses (artistiques et mathématiques) et pour créer une interaction immergeant l'auditeur. Les idées sont présentées simplement, mais ne sont pas simplistes, ce qui rend le projet accessible à tous ceux qui s'y intéressent, des néophytes aux mathématiciens. Le Web n'est pas qu'un moyen de diffusion de *Perspective théâtrale sur la géométrie projective*, il apporte une dimension nouvelle aux oeuvres à la base du projet : l'interactivité. Cette contribution de l'interacteur est pour moi un enrichissement de l'oeuvre apporté par les gens qui se l'approprient au fil du temps. La temporalité est variable dans le projet, contrairement à une oeuvre diffusée dans un média traditionnel telles la radio ou la salle de spectacle. L'oeuvre est en constante évolution grâce à la facilité de la réédition et de publication régulière des versions par les participants principaux, mais aussi par l'apport des interacteurs.

Le Web sémantique nous a permis de diffuser un grand nombre de ressources. Les contenus ne sont pas seulement diffusés linéairement et vus comme un tout, soit une pièce de théâtre et un cours de géométrie. Ils constituent aussi une multitude d'unités médiatiques malléables et polyvalentes.

L'interactivité du Web 2.0 et la sémantique du Web 3.0 contribuent à la valeur ajoutée du projet et permettent à mon avis de s'approprier plus efficacement la matière.

Ce mémoire est un instantané du projet au printemps 2008. Comment le projet évoluera-t-il ?

### Développements futurs envisageables

Quelles sont les suites réelles et potentielles du projet ?

## Didactique

Au point de vue de la recherche-action en didactique, il serait intéressant d'évaluer le cours de géométrie projective avec des étudiants dans un cours de sciences pures, de sciences humaines et dans un cours à distance. Des tests et analyses avec la communauté Web non inscrite à un cours particulier seraient également pertinents.

Il serait intéressant de donner accès au cours de mathématiques dans une structure par compétences et dans une autre par objectifs.

Un doctorat pourrait être envisagé sous la direction d'un professeur spécialiste en didactique des mathématiques supportée par les nouveaux médias.

## Ingénierie pédagogique

La modélisation des processus d'apprentissage (*Learning Designs* : LD) est un domaine émergent du téléapprentissage. L'ingénierie pédagogique (ou éducative) du projet pourrait être améliorée et diversifiée en utilisant des outils et méthodologies de modélisation tels que proposés par Gilbert Paquette (Paquette, 1999, 2004a,b; Paquette et al, 2006).

L'enrichissement de l'outil de scénarisation *Brain Cuts* pourrait s'inspirer grandement des travaux qui ont été faits dans ce domaine. Par exemple, nous pourrions étendre les fonctionnalités de *Brain Cuts* pour tenir compte de contextes pédagogiques multi-acteurs ou en y ajoutant des possibilités de modélisation des connaissances et compétences des acteurs et ressources (résoudre des équations de compétences).

## Traduction

La pièce de théâtre est déjà traduite en anglais, il faudrait faire les sous-titres ou trouver une troupe de théâtre anglophone pour jouer la pièce dans cette langue. Le cours

n'est pas traduit pour le moment, mais les mathématiques sont un langage universel. Les interfaces seraient très simples à traduire, car elles sont très iconographiques.

À l'ère de la mondialisation, on peut imaginer l'adaptation du projet dans d'autres contextes culturels.

### **Ergonomie**

Analyser le projet d'un point de vue ergonomique. L'interface de recherche couplé à *Brain Cuts* sont très interactifs et mériteraient une attention particulière au niveau de l'ergonomie.

### **Interactivité**

Au niveau des développements du projet, il serait intéressant de permettre aux usagers d'ajouter des ressources (images, vidéos, musique) pouvant être scénarisées à l'aide de l'outil interactif *Brain Cuts*. Ainsi, la banque de ressources continuerait de s'agrandir et d'évoluer tout comme les scénarios créés par les utilisateurs.

Suggérer aux usagers d'inventer des répliques (de façon textuelle), pour être lues par un vocodeur et insérées dans les scénarios qu'ils créent serait également une avenue ludique intéressante. Nous en avons fait l'expérience, mais n'avons pas pris le temps de rendre l'outil utilisable par le public.

Il serait intéressant que les usagers puissent donner une note aux scénarios des autres.

Dans le cours de géométrie, il serait intéressant que les usagers puissent poser des questions par visioconférence ou par clavardage ou par courriel au professeur. Le professeur pourrait être le tuteur, un chargé de cours, un expert dans le domaine, etc.

## Gestion des connaissances

La séparation contenu-technologie étant déjà bien circonscrite, il serait pertinent de poursuivre le travail un pas plus loin. Mes intérêts convergent présentement vers la gestion des connaissances. Je détaille en quoi la méthodologie utilisée dans le projet pourrait se généraliser et appliquer à d'autres projets.

Les nouveaux outils qu'apporte l'avènement du Web sémantique aideront peut-être à construire un écosystème de connaissances (*Knowledge Ecosystem*) sur la Toile.

## Instrumenter le Web sémantique

Pour faciliter l'intégration du Web sémantique dans et entre des écosystèmes de connaissances, de nouveaux outils devront émerger. On peut classifier ces outils en quelques catégories :

1. Éditeur de modèles de connaissances ;
2. Outils de stockage de connaissances ;
3. Engins d'inférence (*reasoners*) ;
4. Outil de référencement sémantique ;
5. Outils de recherche/navigation sémantique ;
6. Outil de diffusion des connaissances.

Le projet *Perspective théâtrale sur la géométrie projective* sert de plateforme expérimentale à ces nouveaux moyens interactifs en éducation. On peut imaginer encore plusieurs années de passionnants développements avec les médias interactifs. Souhaitons que mon avenir soit pavé de recherches aussi stimulantes.

## GLOSSAIRE

**constructivisme** Approche axée sur le rôle actif de l'apprenant dans la construction de ses connaissances à partir de ses perceptions, de son expérience et de ses connaissances antérieures. Dans une approche constructiviste, tout processus de construction de connaissances est étroitement lié au contexte dans lequel se déroule l'apprentissage. (Le Grand dictionnaire terminologique, 2004a)

**gestion des connaissances** Processus de gestion par lequel on vise à créer de la valeur ajoutée en capitalisant sur l'ensemble des connaissances pertinentes que l'on recense, structure, dissémine, partage et développe dans une organisation afin de tirer le meilleur parti possible de l'actif intellectuel que constitue le savoir dans la poursuite des objectifs de l'organisation. (Le Grand dictionnaire terminologique, 2006)

**médias interactifs** Les médias interactifs se sont développés dans la foulée des jeux vidéo et de l'Internet. Ce sont des médias dotés d'un espace d'interaction plus important, offrant entre autres l'accès à du divertissement sur mesure ou à de l'information à la demande. Ils proposent habituellement une expérience immersive, dans un environnement ouvert, partiellement intelligent, personnalisable et très engageant pour son utilisateur. (L'École des médias de l'UQÀM, 2008)

**ontologie** [INFORMATIQUE] Ensemble d'informations dans lequel sont définis les concepts utilisés dans un langage donné et qui décrit les relations logiques qu'ils entretiennent entre eux. (Le Grand dictionnaire terminologique, 2002a)

**spectacteur** Mot contractant spectateur et acteur. Il s'agit bien à la fois d'être spectateur, à distance comme dans une salle de spectacle, et d'être aussi acteur du spectacle (Weissberg, 2002).

**terminal** [INFORMATIQUE] Appareil relié à un ou plusieurs ordinateurs par une ligne de transmission de données qui permet d'y accéder à distance (Rx, 2007).

**Web sémantique** Web intelligent dans lequel les informations, auxquelles on donne une signification bien définie, sont reliées entre elles de façon à ce qu'elles soient

comprises par les ordinateurs, dans le but de transformer la masse des pages Web en un index hiérarchisé et de permettre de trouver rapidement les informations recherchées. Le Web sémantique est une évolution vers un Web de données, par rapport au Web de documents tel qu'on le connaît. Il associe une signification aux informations disponibles pour faciliter la collaboration entre les hommes et les ordinateurs. Son objectif est de tendre vers un Web dont la sémantique des données serait à la fois compréhensible par les utilisateurs humains et par des entités informatiques (moteurs de recherche, agents intelligents, serveurs d'information, etc.). (Le Grand dictionnaire terminologique, 2004b)

## BIBLIOGRAPHIE

- Collaborative tagging approaches for ontological metadata in adaptive e-learning systems*. 4th International Workshop on Applications of Semantic Web Technologies for E-Learning (SWEL'06), 2006.
- Abrami, P. C., Bernard, R. M., Wade, C. A., Schmid, R. F., Borokhovski, E., Tamim, R., Surkes, M., Lowerison, G., Zhang, D., Nicolaidou, I., Newman, S., Wozney, L., and Peretiatkowicz, A. *A State of the Field Review of E-learning in Canada : A Rough Sketch of the Evidence, Gaps and Promising Directions*. <http://doe.concordia.ca/cslp/CanKnow/PDF/CCLArticles.pdf>, 2005. (Dernière consultation 2007-03-19).
- Alain, J.-M. *La formation à distance : pourquoi pas ?* <http://www.asted.org/congres/congres05/presentations/La%20formationcontinue08-11-05.pdf>, 2005. (Dernière consultation 2007-03-01).
- AMEISEN, J. C. and BROHARD, Y. *Quand l'art rencontre la science*. Éditions de la Martinière. Paris, 2007.
- Angeletou, S., Sabou, M., Specia, L., and Motta, E. *Bridging the Gap Between Folksonomies and the Semantic Web : An Experience Report*. In *Bridging the Gap between Semantic Web and Web 2.0 (SemNet 2007)*. pages 30-43. 2007.
- Anken, É. *Spécifications et standards e-Learning*. [http://ditwww.epfl.ch/SIC/SA/SPIP/Publications/article.php3?id\\_article=705](http://ditwww.epfl.ch/SIC/SA/SPIP/Publications/article.php3?id_article=705), 2004. (Dernière consultation 2007-03-01).
- Anonymous. *Wikipedia's AJAX article*. <http://en.wikipedia.org/wiki/AJAX>, 2008.
- Apex Learning and Blackboard Inc. *Online Courses and Other Types of Online Learning for High School Students*. <http://www.infometre.cefrio.qc.ca/fiches/fiche438.asp>, 2002. (Dernière consultation 2007-03-01).
- Apted, T., Lum, A., and Kay, J. *Supporting metadata creation with an ontology built from an extensible dictionary*. In Bra, P. D. and Nejd, W., editors, *Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-based Systems*. Springer, Eindhoven, 2004.
- Arseneault, I. *Une mise en jeu de la relation dynamique entre l'interprète, la lumière et le son à partir de certains principes du théâtre du Bauhaus*. Master's thesis. Université du Québec à Montréal. Montréal, 1990.

- ArtMuseum.net. *Multimedia, From Wagner to Virtual Reality*. <http://www.artmuseum.net/w2vr/contents.html>, 2000.
- Basile, P., Gendarmi, D., Lanubile, F., and Semeraro, G. *Recommending Smart Tags in a Social Bookmarking System*, 2007.
- Bayer, F. *De Schönberg à Cage : Essai sur la notion d'espace sonore dans la musique contemporaine*. Éditions Klincksieck, Paris, 1987.
- Beleviciute, I. *Conception of Knowledge Management Supported by Information Technologies*. In *Proceedings of I-KNOW '07*, pages pp 488-492. I-KNOW '07, Graz. Austria, September 5-7, 2007.
- Bernard, R. M., Abrami, P. C., Lou, Y., Borokhovski, E., Wade, A., Wozney, L., Wallet, P. A., Fiset, M., and Huang, B. *How Does Distance Education Compare to Classroom Instruction? A Meta-Analysis of the Empirical Literature*. [http://doe.concordia.ca/cslp/Downloads/PDF/CanKnow/Bernard%20\(2004\)%20Full%20Text.pdf](http://doe.concordia.ca/cslp/Downloads/PDF/CanKnow/Bernard%20(2004)%20Full%20Text.pdf), 2004. (Dernière consultation 2007-03-19).
- Bernard, R. M., Abrami, P. C., and Wade, C. A. *Sommaire de Situation de l'apprentissage électronique au Canada Portrait général des résultats de recherche, des lacunes et des orientations prometteuses*, 2005.
- Berners-Lee, T., Hendler, and Lassila, O. *The Semantic Web*. *Scientific American*, Feature article, 2001.
- Bernier, A.-M. and Karsenti, T. *Que pensent nos étudiants de l'usage des TIC dans l'enseignement universitaire ?* <http://profetic.org/Que-pensent-nos-etudiants-de-l>. 2006.
- Bertrand, Y. *Théories contemporaines de l'éducation*. Éditions Nouvelles AMS. 4e édition. 1998.
- Blinco, K., Mason, J., McLean, N., and Wilson, S. *Trends and Issues in E-Learning Infrastructure Development*. White Paper presented at alt-i-lab 2004. 2004.
- Bolduc, B. *LA FORMATION À DISTANCE AU QUÉBEC, PORTRAIT DE LA SITUATION*. [http://www.clifad.qc.ca/pdf/Rapport\\_sur\\_la\\_formation\\_a\\_distance\\_CLIFAD.pdf](http://www.clifad.qc.ca/pdf/Rapport_sur_la_formation_a_distance_CLIFAD.pdf). 2002. (Dernière consultation 2007-03-01).

- Canada, S. *Bibliothèques scolaires et enseignants-bibliothécaires au Canada : résultats de l'Enquête sur les technologies de l'information et des communications dans les écoles de 2003-2004*. <http://www.infometre.cefrio.qc.ca/fiches/fiche815.asp>, 2005. (Dernière consultation 2007-03-01).
- CEFES. *De la feuille du concepteur à la page Web de l'apprenant : expérience de développement d'un cours d'éthique en ligne*, 20 mars 2007.
- CEFRIQ. *NetPME 2006 L'utilisation des TI par les entreprises québécoises*. <http://www.cefrio.qc.ca/cefrio.cfm>, 2007. (Dernière consultation 2007-03-01).
- Centre de recherche sur l'intermédialité (CRI) and Laboratoire des nouvelles technologies de l'image, du son et de la scène (LANTISS). *Colloque Intermédialité, théâtralité, (re)présentation et nouveaux médias*. Montréal et Québec, 2007.
- Chartrand-Beauregard, J., Gingras, S., Blouin, L., Guénard, M., and Hébert, G. *L'économie du savoir au Québec*. [http://www.mdeie.gouv.qc.ca/mdercontent/000021780000/upload/publications/pdf/science\\_technologie/fr/general/economie\\_savoir.pdf](http://www.mdeie.gouv.qc.ca/mdercontent/000021780000/upload/publications/pdf/science_technologie/fr/general/economie_savoir.pdf), 2005. (Dernière consultation 2007-03-05).
- Chion, M. *Les deux espaces de la musique concrète*. Éditions Musiques et Recherches, Ohain, 1988.
- Chirollet, J.-C. *Statut documentaire et médiologie du spectacle vivant sur Internet. Thé@tre et nouvelles technologies*. Dijon, pages 189-202, 2006.
- Cleveland, H. *Information as Resource*. *The Futurist*, pages 34-39, 1982
- Cloutier, M. *La mort du Théâtre du Petit Chaplin ?* <http://www.cyberpresse.ca/article/20070618/CPARTS04/706180529/5155/CPACTUALITES>, 2007.
- Comité consultatif pour l'apprentissage en ligne. *L'évolution de l'apprentissage en ligne dans les collèges et les universités. Un défi pancanadien*. <http://www.cinec.ca/postsec/evolution.fr.pdf>, 2001. (Dernière consultation 2007-03-07).
- Coutant, F. *Analyse, correction et évaluation de simulations éducatives pour l'enseignement de sciences*. Master's thesis. École Polytechnique de Montréal, 2007.

- Damme, C. V., Hepp, M., and Siorpaes, K. *FolksOntology : An Integrated Approach for Turning Folksonomies into Ontologies*. In *Bridging the Gap between Semantic Web and Web 2.0 (SemNet 2007)*, pages 57–70, 2007.
- Davies, J., van Harmelen, F., and Fensel, D., editors. *Towards the Semantic Web : Ontology-driven Knowledge Management*. John Wiley & Sons, Inc., New York, NY, USA, 2002. ISBN 0470848677.
- Davis, M. *Semantic Wave 2008 Report : Industry Roadmap to Web 3.0 & Multibillion Dollar Market Opportunities*. Technical Report 202-667-6400, Project10X's, 2008.
- Dean, M. and Schreiber, G. *OWL Web Ontology Language Reference*. <http://www.w3.org/TR/owl-ref/>, 2004.
- Deloitte. *eCitizenship Benchmark for all*. [http://www.deloitte.com/dtt/cda/doc/content/dtt\\_ps\\_eCitizenshipforAllEuropeanbenchmark2004\\_lowrez\\_042105.pdf](http://www.deloitte.com/dtt/cda/doc/content/dtt_ps_eCitizenshipforAllEuropeanbenchmark2004_lowrez_042105.pdf), 2004. (Dernière consultation 2007-03-01).
- Deloitte Touche Tohmatsu and Eurocities. *eCitizenship for All. European Benchmark report 2004*. <http://www.infometre.cefrio.qc.ca/fiches/fiche813.asp>. 2005. (Dernière consultation 2007-03-19).
- Deschênes, A.-J. and Maltais, M. *Formation à distance et accessibilité*. [http://www.teluq.quebec.ca/biblio/documents/DM\\_Volume.pdf](http://www.teluq.quebec.ca/biblio/documents/DM_Volume.pdf). 2006. (Dernière consultation 2007-03-05).
- Desmarais, M. C. *Modèles de la connaissance pour les environnements d'apprentissage intelligents*. Séminaire MATI. 2006.
- Devauchelle, B. *La formation ouverte et à distance. concepts et éléments clés*. <http://perso.orange.fr/bruno.devauchelle/FOAD.htm>. 1999. (Dernière consultation 2007-03-05).
- Dhomont, F. *Parlez-moi d'espace*. Éditions Musiques et Recherches. Ohain. 2005.
- Ding, Y., Ding, Y., Embley, D. W., Shafiq, O., and Hepp, M. *Making the Semantic Web a Reality through Active Semantic Spaces*. In *Bridging the Gap between Semantic Web and Web 2.0 (SemNet 2007)*, pages 111–118, 2007.

- Dufresne, A., Basque, J., Paquette, G., Léonard, M., Lundgren-Cayrol, K., and Tep, S. P. *Vers un modèle générique d'assistance aux acteurs du téléapprentissage*. [http://sticf.univ-lemans.fr/num/vol2003/dufresne-05s/sticf\\_2003\\_dufresne\\_05s.pdf](http://sticf.univ-lemans.fr/num/vol2003/dufresne-05s/sticf_2003_dufresne_05s.pdf), 2003. (Dernière consultation 2007-03-05).
- Duval, F. *Étude sur le droit d'auteur en formation à distance en français au Canada*. [http://www.refad.ca/nouveau/etude\\_loi\\_auteur/pdf/etude\\_loi\\_auteur.pdf](http://www.refad.ca/nouveau/etude_loi_auteur/pdf/etude_loi_auteur.pdf). 2005. (Dernière consultation 2007-03-05).
- e-learning Directory. *Modèles virtuels d'universités européennes*. [http://www.elcarningeuropa.info/directory/index.php?page=doc&doc\\_id=5082&doclng=8](http://www.elcarningeuropa.info/directory/index.php?page=doc&doc_id=5082&doclng=8), 2004. (Dernière consultation 2007-03-05).
- Earl, L. *Changements technologiques dans le secteur public, 2000-2002*. <http://www.statcan.ca/francais/research/88F0006XIF/88F0006XIF2004008.pdf>, 2004. (Dernière consultation 2007-03-01).
- Éducacentre. *Modèles d'éducation à distance*. <http://dsf.sk.ca/refad/multimodes/documents/modeles.pdf>, 2003. (Dernière consultation 2007-03-05).
- ElearnActu and CybEOsphère. *Le e-learning et la formation de formateurs*. <http://www.infometre.cefrio.qc.ca/fiches/fiche671.asp>. 2003. (Dernière consultation 2007-03-01).
- Encyclopedia, T. C. *Mighton, John*. <http://thecanadianencyclopedia.com/index.cfm?PgNm=TCE&Params=A1ARTA0010397>, 2008.
- Farr, M. *Nouveaux programmes d'études sur l'expérience universitaire au Canada*. Affaires universitaires, 2007.
- Fédération canadienne des doyens des écoles d'administration. *Investir dans les programmes de gestion : la clé de la croissance de la productivité*. <http://neumann.hec.ca/cfbsd/francais/ressources/chronique/comitebudget/rapportfrancais.pdf>. 1999. (Dernière consultation 2007-03-01).
- Fontaine, D., Benayache, A., and Abel, M.-H. *L'accès aux ressources d'une formation guidé par des ontologies*. 2006.

- Frenette, M. *Trop loin pour continuer? Distance par rapport à l'établissement et inscription à l'université.* <http://www.statcan.ca/francais/research/11F0019MIF/11F0019MIF2002191.pdf>, 2002. (Dernière consultation 2007-03-07).
- Fumero, A. *Next-Generation Web : Building a social middleware for the Knowledge Society.* In *Proceedings of I-KNOW '06. I-KNOW'06*, Graz, September, 6-8th.
- Garbagnati, L., Morelli, P., and ouvrage collectif sous la direction de . *Thé@tre et nouvelles technologies.* Editions Universitaires de Dijon, Dijon, 2006.
- Garceau, L., Baril, M., Beaudoin, J., Boismenu, D., Bourdeau, J., Dufour, L., Goudreau, R., Lamothe, B., Landry-Bérubé, J., Pilon, H., and Proulx, P. *Miser sur le eLearning pour assurer une formation continue de qualité.* [http://www.technocompetences.qc.ca/pdf/Étude\\_eLearning\\_sept2001.pdf](http://www.technocompetences.qc.ca/pdf/Étude_eLearning_sept2001.pdf), 2001. (Dernière consultation 2007-03-01).
- Garcia, B. *Theatre multimedia.* <http://animateurmultimedia.frec.fr/theatre.html>. 2002.
- Gérin-Lajoie, D. and Wilson, D. *Technologies et facilitation de l'apprentissage.* [http://www.refad.ca/recherche/Technologies/Technologies\\_et\\_facilitation\\_de\\_l\\_apprentissage.pdf](http://www.refad.ca/recherche/Technologies/Technologies_et_facilitation_de_l_apprentissage.pdf), 1999. (Dernière consultation 2007-03-05).
- Giguère, P., Labrecque, J.-S., Saucier, R., and Slade, S. *La formation à distance au secteur des jeunes.* <http://www.sofad.qc.ca/fdjeunes/>, 2005. (Dernière consultation 2007-03-01).
- Goguen, J. A. *A Categorical Manifesto. Mathematical Structures in Computer Science.* 1(1) :49-67, 1991.
- Good, R. *Online Multimedia Presentations Get Interactive : Remix Your Photos And Videos With Vuvox.* <http://www.masternewmedia.org/presentation/multimedia-presentations-delivery/online-multimedia-presentations-get-interactive-Vuvox-20070409.htm>. 2007a.
- . *Web Video Editing Goes Mainstream : YouTube Remixer Is Here.* [http://www.masternewmedia.org/video\\_internet\\_television/online-video-editing/youtube-remixer-review-web-video-editing-goes-mainstream-20070619.htm](http://www.masternewmedia.org/video_internet_television/online-video-editing/youtube-remixer-review-web-video-editing-goes-mainstream-20070619.htm). 2007b.
- Greene, B. *The Elegant Universe.* Vintage Books. New York. 2000.
- Gruber, T. *Collective Knowledge Systems : Where the Social Web meets the Semantic Web. To appear in Journal of Web Semantics.* 2007.

- Gruber, T. R. *Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing. Presented at the Padua workshop on Formal Ontology, March 1993, later published in International Journal of Human-Computer Studies*, Vol. 43(Issues 4-5) :pp. 907-928, 1995.
- Guardian, T. *Seconds out, round two*. <http://education.guardian.co.uk/elearning/story/0,10577,1642281,00.html>, 2005.
- Guglielminetti, B. *La baladodiffusion éducative au Québec*. <http://www.radio-canada.ca/radio/techno/commentaires-84304.shtml>, 2007.
- Gunn, C. *Projective Geometry*. <http://www.math.tu-berlin.de/geometrie/Lehre/SS04/VisMath/mwiki/index.php/ProjectiveGeometry>, 2004.
- Guo, Y., Pan, Z., and Heflin, J. *An Evaluation of Knowledge Base Systems for Large OWL Datasets*. 2004.
- Haarslev, V. and Möller, R. *The DIG Description Logic Interface*. In *Proceedings of the International Workshop on Description Logics (DL-2003), Rome, Italy, September 5-7*. 2003.
- Habel, G., Fournier, N., and Magnan, F. *Building Knowledge Ecosystems in Web 3.0*. In *I2LOR-07. 4th Annual Scientific Conference - LORNET Research Network*. 2007a.
- Habel, G. and Magnan, F. *Rainbow : Complete Learning Environment and Learning Management System*. In Research, W., editor, *MathML and Technologies for Math on the Web. second MathML International Conference*. CogniScience, 2002.
- . *Les ontologies structurant la dissémination des arts de la scène et des mathématiques*. In *CADE and AMTEC joint International Conference*. 2006.
- . *A Theatrical Perspective on Projective Geometry*. In *SDH-SEMI Conference at the University of Saskatchewan*, 2007.
- Habel, G., Reyes, M. L., Magnan, F., and Reyes, G. E. *General Poncelet meets the Semantic Web : A concrete example of the usage of ontologies to support creation and dissemination of eLearning contents*. In *SW-EL@AH'06 - Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems*, 2006.
- . *General Poncelet meets the Semantic Web : a concrete example of the usage of ontologies to support creation and dissemination of eLearning contents*. In *E-Learn 2007 - World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education*. 2007b.

- . *Perspective théâtrale sur la géométrie projective : un exemple concret de création et de dissémination de contenus pédagogiques, artistiques et interactifs sur le Web*. In *75e Congrès de l'Acfas tenu à l'Université du Québec à Trois-Rivières*, 2007c.
- Henze, N., Dolog, P., and Nejd, W. *Reasoning and Ontologies for Personalized E-Learning in the Semantic Web*. Educational Technology Society, 2004.
- Horrocks, I., Patel-Schneider, P. F., Boley, H., Tabet, S., Grosz, B., and Dean, M. *SWRL : A Semantic Web Rule Language Combining OWL and RuleML*. <http://www.w3.org/Submission/SWRL/>, 2004.
- Horrocks, I. and Sattler, U. *A Tableaux Decision Procedure for SHOIQ*. In *IJCAI*, pages 448-453, 2005.
- Hotho, A. and Hoser, B. *Bridging the Gap between Semantic Web and Web 2.0*. In *Proceedings of 4th European Semantic Web Conference*. 4th European Semantic Web Conference, Innsbruck, Austria, 3-7th, June 2007.
- Howe, J. *The Rise of Crowdsourcing*. <http://www.wired.com/wired/archive/14.06/crowds.html>, 2006.
- Institut de la statistique du Québec. *Comparaisons internationales*. [http://www.stat.gouv.qc.ca/donstat/econm\\_finnc/conjn\\_econm/compr\\_inter/pdf/sommaire.pdf](http://www.stat.gouv.qc.ca/donstat/econm_finnc/conjn_econm/compr_inter/pdf/sommaire.pdf). 2006. (Dernière consultation 2007-03-16).
- Ippersiel, M.-P. and Trépanier, M. *Des indicateurs et des stratégies régionales d'innovation à l'œuvre au Québec*. [http://www.mdeic.gouv.qc.ca/page/web/portail/entreprises/nav/Publications.html?&page=details\\_publication.jsp&idoc=56659](http://www.mdeic.gouv.qc.ca/page/web/portail/entreprises/nav/Publications.html?&page=details_publication.jsp&idoc=56659). 2004. (Dernière consultation 2007-03-01).
- Ipsos-Reid. *Online Education · What the Future Holds*. <http://www.infometre.ccfrio.qc.ca/fiches/fiche505.asp>. 2002. (Dernière consultation 2007-03-01).
- JNet Solutions. *E-learning : l'enseignement supérieur. un marché prometteur*. [http://solutions.journaldunet.com/0402/040227\\_ilearning.shtml](http://solutions.journaldunet.com/0402/040227_ilearning.shtml). 2004. (Dernière consultation 2007-03-05).
- Jeff, Y. G. *Benchmarking DAML+OIL Repositories*. <http://citescr.ist.psu.edu/rd/0qSqpubsqSqiswc2003.pdf>, 2003.
- Joannine Fiedler, P. F. *Bauhaus*. Könenmann, Atelier d'édition Millefeuilles. Bruxelles. 2000.

- Julien, F. *Conception d'un environnement sonore pour la pièce "Lydia la nuit" par l'approche communicationnelle*. Master's thesis, Université du Québec à Montréal, Montréal, 1995.
- K. Tochtermann, H. M. *I-KNOW '07*. In *7th International Conference on Knowledge Management*, 2007.
- Kallmann, H., Westerkamp, H., and Woog, A. P. *World Soundscape project*. <http://thecanadianencyclopedia.com/index.cfm?PgNm=TCE&Params=Q1ARTQ0003743>, 2008.
- Karampiperis, P. and Sampson, D. G. *Adaptive Instructional Planning Using Ontologies*. In Kinshuk et al (2004).
- Karsenti, T. *Les TIC en pédagogie universitaire*. In *Les conférences du CEFES 2006 (podcast)*, 12-04-2006.
- Karsenti, T., Weiss-Lambrou, R., and Lepage, M. *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire*. [http://profetic.org/revue/IMG/pdf/ritpu\\_0203.pdf](http://profetic.org/revue/IMG/pdf/ritpu_0203.pdf), 2005. (Dernière consultation 2007-03-07).
- Katz, Y. and Hendler, J. *The Use of Lisp in Semantic Web Applications*. In *International Lisp Conference 2003*. NYC. New York, USA. 2003.
- Kinshuk, Looi, C.-K., Sutinen, E., Sampson, D. G., Aedo, I., Uden, L., and Kähkönen, E., editors. *Proceedings of the IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies. ICALT 2004, 30 August - 1 September 2004, Joensuu, Finland*. IEEE Computer Society, 2004. ISBN 0-7695-2181-9.
- Knublauch, H., Ferguson, R. W., Noy, N. F., and Musen, M. A. *The Protégé OWL Plugin : An Open Development Environment for Semantic Web Applications*. In *Third International Semantic Web Conference - ISWC 2004*. Hiroshima, Japan, 2004.
- Kroski, E. *The Hive Mind : Folksonomies and User-Based Tagging*. <http://infotangle.blogspot.com/2005/12/07/the-hive-mind-folksonomies-and-user-based-tagging/>, 2005.
- Lainey, P. *Impliquer les étudiants dans leur apprentissage : les obstacles et des pistes de solutions technopédagogiques*. 2007.
- Lambek, J. and Scott, P. *Introduction to Higher Order Categorical Logic*. Number 7 in Cambridge Studies in Advanced Mathematics. Cambridge University Press. 1986. ISBN 0521246652.

- Lamontagne, D. *Le répertoire Thot des dépôts d'objets d'apprentissage. 56 dépôts, des millions d'objets!* <http://thot.cursus.edu/rubrique.asp?no=18059>, 2006.
- Lavigne, J. *Prévisions de l'effectif étudiant en équivalence au temps plein dans les universités du Québec, de 1999-2000 à 2013-2014.* <http://www.meq.gouv.qc.ca/cns-sup/ens-univ/Donnees-etudes/prevavril2000.PDF>, 2000. (Dernière consultation 2007-03-20).
- Lawvere, F. W. *Tools for the Advancement of Objective Logic : Closed Categories and Toposes*, volume 4 of *Vancouver Studies in Cognitive Science*, chapter 4, pages 43–56. Oxford University Press, New York, 1994.
- Lawvere, F. W. and Rosebrugh, R. *Sets for Mathematics*. Cambridge University Press, New York, 2003.
- Lawvere, F. W. and Schanuel, S. *Conceptual Mathematics : a First Introduction to Categories*. Cambridge University Press, 1997. ISBN 0521472490.
- Le Grand dictionnaire terminologique. *ontologie*. [http://www.granddictionnaire.com/btml/fra/r\\_motclef/index800\\_1.asp](http://www.granddictionnaire.com/btml/fra/r_motclef/index800_1.asp). 2002a.
- . *sémantique*. [http://www.granddictionnaire.com/btml/fra/r\\_motclef/index800\\_1.asp](http://www.granddictionnaire.com/btml/fra/r_motclef/index800_1.asp), 2002b.
- . *constructivisme*. [http://www.granddictionnaire.com/btml/fra/r\\_motclef/index800\\_1.asp](http://www.granddictionnaire.com/btml/fra/r_motclef/index800_1.asp), 2004a.
- . *Web sémantique*. [http://www.granddictionnaire.com/btml/fra/r\\_motclef/index800\\_1.asp](http://www.granddictionnaire.com/btml/fra/r_motclef/index800_1.asp), 2004b.
- . *gestion des connaissances*. [http://www.granddictionnaire.com/btml/fra/r\\_motclef/index800\\_1.asp](http://www.granddictionnaire.com/btml/fra/r_motclef/index800_1.asp). 2006.
- Le Groupe SECOR pour l'Alliance numériQC and l'ÉCHNOCompétences. *Profil de l'industrie et de la main-d'œuvre québécoise en eLearning*. <http://www.infometre.cefrio.qc.ca/fiches/fiche533.asp>. 2002. (Dernière consultation 2007-03-01).
- L'École des médias de l'UQÀM. *Expliquer et démontrer les médias interactifs*. [http://www.unites.uqam.ca/mi/explicuer\\_mi.html](http://www.unites.uqam.ca/mi/explicuer_mi.html). 2008.

- Lefebvre, H., Pelchat, D., Levert, M. J., and Lefevre, J. *Stratégies pédagogiques centrées sur l'apprenant dans un cours e-learning. Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire*, 2(3), 2005.
- Lehner, F. *Tacit Knowledge Management (T-KM) : The Hidden Agenda of Knowledge Management*. pages pp.505–510. I-KNOW '07, Graz, Austria, September 5-7, 2007.
- Library, T. W. V. *Theatre and Drama*. <http://vl-theatre.com/>, 2008.
- Lundgren-Cayrol, K., Paquette, G., Basir, O., Saddik, A. E., Brooks, C., Masmoudi, A., and Banville, C. *TELOS Glossary of terms v1.0*. Lornet technical documentation. Télé-Université, Montréal, 2005.
- Mac Lane, S. *Categories for the Working Mathematician*. Number 5 in Graduate Texts in Mathematics. Springer-Verlag, 1971. ISBN 0387900357.
- Magnan, F. *Le topos des types et le topos des filtres en logique catégorique*. Ph.D. thesis, Université de Montréal, 2000.
- . *DECADS : Design Document*. Technical Report, Télé-Université, 2005a.
- . *DECADS : Scope Document*. Technical Report, Télé-Université, LICEF, 2005b.
- . *Distributed Components Aggregation for eLearning : Conducting Theory and Practice*, 2005c. Submitted for ILOR2005.
- . *UIML Project : Scope Document*. Technical report, LICEF/TELUQ, 2005d.
- . *XCAL Documentation*. Technical Report, Télé-Université, 2005e.
- Magnan, F. and Habel, G. *UIML Project : Design Document*. Technical report, LICEF/TELUQ, 2005.
- Magnan, F., Paquette, G., and Mihaila, S. *TELOS Software Architecture v0.4*. Lornet technical documentation, Télé-Université, 2006.
- Magnan, F. and Reyes, G. E. *Category Theory as a Conceptual Tool in the Study of Cognition*, volume 4 of *Vancouver Studies in Cognitive Science*. chapter 5, pages 57–90. Oxford University Press, New York, 1994.

- Magris, F. *Littérature et mathématiques : rencontres dans la fiction*. [http://www.humanite.fr/2007-03-03\\_Cultures\\_Litterature-et-mathematiques-rencontres-dans-la-fiction](http://www.humanite.fr/2007-03-03_Cultures_Litterature-et-mathematiques-rencontres-dans-la-fiction), 2007.
- Manola, F. and Miller, E. *RDF Primer*. <http://www.w3.org/TR/rdf-primer/>. 2004.
- Manovich, L. *The Language of New Media*. The MIT Press, 2001.
- Martin, J. *Modélisation et automatisation des procédés d'écriture et de production de supports de formation numérisés Le modèle M.A.Ĵ.HEU.T.I.C. de la CCI de Paris. Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire*, 2(3), 2005.
- Masmoudi, A., Paquette, G., and Champagne, R. *Agrégation de COmposants D'rigée par les Métadonnées (ACODJM)*. In Hermes, editor, *Proceedings of INFORSID 2005*, pages 125–135. LICEF-TELUQ, ETS, Grenoble, 2005.
- McGreal, R. and Anderson, T. *E-Learning in Canada. Journal of Distance Education Technologies*, 5(1) :1–6, 2007.
- Mee, N., Barrow, J., Bright, R., and Kemp, M. *Connections in Space*. <http://www.btinternet.com/%7Econnectionsinspace/index.html>. 2005.
- Michel Averous and Gilbert Touzot. *Campus numériques enjeux et perspectives pour la formation ouverte et à distance*. <http://lesrapports.ladocumentationfrancaise.fr/BRP/024000223/0000.pdf>. 2002. (Dernière consultation 2007-03-01).
- Mihaila, S. *TELOS Software Architecture v0.2*. Lornet technical documentation, Télé-Université, 2005.
- Mika, P. *Ontologies are us : A unified model of social networks and semantics*. In *International Semantic Web Conference 2005 (ISWC'05)*, pages pages 522–536. Galway, Ireland, November 2005.
- Ministère de l'Éducation. *Cap sur l'apprentissage tout au long de la vie Rapport du comité d'experts sur le financement de la formation continue*. <http://www.mecq.gouv.qc.ca/REFORME/formation.con/Rapport/rapport.pdf>. 2004. (Dernière consultation 2007-03-07).
- Mitschick, A. *Ontology-based management of private multimedia collections : Meeting the demands of home users*. In *6th International Conference on Knowledge Management (I-KNOW'06). Special Track on Advanced Semantic Technologies*. Graz, Austria, 2006.

- Mitschick, A., Winkler, R., and Meißner, K. *Searching Community-built Semantic Web Resources to Support Personal Media Annotation*. In *Bridging the Gap between Semantic Web and Web 2.0 (SemNet 2007)*, pages 1–13, 2007.
- Moreau, L., Leduc, F., Bélanger, P., Gauthier, R., Gervais, C., Landry, A., Marceau, C., Pes, J., Plourde, F., Richer, J., Pilon, H., and Verville, D. *L'apprentissage virtuel au Québec*. [http://emploi.quebec.net/publications/Pages-statiques/00\\_etude\\_apprentissagevirtuel.pdf](http://emploi.quebec.net/publications/Pages-statiques/00_etude_apprentissagevirtuel.pdf), 2002. (Dernière consultation 2007-03-01).
- Moreno, N., Navas, I., and Aldana, J. *Putting the Semantic Web to Work with DB Technology*. *Bulletin of the IEEE Computer Society Technical Committee on Data Engineering*, 2003.
- Najjar, M., Mayers, A., and Bouchard, Y. *Un modèle cognitif computationnel de représentation de la connaissance au sein des environnements virtuels d'apprentissage*. *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire*, 2(3). 2005.
- Nemetz, M. *Towards a Model for Creating Comparable Intellectual Capital Reports*. I-KNOW 2006, Graz, September 7, 2006.
- NEW MEDIA CONSORTIUM and EDUCAUSE Learning Initiative. *THE HORIZON REPORT*. [http://www.nmc.org/pdf/2007\\_Horizon\\_Report.pdf](http://www.nmc.org/pdf/2007_Horizon_Report.pdf), 2007. (Dernière consultation 2007-03-09).
- novaconcept. <http://www.novaconcept.com/index.fr.htm>. 2006.
- of Alberta, G. *La Formule du Savoir (The Learning Equation)*. <http://www.learualberta.ca/>, 2003.
- OfficeMax. *Elf Yourself*. <http://www.elfyourself.com/>, 2007.
- O'Reilly, T. *Web 2.0 : Compact definition ?* [http://radar.oreilly.com/archives/2005/10/web\\_20\\_compact\\_definition.html](http://radar.oreilly.com/archives/2005/10/web_20_compact_definition.html), 2005.
- Paquette, G. *Modeling the Virtual Campus*. in *Innovating Adult Learning with Innovative Technologies* (B. Collis and G. Davies Eds), Elsevier Science B.V., Amsterdam. 1995.
- . *Meta-knowledge Representation for Learning Scenarios Engineering*. In *Proceedings of AI-Ed*, 1999.
- . *Designing Virtual Learning Centers*. In H. Adelsberger, J. P. E., B. Collis, editor. *Handbook on Information Technologies for Education & Training*. International Handbook on Information Systems. pages 249–272. Springer-Verlag. 2001.

- . *Instructional Engineering in Networked Environments*. Pfeiffer, 2004a.
- . *L'ingénierie pédagogique à base d'objets et le référencement par les compétences*. *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire*, 1(3), 2004b.
- . *Apprentissage sur l'Internet : des plateformes aux portails à base d'objets de connaissance in Développement, intégration et évaluation des technologies de formation et d'apprentissage*. Polytechnique International Press, s. pierre edition, 2005.
- Paquette, G., Léonard, M., Lundgren-Cayrol, K., Mihaila, S., and DenisGareau. *Learning Design based on Graphical Knowledge-Modelling*. *Educational Technology & Society*, 9(1) :97-112, 2006.
- Paquette, G. and Rosca, I. *Organic Aggregation of Knowledge Objects in Educational Systems*. *Canadian Journal of Learning and Technology*, 28(3) :11-26, 2002.
- . *Modeling the Delivery Physiology of Distributed Learning Systems*. *Technology, Instruction, cognition and Learning*, 1-2 :183-209, 2003.
- Paquette, G., Rosca, I., and Masmoudi, A. *TELOS Use Cases Specifications and Requirements v1.0*. Lornet technical documentation, Télé-Université, 2005a.
- Paquette, G., Rosca, I., Masmoudi, A., Brooks, C., Basir, O., and El Saddik, A. *TELOS Vision and Orientations v1.0*. Lornet technical documentation, Télé-Université, 2004.
- Paquette, G., Rosca, I., Masmoudi, A., and Mihaila, S. *TELOS Conceptual Architecture v0.8*. Lornet technical documentation, Télé-Université, 2005b.
- . *TELOS Conceptual Framework v0.8*. Lornet technical documentation. Télé-Université, Montréal, 2005c.
- Paquette, G., Rosca, I., Mihaila, S., and Masmoudi, A. *TELOS, a service-oriented framework to support learning and knowledge Management*. In Pierre, S., editor. *E-Learning Networked Environments and Architectures : a Knowledge Processing Perspective*. Springer-Verlag, 2006 in press.
- Paquin, L.-C. *Réflexions sur la représentation des connaissances*. [http://multimedia.uqam.ca:16080/profs/lcp/CV/publi\\_pdf/Repdelacon.pdf](http://multimedia.uqam.ca:16080/profs/lcp/CV/publi_pdf/Repdelacon.pdf). 1988.

- . *Du terme au concept*. In *Actes du Colloque international 'Les industries de la langue : Perspectives des années 1990*, pages 313–333. Centre d'analyse de textes par ordinateur Université du Québec à Montréal, Montréal, 1991.
- . *Le passage des termes aux concepts*. <http://www.ling.uqam.ca/sato/publications/bibliographie/Terms.htm>, 2000.
- . *Interface à des modules de formation constructiviste*. 2001.
- . *Comprendre les médias interactifs*. Somabec, isabelle quentin éditeur edition, 2006.
- PBS. *The Elegant Universe*. <http://www.pbs.org/wgbh/nova/elegant/>, 2003.
- Peterson. E. *Folksonomy : a multi-perspective view*. <http://incsub.org/soulsoup/?p=748>, 2006.
- Pierre, S., editor. *Innovations et tendances en technologies de formation et d'apprentissage - Développement, Intégration et évaluation des technologies de formation et d'apprentissage - DIVA*. Presses internationales Polytechnique. 2005.
- Poumay, M. *Maturation de Form@sup : principes et instruments*. *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire*, 3(2), 2006.
- REFAD. *Profil de l'enseignement à distance au Canada*. [http://www.refad.ca/nouveau/profil\\_enseignement/toc.html](http://www.refad.ca/nouveau/profil_enseignement/toc.html), 2002. (Dernière consultation 2007-03-05).
- Réseau d'enseignement francophone à distance du Canada (REFDA) par Céline Faille, FormAD Consultants. *Profil de l'enseignement à distance en français au Canada*. <http://www.infometre.cefrio.qc.ca/fiches/fiche63.asp>. 1999. (Dernière consultation 2007-03-01).
- Reyes. G. E. *A mathematical analysis of Masaccio's Trinity*. [http://www.reyes-reyes.com/gonzalo/recent\\_work/varia\\_html/masaccio\\_trinity](http://www.reyes-reyes.com/gonzalo/recent_work/varia_html/masaccio_trinity). 2004.
- Reyes. M. L. P. *Death and the young man (The last hours of General Poncelet)*. Translation of Reyes (2002b) : Joyce Macnamara with the collaboration of Francis des Rosiers and Gonzalo E. Reyes <http://files.reyes-reyes.com/marie/version%20anglaise.pdf>, 2002a.
- . *Le jeune homme et la mort (Les dernières heures du Général Poncelet)*. 2002b.
- Reyes. M. L. P., Macnamara. J., and Reyes. G. *Logic and the Trinity. Faith and Philosophy*. 11(1) :3-18. 1994a.

- Reyes, M. L. P., Macnamara, J., and Reyes, G. E. *Reference, Kinds and Predicates*, volume 4 of *Vancouver Studies in Cognitive Science*, chapter 6, pages 91–143. Oxford University Press, New York, 1994b.
- Reyes, M. L. P., Macnamara, J., Reyes, G. E., and Zolfaghari, H. *Models for Non-Boolean Negations in Natural Languages based on Aspect Analysis*. Gabbay D. and H. Wansing (eds.). *Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, Boston, London*, What is negation? :241–260, 1999.
- Reyes, M. L. P., Reyes, G. E., and Zolfaghari, H. *Generic figures and their glueings. A constructive approach to functor categories*. *Polimetrica, corso Milano 26, Monza (MI)*. 2004.
- Risset, J.-C. *Quelques observations sur l'espace et la musique aujourd'hui*. Éditions Musiques et Recherches, Ohain, 1988.
- Rosca, I. *TELOS Conceptual Architecture v0.4*. Lornet technical documentation, Télé-Université, 2005.
- Rx, A., 2007.
- Saucier, R. *Les inscriptions en formation à distance en 2001-2002*. [http://www.sofad.qc.ca/pdf/Inscriptions\\_fd\\_01-02.pdf](http://www.sofad.qc.ca/pdf/Inscriptions_fd_01-02.pdf), 2003. (Dernière consultation 2007-03-05).
- . *Les inscriptions en formation à distance en 2002-2003*. [http://www.sofad.qc.ca/pdf/Inscriptions\\_fd\\_02-03.pdf](http://www.sofad.qc.ca/pdf/Inscriptions_fd_02-03.pdf), 2004. (Dernière consultation 2007-03-05).
- . *Portrait des inscriptions en formation à distance (secondaire, collégial et universitaire) au Québec depuis 1995-1996*. [http://www.clifad.qc.ca/pdf/portrait\\_inscriptions\\_fd.pdf](http://www.clifad.qc.ca/pdf/portrait_inscriptions_fd.pdf), 2006. (Dernière consultation 2007-03-01).
- Schafer, M. *Le paysage sonore*. J.-C. Lattès. 1979.
- SCHULMEISTER, R. *Taxonomy of Multimedia Components : A Contribution to the Current Metadata Debate*. *Studies in Communication Sciences*. 3(1) :61- 80. 2003.
- Sicilia, M.-A. *The Road Ahead to Competency-Based Learning Activity Selection : A Semantic Web Perspective*, 2004.
- SIMS, R. *Interactivity : A Forgotten Art ? Computers in Human Behavior*. 13(2) :157-180. 1997.

- Siorpaes, K. and Hepp, M. *myOntology : The Marriage of Ontology Engineering and Collective Intelligence*. In *Bridging the Gap between Semantic Web and Web 2.0 (SemNet 2007)*, pages 127–138, 2007.
- Sirin, E., Parsia, B., Grau, B. C., Kalyanpur, A., and Katz, Y. *Pellet : A Practical OWL-DL Reasoner*. <http://www.mindswap.org/papers/PelletJWS.pdf>, 2005. Submitted for publication to Journal of Web Semantics.
- Smith, M. K., Welty, C., and (eds), D. L. M. *OWL Web Ontology Language Guide*, 2004.
- Smullyan, R. *Interactive Mathematics Miscellany and Puzzles*. <http://www.cut-the-knot.org>, 2008.
- Srinivas, Y. V. and Jullig, R. *Specware® : Formal Support for Composing Software*. In Irsee, K., editor, *Proceedings of the Conference on Mathematics of Program Construction*. Kestrel Institute, 1995.
- Statistique Canada. *Les technologies de l'information et des communications au Canada*. <http://dsp-psd.tpsgc.gc.ca/Collection/Statcan/56-506-X/56-506-XIF1999000.pdf>, 2001. (Dernière consultation 2007-03-01).
- . *Revue trimestrielle de l'éducation 2003, vol. 9, no 3*. <http://dsp-psd.communication.gc.ca/Pilot/Statcan/81-003-XIF/0030281-003-XIF.pdf>, 2003. (Dernière consultation 2007-03-01).
- . *Connectivité et apprentissage en ligne dans les écoles canadiennes. Année scolaire 2003-2004*. <http://www.infometre.cefrio.qc.ca/fiches/fiche753.asp>, 2004a. (Dernière consultation 2007-03-01).
- . *Les ordinateurs en classe : perspectives et défis*. [http://www.statcan.ca/francais/freepub/81-004-XIF/200409/ict\\_f.htm](http://www.statcan.ca/francais/freepub/81-004-XIF/200409/ict_f.htm), 2004b. (Dernière consultation 2007-03-01).
- . *Revue trimestrielle de l'éducation 2004, vol. 9, no 4*. <http://dsp-psd.communication.gc.ca/Pilot/Statcan/81-003-XIF/0040281-003-XIF.pdf>, 2004c. (Dernière consultation 2007-03-01).
- . *Tendances récentes en matière d'éducation et de formation des adultes au Canada*. <http://www.statcan.ca/francais/freepub/81-004-XIF/200412/aets.f.htm>, 2004d. (Dernière consultation 2007-03-01).

- . *Utilisation d'Internet par les individus à des fins éducatives*. <http://www40.statcan.ca/102/cst01/comm22.f.htm>, 2005. (Dernière consultation 2007-03-01).
- . *Bulletin de l'analyse en innovation n° 88-003-XIF au catalogue Vol. 8, n° 2*. <http://www.statcan.ca/francais/freepub/88-003-XIF/88-003-XIF2006002.pdf>, 2006. (Dernière consultation 2007-03-01).
- . *Statistique des sciences*. <http://www.statcan.ca:80/bsolc/francais/bsolc?catno=88-001-XIF>, 2007. (Dernière consultation 2007-03-01).
- TECHNOCompétences. *Évolution du nombre d'entreprises dans le secteur des TIC*. [http://www.technocompetences.qc.ca/pdf/S1\\_2006.pdf](http://www.technocompetences.qc.ca/pdf/S1_2006.pdf), 2007. (Dernière consultation 2007-03-01).
- Tessier, M. *La science en pièces*. <http://blogue.sciencepresse.info/culture/item/470>. 2007.
- Tetlow, P., Pan, J., Oberle, D., Wallace, E., Uschold, M., and Kendall, E. *Ontology Driven Architectures and Potential Uses of the Semantic Web in Systems and Software Engineering*. <http://www.w3.org/2001/sw/BestPractices/SE/ODA/051126/>, 2001.
- The American Federation of Teachers. *Distance Education Guidelines for Good Practice*. <http://www.infometre.cefrio.qc.ca/fiches/fiche292.asp>, 2001. (Dernière consultation 2007-03-01).
- theater bookshop, T. I. *Plays & Musical Plays & Scripts & Skits*. <http://www.stageplays.com/>, 2008.
- Theatre-contemporain.net. <http://www.theatre-contemporain.tv/vision/vision.php3?lang=fr&id=471>. 2003.
- Thierry Karsenti, Rédacteur en chef. *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire (RITPU)*. <http://www.profetic.org/revue/>. 2008.
- Thorne, S., Shubert, C., and Merriman, J. *OKI Architecture Overview*. Open Knowledge Initiative : Open Knowledge Initiative : <http://web.mit.edu/oki/learn/whtpapers/ArchitecturalOverview.pdf>. 2003.
- Université du Québec à Trois-Rivières. *L'enseignement et la gestion universitaires bénéficient de l'apport des technologies selon les résultats d'une enquête menée auprès des enseignants et des*

- étudiants*. <http://www.infometre.cefrio.qc.ca/fiches/fiche822.asp>. 2005. (Dernière consultation 2007-03-01).
- U.S. Department of Education and National Center for Education Statistics (NCES). *A Profile of Participation in Distance Education :1999-2000. Postsecondary Education Descriptive Analysis Reports*. <http://www.infometre.cefrio.qc.ca/fiches/fiche540.asp>, 2002. (Dernière consultation 2007-03-01).
- U.S. Department of Education, National Center for Education Statistics, Sikora, A. C., and Carroll, C. D. *A Profile of Participation in Distance Education : 1999-2000*. <http://nces.ed.gov/pubs2003/2003154.pdf>, 2002. (Dernière consultation 2007-03-19).
- U.S. National Center for Education Statistics. *Distance education at degree-granting postsecondary institutions : 2000-2001*. <http://www.infometre.cefrio.qc.ca/fiches/fiche636.asp>, 2003. (Dernière consultation 2007-03-01).
- Vadeboncoeur, A. *Quand la médecine se met en scène*. Entrevue radio Radio-Canada, émission Christiane Charette, 2008.
- Varenes, C. D. *Répartition des cours universitaires francophones au Canada par province*. [http://cqfd.teluq.quebec.ca/08\\_devara.pdf](http://cqfd.teluq.quebec.ca/08_devara.pdf), 2006. (Dernière consultation 2007-03-05).
- Weiss-Lambrou, R. *I-LE@RNING : Nouvelles technologies pour l'enseignement et l'apprentissage - Nouveaux défis pour les formateurs et les étudiants*. In *Les conférences du CEFES 2006*, 12/04/2006.
- Weiss-Lambrou, R. and Raymond, D. *L'utilisation de WebCT à l'Université de Montréal et l'appréciation du soutien offert par le programme SUITE*. [http://www.cefes.umontreal.ca/etudes\\_recherche/Documents/CEFES\\_SondageA01\\_Resultats.pdf](http://www.cefes.umontreal.ca/etudes_recherche/Documents/CEFES_SondageA01_Resultats.pdf). 2001. (Dernière consultation 2007-03-01).
- Weiss-Lambrou, R., Raymond, D., and Bernatchez, P.-A. *Le point de vue des enseignants sur leur expérience d'enseignement-apprentissage avec WebCT à l'UdeM. Rapport du sondage 2002*. [http://www.cefes.umontreal.ca/etudes\\_recherche/Documents/rapport\\_Sondage\\_2002.pdf](http://www.cefes.umontreal.ca/etudes_recherche/Documents/rapport_Sondage_2002.pdf). 2002. (Dernière consultation 2007-03-01).
- Weissberg, J.-L. *corps à corps : geste, acteur et personnage dans la fiction interactive / à propos de "La Morsure", de Andrea Davidson* ]. <http://hypermedia.univ-paris8.fr/seminaires/>

- semaction/seminaires/txt01-02/journees0602/jean.louis.htm, 2002. Analyse de dispositifs interactifs et narratifs en vue de l'élaboration d'un vocabulaire critique.
- Weisstein, E. W. *Projective Geometry*. <http://mathworld.wolfram.com/ProjectiveGeometry.html>, 2008.
- WHITEHOUSE, K. *Principles Web-enabled simulations : Exploring the learning process*. *Educause Quarterly*, 28(3) :20–29, 2005.
- Wikipédia. *Copenhague (Frayn)*. [http://fr.wikipedia.org/wiki/Copenhague\\_%28Frayn%29](http://fr.wikipedia.org/wiki/Copenhague_%28Frayn%29), 2007a.
- . *Hapgood*. <http://en.wikipedia.org/wiki/Hapgood>, 2007b.
- Wikipedia. *La Preuve*. [http://fr.wikipedia.org/wiki/La\\_Preuve](http://fr.wikipedia.org/wiki/La_Preuve), 2007.
- Wikipédia. *Arcadia (play)*. [http://en.wikipedia.org/wiki/Arcadia\\_%28play%29](http://en.wikipedia.org/wiki/Arcadia_%28play%29), 2008a.
- . *Imre Lakatos*. [http://en.wikipedia.org/wiki/Imre\\_Lakatos](http://en.wikipedia.org/wiki/Imre_Lakatos), 2008b.
- . *Les Palmes de Monsieur Schutz (Fenwick)*. [http://fr.wikipedia.org/wiki/Les\\_Palmes\\_de\\_Monsieur\\_Schutz\\_%28Fenwick%29](http://fr.wikipedia.org/wiki/Les_Palmes_de_Monsieur_Schutz_%28Fenwick%29), 2008c.
- . *Michael Frayn*. [http://fr.wikipedia.org/wiki/Michael\\_Frayn](http://fr.wikipedia.org/wiki/Michael_Frayn), 2008d.
- Wikipedia. *Possible Worlds (play)*. [http://en.wikipedia.org/wiki/Possible\\_Worlds\\_%28play%29](http://en.wikipedia.org/wiki/Possible_Worlds_%28play%29), 2008.
- Wikipédia. *Tom Stoppard*. [http://fr.wikipedia.org/wiki/Tom\\_Stoppard](http://fr.wikipedia.org/wiki/Tom_Stoppard). 2008.
- Wilson, S., Blinco, K., and Rehak, D. *Service-Oriented Frameworks : Modelling the Infrastructure for the next generation of e-Learning Systems*. White Paper presented at alt-i-lab 2004, 2004.
- Wu, X., Zhang, L., and Yu, Y. *Exploring social annotations for the semantic web*. In Press. A., editor, *15th International Conference on World Wide Web (WWW'06)*. pages pages 417–426. Edinburgh, Scotland. May 2006.

## APPENDICE A

### ÉVÉNEMENTS ET ARTICLES IMPLIQUANT LE PRÉSENT PROJET

#### Conférences 2002 à 2008

- MATI Montréal (<http://www.matimtl.ca>)
- LORNET 2007 (Habel et al, 2007a)
- E-Learn 2007 (Habel et al, 2007b)
- Non-conférence « Vers l'éducation 2.0 » (<http://educationdeuxpointzero.wikispaces.com/>)
- Red Herring Montréal 2007 (<http://www.herringevents.com/canada07/index.html>)
- Bar camp Montréal (<http://barcamp.org/BarCampMontreal>)
- SDH-SEMI 2007 (Habel and Magnan, 2007)
- ACFAS 2007 (Habel et al, 2007c)
- ah 2006 (Habel et al, 2006)
- ACÈD/AMTEC 2006 (Habel and Magnan, 2006)
- Cirta 2006
- MathML 2002 (Habel and Magnan, 2002)

#### Articles

J'inclue au mémoire deux articles auxquels j'ai participé et dont j'ai entre autre présenté avec François Magnan aux événements ci-haut cités.

# General Poncelet meets the Semantic Web: a concrete example of the usage of ontologies to support creation and dissemination of eLearning contents

Geneviève Habel, MATI, Polytechnique, genevieve.habel@polymtl.ca  
Marie LaPalme Reyes, marie@reyes-reyes.com  
François Magnan, LICEF/TELUQ/UQAM,  
francois.magnan@licef.teluq.uqam.ca  
Gonzalo E. Reyes, Mathematics Department, University of Montreal,  
reyes@dms.umontreal.ca

**Abstract.** The project “A theatrical perspective on projective geometry” is a multimedia eLearning initiative that aims at the diffusion of an online course on projective geometry and an historical theater play on the life of the inventor of this discipline: the french mathematician and engineer Jean-Victor Poncelet. We look at how we created an ontology to centralize all the knowledge of the project and what kind of benefits we received from this strategy by combining it with the right toolset.

## 1 Introduction

This paper is about how one can profit from Semantic Web [1] techniques to develop large scale multimedia eLearning project. We explain our views through the practical example of the *Poncelet Project*.

We start by giving an overview of the project in section 2. Next, in section 3, we outline some requirements and objectives of the project. In section 4, we start explaining a basic ontological model for the project to reference multimedia resources. In section 5, we continue to extend our ontology to assist the construction and the diffusion of the *Poncelet Project*. In section 6, we explain how we can create an interactive exploratory interface that lets the learners build their own multimedia scenarios. Finally, in section 7, we conclude with some remarks on our experience.

## 2 The Poncelet Project

There are three main texts at the project basis.

First, a course on projective geometry written and taught by Gonzalo E. Reyes explains the basic elements of this mathematical theory. Through videos, schema, interactive simulators, notes and exercices, learners discover the fundamental theorem of projective geometry: there is only one conic curve.

Second, a play, written by Marie La Palme Reyes, "Death and the young man (The last hours of General Poncelet)" [2, 3]. Dying, General Jean-Victor Poncelet remembers one of the most productive period of his life, when after crossing the frozen plains of Russia, winter 1812, he arrives at Saratoff prison, where he lays down the foundations of projective geometry.

Finally, an overview of the history of projective geometry, with its early beginnings in the 15th century up to its apogee in the 19th century.

These three poles are self-contained but are also interconnected through their themes and concepts. With the high volume of rich contents, we aim at offering the interactors an organic and adaptive navigation (see [4]).

### 3 Some Key Project Objectives

We use the current section to outline some key objectives of the project that led us to the consideration of using ontologies to assist in the creation and delivery processes.

The requirements and objectives we chose to put emphasis on are:

- Offer a multitude of customized learning paths to users.
- Have multiple granularity levels for resources e.g.: play, act, scene, cue line
- Create bridges between arts and science.
- Be able to deal with multiple diffusion support medias e.g.: Web, DVD.
- Give ourselves tools to help handle the complexity of managing thousands of multimedia documents.
- Let the users create their own multimedia scenarios.

In the following sections, we will explain how the use of an ontology helped our progress on the above points.

### 4 Using an Ontology to Classify Concepts and Resources

The process of building a large multimedia project involves managing a large amount of media files distributed on multiple locations and disks with different compression settings and which evolves in a resources lifecycle workflow. Having an ontology for the project that is dedicated to be the semantic referential of all constituents of the project is the strategy that we adopted to handle this complexity.

The design of the *Poncelet Ontology* was made using a graphical OWL-DL (see [5]) editor called Mot+OWL. We will use the graphical models of Mot+OWL to present some highlights of the *Poncelet Ontology* in figures inserted in the paper.

The first, and most natural class, we introduced in our ontology is the class `PonceletResources` which is to be interpreted as the class of all multimedia resources in the project. This class is then refined into three sub-classes: `PlayResources`, `CourseResources` and `HistoryResources`. Figure 1 shows this

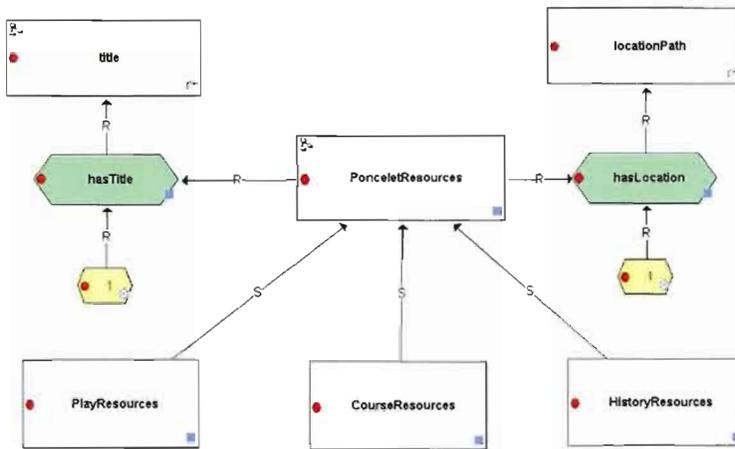


Fig. 1. The PonceletResources top-level taxonomy

with two additional datatype properties for PonceletResources: the hasTitle and hasLocation properties. The hasTitle associates a title string with each resource and the hasLocation associates a URL telling the location of the resource file. Note that the little hexagons (with number 1 as label) are there to put cardinality restrictions on the properties.

The taxonomy of the resources has many further ramifications. For example, the PlayResources has two subclasses: Act1Resources and Act2Resources. Acts also have subclasses: the scenes. The CourseResources also has many subclasses: one for each part of the course. We will not make the whole ontology explicit in this paper.

We already have a decent structure to manage our resources but this is not enough if we want to capture more subtle requirements. For example, we may wish to distinguish between the different types of resources: sounds, pictures, videos, etc. We also outlined in the previous section that we may want multiple diffusion support for the project: the web, DVD. To handle those requirements, we introduce two additional properties: hasType and hasIntendedSupport. The hasType property is introduced in figure 2 where we see that PonceletResource-Types class is an enumerated class (using the oneOf OWL construct) consisting of five basic types of resources. The hasIntendedSupport property associates the intended diffusion support for the resource which can be either: WebHB (web diffusion with high-bandwidth), WebLB (web diffusion with low-bandwidth) or DVD (DVD diffusion support).

This very simple ontology suffices to build our resource database in a very structured manner. To carry on this task, we adopted a mixed strategy. In a first step, we use some software agents to generate the OWL code in batch mode. This enables us to quickly populate the ontology with our thousands of resources.

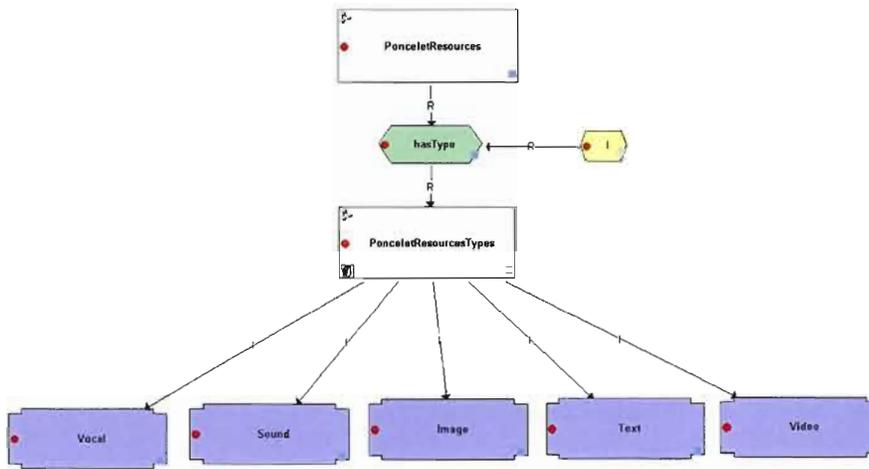


Fig. 2. Associating types to resources

The second step is to import all the OWL code into the *Protégé* OWL editor (see [6]) and do some fine tuning on the results of step 1.

The next fundamental branch that we decided to develop in our ontology starts with the *PonceletConcepts* class. This class is intended to contain all the different concepts involved in the project. All the mathematical concepts put together under the *CourseConcepts* subclass of *PonceletConcepts*. The *PlayConcepts* is another important subclass of *PonceletConcepts*. Figure 3 shows the first level of refinement of the concepts in the project. The property *isLinkedWith* allows us to link related concepts together. This will eventually be used to generate navigation interfaces to let users explore the concepts of the project.

To complete this part of the ontology, we need to introduce some relation between concepts and resources. We do this by introducing the *isPresentedBy* property that is shown in figure 4. This property declares that a given concept is manifested in some specific resources of the project. This property is very useful for users that in some situations need to focus on a specific concept of the project. Using this property, we can extract all the resources related to a given concept.

As we have seen, we are already in a position, by adding a few crucial properties to taxonomies of resources and concepts, to build very interesting tools that enables a flexible navigation into the contents. The next section goes some way to show other possibilities.

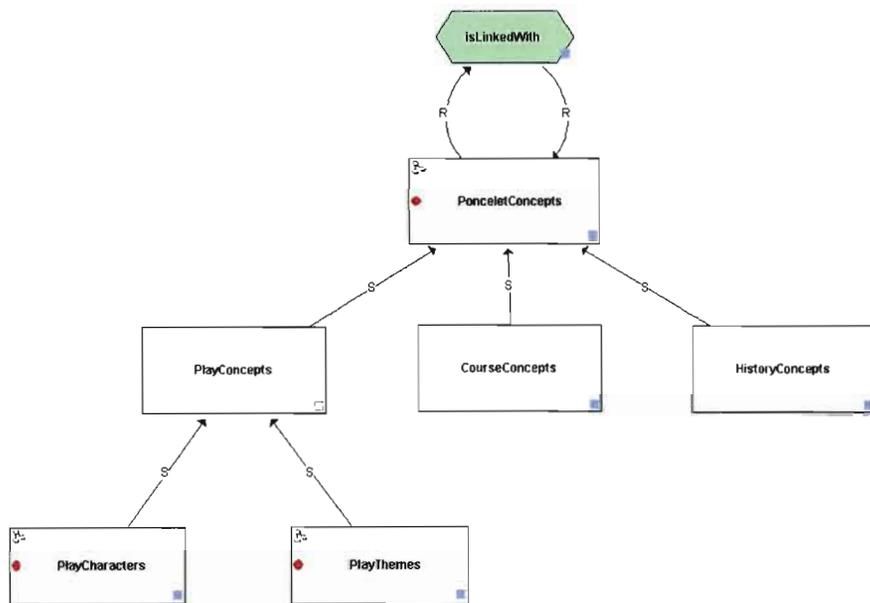


Fig. 3. First subdivisions of the concepts



Fig. 4. The isPresentedBy property

## 5 Using the Ontology to build the Poncelet portal

Once all the resources and concepts are classified inside the *Poncelet Ontology* we can add another useful concept inside that ontology: the class of GUI's (graphical user interfaces) involved in the project, that we name *PonceletInterfaces*. Instances of this class will be all the different graphical interactive interfaces we will build to deliver the resources to the users. For example, a webpage in the play or a page giving access to the text of the notes for the mathematical course would be instances of this class. By adding appropriate subclasses like *PonceletWebInterfaceHB* (high-bandwidth version), *PonceletWebInterfaceLB* (low-bandwidth version) and *PonceletDVDInterface* (DVD version) we can differentiate between different versions adapted to the users bandwidth and interfaces delivered on very different media: the Web or DVD. Refining these to separate between the play interface pages and the mathematical course interface pages could also be useful. A crucial property of *PonceletInterfaces* is

that they *consume* resources. We therefore introduce the `consumes` OWL property which associates an interfaces with the resources they use and diffuse. The `consumes` property introduces some kind of dependency relation between interface pages and resources. Figure 5 presents this property.



Fig. 5. The `consumes` property

Keeping track of the resources used in each interface page can be certainly very useful at the project packaging phase. In this phase, we build the end products by extracting all the resources it uses from the resources database. This can be very easily done using the `consumes` property. To populate the `PonceletInterfaces` class and add the appropriate `consumes` properties to the individuals we will use software agents that will scan the interface description files and insert the proper OWL code for those instances in the *Poncelet Ontology*.

The creation of the interface pages by extracting the right resources and assemble them into a coherent structure is a time consuming task. To simplify this process, we profit from our classification taxonomy for the resources inside our ontology. For that, we create a special helping tool called the *Resource Extractor* that sends queries to an OWL-DL inference engine which extracts the appropriate resources for constructing interface pages according to the intentions of the creator. While working on the composition of a specific set of interface pages, the creator can select some logical constraints in the *Resource Extractor* and a query is made to the ontology to extract the corresponding resources from all available resources.

## 6 Interactive Resources Aggregation through the Project Ontology

We have seen in the previous sections how the *Poncelet Ontology* could be used to support the project management and portal implementation tasks. In this section, we will look at how the end-users can also profit from this ontology by offering them a richer browsing experience.

We believe that the exploitation of the *Poncelet Ontology* by end-users is the optimal knowledge transmission channel we can hope for. We are very aware of the fact that in its OWL file format, an ontology may seem rather useless for an end-user coming in contact with one of the project products. With the use of appropriate graphical interfaces, this fact can be completely reversed.

To offer to users the ability to explore and query the *Poncelet Ontology* we will offer them an interesting interactive experience in which they can practice effective organic resources aggregation (see [4, 7]) through our ontology.

In a three dimensional space representing a virtual theater, we dispose the different concepts and resources classes composing the *Poncelet Ontology* on the theater scene stage. To do so we associate an icon to each of them and place the icons in our 3D environment (with the correct perspective calculations applied to them). The icons are of different sizes depending on the population size (number of individuals) of the corresponding OWL classes. We animate those icons so that they look like they take part in a complex dynamical system that looks like a planetary system. For that, we make subclasses of any given class orbit around their superclass.

At the front center of the stage, a spotlight shines on the floor. The users are invited to interact in the scene by dragging references to the different icons into the spotlight illuminated region of the floor. In this region, they can assemble aggregates of multimedia resources and of concepts. We provide the users basically two construction principles to build aggregates of resources: sequencing behavior and parallel behavior. They can recombine these principles to recursively build complex structures.

When a user drags a resource class into the light, the corresponding concepts related by the `isPresentedBy` property are also slowly pulled into the light. Inversely, when a user drags a given concept into the light, corresponding resources are slowly pulled into the light.

Once a user has completed an aggregate, he/she can execute this aggregate. Upon the user's request, a multimedia scenario is compiled from the user's aggregate and is played in the browser.

We believe this interactive game, giving access to all the resources of the project in a flexible way, is a very interesting way learners can take to explore the material according to their interests.

## 7 Conclusion

In conclusion, by giving access to parts of projective geometry theory through the angle of interactive medias, the project "A theatrical perspective on projective geometry" transports users inside a unique learning experience.

We have learned from our experiment that very simple ontologies can be quite useful in the development of a multimedia eLearning project. By providing a unifying framework where all knowledge about the project can be stored inside a unique structure, ontologies provide a solid backbone to which all tasks can be linked and profit from it. We also learned that an ontology by itself doesn't give very concrete benefits in the project (apart from conceptualization benefits) if it is not combined with the right toolset. The ability to generate tools and interfaces evolving around the ontologies is therefore crucial at this point of time to really profit from this formalism in a concrete way.

## References

1. Berners-Lee, T., Hendler, Lassila, O.: The semantic web. Scientific American, Feature article (2001)
2. Reyes, M.L.P.: Le jeune homme et la mort (les dernières heures du général poncelet). <http://files.reyes-reyes.com/marie/Le%20jeune%20homme%20et%20la%20mort> (2002)
3. Reyes, M.L.P.: Death and the young man (the last hours of general poncelet). Translation of [2]: Joyce Macnamara with the collaboration of Francis des Rosiers and Gonzalo E. Reyes <http://files.reyes-reyes.com/marie/version%20anglaise.pdf> (2002)
4. Paquette, G., Rosca, I.: Organic aggregation of knowledge objects in educational systems. *Canadian Journal of Learning and Technology* **28**(3) (2002) 11–26
5. Dean, M., Schreiber, G.: Owl web ontology language reference. <http://www.w3.org/TR/owl-ref/> (2004)
6. Knublauch, H., Ferguson, R.W., Noy, N.F., Musen, M.A.: The protégé owl plugin: An open development environment for semantic web applications. In: Third International Semantic Web Conference - ISWC 2004, Hiroshima, Japan (2004)
7. Magnan, F.: Distributed components aggregation for elearning: Conducting theory and practice. Submitted for ILOR2005 (2005)
8. Reyes, G.E.: A mathematical analysis of masaccio's trinity. [http://www.reyes-reyes.com/gonzalo/recent\\_work/varia\\_html/masaccio\\_trinity](http://www.reyes-reyes.com/gonzalo/recent_work/varia_html/masaccio_trinity) (2004)

# Building Knowledge Ecosystems in Web 3.0

François Magnan  
LICEF Research Center, UQAM  
Categorical Design Solutions  
Montreal, Canada  
francois.magnan@liceef.ca

Geneviève Habel  
MATI, École Polytechnique de Montréal  
Categorical Design Solutions  
Montreal, Canada  
habel@categoricaldesign.com

Nicolas Fournier  
Categorical Design Solutions  
Montreal, Canada  
fournier@categoricaldesign.com

## Abstract

We explain how the advent of the Semantic Web brings new instruments to help build dynamic Knowledge Ecosystems on the Web. We show how they enable the Crowdsourcing of Knowledge and Wisdom by looking at some experimental applications prototypes.

## 1. Introduction

As a result of the recent phenomenal growth of the Web 2.0, we are now experiencing the Web of “user generated contents” (Wikipedia, Flickr, FaceBook, ...). How can we thrive in this sea of information flowing from billions of input sources?

We think that this challenge can be addressed by looking at the upper layers in the well known Knowledge Pyramid [6]. Figure 1 shows the Pyramid where we can see that the Knowledge and Wisdom layers on top of the Data and Information layers. It suggests that knowledge should be used to handle the overwhelming complexity of information and data overload.

The *Semantic Web* [5] (or Web 3.0) also provides interesting avenues to tackle this challenge. In the present paper, we propose “Semantic Web based Knowledge Ecosystems” as a potential solution path. We will focus on the tools to actualize this path.

In section 2, we briefly introduce the Semantic Web initiative. In section 3, we look at how *Semantic Information* can help in building *Knowledge Ecosystems*. In section 4 we explore some key instruments to help in these ecosystems. Finally, in section 5, we explore how these ideas could be



Figure 1. The Knowledge Pyramid

catalysed by the introduction of a Knowledge Economy embedded in all Knowledge Ecosystems.

## 2. The Semantic Web

The Semantic Web is an international research effort that creates specifications of international standards (W3C Initiative) which defines *Semantic Information* can be shared on the Web. Among those standards, OWL (The Ontology Web Language, see [22, 8]) provides a universal reference to formally define concepts and relationships between those concepts that are understandable by machines and remain close to human thinking. When this *Semantic Information* is shared on the Web, humans and computers can use it to present a more focused view of the Web: a view where information is filtered by concepts (by opposition to keywords).

To give a concrete example, most of us daily search the Web through a search engine (like *Google*). By entering keywords in the search box we ask a very vague question to the search engine. If we search for Java the results will be about an Indonesian island, about coffee and of course about the *Java* technology. All this is mixed in a set of more than 271 millions of results.

The emergence of Web 2.0 and the rise of social networks brought nice improvements by introducing *folksonomies*. When you find a community space specialized on a specific subject of interest, you access a more structured space. In large communities, these folksonomies may grow into a tangled logic.

If search engines and social networks had some *Semantic Information* and we had a mean to ask a more specific question by giving precisions on the Semantic of what we search for (for the programming language for instance); then no result about the island or coffee would appear. We could also continue to refine our question to get a much more accessible result set and communities of users.

The Semantic Web initiative provides standard languages to build on, its use on the Web is still at a very early stage. These ideas are boiling in the academic journals but concrete applications are still hard to find. To reach a critical mass of usage, these languages must be adopted by mainstream tools that will play a major role in our daily Web experience [9]. Tools that can reach every internet user and that really take advantage of the new possibilities offered by the Semantic Web.

## 3. Semantic Web Based Knowledge Ecosystems

Traditionally, the term *Knowledge Ecosystem* (KE) is used to describe a community of practice using collaborative applications to build knowledge in a bottom-up fashion.

These collaborative applications are often domain specific and operate in a closed world (the community). We must find ways to openly share knowledge across the ecosystems borders if we want to enable the emergence of larger and more effective ecosystems.

This is an ideal situation to apply the interoperability standards provided by the Semantic Web initiative. The W3C has a specific *Knowledge Ecosystem Task Force* assigned to this problem. Introducing the Semantic Web (SW) standards to help the creation and growth and sharing across Knowledge Ecosystems has the following benefits according to us:

1. Interoperability: The SW provides open standard formats to exchange knowledge stored in any form.
2. The SW can be used to enable sharing with all existing systems.
3. The SW helps with the percnity (conservation) of knowledge.
4. Generic tools can be developed to search/browse/aggregate/broadcast Knowledge in any domain without new programming efforts.
5. The SW offers highly expressive languages to express knowledge.
6. This expressivity stays within the bounds of computability.
7. The SW brings also reasoning and proofs which are new benefits for our daily web experience.
8. The SW provides means to integrate both top-down and bottom-up knowledge construction paradigms.

We put emphasis on the last affirmation because it is particularly appropriate quality of the SW for the context of Knowledge Based Ecosystems. While knowledge may be emergent from the Ecosystem activities, it still can be progressively structured into one or multiple competing ontologies. The word "Ontology" often leads people to think about absolute and universal models. When such nice and universally acclaimed models exist they can be very useful but the SW is not relying on such hypothesis. The SW assumes, that knowledge is structured differently by different persons and that it can be distributed over networks. *Folksonomies* and *Ontologies* are not opposites, they can be part of a continuum in the Semantic Web Space where all intermediary levels co-exist.

Using the SW technologies at the benefit of KE will therefore lead to paths of transition, from semi-structured knowledge to structured knowledge. But how can we actualize the transition from Web 2.0 to Web 3.0? Take for example, an actual typical Web 2.0 like *del.icio.us*.

where users can add tags to websites and share them among a social network. In its actual form, these tags are unstructured data associated to Web pages. The first step would be to develop a way to organize tags into sets of tags and organize those sets into structures. With this, tags could be organized by each user in a personal taxonomy. The second step would be to let users define relationships between tags. These two additions are the most basic ingredients of the SW: *Classes, Instances and Properties*.

## 4. The Instruments

To facilitate the integration of the Semantic Web within and in between Knowledge Ecosystems, new tools will have to be developed. We can classify these tools into six categories:

1. Knowledge models creation tools
2. Knowledge storage tools
3. Inference/rule engines (reasoners)
4. Semantic referencing tools
5. Semantic browse/search tools
6. Knowledge diffusion tools

In the following sections, we briefly look at a short selection of tools in the first, fourth, fifth and sixth categories. These categories are where the interaction with humans occurs and are therefore critical for the adoption of the methodologies.

### 4.1. Knowledge models creation tools

At the basis of any Knowledge Ecosystem, a model defines what are the concepts that are covered by the Knowledge Ecosystem. This model may be an emergent model that is defined by the participants as they go along in their activities within the ecosystem. In the Semantic Web initiative, this notion corresponds to the notion of an ontology.

In order to define knowledge models in the Semantic Web, one needs a tool called an Ontology Editor. This category of tools, has the greatest number of elements. The most popular Ontology Editor seems to be *Protégé* [15]. While being the most advanced multi-purpose application to work with ontologies *Protégé* misses key features that would let it be the definitive Ontology editor. For example, *Protégé* is a desktop tool, not a Web based tool. This makes it very hard to use in a collaborative environment like in Knowledge Ecosystems where mobile devices play a growing role. *Protégé* also lacks conviviality features to make it an accessible tool.

The Ontology editor we currently use the most is called MOT+OWL. Figure 2 shows a typical graph of a part of

an Ontology model. This tool was developed at LICEF research center. It is a graphical ontology editor which makes it a very convivial tool. It is also a desktop tool and does not have collaborative edition features.

One desktop editor called “IHMC Cmap Tools” [1] allows collaborative edition of conceptual maps and can export OWL ontologies using extra modules.

Many other editors exist and we cannot cover this subject in detail, but, as far as we are concerned, most of them can't be used as a collaborative tool for use by the general public. We plan to progressively add ontology edition functionalities into the tools we are developing at *Categorical Design Solutions*.

### 4.2. Semantic referencing tools

Once a Knowledge Ecosystem has a knowledge model containing different concepts and relationships, we have some kind of backbone for a knowledge base. To become useful, this knowledge base must be loaded with facts. These facts are called *Instances* of the concepts declared in the knowledge model. This kind of tool is therefore of great importance in a knowledge ecosystem because it is the tool that will help collect the knowledge of users in a tacit form (in their brains) and convert it into explicit knowledge in the ecosystem.

The *Protégé* tool that we described earlier also plays this role. But again, without collaborative functions, this tool is useless in a Knowledge Ecosystem.

Categorical Design Solutions, LICEF Research Center, the LORNET project and Hydro-Quebec have joined together to develop a prototype of such a tool. The tool basically takes an arbitrary ontology as input and generates a Web 3.0 portal to let a community input knowledge according to this ontology. Figure 3 shows the main use case for the tool. On the left of this figure we see a Knowledge Ecosystem with its own ontology and on the right a Web 3.0 application delivered by the *Semantic Referencer* tool, in the center.

The main features of the tool are:

- The tool is Web based
- It incorporates highly interactive human interfaces
- It is inspired by the Web 2.0 wave (collaborative tagging, social networks, ...)
- Its interface is customizable to fit into different Knowledge Ecosystems
- It is easy to use and intuitive
- It is lightweight, fast and responsive
- It takes advantage of a reasoning engine services

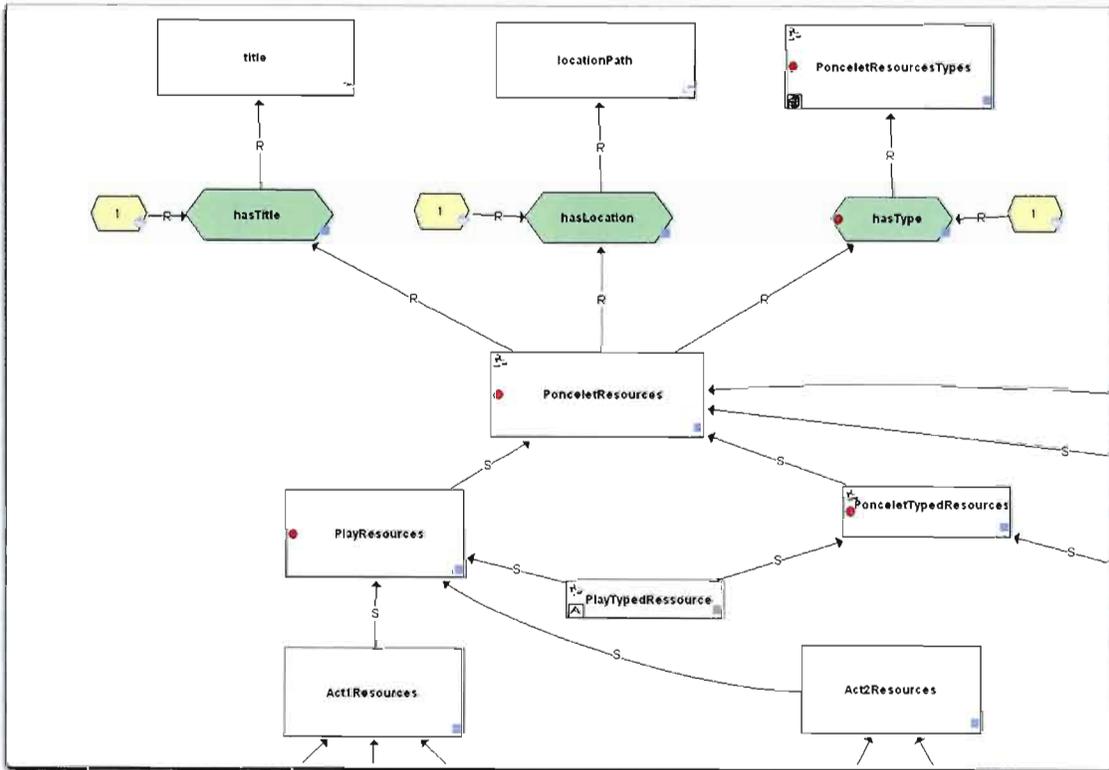


Figure 2. The MOT+OWL Ontology Editor

# Semantic Referencer

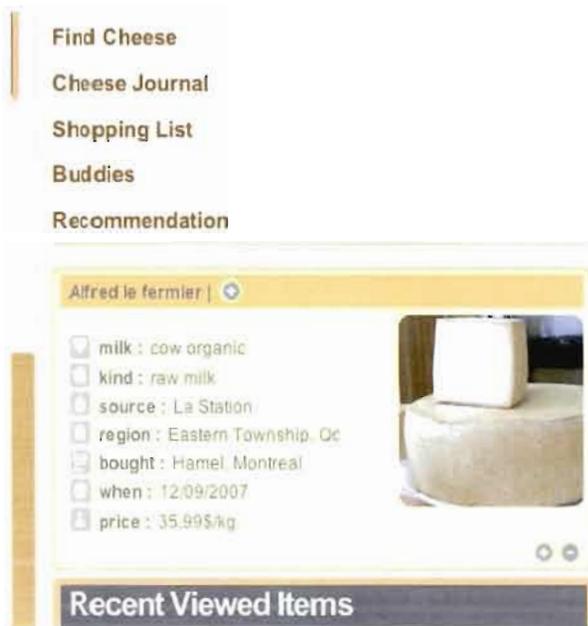
## Social Networks Convergence



**Figure 3. Semantic Referencer main use case**

The produced Web 3.0 application allows the users to navigate inside the ontology, see the different instances, create new instances and edit them. It also let's users create arbitrary filters to search inside the ontology.

When an Ontology is fed to the tool, it generates a Web 3.0 portal to enter knowledge in the Ontology (figure 4 shows parts of the generic interface). This generic interface can be customized easily to better fit a specific Knowledge Ecosystem like figure 5 shows a Web 3.0 Knowledge Ecosystem based on knowledge about cheese.



**Figure 5. Semantic Referencer Specific Portal**

This tool therefore provides a great example of a tool that

creates Web 3.0 Knowledge Ecosystems from any ontology (or set of ontologies). All the knowledge created using the tool is encoded in the OWL-DL format and can be shared with external Ecosystems. For example, take the cheese ontology ecosystem and link it to a wine ontology ecosystem to create wine-cheese matches (and why not wine-cheese parties).

### 4.3. Knowledge diffusion tools

A nice thing about having accumulated chunks of knowledge in a Web 3.0 Knowledge Ecosystem is that the diffusion of this knowledge is facilitated by the fact that the emitter of knowledge capsule (eLearning course, LO, IMS-LD Scenario, ...) has improved control on the selection of the material. This can lower the amount of work required and accordingly the cost for the creation of such knowledge capsules.

We implemented a prototype of an application for building knowledge capsules on the Web 3.0 using *Semantic Information*. The tool is called *BrainCuts*.

Directly on the Web, one can aggregate a diversity of medias on a timeline to create astounding multimedia shows. You can instantly share your creation with other users. It maps and sequences contents projected on different areas in a 3D virtual environment (e.g. walls of a room). It lets end-users navigate inside a Knowledge Base to semantically extract some knowledge-capsules and assemble them in expressive shows that may be distributed over social networks. These knowledge-capsules are multimedia documents (text, images, videos, music, sound-effects, Web pages) enriched with knowledge about them.

This application uses exclusively web standards and can run on mobile devices. Figure 6 show a part of this tool interface.

This kind of knowledge diffusion tool can be very effective in the context of eLearning and training. With very little work and technical skills, one can share a presentation, a course, a slide-show of medias to a vast target audience.

## 5. A Knowledge Economy

Why do people actually participate in Knowledge Ecosystems and what kind of benefits are they getting out of them, are legitimate questions. An even more crucial question is what force will push humans to add *Semantic Information* over the data and informations of the Web. This is a question that needs further investigation. But we can make a guess that the same forces that drove humans to build the Web can be of good help to the Semantic Web. Let us pick some key forces that played a significant role in the emergence of Web 1.0 and Web 2.0.

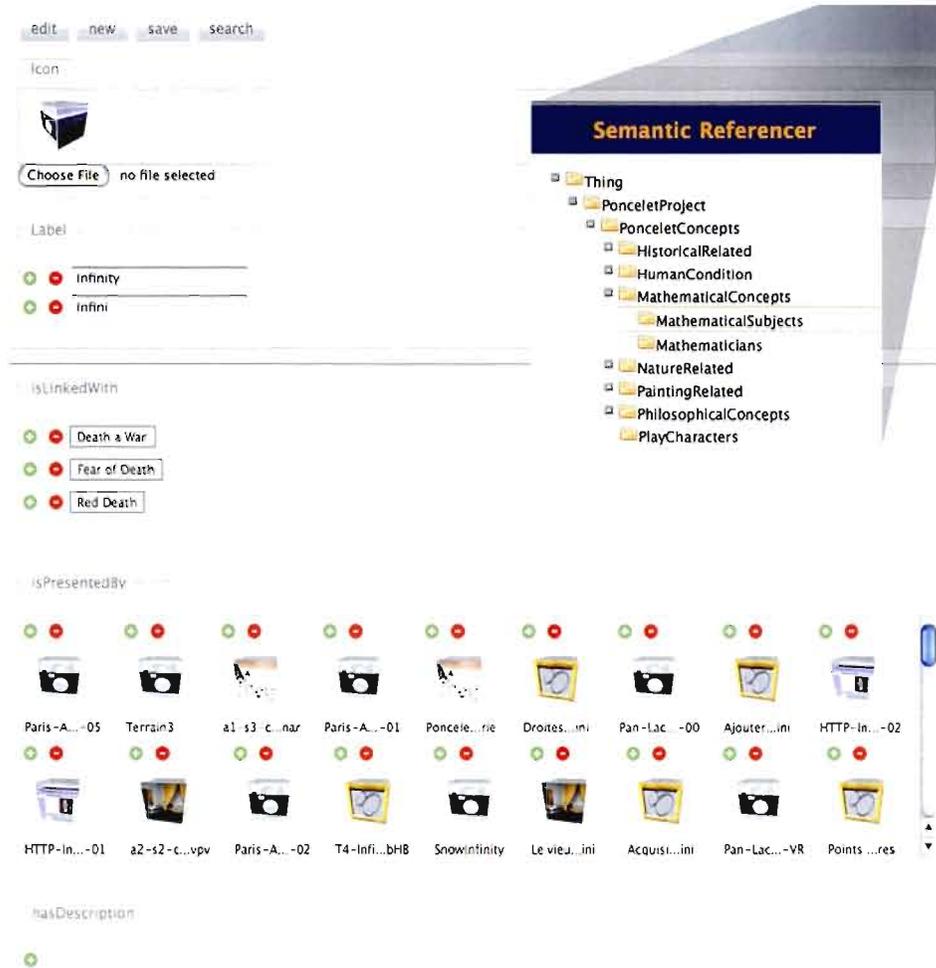


Figure 4. Semantic Referencer Generic Portal



Figure 6. The BrainCuts Tool

- **Wealth:** All the benefits one can get from the Web (Easy access to information, money, ...)
- **Reputation:** Your value in Social Networks
- **Trust:** The persons or websites you trust to share your information. The references you use.

These elements can be argued to be part of the vectors of the emergence of the Web.

We can mix all those catalysts in a combined example: a *Knowledge Economy* living in the Web 3.0 space. The term *Knowledge Economy* is often used as a vague futuristic term. Here we mean a very specific and concrete implementation of the idea.

The plan is to develop an Ontology in which we formally describe the different basic concepts of this *Knowledge Economy*: Knowledge Assets, Owners, Knowledge Transactions,... and append those concepts to all the Knowledge Ecosystems.

This Knowledge Ecosystem would contain precise measurable definitions of Wealth in terms of a numeric value called the *Knowledge Capital* of an individual, institution or corporation. The quest for Knowledge Capital is analogous to the quest for money. Adding the concept of *Knowledge Transactions* would bring a monetary value for *Knowledge Capital* trading.

Incorporating *Reputation* into the portrait would also help rewarding accurate sources of knowledge.

Trust mechanisms between all participant in such an ecosystem (individual, institutions, businesses) would also bring appropriate flow of knowledge (to protect privacy for example).

We believe such catalysts, combined with others, will drive the emergence of the Semantic Web in an organic manner. Of course, existing Knowledge Ecosystems are already incorporating some of these ideas. Take for example the recent phenomena of *Crowdsourcing* [14]. *Crowdsourcing* is about outsourcing tasks to a large group of people in which collective knowledge and wisdom of the crowd is used to accomplish the tasks. It gives us nice examples where tacit knowledge gets converted into wealth (Wikipedia, CambrianHouse). We believe that the spread of such phenomenon can be upshifted by opening up these ecosystems in a global Knowledge Economy.

By providing a standard and extensible way of defining the *Rules* of a Knowledge Economy, the Semantic Web can be a key factor to make this new Economy happen.

An important point here is when we refer to *Rules*, we do not refer to the *absolute* worldwide accepted (quasi-utopic) rules of *The Knowledge Economy*. We instead mean emergent rules at various political levels (intra-ecosystem, inter-ecosystem, ecosystem-communities, ...). The actual

Semantic Web standards gives us means to express all these rules in a common language. They also give us means to defines trust mechanisms and mappings between parallel economies with different sets of rules.

Another very important thing is that the *Rules* for the economy, if defined using the Semantic Web standards, would be written in an unambiguous formal language and this language can be used by generic computer software to provide, for example, human interfaces to view and interact with the economy).

## 6. Conclusion

We have provided a quick overview of certain generic instruments to support the creation of Knowledge Ecosystems on Web 3.0. These tools can still be considered as research prototypes. We are currently planning the next development phase and upon its completion, we will release the tools to the general public.

We believe that these tools, with proper modelling and human interface design, can become pervasive if they are combined with the right catalysts. Introducing wealth, reputation and trust as default ingredients of any Knowledge Ecosystem created with those tools should be a key catalyst.

Crowdsourcing the *industry* of knowledge and wisdom may bring disruptive changes towards the progress of humanity in general.

## References

- [1] Ihmc cmap tools. <http://cmap.ihmc.us/>.
- [2] 4th International Workshop on Applications of Semantic Web Technologies for E-Learning (SWEL'06). *Collaborative tagging approaches for ontological metadata in adaptive e-learning systems*, June 2006.
- [3] S. Angeletou, M. Sabou, L. Specia, and E. Motta. Bridging the gap between folksonomies and the semantic web: An experience report. In *Bridging the Gap between Semantic Web and Web 2.0 (SemNet 2007)*, pages 30–43. 2007.
- [4] I. Beleviciute. Conception of knowledge management supported by information technologies. pages pp 488–492. Graz, Austria, September 5-7, 2007. I-KNOW '07
- [5] T Berners-Lee, Hendler, and O. Lassila. The semantic web. *Scientific American, Feature article*. May 2001.
- [6] H. Cleveland. Information as resource. *The Futurist*, pages 34–39, December 1982.
- [7] C. V. Damme, M. Hepp, and K. Siorpaes. Folksonology: An integrated approach for turning folksonomies into ontologies. In *Bridging the Gap between Semantic Web and Web 2.0 (SemNet 2007)*, pages 57–70. 2007.
- [8] M. Dean and G. Schreiber. Owl web ontology language reference. <http://www.w3.org/TR/owl-ref/>, 2004.
- [9] Y. Ding, Y. Ding, D. W. Embley, O. Shafiq, and M. Hepp. Making the semantic web a reality through active semantic spaces. In *Bridging the Gap between Semantic Web and Web 2.0 (SemNet 2007)*, pages 111–118, 2007.
- [10] A. Fumero. Next-generation web: Building a social middleware for the knowledge society. Graz, September, 6-8th. I-KNOW'06.
- [11] T. Gruber. Collective knowledge systems: Where the social web meets the semantic web. *To appear in Journal of Web Semantics*, 2007.
- [12] T. R. Gruber. Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing. *Presented at the Padua workshop on Formal Ontology, March 1993, later published in International Journal of Human-Computer Studies*, Vol. 43(Issues 4-5):pp. 907–928, November 1995.
- [13] A. Hotho and B. Hoser. Bridging the gap between semantic web and web 2.0. 4th European Semantic Web Conference, Innsbruck, Austria, 3-7th. June 2007.
- [14] J. Howe. The rise of crowdsourcing. *Wired Magazine*, <http://www.wired.com/wired/archive/14.06/crowds.html>. June 2006.
- [15] H. Knublauch, R. W. Ferguson, N. F. Noy, and M. A. Musen. The protégé owl plugin: An open development environment for semantic web applications. In *Third International Semantic Web Conference - ISWC 2004*, Hiroshima, Japan, 2004.
- [16] F. Lehner. Tacit knowledge management (t-km): The hidden agenda of knowledge management. pages pp.505–510, Graz, Austria, September 5-7, 2007. I-KNOW '07.
- [17] P. Mika. Ontologies are us: A unified model of social networks and semantics. In *International Semantic Web Conference 2005 (ISWC'05)*, pages pages 522–536, Galway, Ireland, November 2005.
- [18] A. Mitschick. Ontology-based management of private multimedia collections: Meeting the demands of home users. In *6th International Conference on Knowledge Management (I-KNOW'06), Special Track on Advanced Semantic Technologies*, Graz, Austria, 2006.
- [19] A. Mitschick, R. Winkler, and K. Meißner. Searching community-built semantic web resources to support personal media annotation. In *Bridging the Gap between Semantic Web and Web 2.0 (SemNet 2007)*, pages 1–13, 2007.
- [20] M. Nemetz. Towards a model for creating comparable intellectual capital reports. Graz, September 7, 2006. I-KNOW 2006.
- [21] K. Siorpaes and M. Hepp. myontology: The marriage of ontology engineering and collective intelligence. In *Bridging the Gap between Semantic Web and Web 2.0 (SemNet 2007)*, pages 127–138. 2007.
- [22] M. K. Smith, C. Welty, and D. L. M. (eds). Owl web ontology language guide. 2004.
- [23] L. Z. Xian Wu and Y. Yu. Exploring social annotations for the semantic web. In A. Press, editor. *15th International Conference on World Wide Web (WWW'06)*, pages pages 417–426, Edinburgh, Scotland, May 2006.

## APPENDICE B

### À PROPOS DE GENEVIÈVE HABEL



FIG. 4.6: Geneviève Habel

Geneviève Habel est active dans le milieu du téléapprentissage depuis 2000, année où elle s'est intéressée aux technologies de mise en œuvre de cours en ligne. Au sein de *Micro-Intel/CogniScience*, elle s'est impliquée dans l'utilisation de standard W3C, tels MathML/XML. Après avoir travaillé à un cours de mathématiques de plus de 100 000 pages-écrans encodées dans ce format, elle entame une maîtrise en médias interactifs, à l'École des médias du département de Communication de l'UQÀM. Elle agit au sein du projet *Perspective théâtrale sur la géométrie projective* en tant qu'orchestratrice des activités et agente de liaison au sein de l'équipe en plus de participer à l'exécution de nombreuses tâches de réalisation des différentes étapes. Son intérêt dans les nouveaux médias est sans cesse renouvelé par les éléments qui en émergent et se développent. Elle est motivée par les possibilités du Web 2.0 collaboratif (XHTML, OWL), du Web sémantique (OWL), de la gestion des connaissances, du multimédia intégrant la vidéo, l'audio, l'interactivité, mais aussi par les formes diverses de communication et de diffusion d'œuvres médiatiques. Elle est associée de recherche à *MATI Montréal* et responsable des connaissances (*CKO*) au sein de *Catégorical Design Solutions*, où elle participe à l'élaboration d'outils Web destinés à plusieurs plates-formes, dont ordinateur, assistant numérique personnel (*PDA*), etc.

## APPENDICE C

### À PROPOS DE FRANÇOIS MAGNAN



FIG. 4.7: François Magnan

Mes intérêts de recherche prennent source dans l'interaction de plusieurs domaines scientifiques. Plus précisément, j'ai comme objectif général d'appliquer mes connaissances de la théorie des catégories et de la théorie des topos (provenant de ma formation mathématique) à différents domaines dont l'informatique cognitive, le téléapprentissage et les méthodes de constructions logicielles. La théorie des catégories offre un formalisme inégalé pour exprimer des constructions complexes dans ces domaines de recherche. Je crois fermement que l'application de ces outils mathématiques à ces domaines sera très fructifiante et saura apporter des solutions à certains problèmes fondamentaux qui les habitent.

## APPENDICE D

### À PROPOS DE NICOLAS FOURNIER



FIG. 4.8: Nicolas Fournier

L'interaction de l'humain, et tous ces sens, avec son environnement m'intéresse sous toutes ses facettes.

Depuis les années 90, alors finissant au baccalauréat en arts visuels à l'Université du Québec à Trois-Rivières, je me suis intéressé à l'humain dans des environnements immersifs où jeux et pouvoir orientent ses décisions.

Peu de temps après, l'utilisation de l'informatique prédomine tant d'un point de vue artistique avec l'imagerie numérique et la vidéo, que professionnel où j'y développe ma spécialité en tant que designer d'interface usager chez *Micro-Intel/CogniScience* et *Isacsoft* par la suite. Profession que j'affectionne depuis ce temps.

Depuis 2004, j'oeuvre en tant qu'artiste-vidéaste au sein de regroupement *Po'Start* où nous tenons une résidence mensuelle à la soirée *The Goods* à Montréal.

## APPENDICE E

### À PROPOS DE MARIE LA PALME REYES



FIG. 4.9: Cette photo a été prise par mon fils Luis-Emilio lors d'un séjour à Montréal en 2004

Je suis née en 1942, à Montréal, où j'ai fait toutes mes études. En 1971, j'ai obtenu ma maîtrise en mathématiques (MSc) de l'Université de Montréal et mon doctorat en 1989 (PhD in Humanities) de l'Université Concordia. Après une bourse postdoctorale de deux ans suivie de recherches en psychologie cognitive à McGill, je suis revenue à la littérature en 1998. En 2000, j'ai commencé à écrire des pièces de théâtre dont 'Le jeune homme et la mort (Les dernières heures du Général Poncelet) écrite en 2002. Je termine maintenant la neuvième. Ces pièces se trouvent dans mon site Web.

## APPENDICE F

### À PROPOS DE GONZALO REYES



FIG. 4.10: Cette photo de GER dans le premier sous-marin a été prise par Marie La Palme Reyes en septembre 2004 au Musée océanographique de Monaco

Je suis né le 31 octobre 1937 à Santiago, Chili. Après des études à l'École de Génie Électrique et au Centre de Recherches de l'Université du Chili, j'obtiens une bourse Fullbright en 1961 pour faire des études de mathématiques, de philosophie et de logique à Berkeley (Université de Californie) où j'obtiens mon doctorat en 1967. La même année, j'arrive au département de mathématiques de l'Université de Montréal. En 1969, j'épouse Marie La Palme avec qui j'ai collaboré dans plusieurs projets mathématiques, logiques et autres. Nous avons un fils, Luis-Emilio, et un petit-fils, Carl-Emil, qui demeurent au Danemark. À part plusieurs séjours plus ou moins prolongés (Angleterre, Argentine, Australie, Belgique, Chili, Colombie, Danemark, Espagne, France, Pays Bas, ...) l'essentiel de ma carrière s'est déroulé à Montréal. J'ai pris ma retraite comme professeur titulaire en 2002. J'ai publié quatre livres et plus d'une soixantaine d'articles. A présent, je continue mes travaux de mathématiques, notamment en Géométrie différentielle synthétique et je fais des travaux en physique (Relativité), renouant ainsi avec mes amours de jeunesse.

## APPENDICE G

### À PROPOS DE LOUIS-CLAUDE PAQUIN



FIG. 4.11: Louis-Claude Paquin

#### 4.5.1 Récit de vie

Je suis intellectuel et artisan.

Une bonne partie de mon enfance a été consacrée à l'élaboration de structures et de systèmes dynamiques, d'abord avec des mini-briques et surtout avec le méccano. Après avoir tâté le théâtre, écrit et déclamé de la poésie, je me suis fait ébéniste.

À l'université, on m'a présenté la littérature au travers le prisme structuraliste auquel j'ai préféré celui de l'histoire des idées, que j'ai appliqué à l'alchimie médiévale de l'occident latin. Parallèlement, j'ai découvert l'analyse de texte par ordinateur.

Diplômé, trois enfants à charge, j'ai troqué la paléographie et la codicologie pour l'intelligence

artificielle. Devenu développeur de systèmes experts, j'ai dérivé vers la représentation des connaissances et leur repérage dans les textes pour aboutir aux chaînes de traitement documentaire et à des machines à lire.

Professeur d'interactivité et de création à l'École des médias de l'Université du Québec à Montréal (UQÀM), j'enseigne et poursuis des recherches sur les médias interactifs et, depuis peu, la vie artificielle et la robotique à des fins de spectacle.

Mon cheminement est traversé par un intérêt pour les processus cognitifs de base : la perception, la catégorisation, la symbolisation et l'interprétation et aussi ceux, plus complexes : l'expression et la création.

Visitez la production à :

<http://www.labtheatre.net/>

The screenshot shows a web browser window with the title "Perspective Théâtrale sur la Géométrie Projective". The address bar displays "http://www.labtheatre.net/". The browser's search bar contains "Google". The website's header features the title "PERSPECTIVE THÉÂTRALE SUR LA GÉOMÉTRIE PROJECTIVE" and a "Login" link. The main content area is divided into three sections: a left sidebar with a navigation menu, a central image, and a right sidebar with news. The navigation menu includes "Accueil", "Pièce de théâtre", "Acte 1" (Scène 1, Scène 2, Scène 3), "Acte 2" (Scène 1, Scène 2), "Texte original", and "Traduction anglaise". The central image is a perspective view of a long hallway with a series of columns and arches, creating a strong sense of depth. The right sidebar contains a "Nouvelles" section with two news items: "Le formulaire des participants est en ligne. Participant, consultez vos courriels remplir votre fiche." (dated 15 Novembre 2006) and "Un prototype du projet présenté au colloque i2LOR2006 du groupe de recherche LORNET." (dated 6 Novembre 2006). Below the news is a "Diffusion" section.