



HAL
open science

Analyse des usages des plateformes de construction de connaissances par des méthodes mixtes et réflexives pour l'amélioration de l'appropriation et de la structuration de l'information

Christine Michel

► To cite this version:

Christine Michel. Analyse des usages des plateformes de construction de connaissances par des méthodes mixtes et réflexives pour l'amélioration de l'appropriation et de la structuration de l'information : SECONDE PARTIE : Synthèse et bilan des recherches. Ordinateur et société [cs.CY]. Université Lyon 1, 2015. tel-01212203

HAL Id: tel-01212203

<https://hal.science/tel-01212203>

Submitted on 6 Oct 2015

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Université Claude Bernard Lyon1

Ecole Doctorale Informatique et Mathématiques (InfoMaths)

Mémoire

Pour l'obtention de

L'Habilitation à Diriger des Recherches

Présentée par

Christine MICHEL

Analyse des usages des plateformes de construction de connaissances par des méthodes mixtes et réflexives pour l'amélioration de l'appropriation et de la structuration de l'information

SECONDE PARTIE : Synthèse et bilan des recherches

Sous le parrainage de Mme. Geneviève Lallich-Boidin et de M. Alain Mille

Soutenue le 11 juin 2015 devant le jury composé de :

M. Eric Bruillard	Rapporteur	Professeur (ENS de Cachan)
Mme. Sylvie Leleu-Merviel	Rapporteur	Professeur (Université de Valenciennes)
M. Jean-Michel Salaün	Rapporteur	Professeur (ENS de Lyon)
M. Bruno Bachimont	Examineur	Professeur (Université Technologique de Compiègne)
M. Madjid Ihadjadène	Examineur	Professeur (Université Paris 8)
Mme. Geneviève Lallich-Boidin	Examineur	Professeur (Université Lyon 1)
M. Alain Mille	Examineur	Professeur (Université Lyon 1)

Laboratoire de recherche : LIRIS - UMR 5205 CNRS

REMERCIEMENTS

Je souhaite remercier ici tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ces travaux de recherche et m'ont permis d'aboutir à la présentation de cette habilitation à diriger des recherches.

Mes premières pensées vont à Geneviève Lallich-Boidin et à Alain Mille qui ont accepté de m'accompagner et me conseiller dans la longue phase de maturation de mon positionnement inter-disciplinaire, puis la non moins longue phase de rédaction du mémoire. Pour leur acuité intellectuelle et leur patience, je leur adresse mes sincères remerciements.

Je tiens ensuite à remercier Sylvie Leleu-Merviel, Jean-Michel Salaün et Eric Bruillard pour avoir accepté d'être rapporteurs, ainsi que Bruno Bachimont et Madjid Ihadjadène pour avoir accepté d'examiner ce travail. J'avais eu l'occasion d'apprécier au travers de leurs travaux, les regards, différents et pointus, qu'ils ont portés sur l'information, l'analyse des usages et de l'utilisation ainsi que la construction instrumentée de connaissances. Les retours qu'ils ont pu me faire ont sur ces aspects une grande valeur. Les discussions et les échanges que nous avons eus lors de la soutenance ont été particulièrement stimulants et nourrissent mes réflexions.

J'aimerais remercier différentes personnes qui ont contribué à l'enrichissement de mon parcours de recherche. Thierry Lafouge, mon directeur de thèse, qui m'a guidée vers ce métier passionnant d'enseignant-chercheur ; Roland Ducasse qui m'a orientée sur la thématique de l'apprentissage instrumenté et l'analyse des usages ; Patrick Prévôt qui m'a recrutée à l'INSA de Lyon et m'a permis de vivre l'inter-disciplinarité en enseignement et en recherche ; Attila Baskurt qui a soutenu ma démarche d'intégration au LIRIS et ma conversion thématique en informatique ainsi que Nathalie Guin, Pierre-Antoine Champin et Amélie Cordier qui ont su remarquablement accompagner mon intégration au sein de l'équipe SILEX.

Ce mémoire d'habilitation est surtout le fruit d'un travail collectif et j'aimerais remercier chaleureusement les étudiants et collègues avec lesquels j'ai eu l'occasion de travailler. Je pense en particulier aux cinq doctorants que j'ai co-encadré ; Soufiane, Charlotte, Min, Carine et Elena, ainsi qu'aux étudiants de master. Je pense aussi à mes collègues et amis d'ICTT, de SILEX et SICAL en particulier Marc-Eric Bobillier-Chaumon, Elise Lavoué et Jean-Charles Marty, et ceux du département GI de l'INSA en particulier Hélène Walter-Le Berre, Corinne Subaï, Laurent Pietrac et Arnaud Lelevé. J'ai une pensée très particulière pour Nathalie Follet qui par son efficacité et son humour supporte la dynamique du département.

Enfin, j'aimerais remercier les personnes qui me sont les plus proches. Cherifa bien sûr avec qui j'ai partagé tant de choses cette année et depuis plus de 10 ans. Nathalie Pinède qui reste toujours si disponible malgré un emploi du temps de folie. Ma mère pour son attention, son soutien et le plaisir qu'elle exprime quand elle est fière de moi ou de mes frères.

Et plus que tout, j'aimerais dire merci à mon conjoint, Bouba et à mes enfants, Camille et Nicolas, pour la joie et le bonheur qu'ils m'apportent. Je mesure chaque jour le privilège que j'ai à partager vos vies.

Chapitre 1. Introduction.....	11
1.1. Mon parcours	14
1.2. Questions de recherche.....	15
1.2.1 Quelle est la qualité de conception des médiatisations technologiques de production et d'intégration d'information ? Comment la mesurer par des méthodes mixtes et incluant les acteurs de l'activité ?.....	17
1.2.1.1. <i>La production des ressources d'apprentissage : l'activité des concepteurs</i>	17
1.2.1.2. <i>L'organisation des formations : l'activité des enseignants</i>	18
1.2.1.3. <i>L'apprentissage : l'activité des apprenants</i>	18
1.2.2 Quelles formes de médiations réflexives peuvent, en utilisant les traces d'activité, réguler la construction de connaissances?.....	19
1.3. Organisation du mémoire	20
Chapitre 2. Cadres théoriques.....	21
2.1. La notion de médiation technologique dans le processus de construction des connaissances.....	22
2.2. La notion de dispositifs d'information et de communication dans la construction de connaissances	24
2.2.1 Les dispositifs socio-constructivistes	25
2.2.2 Les plateformes : des hypermédias adaptatifs aux systèmes d'information adaptatifs et sociaux 26	
2.3. Les modèles et les cadres théoriques de l'appropriation technologique.....	28
2.3.1 Les critères explicatifs de l'acceptation technologique.....	29
2.3.1.1. <i>L'acceptation pratique</i>	29
Utilisabilité	30
Utilité.....	31
2.3.1.2. <i>L'acceptation sociale</i>	32
Caractéristiques personnelles de l'utilisateur.....	33
Caractéristiques liées au contexte.....	34
2.3.1.3. <i>Bilan sur les facteurs intervenant dans l'acceptation</i>	35
2.3.2 L'analyse des pratiques et de l'appropriation technologique.....	35
2.3.2.1. <i>L'appropriation pratique</i>	36
2.3.2.2. <i>L'appropriation sociale</i>	37
2.4. Méthodes d'observation qualitatives et quantitatives	39
2.4.1 L'analyse des facettes pratiques de l'acceptation et de l'appropriation	40
2.4.2 L'analyse des facettes sociales de l'acceptation et de l'appropriation.....	41

2.5. Utilisation des traces dans les EIAH.....	43
2.6. Analyse des cadres théoriques : les thématiques et orientations retenues ...	44
2.6.1 Thématiques d'analyse.....	44
2.6.2 Champs applicatifs	48

Chapitre 3. De l'étude de la structuration de l'information à la proposition d'outils d'assistance à la production d'information structurée : analyse de l'activité des concepteurs..... 49

3.1. Constats	50
3.2. Adéquation du principe des hypermédias adaptatifs pour l'IST : évaluation d'un moteur d'adaptation pour améliorer la recherche d'information	52
3.3. Production de ressources documentaires exploitées de manière adaptative par les plateformes de formation : analyse des contraintes humaines et techniques	53
3.3.1 Etude de la qualité des formalismes	54
3.3.1.1. Démarche d'analyse	54
3.3.1.2. Résultats : Analyse critique des limites des possibilités offertes par l'IMS, le LOM et QTI.....	54
3.3.2 Etude de la capacité des enseignants du supérieur à produire ces ressources structurées.....	55
3.3.2.1. Démarche d'analyse	55
3.3.2.2. Résultats.....	56
3.3.3 Bilan.....	56
3.4. La conception de situations de Serious Game en réalité mixte	57
3.4.1 Contexte	57
3.4.2 Problématique de recherche : quels outils et méthodes proposer pour faciliter le processus de production de MRLG ?	58
3.4.3 Méthode	59
3.4.4 Résultat	59
3.4.4.1. Modèle de l'activité de conception de MRLG.....	60
3.4.4.2. Contribution pour l'assistance à la conception.....	61
Formalisme de description des ressources utiles pour la conception d'un MRLG	61
L'outil auteur MIRLEGADEE.....	62
3.4.4.3. Evaluation de MIRLEGADEE	63
Démarche et méthode d'expérimentation.....	64
Résultats.....	64
3.5. Bilan	64
3.5.1 Bilan sur les méthodes d'analyse de l'usage.....	64
3.5.2 Bilan sur le processus de conception des EIAH.....	65
3.6. Conclusion	65

Chapitre 4. Analyse des usages des Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain	69
4.1. Constat	70
4.2. Démarche	71
4.3. Analyse expérimentale des effets liés à la médiatisation : identification des critères descriptifs de l'acceptation technologique liés aux bénéfices pour l'utilisateur.....	74
4.3.1 Résumé de notre approche	74
4.3.2 Analyse de la valeur attribuée à la technologie : MNESIS, une appropriation symbolique.....	74
4.3.2.1. <i>Contexte et problématique de l'étude</i>	74
4.3.2.2. <i>Démarche de collecte et d'analyse des données</i>	75
4.3.2.3. <i>Résultats</i>	77
4.3.3 Analyse de la qualité pédagogique d'une technologie : l'utilité et l'efficacité d'un Serious Game en réalité mixte sur l'apprentissage	78
4.3.3.1. <i>Contexte et problématique de l'étude</i>	78
4.3.3.2. <i>Démarche et méthode d'expérimentation de Learnit</i>	79
4.3.3.3. <i>Résultats</i>	80
4.4. Analyse des pratiques des TICE - L'analyse globale des usages multi-acteurs d'une plateforme	81
4.4.1 Résumé de notre approche	81
4.4.2 Situation d'apprentissage collaboratif : études des pratiques des enseignants et tuteurs.....	81
4.4.2.1. <i>Contexte, Problématique de l'étude</i>	81
4.4.2.2. <i>Méthode</i>	82
4.4.2.3. <i>Résultats</i>	84
4.4.3 Identification des dynamiques d'appropriation d'un ENT par des analyses quantitatives : Projet SAVANTE et Territoire virtuel de communication	85
4.4.3.1. <i>Contexte</i>	85
4.4.3.2. <i>Méthode : le Web Usage Mining</i>	85
4.4.3.3. <i>Résultats</i>	86
4.4.4 Identification des dynamiques d'appropriation d'un ENT par des analyses qualitatives : Projet ONE.....	87
4.4.4.1. <i>Contexte et objet de l'étude</i>	87
4.4.4.2. <i>Méthode</i>	89
Etude intra système : description du processus d'acceptation de chaque acteur	89
Etude inter système : description des dynamiques multi-acteurs	90
Modalité d'observation	90
4.4.5 Analyse des besoins multi-acteurs en terme de gestion des activités d'apprentissage en mode projet : Meshat.....	91
4.4.5.1. <i>Contexte</i>	91
4.4.5.2. <i>Analyse des besoins</i>	92

4.4.5.3. Méthode	92
4.4.5.4. Résultats	93
4.5. Conclusion	94
Chapitre 5. Les régulations d'usage : exploitation des traces pour la régulation des activités et des apprentissages au sein des plateformes d'apprentissage	97
5.1. Constat	98
5.2. Potentiels et limites des dispositifs réflexifs utilisant les traces à des fins éducatives	101
5.2.1 Définition d'un EIAH(T)	102
5.2.2 Pour de bonnes pratiques de conception des EIAH(T)	104
5.3. Conception d'EIAH(T) pour l'apprentissage en mode projet	105
5.3.1 Contexte	105
5.3.2 Résumé de la démarche	106
5.3.3 Pco-vision	107
5.3.3.1. Bilan	109
5.3.4 DDART	109
5.3.4.1. Démarche	110
5.3.4.2. PBLMS	110
Architecture générale	110
La collecte des données	110
Intégration des traces	111
La construction des indicateurs	111
La visualisation et l'appropriation des données	111
5.3.4.3. Tableau de bord dynamique : DDART	112
L'outil de reporting	112
L'éditeur d'indicateur	113
Le tableau de bord	114
5.3.4.4. Bilan	115
5.4. Conception d'EIAH(T) en contexte industriel : vers des outils pérennes de gestion des connaissances utilisant les traces d'utilisation	116
5.4.1 Contexte	116
5.4.2 Démarche de re-conception pérenne d'un SGC	118
5.4.2.1. Les modèles de l'acceptation	118
5.4.2.2. L'apprentissage individuel et apprentissage organisationnel	118
5.4.2.3. Les régulations d'usage	119
5.4.3 Méthode de re-conception d'un SGC pour favoriser son adoption : travailler l'expérience utilisateur par l'architecture de l'information	121
5.4.3.1. Méthode de re-conception	121

5.4.3.2. <i>Mise en œuvre de la méthode : Alex +</i>	122
5.4.3.3. <i>Bilan</i>	124
5.4.4 Réguler l'acceptation sur le long terme par des indicateurs de l'activité.....	124
5.5. Conclusion	125
Chapitre 6. Projet	127
6.1. Bilan	127
6.2. Projet de recherche	128
6.3. Descriptif détaillé des modalités de réalisation de ce projet à court terme	129
6.3.1 Faciliter l'utilisation de méthodes expérimentales pour observer les processus d'adoption et d'acceptation : définition de méthodes d'analyses mixtes et continues.....	129
6.3.2 Auto-régulation et régulation sociale : quelles orientations en terme de fonctions et de pratiques pour l'apprentissage ?.....	132
6.3.3 Quelles nouvelles formes de médiation basée sur la re-conception documentaire pour les plateformes d'information collaboratives ?.....	135
Bibliographie	139
Publications	149

Chapitre 1. Introduction

Mes travaux se situent dans le domaine de l'apprentissage instrumenté académique et industriel, c'est-à-dire dans le champ pluridisciplinaire des Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain (EIAH) et celui du Knowledge Management (KM). La question générale de mes recherches consiste à déterminer comment les environnements numériques jouent, dans des situations spécifiques d'activité, un rôle dans la construction de connaissances. Travaillant avec des concepteurs, j'ai l'opportunité d'étudier des mises en contexte et des technologies relativement innovantes. Mon objectif consiste alors à analyser la qualité de conception en amont du déploiement ou lors des premières étapes du déploiement et sur cette base proposer des analyses critiques ou des recommandations d'amélioration. Réciproquement, constatant les limites de certaines formes de mise en contexte ou de certains environnements numériques déjà déployés, je peux proposer des alternatives.

Je considère la construction de connaissances selon le positionnement des sciences de l'information et de la communication (SIC) c'est-à-dire comme le résultat d'une information communiquée et reçue par une personne. En effet, pour les SIC une information « *n'existe pas tant qu'elle n'est pas effectivement reçue. Pour l'esprit qui la reçoit, elle est connaissance, et vient modifier son savoir implicite ou explicite* » (Meyriat 1985). L'information est donc un médium pour les connaissances. Mieux elle est appropriée et plus la connaissance construite est solide. La connaissance est aussi définie par les pratiques, traditions, cultures, savoir faire qui construisent le patrimoine immatériel d'une société. Elles sont le propre de chacun et sont transmises, généralement sous forme de communication orale entre les personnes. Dans les deux cas, la construction de connaissance se fait par l'intermédiaire d'objets partagés et échangés selon des référents sociologiques et culturels ou des pratiques (Senié-Demeurisse & Couzinet 2011). Une connaissance est enfin définie comme la capacité d'exercer une action pour atteindre un but (Bachimont 2004) (p. 65). Dans la théorie du support, toute connaissance ne peut procéder que d'une inscription sur un support matériel. La connaissance pratique porte sur une modification physique du monde, la connaissance théorique porte sur une modification de notre représentation du monde. Changer de support induit de changer de raisonnement.

La médiation est le concept utilisé en sciences humaines pour décrire les moyens matériels, en particulier technologiques, et les moyens humains qui peuvent être imaginés pour favoriser cette transmission de connaissances et cette appropriation de l'information (Régimbeau 2011). La médiation désigne aussi « *les effets produits par le dispositif interposé sur le comportement du sujet* » (Peraya et al. 2012). Pour désigner plus globalement l'ensemble des acteurs, techniques et objets matériels en interaction permanente dans un contexte défini, on utilise plutôt la notion de dispositif (Couzinet 2011). Etudier un dispositif, c'est repérer et comprendre la nature du lien qui peut exister entre ces éléments hétérogènes. Peraya (Peraya 2010) et les chercheurs du TECFA ont particulièrement étudié les formes de médiation intervenant dans les processus d'apprentissage instrumenté. Une première distinction entre les formes de médiation consiste à considérer la *médiation sociale ou relationnelle* et la *médiation technologique*. La médiation sociale réfère à l'interaction entre différents apprenants ou entre apprenants et tuteurs. Son étude s'inscrit souvent dans le cadre d'études des communications médiatisées et des formes de collaborations

instrumentées. La médiation technologique (ou pragmatique) est propre à l'outil technique. Elle est aussi qualifiée de *médiatisation*; médiation par un média technique. Elle correspond à la réalisation des actions faites sur et avec l'outil. Elle se décompose elle-même en différentes médiations qui sont présentées dans le chapitre 2. Le rôle de la médiation technologique sur la construction des connaissances est double. Elle façonne les artefacts de connaissance, c'est-à-dire les outils ou supports construits ou utilisés par l'homme pour inscrire des connaissances. Elle façonne réciproquement l'accès à ces informations et de ce fait l'apprentissage humain.

De nombreux chercheurs considèrent que l'analyse de la médiation est réalisée par l'analyse de l'activité et la compréhension de la dynamique d'appropriation de la technologie par l'humain. Ainsi, selon Folcher et Rabardel (Folcher & Rabardel 2004), l'analyse de l'activité médiatisée par les artefacts se centre sur l'usage humain des outils culturels et ils précisent que selon Vygotski « *la médiation de l'activité humaine par les artefacts est considérée comme le fait central qui transforme les rapports du sujet au monde, les fonctions psychologiques et en conditionne le développement* ». L'analyse de l'activité médiatisée est réalisée selon des méthodes et des questions de recherche pluridisciplinaires sur l'usage des outils par des humains. Les artefacts techniques qui sont conçus peuvent ainsi être considérés comme des outils médiateurs de l'action et de l'activité finale. Ils rendent l'activité possible mais la transforment aussi. Ils font ainsi l'objet de « *transmission, d'appropriation et de développement au sein des communautés, dans les contextes professionnels comme dans ceux de la vie quotidienne* » (Folcher & Rabardel 2004). L'intérêt des méthodologies et du cadre théorique de la psychologie est d'intégrer dans l'analyse de l'activité aussi des critères plus subjectifs, liés à la satisfaction de besoins plus personnels, *a priori* pas directement liée à l'activité considérée.

Le fait que l'objectif de l'activité soit la construction de connaissance nécessite de considérer aussi l'impact de l'activité sur le monde et sur l'acteur qui agit. En effet, pour Peraya, la médiation s'inscrit dans l'analyse de l'instrumentation de l'activité humaine. « *Que l'on parle d'outils techniques, de médias ou encore d'instruments, il s'agit toujours de mettre en évidence, à travers la médiation d'un objet technique et des schèmes culturels d'utilisation qui lui sont attachés, les transformations qu'opère cet objet sur les comportements humains dans ses différentes dimensions. Tel est le fondement de la médiation : elle relève de la sphère des usages et des effets qu'induit le média par sa présence dans le cadre d'une activité (communication, information, production, apprentissage, etc.)* » (Peraya 2010). Les apports des recherches relatives à l'analyse des usages et des pratiques proposés en Sciences de l'Information et de la Communication SIC sont sur ces aspects utiles à considérer au moins sur deux points. Le premier est que les processus engagés sont principalement des processus de traitement de l'information (réalisés par l'humain ou par les technologies sur la base d'artefact documentaire) et des processus communicationnels. Le second est la capacité de distinguer les éléments liés à la médiation et ceux liés à la médiatisation technologique, dans les méthodes et les objets d'étude. Une des caractéristiques fondamentales est de considérer le sens, en particulier le sens qu'une activité peut avoir pour la personne qui la réalise et les effets liés à cette activité à la fois sur la personne, sur son contexte et plus globalement sur le monde.

Les contributions et méthodes de recherche proposées en informatique sont enfin nécessaires à considérer concernant le processus de conception des technologies et des situations dans lesquelles elles sont mises en œuvre. L'analyse de l'utilisation est en effet un moyen utilisé pour vérifier la qualité d'un environnement conçu vis à vis d'un utilisateur. Les critères d'analyse s'organisent alors principalement autour de la qualité de l'interaction entre l'humain et la technologie. Les recherches relatives à l'analyse de l'activité d'apprentissage médiatisée, l'analyse des usages et les stratégies d'apprentissage proposés en informatique se situent dans le champ de l'interaction Humain-Machine (IHM) et celui des

EIAH. Ils s'attachent à proposer des moyens de formaliser les liens étroits que l'humain construit avec les environnements numériques. Par exemple, dans le domaine des EIAH, la conception nécessite de formaliser l'intention didactique et/ou pédagogique et de l'articuler avec les spécifications de l'artefact ainsi qu'avec les spécificités du contexte d'application. La recherche en EIAH est largement expérimentale. Les théories et les applications avancent ensemble (Tchounikine 2006). L'analyse de l'activité d'apprentissage médiatisée et l'analyse des usages sont des thématiques centrales dans ce champ disciplinaire puisque justement la démarche est expérimentale.

Ma double culture SIC et informatique et les collaborations menées avec des chercheurs en psychologie m'ont amenée à considérer des éléments structurants dans chacun de ces domaines.

Mon travail est caractérisé par l'analyse de deux types d'activité ; l'activité de production d'information structurée et l'activité d'assimilation d'information structurée. Dans un cas, comme dans l'autre, je considère que la qualité de conception du support de médiatisation technologique de l'activité est mesurée par son appropriabilité car elle conditionne l'activité humaine et donc la construction de connaissances. Je considère nécessaire de compléter les analyses de l'utilisation classique, souvent descriptive des actions réalisées, par l'analyse des processus d'adoption et d'acceptation : l'utilité, l'utilisabilité et l'acceptabilité des environnements numériques utilisés en situation. De plus, puisque ce sont des médiations qui sont observées, il est aussi nécessaire d'analyser la qualité de la conception du point de vue des effets produits sur l'utilisateur ou sur le monde dans lequel il évolue. Ainsi l'utilité, l'utilisabilité et l'acceptation doivent être mesurées par des éléments rationnels de l'activité comme les actions réalisées, la facilité de leur réalisation et les intentions qui les soutiennent, la performance du principe proposé dans la médiation, mais aussi par les effets et le produit de l'activité comme les nouvelles connaissances, l'expérience utilisateur, les formes d'apprentissage, les évolutions de comportement des utilisateurs ou le changement de représentations qu'ils se font de leur activité et des environnements numériques. Il est de plus nécessaire d'évaluer les environnements numériques en situation d'utilisation de manière à porter des jugements sur la médiation et la médiatisation. En effet, je considère que l'utilisation est un élément déterminant de la qualité de conception de la médiatisation technologique alors que l'appropriation et l'apprentissage sont des éléments déterminants de la qualité de la médiation de manière plus globale (c'est à dire la qualité de la conception de la technologie et la qualité de la situation d'utilisation).

Ces méthodes d'analyse de la qualité des environnements numériques à utiliser ne sont classiques ni en conception ni en analyse de l'utilisation. Elles combinent différentes formes d'analyses et peuvent être réalisées à différents moments du cycle de conception ; avant le déploiement de la technologie ou après son déploiement, si la conception est définie comme continuée dans l'usage. L'intérêt de développer de telles méthodes est qu'elles sont utilisables soit pour analyser le comportement humain et tenter de l'« objectiver », c'est à dire d'en comprendre les récurrences, soit pour évaluer la qualité de conception, de manière itérative, très en amont et bien en aval du déploiement d'une technologie. Dans un cas comme dans l'autre, je rejoins les propos de Leleu-Merviel sur l'intérêt de combiner et de choisir les méthodes, qualitatives et/ou quantitatives, les plus adaptées aux objectifs de l'étude (Leleu-Merviel 2008). Je vise à proposer des méthodes d'analyse exploitables au niveau micro-social, qui permettent d'identifier les facteurs conditionnant un changement dans le comportement d'adoption ou d'acceptation.

Mon activité de recherche s'organise ainsi autour de deux axes de travail :

- mener des observations et expérimentations d'utilisation en contexte pour produire des analyses critiques sur les médiations et médiatisations existantes,

- concevoir de nouvelles formes de médiation technologiques qui pallient les limites observées et les analyser en contexte.

Les contributions scientifiques de mon travail sont des évaluations et des recommandations, la proposition de nouvelles formes d'outils pour l'apprentissage instrumenté (principalement des outils réflexifs), et des outils et méthodes pour l'analyse des technologies de médiatisations utilisées pour la construction de connaissances. Je présente dans le paragraphe suivant comment la spécificité de mon parcours universitaire, pluridisciplinaire SIC et informatique, est intéressant pour contribuer à l'analyse de la qualité de conception des technologies de l'information et de la communication conçues et des formes de médiations dans lesquelles elles sont mises en œuvre.

1.1. Mon parcours

Comme je l'ai signalé précédemment, mon parcours est caractérisé par la double appartenance à deux champs scientifiques : les sciences de l'information et de la communication (SIC) et l'informatique. Dans le champ des SIC, mon travail se situe plutôt dans le domaine des sciences de l'information, plus spécifiquement le champ de l'ingénierie documentaire, et en informatique dans celui des environnements informatiques pour l'apprentissage humain (EIAH). Le cœur de mon activité, à l'intersection des deux disciplines, est l'analyse des utilisations et des processus de construction de connaissances que les hommes font avec les technologies.

Au cours de mes premières années d'activité (durant ma thèse 1995-1999 et lorsque j'étais McF en 71ème section à l'université Bordeaux 3, 1999-2003), j'ai étudié l'utilité des langages de structuration documentaire et des plateformes numériques du point de vue des utilisateurs. Travaillant dans le laboratoire RECODOC (Université Lyon 1) puis au GRESIC (Université Bordeaux 3), je me suis principalement intéressée à l'analyse de l'adéquation des langages documentaires pour la conception et la réutilisation des ressources numériques, ainsi qu'à l'analyse des usages des plateformes de formation à distance dans l'enseignement supérieur. J'ai analysé les limites des langages et des outils, ainsi que les usages et pratiques des utilisateurs (enseignants pour la production de ressources, enseignants/administratifs/étudiants pour l'utilisation des plateformes). En terme d'enseignements, à l'université Bordeaux 3, j'étais responsable d'un DU « Information de l'entreprise » et de différentes UE liées à la production multimédia et l'édition internet. J'étais au conseil scientifique de l'université et ai participé à différentes commissions de spécialistes pour le recrutement de McF.

Mon recrutement en 2003 au laboratoire ICTT (EA pluridisciplinaire STIC-SHS, INSA de Lyon) en informatique, m'a permis de découvrir le champ de la conception informatique et de l'ergonomie. J'ai ainsi travaillé selon les méthodes d'analyse des interactions pour identifier les besoins et les utilisations des outils informatiques. Je me suis intéressée à l'analyse de l'utilisabilité et l'acceptabilité et aux études empiriques d'observations de terrain. J'ai en particulier travaillé sur les aspects personnels de l'utilisateur comme son environnement psychosocial, ses pratiques antérieures et sa satisfaction comme éléments constructeurs du processus d'acceptation. Mon objectif était de représenter ce qui était formalisable dans le contexte d'utilisation pour pouvoir le considérer conjointement avec les caractéristiques du dispositif et celles de l'utilisateur dans la conception des systèmes adaptatifs et l'analyse de l'utilisation, de l'adoption ou de l'acceptation. Au sein du département *Génie Industriel* (GI) de l'INSA de Lyon, j'ai pris la responsabilité des enseignements de réseaux internet et industriel, de recherche documentaire, puis des enseignements d'analyse de données et de gestion de projet.

La recomposition des unités de recherche en informatique en 2008 a produit le laboratoire LIESP (EA informatique et informatique industrielle), dans lequel j'ai travaillé de 2008 à 2011. Ce changement a favorisé mon orientation vers le domaine du Knowledge Management (KM) et la prise en compte des techniques de supervision de l'activité par les tableaux de bord. J'ai obtenu un BQF¹ pour construire une formation sur la mise en place du KM et des méthodes de gestion des connaissances dans l'industrie, au sein du département GI et pour les options transversales inter-départements de l'INSA.

Mon intégration au LIRIS en 2011 (UMR, Informatique) a été accompagnée d'un CRCT. Cela m'a permis d'approfondir les thématiques de recherche en informatique et de contribuer aux recherches liées aux traces comme source d'information pour l'analyse des utilisations et pour l'apprentissage. En travaillant conjointement sur la structure des traces, en particulier les modèles de traces de niveaux hétérogènes (traces collectées automatiquement et traces rapportées manuellement par l'utilisateur) et les processus de transformation (fusion de traces hétérogènes, calculs et visualisation), j'ai proposé de nouvelles formes de médiatisation utilisant les régulations (auto-régulation et régulation sociale) dans les EIAH. Parallèlement, mon intégration dans l'enseignement du master « *Architecture de l'Information* » (co-habilité Université Lyon1- ENSSIB-ENS Lyon), m'a permis de développer des compétences en analyse des architectures informationnelles et un axe de recherche sur la conception d'outils de gestion des connaissances industrielles et scientifiques. Des projets ont été réalisés, sur ce dernier thème, dans le cadre du Labex IMU, dont je suis membre depuis 2011.

Ce parcours m'a permis de découvrir et travailler avec les cadres théoriques de ces deux disciplines. Les SIC ont structuré mon positionnement sur la place de la technologie dans l'activité, en particulier les notions de dispositif et de médiation ainsi qu'une manière de considérer les liens et les transformations qui opèrent entre connaissances, savoirs et informations lorsque des processus info-communicationnels et les environnements numériques sont en jeu. Les SIC structurent aussi ma manière de considérer l'analyse des situations d'activité médiatisée. Si mon objectif est bien de poser des diagnostics sur les technologies et les situations de manière à les rendre plus propices à la construction de connaissances, je le fais en considérant les effets des technologies sur les personnes en situation. De l'informatique et des EIAH, j'utilise les modèles et les méthodes de la conception pour la pédagogie instrumentée et l'activité instrumentée. Elles sont en particulier utiles pour formaliser la situation d'utilisation et les profils des acteurs, au plus près possible de la situation réelle et aussi pour faire des diagnostics, basés sur les utilisations, de la qualité de l'interaction humain-machine et de l'acceptation technologique. De cette manière, mes analyses des médiations technologiques peuvent être utilisées comme des éléments de diagnostic de la qualité des outils ou situations de déploiement proposés en particulier lorsque l'objectif de la conception est d'avoir un dispositif acceptable et appropriable. Ces analyses peuvent être aussi utilisées comme des observations, au niveau microsocial, des transformations que les dispositifs vont opérer sur les comportements humains.

1.2. Questions de recherche

L'objectif général de mon travail est d'identifier les liens entre les formes de médiatisation technologique et la production ou la construction de connaissances. Je me suis attachée à

¹ Bonus Qualité Formation

étudier les médiatisations technologiques en contexte. J'intègre donc lorsque c'est possible l'analyse de la situation d'utilisation lors de l'analyse des médiatisations.

Dans différents travaux, j'ai ainsi cherché à observer et mesurer, lorsqu'il y a une médiation technologique, quels éléments jouent un rôle sur le processus de *production* de ressources documentaires ou leur *intégration* pour construire des connaissances et ce, en fonction du contexte et des catégories d'individus. Dans le chapitre 2, je présente comment la médiation se définit et se décompose dans le cas de l'apprentissage instrumenté.

Pour aider à comprendre mes questions de recherche, voici dès à présent quelques éléments. Dans le contexte de l'apprentissage instrumenté, j'analyse trois formes de médiation : la médiation technologique, la médiation sociale et la médiation réflexive². Si l'on considère la gestion de l'information, la médiation technologique se décompose en une médiation documentaire primaire qui structure l'information en fonction du support et la médiation documentaire secondaire qui rend cette information accessible. Si l'on considère la gestion des interactions, la médiation technologique se décompose en une médiation sensori-motrice (interactions fonctionnelles) et une médiatisation technologique (une mise en média). La médiation sociale correspond à toutes les interactions physiques et verbales ainsi qu'aux interactions de tutorat. Enfin, la médiation réflexive peut être mise en œuvre au travers de l'outil ou du groupe de travail pour inciter l'apprenant à prendre conscience de ses activités ou de ses comportements, et ainsi favoriser l'apprentissage. Les différentes définitions de ces médiations sont développées dans le chapitre 2.

Mon objectif est d'identifier comment certains éléments de la médiation documentaire primaire (les langages de structuration de l'information), certains éléments de la médiatisation (en particulier les formes d'interaction et l'architecture de l'information) et certains éléments de la médiation sociale (les caractéristiques des utilisateurs, l'environnement social et l'accompagnement humain) sont recevables pour les utilisateurs et jouent un rôle sur leur participation aux activités de production d'information et sur leurs apprentissages effectifs ou leur développement. La recevabilité est mesurée par l'utilité, l'utilisabilité et l'acceptabilité des dispositifs de médiation. Cette démarche vise principalement à augmenter la qualité de la conception en fonction des attentes et besoins humains. De plus, elle permet de décrire et de comprendre l'activité humaine c'est-à-dire expliquer quelles motivations de l'utilisateur vont guider l'utilisation des dispositifs. Ainsi, mon travail s'inscrit plutôt dans un cadre épistémologique constructiviste (DeGeorge 2007) : à partir des observations des environnements numériques et des utilisations, j'essaie de proposer des conceptualisations (modèle, théorie, hypothèse). C'est une démarche abductive.

Pour comprendre les interrelations entre ces différentes médiations, je m'attache à identifier les liens entre les spécificités fonctionnelles ou informationnelles des systèmes ou des situations, les utilisations effectives et l'avènement d'un changement chez les utilisateurs. Je cherche, autant que faire se peut, à mesurer ces liens en privilégiant, en terme de méthodologie, les analyses quantitatives. Pour compléter ces observations et affiner l'interprétation et la compréhension des liens, j'utilise conjointement des méthodes qualitatives. C'est la raison pour laquelle les méthodes mises en œuvre peuvent être qualifiées de *méthodes mixtes*. Je recherche des liens identifiés et structurés dans les modèles de l'appropriation pratique et sociale. C'est la raison pour laquelle je présente dans le chapitre « cadres théoriques » différents modèles s'attachant à spécifier des critères

² La médiation réflexive est une composante de la médiation technologique comme cela est présenté plus loin dans le chapitre 2.

empiriquement identifiés. J'analyse d'une part l'utilité, l'utilisabilité et l'expérience utilisateur qui interviennent dans l'acceptation pratique, et d'autre part le sens et les valeurs liées à l'activité pour l'utilisateur intervenant dans l'acceptation sociale. Ainsi, les méthodes d'analyse utilisées combinent des méthodes quantitatives réalisées à partir des traces d'activité ou de questionnaires et des méthodes qualitatives réalisées au moyen d'entretiens, de focus group ou d'observations de terrain.

Trois grand types d'activité sont observés : la conception de ressources pédagogiques ou d'environnements numériques pour l'apprentissage, l'utilisation des ressources ou des environnements par l'enseignant pour former et leur utilisation par l'apprenant pour apprendre. Les acteurs observés sont des concepteurs de ressources, des enseignants et des apprenants (il faut noter que les activités des concepteurs et des enseignants peuvent se recouvrir : les enseignants étant souvent amenés à produire eux aussi une partie des ressources). Ces différents acteurs vont produire différents types de connaissances : des ressources documentaires réutilisables pour l'apprentissage, des savoir-faire pédagogiques et des connaissances sur les sujets des apprentissages ; et d'autre part des pratiques de mise en œuvre de l'artefact ; ce que Rabardel nomme schème d'usage (Rabardel 1995). Observées séquentiellement, ces activités correspondent à différentes étapes de la réalisation de la médiatisation technologique : la production du support (ressources documentaire, services, situation), sa gestion, son utilisation. Le fait de pouvoir décomposer cette médiatisation permet de comprendre quels éléments spécifiques sont effectivement bien ou mal conçus et pourquoi. Mon objectif à plus long terme est de pouvoir étudier les caractéristiques dynamiques de ces formes de médiatisations, par exemple lorsque des processus participatifs sont en jeu.

1.2.1 Quelle est la qualité de conception des médiatisations technologiques de production et d'intégration d'information ? Comment la mesurer par des méthodes mixtes et incluant les acteurs de l'activité ?

1.2.1.1. La production des ressources d'apprentissage : l'activité des concepteurs

Lorsque les technologies évoluent, les concepteurs de ressources sont directement touchés puisqu'ils sont amenés à produire des ressources d'apprentissage selon d'autres formats documentaires. Ces ressources doivent en effet respecter des contraintes de structuration fortes pour être exploitables par les routines d'interaction ou d'adaptation des technologies. Au cours de mes recherches, je me suis interrogée d'une part sur la qualité des structurations pour permettre les effets d'adaptation ou d'interaction visées par les environnements cibles qui vont exploiter les ressources, et d'autre part sur la capacité des auteurs à utiliser les outils de production ou de structuration documentaire mis à leur disposition pour les produire effectivement. Ces études se sont fondées sur des analyses de besoins des concepteurs, sur des analyses de leurs utilisations des outils de conception et sur des analyses des ressources produites. Les contributions sont des analyses critiques des langages de structuration des ressources documentaire ou des contextes de production de ressources proposées aux concepteurs et des propositions d'outils ou de méthodes pour favoriser la production de ressources d'apprentissage. J'ai observé les liens entre le produit et les attentes. Les analyses sont réalisées de manière quantitative (enquête, sondage, questionnaire, mesure de production) et qualitative (analyse critique documentaire et analyse des besoins).

Les contributions sont des études empiriques de retour d'utilisation, des spécifications et recommandations de conception pour des situations de production et des outils. Le changement de modèle de production des ressources documentaires, incluant plus d'actions collaboratives et contributives, le constat des limites des outils proposés au regard

de la complexité de ressources attendues par les plateformes adaptatives ou les environnements interactifs (en particulier lors des modes d'interactions innovants comme ceux utilisant la réalité mixte) et mon recrutement dans un laboratoire d'informatique m'ont amenée à proposer de nouveaux modes de production des ressources. Pour pallier le manque de connaissances des concepteurs sur certains aspects de la conception, j'ai proposé d'inclure des interactions constructives de type accès à des informations de retour d'expérience sur des situations conçues en complément des interactions productives d'écriture. De plus, j'ai choisi de travailler sur des méthodes de re-conception des environnements de gestion et d'accès aux ressources pour qu'ils soient plus participatifs et contributifs. L'objectif est de pallier l'obsolescence des contenus et des formes d'éditorialisation par la possibilité laissée aux utilisateurs (experts ou amateurs) de contribuer à l'évolution des environnements en annotant les contenus ou en produisant de nouveaux.

1.2.1.2. L'organisation des formations : l'activité des enseignants

J'ai étudié comment des enseignants utilisent les technologies éducatives pour organiser leurs situations de formation. La connaissance considérée ici est la pratique de l'environnement numérique. Mon changement de discipline et de laboratoire a fait évoluer la nature de mes questionnements au cours du temps. J'ai dans un premier temps analysé la pratique de conception de situation de formation en considérant leurs habitudes d'utilisation des environnements numériques de médiation et les caractéristiques des situations qu'ils peuvent être amenés à proposer (ce qui peut s'apparenter à de la conception de situations de formation). Le fait de travailler sur le processus d'acceptation et la théorie de l'activité m'a amené à m'interroger sur la manière dont ces nouvelles situations de formation changent la perception qu'ont les enseignants à propos de leur activité ou de ce que l'environnement social leur renvoie. J'ai donc complété les analyses faites sous cet angle par des analyses de la médiation identitaire et sociale en utilisant l'analyse de l'activité. Cet enrichissement participe aux questionnements sur les méthodologies d'analyse : comment construire des outils d'observation capables d'intégrer conjointement les aspects pratiques et sociaux de l'acceptation?

1.2.1.3. L'apprentissage : l'activité des apprenants

L'analyse faite au niveau des apprenants a été centrée sur l'apprentissage et les changements de comportements humains. Ces observations sont centrales dans l'analyse de la médiation et médiatisation technologique dont l'objectif est *in fine* de favoriser le développement de l'humain. Sa réalisation valide ou pas la qualité de la conception des situations de formation. J'ai cherché à mesurer les effets des environnements numériques de formation utilisés en situation, sur l'apprentissage effectif des apprenants et sur les changements de perception qu'ils pouvaient avoir d'eux-mêmes ou du dispositif utilisé. Les questionnements ont été ici centrés sur les notions d'utilité, d'utilisabilité et d'expérience utilisateur. J'ai principalement pris en compte les médiations sensori-motrices, épistémiques et métacognitives rendues possibles par les technologies de *Serious Game* en réalité mixte et l'apprentissage collaboratif en mode projet. Sur le plan méthodologique, mon objectif était de pouvoir comparer les utilisations effectives avec les perceptions des apprenants ou de l'entourage de manière à savoir si les effets étaient réellement produits par l'utilisation des environnements et situations de formation, par les médiations humaines pédagogiques (réalisées par les tuteurs ou les enseignants), ou s'ils étaient, de manière plus symbolique liés à une forme de présence sociale motivante. Cette approche est qualifiée de triangulée car elle utilise différentes sources d'information pour tester la convergence et la cohérence des résultats. Cette notion est approfondie dans le chapitre 2. Elle est complexe à mettre en œuvre et selon les contextes d'observation, il n'a pas toujours été possible d'avoir tous les

points de vue requis. Je me suis attachée à définir et à tester comment construire ce type de protocole pour en favoriser l'utilisation.

1.2.2 Quelles formes de médiations réflexives peuvent, en utilisant les traces d'activité, réguler la construction de connaissances?

Je me suis intéressée aux environnements numériques que l'on peut construire à partir des traces de l'activité pour produire des effets de régulation. J'ai travaillé plus spécifiquement sur les informations et les médiations que l'on peut définir avec des indicateurs de l'activité et avec des tableaux de bord. En effet, si l'on considère les postures réflexives, il est possible de rendre un individu capable de réguler son activité en lui donnant des informations adaptées sur son activité passée et en lui donnant les moyens de les manipuler. Ces activités engendrent des prises de conscience de l'utilisateur sur sa propre activité, son état d'esprit ou celui des autres, et l'aident à prendre de la distance et à comprendre ce qu'il doit modifier dans son comportement pour que ses objectifs personnels (activité, apprentissage) soient mieux réalisés. Les postures réflexives sont particulièrement utiles pour soutenir les processus d'évolution de points de vue, en particulier en terme d'apprentissage et d'appropriation.

En effet, la régulation est utilisée en apprentissage pour accompagner les processus individuels et sociaux d'adaptation, d'engagement, de participation, d'apprentissage et de développement. Deux formes de régulation sont privilégiées : l'auto-régulation et la régulation sociale. L'auto-régulation correspond aux processus cognitifs et métacognitifs développés par les individus pour contrôler leur activité et leur évolution, c'est-à-dire « *to plan, enact, and sustain their desired courses of action* » (Volet et al. 2009). La régulation sociale correspond à la manière dont les individus, en communiquant, feront évoluer le comportement des uns et des autres. Volet, citée précédemment, distingue trois formes de régulation sociale : la régulation socio-culturelle, la régulation socio-cognitive et la régulation située. La régulation socio-culturelle correspond aux différents environnements sociaux qui permettront aux individus d'assimiler les éléments communicationnels et culturels dans lesquels ils évoluent. La régulation socio-cognitive émerge dans des groupes qui partagent des objectifs communs et qui considèrent le groupe comme une entité qui réagit et régule par son activité les comportements de chacun. La régulation située émane du contexte de l'activité, considéré lui-même comme un élément régulateur.

J'ai principalement travaillé sur l'auto-régulation. L'auto-régulation est particulièrement adaptée pour les apprentissages en profondeur ; comme le développement personnel, la capacité d'apprendre à apprendre, la communication et la résolution de problème. Ces changements de comportements ne sont pas provoqués par la sur-stimulation d'une répétition d'action. Tout au mieux on peut obtenir par ce biais un effet réflexe. L'auto-régulation suppose que l'individu prenne conscience de sa façon d'agir ou d'apprendre, en évalue l'efficacité et le cas échéant change sa manière d'agir ou de penser. Cette stratégie d'apprentissage, nécessite de la part de l'individu d'explicitier et d'extérioriser le ressenti. L'auto-régulation est aussi utile pour améliorer des processus plus simples d'action. Des indicateurs sur la manière dont l'activité a été réalisée peuvent être utiles pour affiner ou améliorer une procédure.

L'originalité de mon approche est de considérer conjointement les traces automatiques et les traces manuelles ou volontaires (déclarations structurées) pour faire cette régulation. Les traces automatiques sont collectées au cours de l'utilisation du système. Les traces volontaires sont les informations que l'utilisateur saisit dans le système au cours de son activité. Elles peuvent être des contenus de messages de communication ou des documents produits. Elles peuvent aussi être des jugements et avis qu'il donne sur les activités, des comportements et des états d'esprit de lui-même ou des autres. Sensibilisée aux pratiques

de gestion industrielle de par mon activité d'enseignement au sein du département Génie Industriel (GI) de l'INSA de Lyon, je me suis naturellement orientée vers l'étude d'outils de supervision comme les tableaux de bord et vers la conception d'indicateurs représentatifs de l'activité. Ces formes de médiation sont adaptées à la compréhension de situation de travail complexe car elles fournissent des informations globales, facilement visualisables et manipulables par les utilisateurs.

Mes objectifs autour de ces questions sont triples.

- identifier quels sont les indicateurs les plus adaptés pour soutenir, par la régulation, les processus d'apprentissage individuel et organisationnel. En particulier des processus de découverte, échange et production d'information, ainsi que les processus d'appropriation de l'information (au sens d'apprentissage),

- produire des outils d'observation de l'utilisation directement utilisables par les utilisateurs des systèmes observés. De cette manière, ils seront autonomes dans la construction d'une posture réflexive. Je cherche aussi à proposer, au sein des systèmes d'apprentissage, des moyens, pour les utilisateurs, de travailler directement sur les traces, en spécifiant par exemple quels types de traces ils souhaitent collecter et quels types d'indicateurs ils souhaitent de produire,

- de manière plus théorique, analyser ce que veut dire « *prendre en charge un processus réflexif* » dans la conception d'un système d'apprentissage.

1.3. Organisation du mémoire

Dans le chapitre suivant, différents éléments de mes cadres théoriques sont décrits : les médiations considérées, les dispositifs info-communicationnels, les modèles d'analyse de l'acceptation et les méthodes d'analyse des usages ainsi que le mode d'exploitation des traces dans les EIAH.

Le chapitre 3 est consacré aux travaux liés à l'étude de la production de ressources d'apprentissage en terme de modèle documentaire et outils d'écriture.

Le chapitre 4 décrit différentes études d'utilisation des EIAH. Elles sont structurées selon deux parties. La première présente des études visant à analyser les changements, chez l'utilisateur, liés à la médiatisation. L'étude des liens entre l'acceptation technologique et les bénéfices pour les utilisateurs est privilégiée. La seconde présente des études visant à analyser les besoins et pratiques des plateformes d'apprentissage en adoptant un point de vue multi-acteurs.

Le chapitre 5 présente les travaux liés aux régulations d'usage, c'est-à-dire l'analyse ou la conception de modèles et outils exploitant les traces pour la régulation des activités et des apprentissages instrumentés.

Le chapitre 6 expose un bilan général de mon activité et mon projet de recherche. Il s'organise en trois volets : faciliter l'utilisation des méthodes expérimentales pour observer les processus d'adoption et d'acceptation, étudier les principes d'auto-régulation et régulation sociale dans des contextes d'apprentissage et étudier les nouvelles formes de médiations qu'il est possible de concevoir en utilisant les principes de re-conception documentaire, dans le contexte des plateformes collaboratives.

Chapitre 2. Cadres théoriques

L'analyse de la qualité de conception des situations de formation instrumentée est nécessaire pour proposer des analyses critiques, des recommandations d'amélioration tant sur la conception elle-même que sur la mise en œuvre des outils de formation. Mes recherches sur les processus d'analyse consistent à *étudier les liens qui peuvent exister entre différents facteurs, identifiés dans la littérature par des analyses empiriques, comme pertinents pour l'adoption, l'acceptation ou l'appropriation des technologies*. En effet, si les premières études que j'ai pu mener considéraient principalement l'analyse de la performance des outils à traiter l'information, je les ai assez vite ouvertes pour considérer l'intérêt et la capacité des utilisateurs à les utiliser en situation. *Ma démarche de recherche est ainsi centrée sur l'analyse du comportement des utilisateurs engagés dans des situations visant l'apprentissage instrumenté*.

Les deux premières sections de ce chapitre présentent ce que recouvre le concept de médiation en apprentissage (section 2.1) ainsi que les types de dispositifs d'information et de communication sur lesquels j'ai travaillé (section 2.2). L'objectif est ici de mieux situer et circonscrire comment j'ai considéré ces deux concepts dans mon travail de recherche.

Le cœur de ce chapitre de cadrage théorique est dédié à la présentation des différents modèles de description ou méthode d'analyse de l'acceptation et de l'appropriation technologique (section 2.3 et 2.4). Les méthodes que j'emploie relèvent du champ de l'analyse des usages. Néanmoins, mon travail est principalement centré sur l'analyse de l'utilisation. Dans ce document, la distinction faite entre utilisation et usage, dépend du contexte d'analyse, du temps d'observation et du niveau de maturité et de déploiement de la situation de formation analysée. Pour des analyses ponctuelles, réalisées en situation contrôlée ou reconstituée en laboratoire, je considère les acteurs impliqués dans les observations en temps qu'utilisateurs et j'analyse leurs utilisations. L'étude des liens qu'ils peuvent construire avec la technologie est réalisée dans ce cas au niveau de l'adoption ou de l'acceptation. Dans le cas d'observations plus longues ou faisant intervenir des situations ou des technologies de formation réellement déployées pour réaliser l'activité, l'analyse s'attache à identifier les usages ou les non-usages. Comme Poyet (Poyet 2014), je considère que certains usages peuvent être isolés (le fait d'un individu) ou consensuels au sein d'un groupe social et que le non-usage est une utilisation prévue à la conception mais qui n'a pas été concrétisée. Ainsi, dans la suite du document, j'utilise le terme usage dès lors que des utilisations sont observées en contexte réel d'activité. Ce choix permet de considérer les usages émergents intervenant en phase d'adoption et d'acceptation et les usages sociaux qui sont consolidés et interviennent en phase d'appropriation.

La section dédiée à la présentation des modèles (section 2.3) décrit différents facteurs identifiés comme pertinents pour décrire l'adoption, l'acceptation et l'appropriation technologique. Cette section structure les facteurs selon qu'ils interviennent sur les aspects « pratiques » et « sociaux » de l'acceptation et de l'appropriation. La désignation « pratique » et « social » est à la base issue de la proposition de Nielsen (Nielsen 1994b) relative à l'acceptabilité. Je l'ai étendue à l'appropriation pour couvrir le cycle complet d'analyse des usages. Les aspects pratiques font référence aux possibilités effectives des outils à être utilisés ou adaptés pour réaliser l'action. Leur analyse s'appuie principalement sur la mise en œuvre fonctionnelle des outils proposés aux utilisateurs. Les aspects sociaux font référence

au système de valeur de l'utilisateur et aux effets ou contraintes liées à l'inscription de l'outil dans les règles d'organisation de son activité ou de sa communauté sociale. J'ai fait évoluer, au cours du temps, ma démarche d'analyse pour intégrer cet aspect social en complément de l'aspect pratique. *Il me semble nécessaire d'observer conjointement ces deux aspects* pour proposer un avis sur la qualité des situations d'apprentissage instrumentées et décrire les éléments qui rendent possible la construction des usages en contexte.

Je présente dans la section 2.4, à l'issue du paragraphe sur les modèles, les principales méthodes d'analyse de l'utilisation et des usages. Cette section montre que les méthodes et données d'observation sont très hétérogènes et relativement mal articulées. L'étude des différents modèles de l'adoption, de l'acceptation et de l'appropriation et l'étude des méthodes sert un autre objectif : celui de produire des protocoles, des méthodes d'analyse ainsi que des résultats d'observation, plus facilement réutilisables pour d'autres recherches. Les résultats et méthodes de recherche dans le domaine des technologies de l'éducation sont en effet rarement diffusés et cumulés (Bruillard 2011). Le champ de l'analyse des usages étant pluridisciplinaire, les facteurs utilisables dans les analyses sont variés, tout comme les méthodes. En dressant un panorama des facteurs et méthodes utilisés pour les analyses des usages qui distinguent les facteurs pratiques et sociaux, j'espère contribuer à la généralisation de la prise en compte de multiples angles d'analyse au plan local et ainsi faciliter les analyses plus globales. Ayant eu l'occasion de travailler avec différentes méthodes, ce constat a motivé ma démarche de recherche concernant *la conception de protocoles mixtes croisant les types de données et méthodes (en particulier qualitatives et quantitatives) et les axes d'analyses (le système, l'utilisation, le contexte et l'utilisateur)*.

La section 2.5 du présent chapitre concerne l'exploitation des traces d'interaction. Les traces sont une source de données souvent privilégiée dans les analyses d'utilisation des technologies d'apprentissage. Elles sont aussi particulièrement utiles pour construire des médiations favorisant l'apprentissage. Cette section présente différents moyens et méthodes proposés par les chercheurs les utilisant pour servir ces objectifs. L'analyse présentée montre que les traces enregistrées automatiquement lors des interactions des utilisateurs avec les environnements numériques sont privilégiées et qu'elles sont souvent proposées à l'utilisateur ou l'analyste de manière pré-déterminée. Peu d'outils ou de situations exploitent conjointement des traces structurées et les traces moins structurées comme des séquences de texte libre que l'on peut collecter dans des méthodes d'enquête de type questionnaires ou entretiens. Constatant l'intérêt de pouvoir, d'une part croiser des traces de structures et sources hétérogènes, et permettre d'autre part à des utilisateurs (analystes, apprenants, enseignants) de les manipuler, j'ai consacré une partie de mes dernières recherches à *l'analyse et la conception d'outils adaptables et personnalisables exploitant différents types de traces*.

Ce chapitre se termine par une section d'analyse des cadres théoriques et décrit les thématiques et orientations retenues dans mes recherches (section 2.6).

2.1. La notion de médiation technologique dans le processus de construction des connaissances

La médiation technologique ou médiatisation est « *une médiation par un outil cognitif externe technologique, en l'occurrence un outil informatique ou un environnement informatisé* » (Ajarn 2007).

Pour Peraya, la *médiatisation* correspond à la mise en média, c'est-à-dire la conception des différentes formes d'interaction entre un média et un humain pour produire les effets de médiation. La médiatisation spécifie comment exploiter un dispositif médiatique et des médias (documents imprimés ou électroniques, images et textes, pages visuelles entre le

professeur et l'apprenant) à des fins d'apprentissage (Peraia et al. 2012). Par exemple, médiatiser des ressources d'apprentissage consiste à structurer la diffusion des contenus de formation selon des scénarios ou des mises en situation conçues pour accompagner l'apprenant dans sa démarche de construction des savoirs. Il ne s'agit pas seulement de « *mettre des cours en ligne, de transmettre la formation* » mais également de donner toutes les consignes nécessaires ; notamment celles qui doivent être données oralement par le formateur en présentiel.

Les considérations communes des sémiologues et des psychologues pour comprendre comment se construit le sens, ont affiné ce que recouvre la médiation technologique et distinguent la médiation *sémio-cognitive* qui s'intéresse au rapport entre la pensée et ses opérations, d'une part et les signes externes de la culture, d'autre part. C'est pourquoi on l'appelle aussi médiation des contenus. Dans cette médiation, le média est vu comme un outil cognitif qui, comme un artefact, prolonge les facultés d'un humain et l'aide à réaliser des tâches. Les fonctionnalités cognitives de cet outil sont la capacité de conserver, exposer et traiter l'information dans le but de satisfaire une fonction représentationnelle (Norman 1993). Ces outils cognitifs peuvent être symboliques (par exemple le langage) ou matériels (la souris). Les représentations mentales doivent être considérées, au même titre que les représentations matérielles comme des systèmes sémiotiques. Les analyses des *médiations sémio-cognitives* cherchent à identifier si les différents types de médias sont adaptés, efficaces ou efficaces selon l'objectif à remplir, le type de public ou la discipline.

Rabardel a affiné l'étude des médiations sémio-cognitives dans les cas où l'outil technique est interactif et utilisé pour réaliser l'activité : il parle de médiation instrumentale (Rabardel 1995). Elle correspond à la construction chez l'utilisateur du sens que prend la technologie dans l'usage qu'il en fait. Dans la théorie de la genèse instrumentale, Rabardel définit comment un artefact devient, avec la construction des schèmes d'usage, un instrument dans le cadre d'une activité humaine mettant en relation un sujet et un objet (un savoir, une action ou d'autres sujets). L'instrument est composé de structures psychologiques qui organisent l'activité (les schèmes d'usage) et de structures artéfactuelles, c'est-à-dire d'objets matériels mais aussi symboliques, utilisés pour accomplir l'activité. Ainsi la médiation instrumentale s'organise selon quatre types de médiations (Rabardel & Bourmaud 2003) :

- La médiation épistémique est orientée vers la connaissance de l'objet de l'activité. Elle joue sur la création, la transformation et l'organisation de connaissances. La médiation épistémique correspond à l'activité de création et de travail avec des artefacts cognitifs. L'objectif est d'aider les utilisateurs dans la création, l'utilisation (transformation, ajout de commentaire) et l'organisation des savoirs partagés.
- La médiation praxéologique ou médiation pragmatique est orientée vers l'action. Elle correspond à l'organisation et la coordination du processus de création de connaissances nécessaires à l'action. Le but est de fournir les moyens de sa planification et de la construction de nouvelles pratiques sur la base de celles qui existent déjà.
- La médiation relationnelle ou collaborative intervient dans l'accès aux connaissances, aux expertises, aux expériences d'autres personnes ; à leur partage au sein d'une communauté, par le biais de relations sociales.
- La médiation réflexive, orientée vers le sujet lui-même, consiste à rendre visibles les pratiques d'une personne, à l'aider à construire une posture critique ou de généralisation sur ses pratiques, et ainsi lui permettre de les analyser et les consolider.

En documentation, les questionnements autour de la médiation et de la médiatisation se font plus en amont ; ils intègrent la structuration des contenus. En effet, la médiation documentaire correspond aux composants d'un processus de communication prenant pour objet l'utilisateur, les idées, le contexte technique, les contenus et la pratique (Régimbeau 2011). Deux dispositifs documentaires sont mis en œuvre dans ce cas : le dispositif documentaire primaire est utilisé pour structurer et « produire » le document, c'est-à-dire la relation entre l'information et le support. Le dispositif documentaire secondaire est utilisé pour rendre cette information accessible (Couzinet 2011). Ainsi la médiatisation, au sens de Peraya, se rapproche d'un dispositif documentaire secondaire. Cette médiation primaire est fondamentale à considérer lorsque l'activité médiatisée consiste à produire ou traiter de l'information comme c'est le cas en apprentissage instrumenté. Les recherches relatives à cette médiation se sont attachées, dans le champ de l'apprentissage, à spécifier des langages de structuration documentaire capables de supporter des médiations documentaires secondaires riches. Un autre objectif visé était de produire des langages normalisés de manière à rendre possible les échanges de ressources documentaires entre dispositifs numériques. Le langage le plus connu est le LOM (*Learning Object Metadata*). Certains éléments d'informations sur ces recherches et ces langages sont présentés au chapitre 3.

L'évolution des technologies a fait évoluer dans le temps le concept de médiation comme le souligne Peraya (Peraya 2010). En effet, les technologies comme les ENT sont des technologies de communication mais aussi de publication, de production individuelle ou collective, d'organisation et de mutualisation des ressources, de travail collaboratif,... Cette complexification des environnements provoque une multiplication des formes de médiation secondaires et stimule les recherches relatives aux médiations primaires capables de les soutenir.

J'illustre dans la partie suivante certaines de ces évolutions en présentant les types d'environnement numérique sur lesquels j'ai travaillé.

2.2. La notion de dispositifs d'information et de communication dans la construction de connaissances

L'expression « dispositifs d'information et de communication » est utilisée pour rendre compte de l'interdépendance des deux concepts. Le dispositif d'information et de communication, associé aux autres éléments de l'environnement cognitif où il est mis en œuvre, est ainsi étudié dans les SIC comme un objet matériel médiateur favorisant, par des fonctions de recherche et de traitement de l'information, ou des fonctions de communication entre les personnes, la construction des connaissances, des savoirs et des savoir-faire.

Deux domaines de recherche s'attachent à comprendre comment instrumenter la construction de connaissances avec des dispositifs info-communicationnels : le domaine des Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain (EIAH) et le domaine de la gestion des connaissances ou Knowledge Management (KM). Les questions liées à l'éducation sont principalement étudiées dans le champ pluridisciplinaire des EIAH. Le champ des EIAH vise à concevoir, réaliser, évaluer des environnements informatiques dont la finalité est de susciter et d'accompagner l'apprentissage humain (Balacheff, 2002; Grandbastien & Labat, 2006). Si les EIAH sont définis comme des environnements informatiques conçus spécifiquement dans le but de favoriser l'apprentissage humain, ils recouvrent plus largement tous les secteurs de la connaissance où l'on vise délibérément un transfert de savoir et de savoir-faire.

Le domaine du Knowledge Management (KM) est caractérisé par le fait que la question de l'apprentissage et de la gestion des connaissances s'y pose au niveau individuel mais aussi au niveau organisationnel. Ainsi, les recherches visent à définir des modèles et des méthodes de manipulation, traitement et rationalisation de la connaissance. Cela suppose de faire intervenir quatre familles d'ingénierie (Remillieux 2010) : l'ingénierie des connaissances (concerne l'expression, ou le recueil et la formalisation, des connaissances à partager), l'ingénierie de l'information (travaille sur la mise en place de dispositifs informatiques pour la diffusion des connaissances, une fois qu'elles sont formalisées), l'ingénierie pédagogique (concerne les moyens de faciliter l'appropriation des informations recueillies par un tiers) et l'ingénierie sociale (intervient sur le rôle des hommes, de leurs relations et de l'organisation dans le transfert des connaissances).

Ainsi dans les deux champs des EIAH et du KM, les recherches sont principalement structurées selon des modèles et méthodes de l'ingénierie des connaissances et de l'information. Dans le domaine des EIAH on considèrera en complément la pédagogie alors que dans le domaine du KM on considèrera en complément l'ingénierie sociale. Cette distinction est liée au fait que dans les EIAH on vise l'apprentissage individuel alors qu'en KM on vise l'apprentissage individuel et l'apprentissage organisationnel.

Mon intérêt pour l'analyse des processus de production et de traitement de l'information m'a orientée vers l'étude des dispositifs d'apprentissage de type socio-constructiviste. J'en présente la genèse ainsi que les principes pédagogiques utilisés dans la section suivante.

2.2.1 Les dispositifs socio-constructivistes

L'utilisation de l'ordinateur à des fins éducatives a intéressé de nombreux chercheurs et enseignants dès les années 1960 environ. La manière de percevoir la position de l'ordinateur et les techniques informatiques employées a beaucoup évolué avec le temps. Les principales théories d'apprentissage qui ont été utilisées pour construire des situations d'apprentissage instrumenté sont le behaviorisme, le cognitivisme et le constructivisme qui a évolué vers le socio-constructivisme (De Vries & Baillé 2006). En terme de conception d'EIAH, le behaviorisme a principalement été exploité pour construire des outils d'entraînement ou d'exercice ; le cognitivisme des tuteurs intelligents ou des tutoriels. Le constructivisme ou socio-constructivisme vise à concevoir des environnements informatiques plus ouverts qui ne cherchent pas à remplacer l'enseignant mais plutôt à proposer des activités pour favoriser l'apprentissage par l'exploration, seul ou en groupe (De Vries & Baillé 2006). Ce courant se fonde sur le paradigme de l'apprentissage par la découverte et la théorie de l'apprentissage constructiviste (Piaget 1935) et prend en compte les interactions avec les autres (coopérations, collaborations, conflits socio-cognitifs, etc.).

Le socio-constructivisme a donné naissance à plusieurs stratégies pédagogiques exploitant les liens entre l'action, l'activité sociale et la réutilisation de l'expérience passée par des processus réflexifs : l'apprentissage actif, l'apprentissage par co-construction et l'apprentissage expérientiel.

L'apprentissage actif s'appuie sur le principe que l'apprentissage est plus profond et plus durable lorsque les apprenants s'engagent vis-à-vis de ce qui est étudié (Bonwell & Eison 1991). Les apprenants agissent directement sur les objets et interagissent avec les personnes, les idées et les événements, pour construire leur compréhension du monde. Dans le cas d'un apprentissage instrumenté informatiquement, l'environnement est constitutif de la situation et il « prescrit » les actions possibles (il les rend possibles, tout en les contraignant).

L'apprentissage par co-construction est principalement qualifié par l'implication des apprenants dans des activités collectives et dans des activités jalons de type *awareness*,

réflexions de convergence, synthèse, intersubjectivité, compréhension partagée (Reusser 2001). La communication est l'élément principal de médiation.

L'apprentissage expérientiel utilise en alternance et de manière cyclique différentes stratégies de mise en condition pour rendre possible le vécu d'expériences, puis des stratégies de mise à distance ou réflexion sur ces expériences. Le modèle le plus connu est celui de Kolb (Kolb 1984). Il décrit une boucle itérative qui commence par une expérience vécue, puis une observation réflexive individuelle ou collective. La réflexion est alors assimilée sous forme théorique, comme conceptualisation abstraite, puis est mise en œuvre dans de nouvelles situations. Il s'agit de la phase d'expérimentation active. L'apprentissage expérientiel est en particulier utilisé pour la formation professionnelle, c'est-à-dire lorsque l'apprenant a déjà un vécu, des habitudes et des expertises professionnelles (Page-Lamarque 2004). Pour modifier sa perception de la réalité, il doit confronter ses comportements antérieurs aux nouvelles compétences à développer. Ce conflit cognitif engendre un processus de reconstruction, d'assimilation et d'accommodation qui le conduit à trouver un nouvel équilibre.

Les EIAH soutenant des apprentissages socio-constructivistes s'appuient donc principalement sur une interaction orientée vers soi-même (recherche d'information, lecture, résolution de problème, auto-régulation, etc.) ou vers les autres (communication, écriture, etc.). Les grandes catégories d'EIAH constructivistes sont les hypermédias, les simulateurs et les micro-mondes. Les EIAH utilisés dans les stratégies d'apprentissages socio-constructivistes se présentent sous la forme de plateformes appelées collecticiels ou environnements supports à l'apprentissage collaboratif (CSCL en anglais pour *Computer Support for Collaborative Learning*) (De Vries & Baillé 2006). Ainsi, un dispositif qui soutient une activité constructiviste doit fournir une situation d'apprentissage dans laquelle un sujet peut communiquer, agir, et recevoir en retour des informations personnalisées. Lorsqu'il soutient une activité socio-constructiviste, il exploite aussi les relations entre personnes dans l'apprentissage. Les dispositifs d'information et de communication sont donc adaptés à ce type de pédagogie.

2.2.2 Les plateformes : des hypermédias adaptatifs aux systèmes d'information adaptatifs et sociaux

A partir de 1995, les plateformes ont commencé à être utilisées pour la formation instrumentée en particulier sous la forme de plateforme de *e-learning* ou d'*environnement numérique de travail* (ENT). Ces plateformes étaient supportées par des systèmes d'informations dédiées à l'apprentissage appelés LMS (*Learning Management System*). L'*e-learning* est défini comme « *l'utilisation des nouvelles technologies multimédias et de l'Internet, pour améliorer la qualité de l'apprentissage en facilitant l'accès à des ressources et des services, ainsi que des échanges et la collaboration à distance* » (Communauté Européenne 2001). L'approche éditoriale s'est imposée entre les années 1995-2000, avec l'avènement des hypermédias adaptatifs dans le domaine de la FOAD, des e-formation, de l'auto-formation et des campus virtuels. Bachimont (Bachimont 2007) a proposé le concept d'éditorialisation pour décrire la dynamique d'utilisation massive et personnalisée de ressources documentaires dans le cadre de chaînes éditoriales. L'éditorialisation consiste à utiliser des plateformes de type hypermédia adaptatif ou gestion de contenus pour rationaliser l'exploitation des ressources d'apprentissage, les réassembler, partager, réutiliser, de manière spécifique pour chaque utilisateur ou chaque contexte d'utilisation. L'objectif est de pouvoir « *proposer à un type de public précis et depuis un même support l'ensemble des connaissances pertinentes sur un sujet défini et selon des modalités complémentaires (exposition, entraînement, exercice, évaluation)* » et choisir une forme de médiatisation qui « *en assure la meilleure appropriation (utilisation du son, de l'image, d'animations, de simulations, etc.)* » (Pernin & Lejeune 2004). Les ressources informationnelles

utilisées par ces plateformes sont des documents virtuels personnalisables (DVP). Ils ne sont pas à considérer comme des entités documentaires autonomes, en effet il doivent être associés aux mécanismes d'identification, de sélection et d'assemblage définis dans les hypermédias (Crampes et al. 2003). Le développement des technologies, la banalisation de l'équipement informatique et des contraintes économiques ont facilité le recours massif des établissements et organisations industrielles à ce type d'enseignement. Face à ce développement accéléré, la question du contenu est très vite apparue car il fallait alimenter ces « machines à jouer du contenu pédagogique » qui souvent étaient fournies vides.

Au fil du temps, ces plateformes ont mis en œuvre des fonctionnalités favorisant le travail collaboratif, où des processus communicationnels et de travail à plusieurs viennent soutenir un enseignement plus traditionnel proposé par la fourniture de supports de cours et de ressources informationnelles externes. Les outils proposés sont les *forums*, *chats*, tableaux blancs partagés, courrier électronique, gestion des annotations personnelles, agenda des activités... L'objectif est de pallier, au travers de l'usage de ces outils, les pertes de cohésion et de stimulation de la salle de classe que peut ressentir l'étudiant seul devant sa machine. L'usage prévu est relativement standard, ainsi les plus-values qui permettront de discriminer les systèmes tiennent, en plus de l'ergonomie et du design de l'interface, à la qualité et à la diversité des supports de cours proposés, mais aussi à la dynamique et à l'aide du tuteur et de l'environnement de collaboration.

La diffusion et la capitalisation de contenus possibles avec ces plateformes a conduit à les utiliser aussi pour soutenir de l'apprentissage organisationnel. Le modèle de Nonaka (Nonaka 1996) (Nonaka & Takeuchi 1997a) (Nonaka & Takeuchi 1997b) décrit les éléments intervenant dans un apprentissage organisationnel. Le *modèle SECI* qui articule information, communication et individus est le plus connu et décrit les services que doivent rendre ces plateformes : socialisation, externalisation, combinaison, internalisation. Trois autres modèles le complètent pour décrire le dispositif de construction de connaissances : le *modèle Ba* formalise le lieu de construction des connaissances, l'endroit dans lequel on apprend à partir des expériences et pratiques des autres membres ; le *modèle de capital de connaissances* correspond au patrimoine matériel et immatériel de l'organisation et le *modèle de management stratégique* définit la stratégie de pilotage du dispositif (Nonaka et al. 2000).

Ces quatre modèles sont interdépendants et s'articulent pour Nonaka autour de différentes actions d'organisation qui sont définies au niveau stratégique (« *Knowledge vision* »). En effet, le Ba se « cultive ». Il se définit par la nature, le lieu et les modalités de construction effective des connaissances qui sont à adapter en fonction du contexte. Il existe toujours des conditions nécessaires à l'amorce du processus de construction et de poursuite du « Ba ». En contexte industriel, Nonaka cite l'autonomie, le chaos créatif, la gestion de l'information (en terme de redondance et d'accessibilité) ou la création d'un climat sécurisant pour l'individu et valorisant l'engagement. De la même manière, la redéfinition des capitaux de connaissances et le soutien ou la modération des processus de SECI sont nécessaires à la réalisation dynamique de ce modèle.

Différents types de plateformes ont été conçus : des plateformes d'accès à l'information (moteur de recherche, GED), des plateformes de publication collaborative, des plateformes de travail collaboratif asynchrone ou en temps réel ... Balmissé (Balmissé 2005) les organise selon quatre fonctionnalités que les plateformes peuvent proposer : gestion des connaissances explicites (i.e. la gestion documentaire), découverte de connaissances, gestion de la collaboration et gestion des expertises. Ces quatre fonctions sont caractérisées par deux facteurs : d'une part la prise en compte de l'information ou des individus et d'autre part la prise en compte de la création de connaissances ou de la gestion de connaissances existantes.

Le modèle général de Nonaka a été mis en œuvre de manière partielle en contexte industriel. Le principe de médiation décrit dans le modèle SECI est généralement le seul à avoir été adapté dans les plateformes actuellement proposées. Les processus d'externalisation et d'internalisation qui font le lien entre les individus et les informations le sont bien moins. Balmissé ne mentionne pas par exemple d'outils de formation ou d'apprentissage, ni d'outils utilisables pour formaliser une connaissance de manière à la rendre réutilisable.

Maier (Maier 2007) intègre cette dimension. En effet, les services dédiés à la construction des connaissances correspondent à des interactions personne-système : la découverte d'information, la publication, la collaboration et l'apprentissage (voir la Figure 1). Les services d'intégration documentaire ou les services de communication et de coordination, tout comme les services d'accès et de personnalisation qui sont purement computationnels ne sont pas considérés comme ayant une valeur ajoutée sur le plan de la construction de connaissances. Ils sont transactionnels.

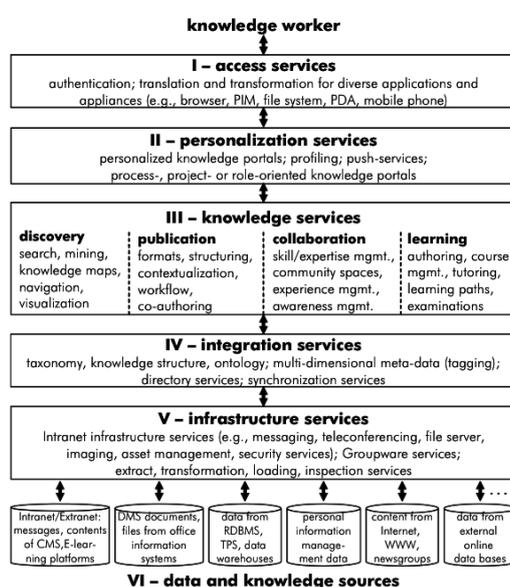


Figure 1 : Architecture des plateformes de KM selon (Maier 2007)

Comme je l'ai indiqué en introduction, pour comprendre si les plateformes étaient des dispositifs de médiation technologiques adaptés pour la production effective de connaissances, j'ai cherché à mesurer leur niveau d'acceptation et d'appropriation par les utilisateurs. Mon approche a consisté à réaliser des analyses *a priori* et *a posteriori* c'est à dire en analysant les capacités des outils ou des situations d'utilisation comparativement aux besoins ou aux utilisations des utilisateurs. J'ai cherché à identifier sur quels critères les observations étaient les plus significatives et en ai décrit les effets en termes de production d'information, de nouvelles collaborations et d'apprentissage humain. Pour réaliser ces études, je me suis appuyée sur les cadres théoriques de l'acceptation et de l'appropriation technologique.

2.3. Les modèles et les cadres théoriques de l'appropriation technologique

Le cycle des usages d'une technologie est caractérisé par trois moments clés (Carroll 2004) : l'adoption, l'utilisation et l'appropriation. A l'étape d'adoption, l'utilisateur choisit ou non d'utiliser un produit en fonction des possibilités d'usage que sa conception laisse prévoir. Au cours de l'utilisation, l'utilisateur explore et adapte les fonctionnalités de

l'environnement numérique à ses contextes d'utilisation. Pendant cette étape, et selon son degré de satisfaction, l'utilisateur accepte (ou pas) pratiquement ou socialement l'outil. Une acceptation pratique est alors généralement concourante à la construction de schèmes d'utilisation correspondant à des séquences d'utilisation régulières et stabilisées. L'appropriation est considérée comme effective lorsque l'usage de la technologie est persistant c'est-à-dire que la technologie est intégrée dans les pratiques et qu'elle est stabilisée sur le plan fonctionnel pour l'utilisateur. (Norman 1993) en développant la notion d'artefact cognitif a fait remarquer que l'outil ne fait pas seulement qu'augmenter les capacités de traitement, de production d'information ou de communication des individus ; il reconfigure également les tâches et les relations. C'est la raison pour laquelle à l'étape 3, Carroll parle d'appropriation technologique. Le modèle de Carroll a été conçu pour décrire le processus d'appropriation d'un utilisateur. Il n'est en revanche pas précis concernant les critères qui vont conditionner le passage d'une étape à l'autre. Il ne considère pas par exemple l'influence de la culture ou du contexte de l'utilisateur, ou l'influence de l'appropriation par d'autres groupes d'utilisateurs sur son comportement. J'ai choisi de présenter dans cet état de l'art, les méthodologies et les critères identifiés pour expliquer l'acceptation et l'appropriation technologique. En effet, ces notions, très répandues en psychologie ergonomique et psychologie sociale, ont donné lieu à de nombreux modèles.

Comme cela est précisé en introduction, l'exploitation de modèles spécifiant les facteurs intervenant dans les cas d'acceptation et d'appropriation est fondamentale dans mon travail. Les modèles, issus de plusieurs champs disciplinaires, garantissent l'exhaustivité et la complétude des analyses. Ils favorisent d'autre part la réutilisation des résultats empiriques des recherches.

2.3.1 Les critères explicatifs de l'acceptation technologique

La plupart des modèles d'acceptation publiés dans la littérature proviennent de théories de la psychologie sociale et de l'ergonomie. Ils proposent d'expliquer les comportements d'utilisation des utilisateurs par des critères qui construisent les modèles. L'acceptation d'une technologie est sa capacité à être utilisée effectivement dans des contextes réels, cohérents pour l'utilisateur (en terme de valeur et de culture mais aussi vis-à-vis de l'organisation dans laquelle il est mis en œuvre) (Tricot et al. 2003). Tricot s'appuie sur le modèle de Nielsen pour expliquer les liens entre l'utilité, l'utilisabilité et l'acceptabilité. Ils sont présentés dans la Figure 2.

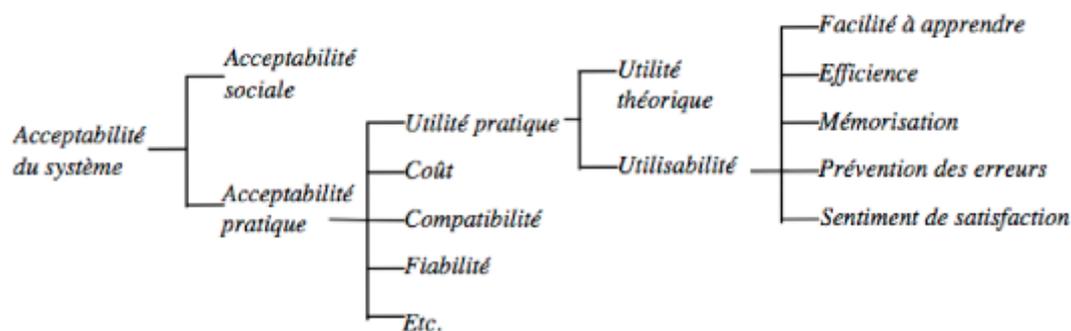


Figure 2 : Liens entre l'utilité, l'utilisabilité et l'acceptabilité du modèle de Nielsen traduit par Tricot (2003)

L'utilisation effective puis l'usage sont ainsi principalement conditionnés par deux facteurs : l'acceptation pratique et l'acceptation sociale (Nielsen 1994b).

2.3.1.1. L'acceptation pratique

Le modèle de l'action raisonnée (Fishbein, M. & Ajzen, I. 1975) considère les liens de causalité entre les croyances au sujet d'un objet, l'attitude envers lui et les intentions et les

comportements associés à lui. Dans le TAM (*Technologie Acceptance Model*) (Davis 1993), les croyances sur l'utilité et la facilité d'utilisation d'une technologie sont les deux critères fondamentaux pour construire une attitude positive et stimuler l'intention d'usage. En dépit du fait qu'il soit largement reconnu, le modèle TAM reste très insatisfaisant pour analyser l'utilisation d'une technologie. Il reste utile pour identifier des attitudes a priori sur une technologie. D'autres études l'ont complété pour intégrer des aspects liés à l'utilisation effective de l'outil.

Utilisabilité

L'utilisabilité d'un système mesure le degré avec lequel les utilisateurs peuvent vraiment exploiter les différentes fonctionnalités du système en terme de périmètre (fonctions effectivement utilisées) et en terme de facilité. L'utilisabilité est définie, selon la norme ISO 9241 (1998) comme « le degré selon lequel un produit peut être utile, par des utilisateurs identifiés, pour atteindre des buts définis avec efficacité, efficacité et satisfaction, dans un contexte d'utilisation spécifique ».

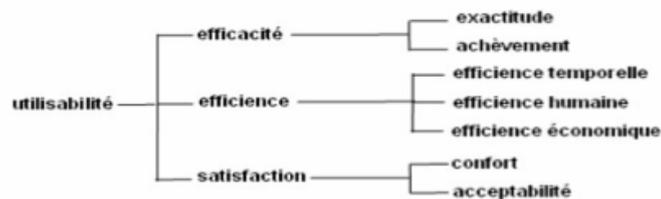


Figure 3 : Utilisabilité selon la norme ISO 9241

Un environnement numérique efficace s'apprend rapidement, il permet de réaliser les tâches prévues avec un nombre limité d'erreurs qui sont facilement corrigées (Bétrancourt 2007).

Ces critères sont mesurés à travers des tests utilisateurs, la verbalisation des actions réalisées, et une échelle de satisfaction (Bastien 2010). Des tests assez classiques combinent certains critères et sont utilisés pour positionner les systèmes évalués par rapport à d'autres. Février (Février 2011) en présente quelques uns.

Tullis et Albert (Tullis & Albert 2008) choisissent un point de vue légèrement différent et combinent l'efficacité et l'efficacité dans un critère de performance qui est plus représentatif selon eux de l'expérience qu'a vécue l'utilisateur. (Venkatesh et al. 2012) corrobore cette analyse en montrant que l'acceptation est directement liée à l'espérance de rendement ou espérance de l'effort qu'un utilisateur va développer vis-à-vis d'une technologie. La performance est généralement mesurée de façon quantitative et permet d'apprécier l'importance d'une facette spécifique de l'utilisabilité. En effet, il est parfois insuffisant d'identifier l'existence d'un type de problème par l'avis de l'utilisateur, il faut aussi pouvoir en mesurer l'importance. Une manière de mesurer la performance consiste à calculer des scores comme le type d'erreurs, le nombre d'erreurs et/ou nombre de bonnes réponses. A titre d'exemple, le temps d'apprentissage correspond à la durée nécessaire pour que les tâches soient réalisées avec succès. L'efficacité correspond au ratio investissement/temps requis pour réaliser la tâche avec succès, c'est-à-dire la quantité de ressources que les utilisateurs dépensent pour réaliser la tâche. Ces mesures de performance sont réalisées par l'analyse des traces d'utilisation comme par exemple le nombre de clics ou le nombre de mouvements réalisés avec la souris (Hornbæk 2013).

La satisfaction est selon la norme ISO mesurée par le confort et l'acceptabilité, ce qui est incohérent avec la définition donnée par Tricot. Je considère que cette dernière est plus précise, l'acceptabilité étant une notion plus large que la satisfaction et nous gardons

comme critère de satisfaction rationnelle le bénéfice tel que l'ISSM (Information Systems Success Model) le propose. Ce modèle, centré sur l'utilité, est présenté dans le paragraphe suivant. Pour (Bhattacharjee 2001), la satisfaction intervient aussi comme un élément de confirmation - ou pas -des croyances vis-à-vis de la technologie. Ce principe est expliqué dans le modèle *Expectation Confirmation Model* (ECM).

Les tests d'utilisabilité produisent des connaissances sur les meilleures pratiques de conception. Ces pratiques sont formalisées dans des heuristiques. Les plus connues sont celles de Nielsen (Nielsen 1994a) et de Bastien et Scapin (Bastien & Scapin 1993) et font figure de normes dans la conception ergonomique des systèmes informatiques.

Utilité

Pour DeLone et McLean (DeLone & McLean 2003) l'utilité est mesurable par les bénéfices nets gagnés par l'utilisation. Dans leur modèle, ISSM (Information Systems Success Model), les bénéfices renforceront la satisfaction de l'utilisateur et son intention d'utiliser la technologie. Cette caractéristique d'évolution du point de vue de l'utilisateur concernant l'intention d'usage au cours de l'utilisation me semble fondamentale pour considérer la renégociation du sens qui se construit dans l'usage. Le modèle de Nielsen ou le modèle ISO 9241 de l'utilisabilité restent assez déterministe de ce point de vue.

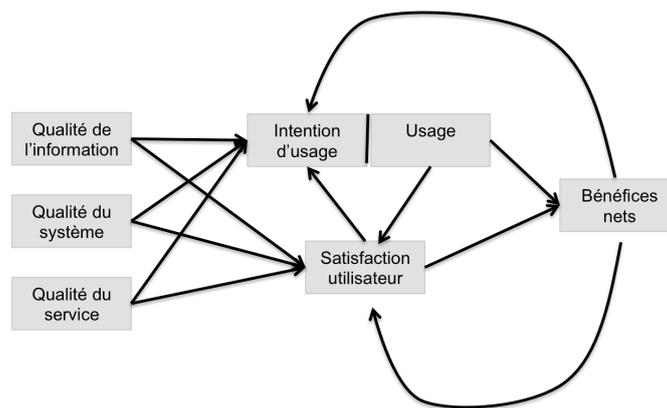


Figure 4 : ISSM (Information Systems Success Model)

Le modèle de DeLone et McLean a été construit pour des sites web dédiés au commerce, mais peut s'adapter aux systèmes d'information. Jennex et Olfman (Jennex & Olfman 2004) ont adapté le modèle de l'ISSM pour les *systèmes de gestion des connaissances* (SGC) en considérant comme bénéfice possible, la qualité de la connaissance.

Si on considère le positionnement de Folcher et Rabardel (Folcher & Rabardel 2004), les bénéfices peuvent être productifs ou constructifs. En effet, toute activité est productive et/ou constructive. L'activité productive correspond à la réalisation des objectifs de l'activité par le biais de tâches alors que l'activité constructive correspond à l'élaboration de ressources internes et externes utilisables pour garantir sur le long terme le pouvoir d'agir et ainsi réaliser les activités futures. Ce positionnement est comparable à celui de Bachimont lorsqu'il désigne la connaissance comme une action sur le monde ou une action sur le corps propre (Bachimont 2004). Folcher et Rabardel (Folcher & Rabardel 2004) recommandent d'analyser l'activité conjointement sous ces deux angles et en situation. C'est-à-dire en considérant les individus, les outils et les contextes, de manière à faire le lien entre les modalités de réalisation de l'action et les contraintes ou caractéristiques individuelles, techniques ou situationnelles. Cette vision globale a l'avantage de mettre l'activité de l'individu au centre de l'analyse plutôt que de la réduire à l'analyse d'une technologie.

Dans le cas d'un EIAH (environnement informatique pour l'apprentissage humain), l'activité productive correspondra à la réalisation des tâches telles que l'environnement les a proposées alors que l'activité constructive correspondra à l'apprentissage. Pour (Tchounikine 2006) cette mesure conditionne l'utilité d'un EIAH, évaluant ainsi son efficacité pédagogique, c'est-à-dire dans quelle mesure l'EIAH permet aux apprenants d'apprendre ce qu'ils sont censés apprendre. Elle est généralement évaluée par le nombre de nouveaux concepts ou connaissances que l'apprenant a construit grâce à l'EIAH en utilisant des méthodes comparatives (Nogry et al. 2004). Nous illustrons, dans le chapitre 4 avec l'étude de Larnit, comment à l'aide de questionnaires pré-test et post-test nous l'avons mise en œuvre.

Mais si, à l'instar de l'ISSM, on considère un EIAH comme une plateforme d'accès à des documents numériques, ce qui correspond à une mise en œuvre courante d'apprentissages instrumentés, l'utilité s'exprimera sur la qualité des contenus proposés. Pour Tsakonas et Papatheodorou (Tsakonas & Papatheodorou 2008) les critères sont la pertinence de l'information proposée, la confiance en cette information, le format de présentation, les domaines couverts et le niveau de complexité des concepts.

Pendant, concevoir un système acceptable pratiquement ne garantit pourtant pas une acceptation. En effet, nombre de systèmes utiles et utilisables ne sont pas acceptés par les utilisateurs et donc restent inutilisés. On peut remarquer que dans les modèles précédents, l'environnement numérique ou l'outil est vu comme un tout. Or dans le modèle de succès pour les systèmes d'information (ISSM), DeLone et McLean précisent que trois éléments qui composent l'environnement numérique doivent être différenciés : l'outil, l'information et le service c'est-à-dire les conditions dans lesquelles la technologie est introduite auprès de l'utilisateur. Dans le contexte de la formation, ce dernier facteur peut se décomposer en deux composantes désignées par Bruillard (Bruillard 2006) comme le contexte non technique et le rôle des acteurs introduisant la technologie auprès des utilisateurs. Ils vont intervenir différemment sur la dynamique d'acceptation. Je considère qu'ils relèvent de l'acceptation sociale.

2.3.1.2. L'acceptation sociale

L'acceptation sociale est inhérente à l'utilisateur, son histoire, sa culture, ses valeurs et la situation d'utilisation. Les expériences préalables construisent la valeur que l'utilisateur inscrit dans une technologie (Jouët 2000). Le premier critère qui explique l'acceptation sociale est la confirmation de l'utilité et de l'utilisabilité effective du système. En effet, d'après les théories issues du constructivisme social, une technologie quelle qu'elle soit n'a ni valeur, ni sens, ni conséquence par elle-même ; c'est bien l'utilisation et la pratique qui décident et qui orientent tout. C'est donc souvent moins l'objet technique lui-même que les modalités concrètes de son intégration et les conséquences effectives de son utilisation (remise en cause des pratiques, de la qualité de l'activité, de l'autonomie, etc.) qui peuvent motiver l'acceptation ou le rejet des technologies. Ainsi, pour qu'une technologie soit acceptée, il faut qu'elle prenne sens et qu'elle ait de la valeur pour les utilisateurs dans leur contexte d'activité. Les études d'acceptation sociale vont donc chercher à identifier le sens des technologies dans les contextes d'utilisation ou pour les populations qui les utilisent.

Venkatesh (Venkatesh et al. 2003) spécifie l'importance de caractéristiques individuelles comme le sexe, l'âge ou l'expérience préalable des utilisateurs ou le caractère volontaire de l'usage. Certains facteurs inhérents au contexte d'usage comme l'influence sociale ou les conditions facilitatrices sont aussi identifiées comme prépondérantes dans les intentions d'usage. Ces critères sont organisés dans le modèle UTAUT. Ce modèle reste, comme le TAM assez général. Il est néanmoins intéressant dans la mesure où il considère conjointement les conditions préalables liées au contexte et les caractéristiques de

l'individu. J'utiliserai cette structuration pour présenter comment ces caractéristiques ont été étudiées plus précisément dans le champ de l'éducation.

Caractéristiques personnelles de l'utilisateur

L'expérience de utilisateur représente la valeur qu'un utilisateur construit dans l'utilisation sur le plan individuel. Cette caractéristique expérientielle, désignée par User Experience (ou UX) est considérée par les chercheurs du domaine de l'IHM comme fondamentale à l'acceptation technologique. Son analyse structure toute une communauté de recherche. Selon la norme ISO 9241-210 (Février 2011) l'expérience de l'utilisateur est définie comme l'ensemble des « *perceptions et réactions d'une personne qui résultent de l'utilisation effective et/ou anticipée d'un produit, système ou service* » et est « *une conséquence de l'image de marque, la présentation, la fonctionnalité, les performances, le comportement interactif et les capacités d'assistance du système interactif ; [c'est également une conséquence] de l'état intérieur et physique de l'utilisateur résultant d'expériences passées, de ses attitudes, de ses compétences et de sa personnalité ainsi que du contexte d'utilisation* ». Tabard et Mille (Tabard & Mille 2015) privilégient celle de L. Alben « *pour sa concision et la manière dont elle considère l'expérience dans sa globalité : [l'expérience utilisateur recouvre] tous les éléments d'utilisation d'un produit interactif : la façon dont on le ressent dans ses mains, dont on comprend son fonctionnement, ce qu'on ressent lors de son utilisation, s'il sert bien ses fins et comment il s'intègre bien dans son contexte d'utilisation* ».

Compétences technologiques et professionnelles

D'une manière factuelle, les expériences préalables sont un des moyens, pour l'utilisateur, d'imaginer les futures utilisations possibles des technologies. Ce critère, désigné par Poyet sous le terme de compétences technologiques a été identifié comme prépondérant dans l'attitude d'acceptation d'une technologie (Poyet 2014). En effet, Partala et Kallinen (Partala & Kallinen 2012) ont montré que l'autonomie, la compétence et la relation aux autres sont les critères les plus utiles lorsque l'on cherche à expliquer un mode d'acceptation. Les études menées sur les usages des ENT par Poyet (Poyet 2014) sont cohérentes avec ces résultats. En effet, elle montre que l'intégration des ENT amène des changements profonds en terme de professionnalisation des enseignants. Le facteur technologique, va jouer un rôle fondamental dans l'acceptation : les enseignants maîtrisant mal le fonctionnement des ENT ne vont pas avoir envie de l'utiliser. Bruillard (Bruillard 2011) indique que les enseignants vont substituer ou superposer à l'usage de l'ENT, des solutions « bricolées », réalisées de manière autonome à partir de technologies choisies et connues.

Poyet identifie un autre aspect d'expérience lié à la compétence technologique : l'expérience professionnelle. En effet, elle a montré que des enseignants jeunes, maîtrisant *a priori* mieux des technologies innovantes, pouvaient être plus limités dans leurs intentions d'usage ou la mise en place de pratiques que des enseignants plus chevronnés ayant une meilleure connaissance des pratiques de formation et des relations aux élèves. Ainsi, elle décrit la compétence en ingénierie pédagogique, comme nécessaire pour imaginer et construire des situations de formation utilisant l'ENT et les animer sur la base de nouvelles formes de relations avec les élèves.

Emotions

L'expérience préalable de l'utilisateur construit aussi l'ensemble des émotions qu'il va associer aux technologies comme le sentiment d'anxiété vis à vis de l'informatique ou au contraire une technophilie. Ces émotions modifient le sentiment d'utilité et d'attrait développé par un futur utilisateur envers une technologie (Février 2011) ou son sentiment de compétence technologique (Poyet 2014).

Pour mieux comprendre comment ces émotions se construisaient, les chercheurs ont étudiés quels besoins « fondamentaux » étaient satisfaits avec l'usage des technologies. Isomursu *et al.* (Isomursu et al. 2011) ont ainsi travaillé avec des critères comme l'hédonisme, le plaisir, l'autonomie, l'universalité, la bienveillance/l'altruisme, la tradition, la sécurité/le contrôle, le pouvoir, la réalisation de quelque chose. Hassenzahl *et al.* ont utilisé les critères comme l'autonomie, la compétence, la relation aux autres, la popularité, le plaisir, le contrôle, la forme physique, le développement de son potentiel personnel, l'estime de soi et le gain d'argent (Hassenzahl et al. 2010). D'autres critères, comme l'esthétique ou l'affectif ont aussi été étudiés (Hornbæk 2013).

Février (Février 2011) a par exemple testé les critères d'Hassenzahl sur l'acceptation des ENT pour des étudiants. Ses résultats montrent que les aspects pratiques comme l'utilité perçue ou l'utilisabilité sont fondamentaux dans l'acceptation des ENT. Certains facteurs expérientiels interviennent néanmoins comme le besoin de nouveauté et de challenge. Ils jouent un rôle de stimulation d'usage et constituent un pré-requis au développement personnel des étudiants. Les ENT n'ayant en général pas ces caractéristiques stimulantes, il sont plus difficilement acceptés qu'un autre mode de formation comme les *Serious Games* ou le travail en mode projet.

Les critères varient selon le type de pédagogie. Ainsi, sur les environnements favorisant la recherche d'information, les critères descriptifs de l'UX sont définis dans le modèle en nid d'abeille qui combine des critères fonctionnels (utilité, utilisabilité, visibilité, accessibilité) et d'autres plus personnels et irrationnels (désirabilité, crédibilité, plaisir).

Ainsi, de plus en plus d'études visent à étudier les paramètres de conception qui favorisent l'émotion, la construction d'un lien social, la curiosité, l'amusement. Ces expériences utilisateurs, lorsqu'elles sont positives favorisent l'engagement dans les activités d'apprentissage. Pousser aussi loin l'analyse de la conception du système est fondamental lorsque l'on travaille avec des publics fragiles, ou éventuellement réfractaires à l'utilisation des technologies, ou bien lorsque l'on souhaite analyser finement la portée d'une innovation qui s'appuie sur l'utilisation (par exemple un apprentissage continu hors des murs de l'école ou la construction d'un collectif/réseau social d'enseignants ou de parents autour des activités scolaires).

Caractéristiques liées au contexte

Lorsque l'utilisateur est inscrit dans un collectif, des contraintes et apports complémentaires liés à l'organisation de ce collectif doivent être considérées. Ces critères contextuels sont désignés par Venkatesh sous le terme « conditions facilitatrices ». Deux caractéristiques émergent de la littérature : la présence d'un accompagnement ou d'un support et la cohérence de la technologie avec la culture professionnelle.

Bruillard (Bruillard 2011) explique comment le fait qu'il y ait un réel projet d'établissement et un *leadership*, ainsi que la mise en place d'actions d'accompagnement ou la présence d'une communauté favorisent l'acceptation des ENT chez les enseignants. Le manque de cohérence entre les spécifications technologiques et les contextes d'application est lié pour lui à la dynamique de développement des technologies dans les institutions scolaires. Les ENT par exemple sont imposés par les instances politiques, et les pratiques locales de l'activité de formation des enseignants ne sont pas réalisables ce qui limite leur acceptation. De la même manière dans des contextes industriels, Prax (Prax 2007) indique que les stratégies managériales d'accompagnement et de formation, tout comme l'analyse de l'adéquation entre les aspect fonctionnels de l'outil et la culture professionnels sont de réels freins à l'acceptation des systèmes de gestion des connaissances. Ces limites pourraient être réduites par la mise en place de stratégies de conception et déploiement plus participatives

incluant les acteurs de terrain plus tôt dans le choix des technologies déployées.

2.3.1.3. Bilan sur les facteurs intervenant dans l'acceptation

La Figure 5 présente une synthèse des critères de la littérature que je considère comme importants pour décrire l'acceptation pratique et sociale d'un système d'information visant la formation.

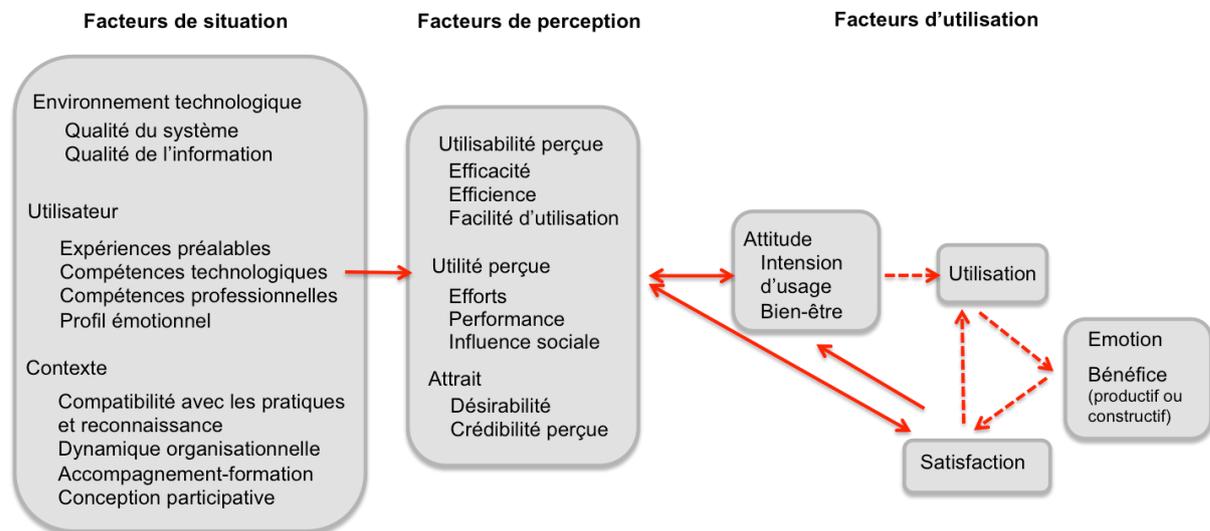


Figure 5 : Critères intervenant dans l'acceptation d'un système d'information visant la formation

Les facteurs peuvent être organisés en trois sections : les facteurs de situation, les facteurs de perception, les facteurs d'utilisation. La flèche en pointillé indique que l'utilisation peut se produire ou pas. Au cours de l'utilisation, selon que les émotions et les bénéfices sont positifs ou négatifs, le degré de satisfaction va changer la perception qu'il a de la technologie vis à vis du contexte d'usage. Il va de ce fait réviser ses jugements et modifier ses attitudes et intentions d'usage. Cette boucle décrit l'acceptation effective. L'appropriation aura lieu lorsque l'utilisation modifiera les facteurs de situation : l'environnement technologique, les compétences technologiques ou professionnelles, les pratiques ou bien le contexte organisationnel. Les éléments présentés dans la partie suivante sont utiles pour décrire et comprendre les dynamiques effectivement en action dans la réalisation de l'appropriation.

2.3.2 L'analyse des pratiques et de l'appropriation technologique

L'appropriation se caractérise par « l'acte de se constituer un soi » (Jouët 2000). Pour Dourish (Dourish 2003) « *appropriation is the way in which technologies are adopted, adapted and incorporated into working practice. This might involve customisation in the traditional sense (that is, the explicit reconfiguration of the technology in order to suit local needs), but it might also simply involve making use of the technology for purposes beyond those for which it was originally designed, or to serve new ends* ». Folcher et Rabardel (Folcher & Rabardel 2004) recommandent d'ailleurs d'utiliser le cadre théorique de l'appropriation technologique pour analyser l'activité médiée, car l'activité constructive comporte cette perspective développementale.

Dans le modèle de Carroll (Carroll 2004), au cours du temps, l'utilisateur pourra réévaluer la technologie et éventuellement changer d'avis et se désapproprier la technologie.

Mais l'appropriation est à la fois individuelle et sociale. En effet, pour Proulx (Proulx 2005) l'usage renvoie à la « *pratique sociale que l'ancienneté ou la fréquence rend normale dans une culture donnée* », sens proche donc du terme de mœurs, les pratiques étant ici « *vécues comme naturelles* ». Dans le contexte des études d'usages des TIC (et plus généralement en

sociologie des usages), l'usage renvoie à « *l'utilisation d'un objet, naturel ou symbolique, à des fins particulières* ». Sont considérés ici les usages sociaux d'un bien, d'un instrument, d'un objet pour mettre en relief « *les significations culturelles complexes de ces conduites de la vie quotidienne* ». Sur le plan collectif, Proulx définit les usages sociaux comme les modèles d'utilisations identifiés chez des individus ou des collectifs d'individus (strates, catégories, classes) qui s'avèrent relativement stabilisés sur une période historique plus ou moins longue, à l'échelle d'ensembles sociaux plus larges (groupes, communautés, sociétés, civilisations).

Ainsi, décrire l'appropriation revient d'une part à décrire l'intériorisation progressive des compétences techniques et cognitives à l'œuvre chez les individus et les groupes qui manient quotidiennement ces technologies. D'autre part à identifier les impacts des usages sur un plan individuel mais aussi organisationnel. On pourra parler d'appropriation technologique lorsque des utilisateurs manifesteront un bénéfice net à l'exploitation continue d'une technologie, mais aussi, lorsqu'ils opèreront des reconfigurations, soit au niveau du système technique soit au niveau du système social. Pour distinguer ces deux aspects, je propose de parler d'appropriation pratique et d'appropriation sociale.

2.3.2.1. L'appropriation pratique

L'appropriation pratique correspond à la manière dont l'utilisateur s'empare de l'outil technologique et comment, par son utilisation, il le reconfigure.

Theureau (Theureau 2011), en s'appuyant sur l'ensemble des courants relevant de l'ergonomie, décrit l'appropriation comme un processus en 3 temps, caractérisé par l'intégration de l'outil ou du dispositif dans l'activité de l'utilisateur. Le niveau 1 correspond à « *l'intégration d'éléments du monde au monde propre de l'acteur* », le monde propre étant l'ensemble des signes (au sens « representamen ») qu'il perçoit et qui lui permet de prendre des décisions. Le niveau 2, l'incorporation, est « *l'intégration, partielle ou totale, d'un objet, d'un outil ou d'un dispositif au corps propre de l'acteur, accompagnée (toujours) d'une individuation de son usage et (éventuellement) de transformations plus ou moins importantes de cet objet, de cet outil ou de ce dispositif lui-même* ». Par corps propre, Theureau considère « *le système des actions « naturelles » (c'est-à-dire ne nécessitant, ni suspension de l'action en cours, ni élaboration de l'action nouvelle) et possibles de l'acteur* ». Le niveau 3, l'in-culturation, est équivalent à une appropriation mais adaptée à la culture propre ; c'est-à-dire le système des savoirs symboliques préalables de l'acteur.

Rabardel (Rabardel 1995) explique ce processus avec la théorie de la genèse instrumentale. Il considère qu'un instrument n'est pas exclusivement dédié à un usage unique prévu à l'avance. Il montre que par l'appropriation des outils, l'utilisateur crée de nouvelles fonctions et construit de nouvelles aptitudes et compétences. Ainsi les « catachrèses » (Rabardel 1995), qui correspondent à des détournements d'un outil pour réaliser des usages pour lesquels il n'était pas prévu initialement, sont la marque que les utilisateurs contribuent à la re-conception des usages des artefacts par l'utilisation (i.e. conception continuée par les utilisateurs). Plus globalement, Rabardel formalise les dynamiques de co-construction des utilisateurs et des outils en les décomposant selon des processus d'instrumentation, d'instrumentalisation et de création de schèmes d'usage. En effet, les élaborations instrumentales des utilisateurs sont à la fois dirigées vers eux-mêmes (dimension du processus de genèse instrumentale désignée par instrumentation,) et dirigée vers l'artefact (dimension instrumentalisation) (Rabardel 1995, p 110). Analyser l'usage, au sens de Rabardel, consiste donc à :

- analyser les schèmes d'utilisation et d'action instrumentée (instrumentation) : « *leur constitution, leur fonctionnement, leur évolution par accommodation, coordination, combinaison, inclusion et assimilation réciproque, l'assimilation d'artefacts nouveaux à des schèmes déjà constitués etc.* » mais aussi

- analyser l'émergence et l'évolution des composantes artefact de l'instrument (instrumentalisation) qui prolongent les créations et réalisations d'artefacts : « *sélection, regroupement, production et institution de fonctions, détournements et catachrèses, attribution de propriétés, transformation de l'artefact (structure, fonctionnement etc.)* »

Docq & Daele reprennent les principes de Rabardel (Docq & Daele 2003) pour décrire comment trois principes entrent en jeu dans la production par le sujet de ses schèmes d'utilisation : le principe d'économie, la recherche d'efficacité et l'atteinte d'un équilibre dans l'outillage. Ainsi, selon le principe d'économie, l'individu a tendance à choisir l'outil qu'il connaît le mieux, ou l'outil le plus disponible, et à s'en servir pour le maximum de tâches, mais si l'outil proposé ne lui paraît pas le plus efficace il va soit choisir un autre outil, soit utiliser l'outil proposé d'une façon inattendue pour les concepteurs. Au cours du temps, le choix des technologies utilisées se fera en respectant ces deux contraintes.

La qualification des schèmes d'utilisation décrite par Rabardel correspond à l'analyse du processus d'appropriation. Akrich (Akrich 1998) identifie par exemple une gradation dans les formes d'intervention des usagers sur les objets techniques. Ainsi elle en considère quatre : le déplacement, l'adaptation, l'extension, le détournement. Le déplacement et le détournement se font sans introduire de modification technique. Le déplacement correspond à une modification du spectre des usages par l'utilisateur alors que le détournement correspond à un usage de l'objet tout à fait différent de celui prévu par le concepteur (ex : utiliser un crayon pour attacher ses cheveux) et amplifie ainsi les possibilités d'action prise en compte. L'adaptation et l'extension vont à l'inverse modifier l'objet technique. Dans un processus d'adaptation, l'utilisateur modifie l'outil technique pour l'ajuster à son usage et à son environnement. Dans un processus d'extension, l'utilisateur ajoute des éléments à l'objet technique pour enrichir la liste des fonctions.

Les méthodes s'attachent donc soit à décrire les schèmes observables et à comprendre les raisons qui guident l'utilisateur dans ses choix, soit à comprendre les effets des usages sur la construction des représentations de la technologie chez l'utilisateur. Ces méthodes sont plutôt adaptées pour expliquer l'appropriation individuelle.

2.3.2.2. L'appropriation sociale

L'appropriation sociale correspond aux reconfigurations intervenant sur des temps beaucoup plus longs et qui modifient le système social. Elles peuvent donner lieu, en cas de changement majeur à la définition de nouveaux paradigmes sociaux. Par exemple, en éducation, Moeglin décrit les industries éducatives (Moeglin 2010) comme un nouveau système de formation dans lequel la qualité et l'efficacité de l'outil pour l'enseignement sont définis en s'inspirant des impératifs industriels. En observant les modalités d'usage de différentes technologies Moeglin décrit les caractéristiques de ce nouveau système social. Ces nouveaux systèmes peuvent alors être utilisés à titre d'élément de comparaison pour qualifier comment les situations d'usage observées s'inscrivent ou non dans ce nouveau paradigme.

L'appropriation sociale sera observée si les étapes précédentes (adoption, acceptation pratique et sociale, appropriation individuelle) sont réalisées de manière relativement homogène et généralisée sur différents segments d'une population. Une des conditions préalables, exprimée par Proulx (Proulx 2005), est l'accès au dispositif. Cet accès ne doit pas être considéré seulement du point de vue de la technologie mais aussi de l'ensemble des services : « *l'appropriation sociale suppose que les usagers soient adéquatement représentés dans l'établissement de politiques publiques et en même temps pris en compte dans les processus d'innovation* ».

Lorsqu'une appropriation sociale est observée, elle correspond à une intégration naturelle des technologies dans les pratiques. Selon Bruillard, cette intégration induit une transformation de la forme scolaire, visible au travers des pratiques des technologies et des pratiques pédagogiques (Bruillard 2011). Les principes de compatibilité et légitimité sont prépondérants pour que l'intégration opère.

Pour mieux comprendre sur quelles bases cette intégration peut se faire ou *a contrario* pour expliquer pourquoi aucune intégration n'est observée, le cadre de l'analyse de l'activité s'avère très utile.

La théorie de l'activité (Engeström 2001) est un cadre théorique adapté pour analyser et interpréter des transformations de pratiques dans les organisations et institutions. La théorie de l'activité modélise conjointement le comportement des individus (sujet que l'on observe), leur environnement d'activité au sens large et l'outil technologique. Ce dernier est vu comme un outil de médiation entre l'homme et sa situation d'activité. La théorie de l'activité remplace la relation homme-technologie dans un système de ressources et de contraintes qui détermine les usages des TIC. En effet, selon (Engeström 2001) la situation, les artefacts et les caractéristiques personnelles des individus déterminent, orientent et rendent possibles leurs comportements. Engeström (Engeström 1999) définit le système d'activité à travers six composantes (voir Figure 6) : le sujet, l'objet, l'artefact médiateur, les règles, la communauté et la division du travail. La notion de système d'activité suppose que toute activité orientée vers un objet passe par des artefacts et s'inscrit socialement dans une communauté elle-même liée à des règles de fonctionnement.

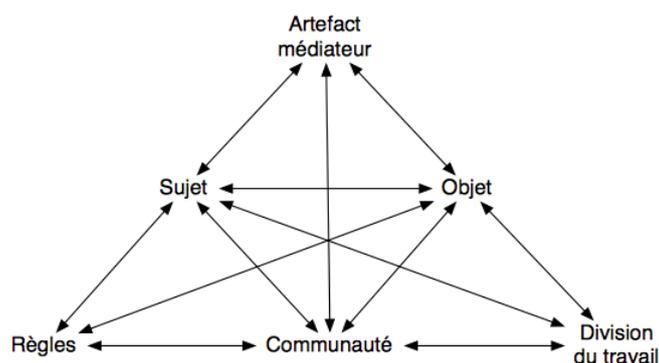


Figure 6 : Le système d'activité (Engeström 1991)

Engeström a montré que chaque individu participe simultanément à plusieurs systèmes d'activité : professionnel, social, administratif, etc. Ainsi, chaque système d'activité (SA) est à la fois autonome et interdépendant, et chaque SA agit à la fois comme une contrainte et une ressource pour les autres SA. Le SA est donc dynamique et sa dynamique est issue des rapports dialectiques, des tensions et contradictions qui ne cessent de l'habiter. Deux leviers participent ainsi à ces ajustements :

- Les tensions provoquées par l'introduction ou le changement d'un nouvel élément au sein du système d'activité (en l'occurrence l'artefact technologique) : un changement significatif de n'importe lequel des éléments du système d'activité (artefact, règles, sujet) peut générer des incompatibilités et des contradictions sur les relations entre les éléments. Elles ne peuvent être surmontées qu'en produisant des changements/ajustements adéquats sur les autres éléments.

- Les tensions entre différents SA en interaction. Chacun des systèmes a ses sujets, ses outils, ses règles, sa division du travail. Chacun peut être impliqué dans d'autres SA ce qui ne manque pas d'entraîner également tensions et conflits.

(Docq & Daele 2003) ont identifié trois regards intéressants si l'on souhaite analyser le processus d'appropriation : la modification micro-sociale (triade sujet-outil-communauté) ; la construction des multiples pratiques instrumentées (triade outil-communauté-objet) et l'appropriation individuelle (triade sujet-outil-objet) (voir Figure 7). L'intérêt porté à l'analyse des effets liés à la présence de la communauté est ici utile pour comprendre s'il existe (ou pas) une diffusion des inventions ou innovations réalisée sur le plan individuel. L'observation de triades intégrant les règles de l'activité ou la division du travail permet de décrire les changements opérés sur le système scolaire.

La théorie de l'activité est aussi particulièrement utile pour organiser les analyses des multiples composantes intervenant dans l'analyse, en particulier pour étudier les aspects non techniques et le rôle des acteurs. Elle peut aussi être utile pour structurer les analyses multi-acteurs. Dans le chapitre 5, j'explique comment cette théorie est utilisée pour structurer les observations d'analyse de l'acceptation et appropriation des ENT chez de multiples acteurs (enfants, enseignants, parents) l'ayant à disposition. L'exploitation de ce cadre pour l'analyse est donc plus développée dans la suite de ce mémoire.

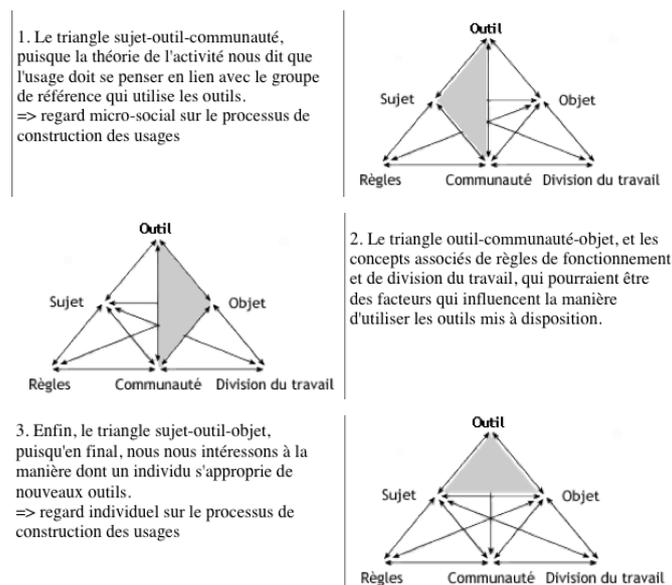


Figure 7 : Les triangles d'analyse privilégiés pour l'activité d'apprentissage instrumenté selon (Docq & Daele 2003)

2.4. Méthodes d'observation qualitatives et quantitatives

Les modèles qui ont été proposés pour comprendre le processus d'appropriation et d'acceptation sont plus ou moins faciles à mettre en œuvre selon que l'on observe la facette pratique ou la facette sociale. La facette pratique est souvent plus facile à caractériser car elle est moins dépendante du contexte. Elle est analysée selon des méthodes qualitatives ou quantitatives. La facette sociale est plus complexe à étudier en raison des spécificités liées au contexte. Elle est souvent analysée en utilisant des méthodes qualitatives. Je donne quelques exemples dans le paragraphe suivant.

2.4.1 L'analyse des facettes pratiques de l'acceptation et de l'appropriation

L'analyse de la facette pratique de l'acceptation ou de l'appropriation est réalisée par des méthodes de type enquête (entretien, questionnaire) concernant tous les éléments de perception (utilité perçue, satisfaction, expérience utilisateur...) et par des méthodes de type observation pour l'analyse des utilisations et des schèmes d'usage. La majorité des études centre les observations sur des critères rationnels ou de performance pour l'utilisateur ou pour l'organisation. Ces méthodes relèvent du domaine de l'analyse des interactions homme-machine (IHM). Si on se réfère à la classification de l'ACM SIGCHI³, les techniques d'évaluation visent à mesurer la productivité de l'utilisateur, sa performance (temps, erreurs, learnability, préférences, etc.), l'utilisabilité d'un système (en particulier la vérification des spécifications). Baccino *et al.* (Baccino et al. 2005) décrivent comment sont réalisées les études. Les méthodes utilisées sont l'observation de terrain, l'observation en laboratoire, sur des environnements numériques finalisés ou des prototypes. Les recueils de données sont manuels ou automatiques. Les recueils manuels peuvent être structurés (dans des grilles ou des tableaux) ou non (recueil de notes prises librement). Les recueils automatiques sont faits en utilisant les enregistrements de la situation, de l'utilisateur, des écrans ou les enregistrements des interactions de l'utilisateur avec le système (traces de l'activité). Les données non structurées sont analysées de manière qualitative, les autres de manière quantitative.

Ces méthodes sont particulièrement adaptées pour faire des analyses des données statistiques. L'analyse est alors souvent purement descriptive (description et résumé statistique des recueils d'observation, moyenne, dispersion). Elle peut aussi être mise en œuvre dans des protocoles expérimentaux. Des tests d'inférence ou de comparaison, comme le test de *Student* ou le test du *Khi2*, sont alors utilisés pour mesurer si les échantillons d'utilisateurs se comportent de manière statistiquement différente ou pas. Des techniques d'analyse de données peuvent aussi être mises en œuvre lorsque de nombreuses variables sont à analyser simultanément. Les techniques de corrélation, d'analyse en composantes principales ou d'analyse factorielle des correspondances sont alors utilisées pour définir les liens entre les variables ou construire des graphiques facilitant l'interprétation des relations entre elles. L'analyse peut aussi être exploratoire et viser à chercher des classes de comportements ou construire des échelles de mesure réutilisables dans d'autres cas d'observation. Baccino *et al.* (Baccino et al. 2005) présentent différentes méthodes d'évaluation comme les tests utilisateurs, les entretiens, les incidents critiques, le brainstorming, le focus group, l'enquête contextuelle, l'évaluation heuristique, le cheminement cognitif, l'évocation, les protocoles verbaux, le tri par carte, les questionnaires, l'analyse des fichiers de log ou l'analyse des mouvements oculaires. Tullis et Albert (Tullis & Albert 2008) présentent plus globalement comment construire des protocoles de mesure de l'utilisabilité et de l'expérience utilisateur en donnant en particulier différentes métriques utilisables pour exploiter les informations relatives à l'usage, l'avis des utilisateurs ou leurs comportements et réactions physiologiques.

En informatique et en psychologie cognitive ces analyses sont réalisées pour mesurer la qualité de conception d'un système et plus spécifiquement son utilisabilité et la qualité ergonomique de ses interfaces. Des collaborations pluridisciplinaires sont organisées - en particulier dans les champs de recherche de l'IHM et des EIAH, entre informaticiens, psychologues ou chercheurs en sciences de l'éducation - lorsqu'il s'agit d'analyser les processus d'adoption (pratique et sociale), d'acceptation (pratique et sociale) (niveau 1 et 2 de Proulx), et d'appropriation pratique ; en particulier lorsqu'il s'agit de spécifier et

³ ACM SIGCHI Curricula for Human-Computer Interaction : http://old.sigchi.org/cdg/cdg2.html#2_1

interpréter les interactions de l'utilisateur avec le système. (Tchounikine et al. 2011) donnent plusieurs exemples de coopérations pluridisciplinaires pour la conception des EIAH. L'analyse de la qualité de conception est aussi un objectif pour les chercheurs en SIC concernant les produits d'information et de communication (Leleu-Merviel 2008) et des productions multimédias (Huart et al. 2008).

Mais pour mesurer la qualité d'une médiation, ces méthodes sont plus ou moins suffisantes. En effet, elles sont adaptées pour évaluer la qualité de conception des interactions productives mais restent limitées pour évaluer la qualité de conception des activités constructives. Ceci pose question lorsque l'on considère que les environnements numériques conçus ou les situations dans lesquelles ils sont mis en œuvre visent l'apprentissage. Pour mesurer le gain d'apprentissage, il est possible de faire des comparaisons pre-post usage des savoirs et savoir-faire, soit en faisant passer des questionnaires, soit en observant les pratiques. Mais les effets sont relativement limités car sur ces campagnes d'analyse, les temps d'observation sont courts, en général une à deux semaines. Il est donc nécessaire de prolonger la phase d'étude pratique sur des durées plus longues, 3 à 6 mois, de manière à laisser les effets d'apprentissage se construire. Des analyses longitudinales combinées à des tests expérimentaux sont alors de bons moyens de comparer les évolutions d'apprentissage ou de comportement des utilisateurs. Pour comprendre quelles utilisations des dispositifs conçus ont provoqué ces effets il faut pouvoir tracer l'activité sur le long terme. Ainsi, pour réaliser des campagnes d'analyse de la médiation il faut :

- faire des collectes d'observation sur les activités constructives et productives et sur de longues périodes,
- analyser conjointement la performance de l'environnement technologique, la performance de l'utilisateur (son utilisation et son avis à court terme) et les connaissances qu'il construit sur le long terme (en terme de schèmes d'usage, d'apprentissage ou d'évolution).

Les données d'observation sont souvent mixtes (qualitatives et quantitatives) et les axes d'analyses à comparer variés (le système, l'utilisation, l'usage). Il est donc nécessaire de repenser les protocoles d'observation classiquement utilisés.

2.4.2 L'analyse des facettes sociales de l'acceptation et de l'appropriation

Les méthodes quantitatives sont généralement utilisées pour mesurer l'ampleur et la fréquence de consommation d'une technologie ou de certaines fonctions, par des groupes d'acteurs spécifiques ou des populations. Les traces des interactions des utilisateurs avec les outils permettent de faire ce genre de dénombrement. Sur le Web, la facilité de collecte rendue possible par les logs a fait émerger de nombreuses méthodes d'analyses appelées *Web Usage Mining*. Elles utilisent les méthodes du Data Mining sur les données du Web. Ces méthodes rendent possible l'identification d'usage récurrent et peuvent ainsi être utilisées pour mesurer le développement de certaines formes d'usage sur une population. A grande échelle, il est encore très complexe d'utiliser ce type de données pour découvrir de nouvelles formes de comportements. Le champ de la recherche en informatique dans le domaine des *Big data* vise à proposer non seulement des algorithmes de calcul mais aussi des formes visuelles adaptées pour l'interprétation. Il reste cependant possible de faire des dénombrements sur des caractéristiques d'usage pré-identifiées. Jouët et Le Caroff (Jouët & Le Caroff 2013) proposent par exemple de mesurer conjointement l'audience d'un site Web (services et ressources utilisés) et les pratiques sociales de contribution et partage pour décrire l'usage selon toutes ses facettes ; individuelles et collectives, et comprendre les liens entre ces deux aspects.

Ces méthodes restent cependant incapables de représenter les contextes effectifs d'usage, les incidences directes sur l'activité ou les règles sociales qui participent à la construction de l'appropriation sociale.

Les différents aspects sont en général analysés qualitativement, selon des méthodes ethnographiques pour les études individuelles ou micro-sociales.

Lorsque l'analyse porte sur des aspects macro-sociaux, ces résultats sont exploités comme arguments ou illustrations aux raisonnements critiques de philosophie ou sociologie, alors même que les méthodes et les critères observés ne sont pas toujours réellement comparables. Courbet (Courbet 2010) regrette le manque de méthodes expérimentales sur ces aspects, en particulier en SIC. Il constate que si les recherches de philosophie-critique et les recherches empiriques cohabitent dans le champs des SIC, elles ne se rencontrent pas.

Je fais le même constat et exprime le même regret de manière plus générale. Il y a peu de collaborations entre les STIC et les SHS autour de l'analyse des processus d'appropriation sociale ; professionnels ou culturels (niveaux 3, 4, 5 de Proulx). Pourtant, lorsqu'on cherche à étudier le processus d'appropriation, l'observation conjointe des niveaux micro-sociaux et macro-sociaux est intéressante. En effet, certains facteurs interviennent dans l'appropriation à un niveau local et situé, c'est-à-dire directement au niveau de l'interaction de l'utilisateur avec le dispositif technique dans la situation d'usage. D'autres facteurs se construisent sur la durée, selon la variété des situations d'usage de la technologie ou selon la dynamique du collectif qui est soumis à la technologie. L'appropriation de plusieurs personnes d'une communauté peut jouer sur la dynamique d'appropriation des autres.

Une des raisons de ce manque de collaboration peut être l'opposition scientifique entre les chercheurs utilisant des méthodes qualitatives vs. quantitatives. Morillon (Morillon 2008) décrit bien le positionnement des chercheurs concernant les approches qualitatives et quantitatives ; les premières sont généralement considérées comme « riches » car elles permettent une compréhension des phénomènes alors que les secondes sont considérées comme « précises » et « objectives » et visent une description des phénomènes, des relations causales, des corrélations ou des tests de reproductibilité. Dans les approches quantitatives le contexte est formalisé pour être contrôlé et stable au cours de l'étude alors que dans les approches qualitatives, l'analyse des spécificités du contexte et de son évolution est la valeur ajoutée principale de l'étude. Réciproquement, dans les analyses quantitatives, les observations peuvent se faire en nombre et donc garantir une représentativité des phénomènes décrits alors que dans les analyses qualitatives, les observations sont spécifiques et locales. Ainsi, les différences méthodologiques font que les disciplines reconnaissent peu la validité des processus d'analyse des uns et des autres.

Une autre raison peut être le manque d'objectifs communs ou de valorisation conjointe à court terme des résultats de recherche. Les informaticiens viseront des objectifs opérationnels, circonscrits et prédéfinis, comme la validation de modèles ou d'hypothèses de conception ou l'identification de processus récurrents liés à des systèmes distribués, faisant intervenir des interactions sociales ou de collaboration. Les chercheurs intéressés par les questions macro-sociales en SHS observeront plutôt les phénomènes, sans avoir d'hypothèses fortement prédéfinies *à priori*, sur de longues périodes ou sur des domaines d'application assez généraux et proposeront des résultats à partir des observations. L'avènement du nouveau champ disciplinaire des humanités numériques offre un cadre propice à la construction des problématiques de recherches communes.

Dans le champ des EIAH, les recherches exploitant des méthodes quantitatives ont été particulièrement dynamiques. Elles ont été mises en œuvre pour évaluer les connaissances construites dans l'usage, superviser l'activité des apprenants ou les assister dans leurs activités d'apprentissage. Pour les chercheurs, issus des différentes disciplines, elles

représentaient bien sûr aussi un moyen d'analyse des usages des situations d'apprentissage médiatisées. Ils se sont attachés à exploiter les traces laissées de manière intentionnelle par l'apprenant (comme des remarques, des avis, des descriptifs) ou laissées de manière non intentionnelle (les traces automatique de l'activité). Le chapitre suivant décrit comment ces traces ont été exploitées.

2.5. Utilisation des traces dans les EIAH

Les traces sont des types d'information particulières. Elles sont représentatives d'une activité passée, et en sont la mémoire par le fait d'être inscrites sur un support. Elles sont particulièrement utiles pour analyser les usages des environnements numériques. Le traçage permet d'enregistrer la séquence d'activité puis de la restituer comme un exemple de modalité de réalisation de l'objectif. Cette séquence tracée devient ainsi une nouvelle source de connaissance (Mille 2013). Mais l'appariement objectif-séquence d'activité est complexe à faire, en particulier parce que des multiples séquences peuvent être réalisées pour atteindre le même objectif (Mathern et al. 2012).

En terme d'analyse des usages, les traces sont utilisées pour déceler les écarts entre différents aspects du processus attendu (jugé favorable à l'apprentissage) et différents aspects du processus observé (Lund et al. 2009). Le choix des aspects va dépendre du cadre interprétatif défini pour l'analyse. Par exemple, en informatique, l'analyse peut avoir comme objectif de trouver comment réifier l'intentionnalité pédagogique lors de la conception des EIAH pour atteindre des objectifs pédagogiques précis. Plus précisément, Tchounikine (Tchounikine 2009) décrit l'intérêt de la traçabilité comme étant de maintenir une correspondance entre les modèles calculables de l'informatique et les éléments des théories, modèles ou notions qui ne le sont pas. L'explicitation des relations entre théories invoquées et modèles utilisés doit permettre de préciser le rôle, la place et la nature des théories dans la conception des EIAH. Ces analyses sont aussi plus directement utilisées comme retour d'expérience et servent à améliorer la conception et la re-conception des systèmes d'apprentissage. Ce processus de réconception a particulièrement été étudié par (Choquet 2007), « *la réingénierie à des fins d'amélioration de la qualité pédagogique d'un ELAH se pratique, par définition, après observation et analyse des utilisations antérieures* ». Tout l'enjeu consiste à identifier les bons capteurs pour collecter des données servant à comprendre l'utilisation réelle d'un EIAH. Ces données viennent en complémentarité d'informations obtenues par d'autres méthodes (observation humaine, entretien, questionnaire, ...) et participent à une démarche itérative et participative de conception des systèmes informatiques.

Les traces sont aussi utilisées au cours de l'activité soit par l'acteur qui les produit, soit par un autre acteur de l'activité pour personnaliser l'environnement technologique selon l'usage qu'en fait l'apprenant (Marty & Mille 2009).

De manière plus directe, elles peuvent aussi être exploitées par les utilisateurs des EIAH pour réguler l'activité. Ainsi, différents outils ont été développés pour aider les tuteurs à suivre, à partir des traces d'activités, les activités individuelles synchrones des étudiants à distance ou permettre aux étudiants de choisir leurs activités d'apprentissage en fonction de leur propre stratégie d'apprentissage. Dans ces outils, les traces permettent de produire des calculs d'indicateurs statistiques et des *ratio* utilisés comme éléments représentatifs des comportements des apprenants engagés dans des activités d'apprentissage. Un indicateur est « *une variable au sens mathématique à laquelle est attribuée une série de caractéristiques* » (Dimitracopoulou 2005). C'est un outil d'évaluation et d'aide à la décision pour mesurer les états et évolutions d'une situation.

Pour les apprenants, les traces sont utilisées à des fins de confrontation ou remémoration soit pour stimuler leurs capacités métacognitives, soit pour supporter un processus de

compagnonnage ou d'aide entre pairs par une répétition ou une présentation des divers processus de réalisation de l'activité.

Les plateformes d'information et de travail collaboratif comme les réseaux sociaux ou les plateformes de travail à distance utilisent les traces pour identifier les activités de contribution ou de lecture réalisées de manière à rendre conscients l'ensemble des utilisateurs. *L'awareness* (Harrison & Dourish 1996) est « *the sense of other people's presence and the ongoing awareness of activity which allows us to structure our own activity, seamlessly integrating communication and collaboration ongoingly and unproblematically* ». Elle aide les utilisateurs à interagir entre eux et avec la plateforme. Par exemple, les utilisateurs visualisant l'impact de leur contribution sur les autres acteurs de l'entreprise sont plus motivés pour discuter de leurs propositions de vive voix ou pour en proposer d'autres. Elle facilite aussi chez l'utilisateur la construction de connaissances nécessaires pour réaliser des tâches complexes. Les tâches de recherche d'informations sont par exemple souvent facilitées par des interactions d'incitation basées sur les comportements de lecture des autres utilisateurs. Les EIAH qui utilisent les traces volontaires le font sous la forme d'appréciations données par l'utilisateur concernant l'activité visible sur l'EIAH. Ces traces volontaires sont plus ou moins structurées selon l'objectif du concepteur. Dans les réseaux sociaux, les appréciations sont réalisées sous forme de commentaires, de notes ou de « like ». Ces commentaires ou notes sont réutilisables en lecture directe pour apprécier la qualité d'un contenu. Pour l'auteur de la ressource, ces appréciations sont utiles pour mettre à jour ses connaissances, par exemple en terme de nouvelles procédures ou changements de pratiques professionnelles dans un contexte industriel. La publication des commentaires pourrait ainsi être vue comme des recommandations d'informations à consulter. Ainsi les traces sont de plus en plus utilisées pour réaliser des médiatisations technologiques de l'apprentissage car elles rendent possible des activités réflexives et permettent la régulation de l'activité.

De nombreux travaux de recherche ont étudié comment exploiter les traces enregistrées automatiquement. Peu d'entre eux se sont attachés à travailler aussi à intégrer conjointement les traces laissées intentionnellement par l'utilisateur. De plus de nombreux systèmes proposés « clés en main », ne sont pas adaptables et personnalisables par l'utilisateur.

Partant de ce constat, je me suis attachée à étudier comment exploiter les traces enregistrées automatiquement et les traces volontaires (c'est-à-dire laissées intentionnellement par l'utilisateur pour analyser les usages) et à construire des médiation réflexives. De plus, j'ai analysé l'intérêt de proposer aux utilisateurs des outils d'analyse des traces adaptables et personnalisables.

2.6. Analyse des cadres théoriques : les thématiques et orientations retenues

L'analyse des éléments des cadres théoriques me permet de préciser le cadre propre aux travaux présentés ici.

2.6.1 Thématiques d'analyse

Penser l'articulation de l'apprentissage et de l'accès à l'information dans les plateformes de construction de connaissances

Les termes médiations technologiques et médiatisation admettent différentes acceptions. Dans la suite de ce mémoire, j'utiliserai le terme *médiation technologique* pour désigner d'une part les relations et activités entre les personnes, en considérant aussi les relations d'une

personne avec elle-même dans un usage réflexif, et d'autre part les changements sur l'utilisateur qui sont rendus possibles par l'usage des technologies. Le terme *médiatisation technologique* désignera les choix de mises en média, d'organisations technologiques utilisées dans les médiations technologiques. J'utiliserai le terme *dispositif technologique* pour désigner la situation dans laquelle les technologies sont effectivement mises en œuvre et/ou utilisées. La situation sera caractérisée par les personnes, les règles qui structurent l'activité, les lieux et les technologies. En section 2.2, j'ai présenté différents dispositifs technologiques info-communicationnels socioconstructivistes utilisés pour la construction de connaissances. L'étude des fonctionnalités proposées montre un manque de recouvrement et d'articulation entre les propositions des concepteurs de systèmes de gestion des connaissances et les concepteurs de systèmes d'apprentissage humain. Les premiers favorisent les aspects documentaires, calculatoires et communicationnels pour la découverte d'information, la publication et la collaboration, comme on peut le voir dans la plupart des plateformes de type GED, intranet ou réseau social. Les seconds favorisent les aspects pédagogiques et communicationnels pour structurer les activités, à des fins d'apprentissage. Un des moyens d'amélioration des formes de médiatisation technologique est ainsi de considérer les différents aspects conjointement par exemple en intégrant des objectifs d'apprentissage dans les plateformes d'accès à l'information ou réciproquement en facilitant la gestion et l'accès à l'information dans les plateformes de formation. Le fait de centrer mon activité de recherche sur les *activités informationnelles* contribue à cet objectif. J'ai travaillé en distinguant la médiation documentaire primaire et secondaire. Mon activité a été centrée dans un premier temps sur l'étude de la médiation documentaire primaire. En effet, les documents sont construits, pour une grande part, pour représenter la connaissance construite avec ces environnements numériques. Dans ces environnements de plus en plus adaptatifs, la médiation documentaire primaire conditionne la qualité de l'information mais aussi les possibilités d'interactions et d'adaptation futures du système. J'ai ensuite considéré la médiation documentaire secondaire qui correspond aux interactions proposées à l'utilisateur de production ou d'accès à l'information et qui sont plus ou moins utiles, utilisables, acceptables et appropriables. Mon travail est caractérisé par des études spécifiques à chacun de ces deux aspects. L'avènement des environnements participatifs et des systèmes de traçages (pour lesquels l'utilisateur produit involontairement des ressources réutilisables) m'a amené à réfléchir à des environnements numériques et des méthodes adaptées à leur conception qui considèrent ces deux aspects conjointement.

Intégrer l'acceptation et l'appropriation technologique dans l'étude et la conception des plateformes de construction de connaissances

Lorsque l'on fait le bilan des facteurs à considérer pour améliorer la qualité des médiations exploitant les EIAH, le facteur le plus critique est l'acceptation technologique. En effet, un environnement numérique non accepté n'est tout bonnement pas utilisé. Lorsque l'utilisation se poursuit sur de plus longues périodes, le second facteur le plus critique est l'appropriation technologique. L'acceptation conditionne l'usage effectif et donc la réalisation des effets attendus des médiatisations technologiques conçues. L'appropriation conditionne un changement significatif chez l'utilisateur, dans sa manière de penser ou d'agir. L'état de l'art sur les critères et les méthodes d'analyse présenté dans la section 2.3 et 2.4 de ce chapitre montre à la fois une grande hétérogénéité aussi bien des critères et des méthodes, que des éléments observés sur le plan pratique et social. Les analyses portent le plus souvent sur des aspects pratiques comme l'utilisabilité. Parce qu'elles ne prennent pas en compte le contexte, elles sont plus aisées et moins coûteuses. Une autre explication est qu'elles sont directement liées à la conception des environnements puisqu'elles correspondent aux critères classiques de mesure de la qualité des technologies conçues.

Elles sont de ce fait plus systématiquement réalisées, parfois auprès d'utilisateurs, pour tester la conception. Ces multiples résultats empiriques ont permis de définir des recommandations concernant l'ergonomie, l'accessibilité, l'utilité, ... qui sont fondamentales pour la conception. Les analyses de l'acceptation sociale sont moins nombreuses et il est de ce fait moins facile de comprendre comment les usages individuels et collectifs se construisent sur le plus long terme. Comme le souligne Courbet (Courbet 2010), il m'a semblé important, pour avoir une plus grande variété de résultats empiriques, de construire des protocoles d'analyse qui considèrent conjointement les facteurs pratiques et sociaux de l'acceptation et de l'appropriation, et structurent les analyses selon ceux identifiés dans les modèles de manière à rendre les résultats réutilisables et comparables selon les contextes ou les technologies. Je fais l'hypothèse que ces caractérisations et structurations faciliteront l'articulation de multiples observations, l'étude des usages et de leur diffusion. De cette manière, j'espère contribuer, sur le long terme, à l'émergence de *méthodologies ou de recommandations de conception qui intègrent les aspects pragmatiques et situés des utilisations*. Je me suis orientée au cours du temps vers des *méthodologies mixtes*. Les méthodes mixtes (Venkatesh et al. 2013) ont la caractéristique de combiner les méthodes qualitatives et quantitatives de manière concurrente (c'est-à-dire indépendamment les unes des autres) ou séquentielle, pour affiner la compréhension d'un phénomène. Ainsi, elles améliorent les analyses par différents effets (Ågerfalk 2013) : la triangulation (utilisation de différentes sources d'information pour tester la convergence et la cohérence des résultats d'étude), la complémentarité (utilisation d'une méthode pour illustrer ou clarifier les résultats d'une autre), l'initiation (découverte de paradoxes ou contradictions redéfinissant une question de recherche), le développement (utilisation des principes d'une méthode pour en améliorer une autre), l'expansion (utilisation de différentes méthodes sur différentes parties d'une étude pour étendre les caractéristiques d'analyse d'une recherche), la diversité (utilisation de différentes méthodes pour montrer les multiples points de vues sur un même phénomène). Les méthodes mixtes sont peu mises en œuvre. De nombreuses questions restent à explorer. Comment choisir les méthodes et les organiser les unes par rapport aux autres ? Quels outils utiliser pour traiter les données ? Comment adapter ou définir les méthodes en fonction des objectifs de recherche ?

Etudier les caractéristiques contextuelles des activités de production et d'accès à l'information

Le fait de centrer les études d'analyse des usages sur les aspects pratiques de la médiatisation technologique a une autre conséquence : orienter la conception des environnements numériques d'apprentissage vers la réalisation d'activités productives. Or nous avons vu que les activités productives favorisent la construction de connaissances pratiques, c'est à dire notre capacité à agir sur le monde aux dépens de la construction de connaissances théoriques, c'est à dire les apprentissages inhérents à une modification de notre représentation du monde (Bachimont 2004). Sur cette base, on peut faire le constat que la qualité des médiatisations reste limitée et que la qualité de conception des outils d'apprentissage médiatisés pourrait être améliorée. Geneviève Jacquinet-Delauney faisait le même constat en 1993 : les capacités des technologies sont sous-utilisées en particulier sur le plan sémiologique (Jacquinet 1993). Selon moi, ces arguments restent encore valides même s'il y a eu d'énormes progrès technologiques. Elle constate que les principes de conception favorisent l'interactivité fonctionnelle, « qui gère le protocole de communication entre l'utilisateur et la machine » et l'interactivité intentionnelle, « qui gère le protocole de communication entre l'utilisateur et l'auteur absent mais présent à travers le logiciel ». En apprentissage, elle recommande de considérer l'interactivité intransitive qui « permet, par l'organisation d'une intention didactique, à travers un « discours » porté par un support médiatique de faire partager, entre celui

qui conçoit l'environnement didactique et celui qui apprend, un processus de production du sens qui le rende, lui, spectateur ou interactant, capable de construire son propre parcours d'apprentissage. »

Les activités informationnelles ont la caractéristique d'être riches et de couvrir les deux aspects, productif et constructif, de l'activité. Je considère dans mon travail, comme activités informationnelles, les activités de production, d'accès et de traitement de l'information. Les activités de production et d'accès à l'information sont plutôt productives du point de vue de la construction des connaissances. La production construit un corpus d'information potentiellement utilisable pour l'apprentissage. De la même manière, l'activité d'accès à l'information est la condition primaire de son appropriation et participe donc à l'apprentissage. Ces activités sont fondamentales. Il reste néanmoins nécessaire de vérifier, sur le plan de l'acceptation pratique et sociale, qu'elles sont bien conçues. Puis de vérifier sur le plan de l'appropriation pratique et sociale qu'elles construisent de nouvelles pratiques. Je propose de travailler sur ce point en considérant le contexte d'usage et les caractéristiques de l'utilisateur. C'est un des points étudiés dans le champ de l'architecture de l'information. En réalisant des études empiriques sur ces aspects, j'espère contribuer à une *meilleure compréhension des caractéristiques contextuelles de ces activités de production et d'accès à l'information.*

Etudier les médiatisations technologiques réflexives utilisant des outils technologiques de type tableau de bord

L'activité de traitement de l'information peut être productive et constructive, elle nécessite une appropriation effective de l'information pour être réalisée. Parce que la prise de décision s'opère sur la base d'analyse d'information multicritères, j'ai choisi de travailler sur les outils technologiques de type *tableau de bord*. L'information exploitée peut avoir été produite automatiquement, par les traces des requêtes adressées aux systèmes d'information ou de manière volontaire au cours d'activités de *reporting* par exemple. Les traces volontaires utilisées dans les EIAH correspondent la plupart du temps à des écrits d'apprenants, des billets de blogs publiés régulièrement et qui montrent l'état des réflexions ou les questionnements, ou des e-portfolios qui démontrent les compétences acquises. L'analyse et le traitement de ce type d'information correspond à une médiatisation technologique peu explorée : la *médiatisation réflexive* et plus spécifiquement l'auto-régulation et la régulation sociale. Comme le montre la section 4, dans le champ des EIAH, les tableaux de bord sont en général conçus de manière statique et affichent des informations prédéfinies à la conception. Certains tableaux de bord laissent aux utilisateurs la possibilité de construire eux-mêmes les informations nécessaires à leur analyse. La personnalisation simple est en général proposée aux utilisateurs novices en traitement des données. Mais peu d'environnements sont capables de fournir des interfaces pour leur permettre de traiter l'information, c'est-à-dire de construire des indicateurs ou sélectionner les traces à analyser. Ces fonctions soutiendraient un des aspects considérés comme fondamentaux par (Jacquinot 1993) dans le processus d'appropriation de l'information, l'autodidaxie, à savoir la capacité laissée à l'utilisateur d'utiliser ses fonctions d'interaction ou ses outils en fonction de ses choix d'apprentissage. Les médiatisations réflexives sont un moyen de le faire mais les manières d'impliquer l'utilisateur restent mal connues. Les outils de supervision de l'activité sont en effet principalement dédiés aux analystes ou tuteurs pour faire du suivi, les apprenants n'y ont en général pas accès pour prendre du recul sur leur activité. Le fait que ces outils utilisent principalement des traces automatiques rend leur exploitation, à des fins d'apprentissage, assez limitée. Ce type de données manque d'information et l'activité et n'est pas facile à exploiter pour un apprenant comme l'a montré Gagnière (Gagnière 2010). Je me suis donc attachée à étudier *les informations et les traitements sur ces informations qui pourraient améliorer la médiatisation technologique réflexive.*

2.6.2 Champs applicatifs

Ces axes de recherche ont été approfondis dans trois champs applicatifs :

L'assistance à la conception de ressources pour l'apprentissage instrumenté.

J'ai abordé l'utilité des formats de structuration des ressources pédagogiques en regard du type de médiation documentaire visé par les outils pour lesquels ces ressources sont produites ; j'ai étudié les outils auteur et participé à la conception d'un outil auteur utilisable pour concevoir des ressources pour les *Serious Games* en réalité mixte. Ces études ont mis en évidence l'intérêt d'assister la conception par des interactions pour la réalisation d'activités productives (formalisation des idées, structuration de l'information, collaboration...) et d'activités constructives (consultation de bonnes pratiques ou recommandations relatives à l'intérêt pédagogique ou expérientiel de telle ou telle forme de médiatisation ou d'interaction). Ce constat est particulièrement adapté lorsque les formations s'appuient sur des technologies innovantes. Ces recherches sont présentées au chapitre 3.

L'analyse des utilisations des outils d'apprentissage instrumenté.

J'ai conçu différents types de protocoles d'analyse des usages en fonction des objectifs des campagnes d'évaluation. En terme de méthode, j'ai travaillé sur des protocoles quantitatifs basés sur les logs ou des questionnaires, sur des protocoles qualitatifs basés sur des observations de terrain ou des entretiens, et sur des protocoles mixtes comportant des analyses qualitatives et quantitatives. Les analyses concernent deux grandes catégories d'objectifs : évaluer le succès d'un outil en situation d'utilisation auprès des utilisateurs cibles en considérant son utilité (adéquation au besoin), son utilisabilité (facilité d'utilisation et satisfaction) et son acceptabilité (adéquation avec les valeurs et bénéfices attendu de l'utilisateur ou de l'organisation) ainsi que les effets des utilisations sur le plan de l'apprentissage et sur le plan psycho-social ou les changements professionnels. J'ai croisé les analyses pour comprendre les critères déterminants de l'acceptation technologique. Ces recherches sont présentées au chapitre 4.

La conception d'outils utilisant les traces de l'activité pour supporter les apprentissages.

J'ai analysé dans deux contextes privilégiés, l'apprentissage en mode projet et la formation tout au long de la vie dans l'industrie, comment mettre en place des régulations utilisant les traces pour améliorer l'apprentissage. Dans le premier cas, j'ai instrumenté des pratiques d'auto-régulation pour favoriser l'apprentissage de comportements. Dans le second j'ai cherché à instrumenter une régulation sociale pour favoriser la diffusion et capitalisation des savoirs. Ces recherches sont présentées au chapitre 5.

Dans la suite du mémoire, j'ai choisi de parler à la forme plurielle « nous », pour décrire les travaux et résultats de recherche des chapitres 3, 4 et 5, de manière à considérer l'ensemble des collègues, doctorants et étudiants avec lesquels j'ai travaillé.

Les appels à citation présentés entre parenthèses font référence aux travaux d'autres chercheurs et sont présentés dans la section « Bibliographie ». Les appels à citation entre crochets font référence à mes travaux et sont présentés dans la section « Publications ».

Chapitre 3. De l'étude de la structuration de l'information à la proposition d'outils d'assistance à la production d'information structurée : analyse de l'activité des concepteurs

Dans ce chapitre nous nous intéressons à la production de ressources réutilisables par des EIAH de type hypermédias adaptatifs ou adaptables. La caractéristique de ces ressources est qu'elles sont structurées selon des formalismes documentaires partagés entre différents hypermédias. Les recherches que nous avons menées dans ce champ visent d'une part à qualifier les langages existants, et le cas échéant en produire si les formalismes existant ne couvrent pas les besoins d'adaptation du contexte analysé. D'autre part nous avons observé les pratiques effectives des concepteurs en terme de production et avons analysé dans quelle mesure les outils d'écriture proposés s'intègrent dans ces pratiques.

3.1. Constats

Les hypermédias adaptatifs et adaptables ont changé la manière de produire et d'exploiter des ressources d'information. Les caractéristiques d'adaptabilité se sont complexifiées au cours du temps.

En effet, le terme d'hypermédia désigne un ensemble de techniques mises en œuvre pour faciliter l'activité de lecture au moyen d'ordinateurs. L'hypermédia combine les notions d'hypertexte et de multimédia. Une structure de navigation permet en effet au lecteur de passer d'une information à une autre (naviguer) par des liens. La caractéristique principale de l'hypermédia est de dissocier les dimensions informationnelles, navigationnelles et interactionnelles. En effet, selon (Halin 2005), la dimension informationnelle consiste à analyser et décrire l'information multimédia qui sera accessible par l'hypermédia, définir sa forme, sa structure et les liens existant entre chaque granularité d'information. Elle s'apparente aussi à une description et une représentation d'un domaine de connaissance particulier. La dimension navigationnelle s'intéresse aux parcours hypertextes les plus adaptés. La dimension interactionnelle décrit la mise en scène des parcours. Elle prend en compte deux facteurs majeurs : la dimension esthétique et la dimension adaptative qui respectivement « habille » la présentation et « aménage » les interactions par la prise en compte de l'utilisateur, de ses connaissances, de ses compétences et de son historique des parcours.

Les hypermédias adaptables et adaptatifs permettent de modifier les éléments présentés à l'utilisateur respectivement de manière manuelle et dynamique. « *Dans un système adaptable, l'utilisateur définit un ensemble de contraintes au travers d'une requête, d'un questionnaire ou d'un formulaire. .../... Dans un système adaptatif, ce dernier observe le comportement de l'utilisateur et utilise ses observations afin d'adapter la présentation de l'information. L'évolution des préférences et de la connaissance de l'utilisateur est alors déduite (en partie) des accès aux pages Web* » (Garlatti & Prié 2004). Dans ces hypermédias adaptatifs, le moteur d'adaptation définit comment les ressources peuvent être exploitées en fonction des contextes d'usage pour produire des documents adaptés. Les contextes d'usage sont alors des modèles du type de plateforme d'interaction, de l'utilisateur et de la situation d'interaction. Ils sont renseignés manuellement ou automatiquement pour chaque utilisation, et exploités par le moteur d'analyse du contexte d'usage. Dans les hypermédias adaptables, un utilisateur prescripteur de l'exploitation des ressources définit, dans un scénario ou dans une interface de paramétrage de la plateforme, comment le système doit les exploiter. Les possibilités d'adaptation sont moins nombreuses mais plus représentatives des attentes des utilisateurs prescripteurs. Ils se sont largement diffusés car leur structure et architecture rend possible l'adaptation et la personnalisation de la publication en choisissant l'organisation de l'information, les contenus, les modes d'interaction et la présentation des services ou des documents en fonction des spécificités de l'utilisateur.

Les hypermédias adaptatifs ont très largement évolué au cours du temps en se complexifiant et en offrant toujours plus de possibilité d'interactions sous forme de fonctionnalités et services aux utilisateurs. Le fait de les concevoir sous la forme d'environnements flexibles et génériques amène à les définir actuellement plutôt comme des médias interactifs. Les médias interactifs sont des médias dotés de nombreuses possibilités d'interaction. Ils sont adaptatifs et évolutifs. « *On les reconnaît à leur aspect changeant, se transformant en temps réel, au gré d'événements de toute nature ou selon le comportement distinctif de chaque usager. Ils proposent habituellement une expérience immersive, dans un environnement ouvert, partiellement intelligent, personnalisable et très engageant pour son utilisateur. En vertu de ce potentiel, les dispositifs interactifs seront de plus en plus en demande.* » (UQAM 2014) Les caractéristiques principales des médias interactifs sont d'une part d'être dynamiques, c'est à

dire de pouvoir fournir des contenus à la demande, en temps réel et de manière adapté ; et d'autre part d'être ludiques, c'est à dire de proposer à l'utilisateur de vivre des expériences divertissantes et très proches du réel, dans lesquelles il est invité à s'engager et participer. Dans le domaine de l'apprentissage, les médias interactifs les plus utilisés sont les *Serious Games*, les plateformes de communication et collaboration (wiki, blogue, forum), les technologies mobiles et tactiles (tablettes, Smartphones). Les fonctionnalités proposées sont « *l'hypermédia, la réalité augmentée, la visualisation 3D, les créations de synthèse, la télé présence, l'intelligence et la vie artificielles ainsi que les interfaces multi sensorielles* » (UQAM 2014).

En terme de traitement informationnel, un hypermédia adaptable ou adaptatif utilise des transformations de données (structuration, formalisation, indexation) et des traitements comme l'appariement, le tri, l'ordonnancement, la sélection (Buckland & Plaunt 1994). Les transformations et les traitements sont réalisés sur la base de modèles qui sont utilisés par les règles d'adaptation. Le modèle de l'information source décrit l'organisation de ce qui est à la disposition du concepteur ou du logiciel de production automatisé. Le modèle des données du document hypermédia décrit l'organisation de ce qui est présenté dans le document cible. Cette structure est en général une vue du modèle de l'information source prenant en compte le modèle de la tâche du lecteur. « *Un modèle de document structuré est une spécification formelle des éléments de structure qui peuvent être utilisés pour décrire le document et de la façon dont ils peuvent être agencés. Par extension le modèle spécifie également les modalités de gestion de l'information (ex : fragmentation du document), de création du contenu et de publication des documents* » (Crozat 2007). La qualité de ces hypermédiats dépendra donc de la qualité de la structuration documentaire, du moteur d'adaptation, de l'interface d'écriture du scénario, du scénario lui-même, de l'information publiée, des interfaces de publication des ressources.

L'emploi des hypermédiats et médias interactifs s'est massivement développé au cours des 10 dernières années. Leurs utilisations permettent en effet une diminution du coût de production des ressources numériques en favorisant leur réutilisation, leur partage et échange. Nous partageons le point de vue de Crozat (Crozat 2007) pour lequel l'étape de structuration est cruciale puisque c'est elle qui va garantir qu'une ressource conçue pour un type d'hypermédia est effectivement utilisable. Néanmoins, tout système bien structuré n'aura aucune valeur pour un utilisateur s'il ne publie pas de contenus intéressants. Deux formes de médiatisation sont donc à considérer pour la production de ressources : la médiation documentaire primaire qui structure les informations et la médiation documentaire secondaire qui, par l'intermédiaire d'outil auteur, permet au concepteur de produire effectivement ces ressources. Nous avons donc choisi de structurer l'analyse de l'activité de production de ressources d'apprentissage en considérant ces deux aspects.

Dans ce chapitre nous décrivons trois études : nous présentons brièvement nos travaux de recherche de thèse qui porte sur un hypermédia adaptatif de recherche d'*information scientifique et technique* (IST), puis nous présentons une étude relative à la production de ressources pour un ENT (*Environnement Numérique de Travail*) universitaire (SAVANTE) et nous terminons par une étude des processus de conception pour des *Learning Game* en Réalité Mixte (MIRLEGADEE). Ces trois travaux ont la caractéristique commune d'analyser les médiations documentaires primaires mise en œuvre dans ces contextes. Nous nous sommes attaché à analyser dans quelle mesure les formalismes de structuration des ressources sont adaptés aux besoins de médiatisation adaptative du média interactif cible. Dans les deux dernières études, nous avons considéré l'activité de production. Nous avons étudié les modalités de production effectives de ces ressources par des auteurs ainsi que l'utilisabilité et l'acceptabilité des outils auteurs mis à leur disposition. Dans la troisième étude, nous avons proposé de nouveaux principes de médiatisation pour faciliter la production effective de ressources.

Nous verrons dans la partie 5 de ce manuscrit, comment, avec les systèmes participatifs, l'utilisateur peut être auteur et éditeur. Il est donc important d'intégrer ces aspects de médiation documentaire et les protocoles conçus pour les évaluer dans les analyses d'usage.

3.2. Adéquation du principe des hypermédias adaptatifs pour l'IST : évaluation d'un moteur d'adaptation pour améliorer la recherche d'information

Nous avons travaillé sur les *documents virtuels personnalisables* (DVP) dans le cadre du projet Profil-Doc (Lainé-Cruzet et al. 1996)⁴ qui était le cadre général de travail de notre thèse [Thèse]⁵. En effet, l'idée de ce projet était d'utiliser les connaissances sur les usages de lecture de l'IST par les chercheurs [CN2] pour produire des systèmes de recherche d'information personnalisables en proposant, comme document réponse, un DVP présentant des fragments pertinents réorganisés en fonction du besoin informationnel (caractérisé par une question et un profil utilisateur). Ben Abdallah (Ben Abdallah 1997) a ainsi fait une analyse de la structuration des textes scientifiques et de l'utilisation que les chercheurs pouvaient en avoir pour proposer d'une part des critères ou propriétés de description des documents et unités documentaires et d'autre part des processus de filtrage et personnalisation les utilisant.

L'objectif de notre travail était de vérifier la pertinence et l'efficacité du processus d'indexation et du concept de filtrage personnalisé c'est-à-dire valider, plus généralement, la représentativité des critères identifiés et mesurer l'effet du filtrage sur différents processus de recherche d'information. La pertinence du modèle d'indexation a été effectuée en comparant les critères choisis avec les structurations observables des textes scientifiques. L'analyse des structurations et la recherche de structures récurrentes a été réalisée selon des méthodes quantitatives (Analyse Factorielle des Correspondances) [CN5]. La qualité du processus de filtrage a été testée à partir d'un prototype de système de recherche d'information mettant en œuvre les principes de Profil-Doc. A ce stade du projet, aucun hypermédia fonctionnel n'existait. Nous avons donc construit le prototype en collaboration avec le CEA de Saclay en utilisant en particulier comme moteur de recherche d'information SPIRIT (Fluhr et al. 1997). Ce moteur a été choisi car il utilisait une combinaison de traitements linguistiques et statistiques adaptés pour traiter les requêtes en langage naturel. La réponse proposée par le système se présentait ainsi sous la forme de listes semi-ordonnées de documents c'est-à-dire sous la forme de plusieurs classes, représentatives des reformulations de la requête, et ordonnées par valeur décroissante de pertinence. A l'intérieur de chaque classe, les documents avaient la même pertinence. Pour mesurer les effets des filtres sur une grande variété de besoins informationnels et de catégories d'utilisateurs, nous avons choisi de travailler selon une méthode de banc de test de type TREC (<http://trec.nist.gov/>). Ce choix est justifié par le fait que c'était la méthode d'évaluation la plus répandue pour tester le processus de recherche d'information et parce qu'aucune interface n'était développée sur le prototype pour faire des évaluations avec des utilisateurs. Selon le protocole TREC, un moteur de recherche d'information est testé en comparant, pour différents besoins informationnels simulés, chaque réponse du moteur de recherche avec une réponse prédéfinie comme pertinente. Différentes mesures de similarité sont proposées pour évaluer, pour chaque question la distance entre la réponse proposée

⁴ Les appels à citation présentés entre parenthèses font référence aux travaux d'autres chercheurs et sont présentés dans la section « Bibliographie ».

⁵ Les appels à citation entre crochets font référence à mes travaux et sont présentés dans la section « Publications ».

par le système et la réponse idéale. Nous avons construit une simulation de différents besoins informationnels et contextes d'usages, représentés sous la forme de 601 profils utilisateur. Mais les mesures de proximité proposées dans le protocole TREC n'étaient pas assez précises pour mettre en évidence les processus d'adaptation définis dans Profil doc. En effet, les mesures qui prennent en compte l'ordre des documents réponses ne s'attachent qu'à comparer les 10 ou 20 premiers documents. De plus, ces mesures ne prennent pas en compte les ordres partiels construits, comme dans notre cas par les classifications thématiques de SPIRIT.

Notre contribution théorique a donc été de produire une méthodologie de construction de mesure de similarité entre ensembles semi-ordonnés. Ainsi, des mesures de similarité classiques construites pour comparer des ensembles d'éléments non ordonnés (comme l'indice de Dice ou de Jaccard) sont transformées en des mesures de similarité utilisables sur des ensembles semi-ordonnés. Ces mesures permettent en particulier de comparer les résultats des moteurs de recherche classant les documents selon des semi-ordres [RI2][CI3]. Ce résultat a donné lieu à une collaboration avec le Professeur L. Egghe avec lequel nous avons travaillé à d'autres mesures de similarités [RI3][RI4].

Ces mesures ont été directement mises en application dans la thèse pour évaluer le prototype. Nous avons pu montrer que la qualité de description des ressources à des niveaux inférieurs de granularité (i.e. au niveau des unités documentaires), améliorait la réponse du système [CN6] si elle se faisait sous la forme d'un DVP.

3.3. Production de ressources documentaires exploitées de manière adaptative par les plateformes de formation : analyse des contraintes humaines et techniques

Notre recrutement comme McF à l'université Bordeaux 3 au laboratoire GRESIC a été l'occasion de changer de thème de recherche pour travailler dans le champ des EIAH. Roland Ducasse, alors directeur du laboratoire et vice président chargé des TICE, cherchait à déployer des environnements numériques de travail au sein de l'université.

A cette époque, le numérique dans l'enseignement était en plein essor, une des hypothèses de travail était de construire des plateformes adaptatives d'enseignement à distance capables de s'échanger et de partager des ressources de formation de manière à proposer des cursus variés, adaptés aux divers publics des universités. Une autre hypothèse était que les acteurs concernés soient capables de produire les ressources nécessaires et de les exploiter.

Les hypothèses sur lesquelles nous avons travaillé dans le cadre de la thèse de Soufiane Rouissi⁶, en Sciences de l'Information et de la Communication et co-encadré avec Roland Ducasse, consistaient à vérifier d'une part si le couplage du principe de fragmentation documentaire avec des hypermédias adaptatifs, rendait possible de produire des principes d'adaptation cohérents avec les principes pédagogiques. L'objectif de la thèse était de vérifier, d'autre part, si les enseignants étaient capables de transposer leurs supports de cours, de manière semi-autonome, pour qu'ils soient publiés via des plateformes de

⁶ Soufiane Rouissi. Intelligence et normalisation dans la production des documents numériques. Le cas de la communauté universitaire. Thèse en Sciences de l'Information et de la communication soutenue le 20 décembre 2004 à l'Université Bordeaux 3.

formation à distance et utilisés comme des cours en ligne. Une des difficultés qu'ils avaient à résoudre était la fragmentation de leurs cours numériques, quand ils existaient, en unités documentaires. Le terme semi-autonome désigne le fait que l'enseignant dispose d'un outil d'écriture et de publication standardisée des ressources numériques (règles d'affichage, structuration des données, règles de publication, ...).

Nous avons fait, dans un premier temps une analyse critique des possibilités d'exploitation des ressources documentaires enrichies avec des métadonnées structurées selon des spécifications proposées par des organismes de normalisation. Nous avons ainsi travaillé sur deux langages, *Learning Object Metadata* (LOM) et *Question & Test Interoperability* (QTI), ainsi que sur un principe de structuration des ressources de formation pour les plateformes hypermédias adaptatives, le *Content Packaging* proposé par l'IMS⁷. Nous avons ensuite observé, par une étude de terrain, si et comment les enseignants étaient capables de mettre en œuvre ce principe.

3.3.1 Etude de la qualité des formalismes

3.3.1.1. Démarche d'analyse

Pour analyser si le principe des DVP était adapté à la production de formations dans le contexte universitaire, nous avons étudié les caractéristiques des normes d'écriture des métadonnées des ressources documentaires de formation en regard des besoins de personnalisation de l'offre de formation aux différents apprenants.

Au moment de l'étude, il n'existait pas de norme dans le contexte pédagogique, cependant des recommandations très fortes et largement suivies par les constructeurs apparaissaient. Dans le domaine des LMS, les spécifications montantes étaient LOM et QTI. Donc, nous avons choisi de les étudier. Le modèle de structuration des ressources pour les hypermédias adaptatifs qui nous a semblé être le plus général et donc le plus représentatif des futurs besoins de personnalisation était le principe de curriculum (Nkambou 1996) qui organise la matière à enseigner « *en terme de capacités (capabilities) .../... , d'objectifs dont l'atteinte contribue à l'acquisition de capacités et de ressources didactiques (exercices, problèmes, démonstrations, vidéos, simulations, etc.)* ».

3.3.1.2. Résultats : Analyse critique des limites des possibilités offertes par l'IMS, le LOM et QTI

L'analyse [CN8] a montré que la structuration des contenus proposé par l'IMS (en particulier le *Content Packaging* et une partie du *Data Store* qui contient la méta description des questions et des tests), lorsqu'elle est utilisée avec le LOM, rend possible l'échange et la réutilisation des ressources entre les plateformes de formation. Nous avons plus précisément testé les limites du LOM pour prendre en compte des ressources plus interactives comme celles mises en œuvre dans l'évaluation des connaissances, le traitement des résultats de collaboration ou communication entre apprenants et tuteurs ou encore les ressources nécessaires à l'adaptabilité « intelligente » des systèmes.

Nous avons vu [CN12] [RN2] qu'il était possible de référencer des modules interactifs mais la gestion effective de l'interactivité restait limitée. Il n'existait pas de spécification assez aboutie à l'époque pour gérer les processus collaboratifs et les processus interactifs, en revanche une spécification était en cours de construction concernant la gestion des ressources nécessaires à l'évaluation des connaissances : IMS-QTI. La spécification Question & Test Interoperability (QTI) de l'IMS permettait de représenter la structure de

⁷ <http://www.imsglobal.org/>

données d'une question (*item*) et d'un test (*assessment*) ainsi que de leurs résultats correspondants. Notre étude a montré que IMS-QTI, tel qu'il était proposé en 2003 permettait dans une faible mesure de prendre en compte la personnalisation (seul le rôle de l'utilisateur est considéré dans le modèle) et l'interactivité (le système est capable de réagir selon deux critères le type de réponse de l'apprenant et son temps de réaction) mais que les besoins couverts par cette spécification étaient cruciaux. En effet, les évaluations de compétences sont un moyen efficace d'affiner le profil utilisateur et de ce fait la personnalisation et l'assistance proposées par les plateformes de formation. De plus, le fait de pouvoir avoir une certification de compétences est un critère d'acceptation fort chez les apprenants qui utilisent des formations en ligne.

Nous pensions en 2003 que ces spécifications étaient assez abouties pour devenir des normes ; cela n'a pas été le cas pour le LOM car il véhiculait, pour la France en particulier, une conception trop anglo-saxonne et behaviouriste de l'enseignement (Gomez de Regil 2004). Il est néanmoins devenu un standard assez massivement utilisé. Notre étude a montré que le standard LOM était adapté pour la conception d'hypermédia. QTI en revanche est devenu un standard en 2010 (IMS Global 2012).

De manière à tester la facilité de mise en œuvre effective de la spécification, nous l'avons utilisée [RN2] et avons constaté que le code nécessaire pour décrire une question était complètement démesuré par rapport à la brièveté et la simplicité de la question. Cette observation nous a permis de formuler une critique fondamentale : la démarche de caractérisation de ressources d'évaluation ne sera effectivement réalisée que si l'on développe des outils logiciels de génération automatique de balises plus évolués que les éditeurs XML actuellement proposés. Ces outils doivent dépasser le stade de la gestion de simples objets comme les formulaires à compléter et fournir une aide réelle comme les systèmes auteurs le font. En effet, la richesse et la complexité des spécifications nécessitent de proposer des outils capables d'accompagner l'auteur dans sa tâche de conception et de gestion des ressources pédagogiques.

3.3.2 Etude de la capacité des enseignants du supérieur à produire ces ressources structurées.

3.3.2.1. Démarche d'analyse

Une enquête a été réalisée pour étudier sous quelles conditions les enseignants-chercheurs et les administratifs seraient capables de produire, de diffuser et d'utiliser en mode semi-autonome des documents numériques normalisés.

L'enquête a été faite par le biais d'un questionnaire en ligne, diffusé entre avril et juin 2004, et composé de questions relatives :

- à l'identification des types de ressources produites, aux cadres généraux dans lesquels elles sont utilisées (administration, pédagogie, recherche), aux moyens (logiciels) et modes de production (individuelle, collective, via un service dédié),
- à la réutilisation de contenus trouvés sur le Web,
- aux besoins pédagogiques et usages (utilisation, production, diffusion, partage) de différents types de documents numériques (cours, exercices, calendrier, bibliographies, pages personnelles),
- à la connaissance des normes et spécifications,
- à l'utilisation des ENT de leur université,

- aux freins et attentes liés à la production de *documents numériques personnalisables* (DNP).

3.3.2.2. Résultats

L'enquête a produit 410 réponses exploitables. Les résultats ont montré que deux enseignants-chercheurs sur trois déclarent produire eux-mêmes des documents numériques pour leurs activités d'administration (et de gestion), pédagogiques ou de recherche. Ce sont des ressources texte (80%), présentation assistée (60%), image (40%) et tableau (40%). Elles sont produites de manière individuelle, avec des logiciels variés mais sans préférence particulière pour les logiciels libres qui sont méconnus ou peu utilisés et sans faire appel aux services de production de leur université. Les principaux freins sont techniques, puis financiers, logistiques (manque de temps) et juridiques. Les processus de diffusion et publication sont en revanche très peu développés. Les répondants déclarent ne pas le faire directement sur internet principalement à cause de l'ouverture et du partage sans contrôle sur ce qui est publié, mais ne le font pas non plus sur les plateformes mises en place par leur université (qu'ils déclarent en revanche connaître). Les attentes exprimées concernent la mise en place de moyens matériels et d'un cadre global administratif qui leur donnent plus de reconnaissance mais aussi plus de liberté et d'autonomie pour le faire. L'hypothèse qui consiste à penser qu'il est possible à terme que les enseignants produisent des ressources en mode autonome est donc plausible sous réserve que les attentes soient satisfaites.

3.3.3 Bilan

Cette étude a mis en évidence deux points majeurs bloquants, technique et administratif, pour rendre les enseignants-chercheurs et administratifs plus autonomes dans le processus de production et diffusion de ressources numériques adaptatives. Sur le plan technique, il faut leur proposer des outils qui assistent le processus de conception-réalisation, de caractérisation et de diffusion et publication des ressources. Les travaux menés sur la méta-description des ressources a montré que la finesse de description nécessaire pour produire des ressources de formation interactives et personnalisables n'était actuellement pas suffisante si on se base sur les normes utilisées comme le LOM ou QTI. L'observation des outils existants a aussi montré que les modalités d'interaction devaient être repensées. En effet, en 2004, le processus de production de ressources adaptatives pouvait s'apparenter à l'écriture d'une ressource numérique par un éditeur dédié (comme Word ou Power point, par exemple) puis son indexation selon une norme. Le seul type d'outil proposé pour assister l'auteur dans cette seconde phase était l'éditeur de texte. L'auteur devait en effet saisir dans le code XML des fichiers de métadonnées, les informations de caractérisation du fichier pour qu'il soit exploitable par les plateformes de formation. Ainsi, les outils d'assistance à la production et diffusion de ressources adaptatives doivent être spécifiés sur la base des besoins et attentes des utilisateurs et pas uniquement s'aligner sur les normes en vigueur concernant le traitement des ressources documentaires. Sur le plan administratif et juridique, un travail plus général doit être mené pour inscrire l'activité de production de ces ressources, qu'elles soient simplement numériques ou adaptatives, dans un cadre réglementaire qui valorise et sécurise les différents acteurs.

Si on considère que le développement de standards et de plateformes est une condition nécessaire à l'interopérabilité, à la mutualisation et à la personnalisation des ressources numériques pédagogiques, on comprend bien que cet aspect documentaire puisse avoir été prégnant dans la résolution du problème. Néanmoins, cette approche documentaire a montré ses limites concernant le processus de production de ressources numériques partageables et personnalisables. Pernin & Lejeune (Pernin & Lejeune 2004) ont bien décrit

comment en dépit des initiatives de structuration réalisées au niveau des normes (LOM, SCORM), des plateformes (LMS) ou des espaces de partage, les pratiques de mutualisation ont été limitées. Le travail d'observation qui a été fait dans la thèse de Soufiane est cohérent avec ces résultats.

De ces travaux, nous avons tiré deux enseignements :

- si l'on souhaite concevoir un processus global impliquant la manipulation et la gestion de ressources documentaires, on ne peut pas exclure les utilisateurs, car ils produisent des ressources, les redocumentent en les fragmentant ou en les indexant mais aussi les partagent. Ces 3 processus (au moins) doivent être clairement définis en fonction des rôles et des modalités de valorisation des uns et des autres dans l'activité professionnelle.
- Même si le processus de lecture et d'écriture est fondamental en apprentissage, concevoir une situation d'apprentissage ne peut se limiter à concevoir des ressources documentaires à consulter et des plateformes pour les distribuer. Ce sont les situations d'apprentissage et les activités faisant intervenir ces ressources documentaires, les technologies et les personnes qu'il faut prendre en compte.

Ainsi les travaux qui ont suivi cette thèse se sont plus orientés vers l'analyse des besoins et l'analyse des pratiques des enseignants, concepteurs ou tuteurs en charge de produire ou d'exploiter des situations d'apprentissage.

3.4. La conception de situations de Serious Game en réalité mixte

3.4.1 Contexte

Parmi les différentes stratégies proposées pour favoriser l'apprentissage, le jeu est un moyen massivement employé, tant sur le plan professionnel que scolaire. On parle alors de *Serious Games*, ou encore de *Learning Games*. Ils prennent la forme de jeux de rôles ou de jeux de construction. La réalité mixte, en combinant les environnements numériques et les objets réels, ouvre de nouvelles perspectives d'apprentissage dans le cadre des *Learning Games*. Ces environnements sont appelés des *Learning Games en Réalité Mixte*, ou *Mixed Reality Learning Games* (MRLG). Les MRLG existant en 2009-2010 étaient peu variés. Ils utilisaient principalement des supports mobiles de manière à permettre à l'apprenant de se déplacer dans un contexte authentique, pertinent pour l'apprentissage visé. Consciente du potentiel des MRLG pour l'apprentissage et pensant que leur nombre et leur diversité allaient augmenter dans les années à venir, mon équipe de recherche au sein du LIESP, a proposé un projet de recherche, le projet SEGAREM⁸ (SErious GAMES et REalité Mixte) visant à trouver des méthodes d'assistance à la production de ces ressources pédagogiques. L'objectif du projet était d'identifier le moyen de produire « industriellement » ces ressources sur un plus long terme.

Le résultat attendu était un prototype d'environnement global intégrant la conception, la production et l'exécution d'un MRLG. Deux axes d'étude ont été privilégiés : la phase de conception qui a été traitée par Charlotte Orliac et la phase de réalisation qui a été traitée par Florent Delomier (Delomier 2013).

⁸ http://liris.cnrs.fr/segarem/Serious_Games_et_Realite_Mixte.html

Nous avons participé, avec Sébastien George et Patrick Prévôt, à l'encadrement du travail de thèse de Charlotte Orliac⁹. Les recherches de sa thèse étaient orientées vers l'étude du processus de production de ces ressources. Elle a ainsi étudié quelles formes de MRLG avaient été produites et quelles utilisations pouvaient être jugées comme les plus pertinentes concernant l'apprentissage. Elle a aussi étudié le processus de conception de ces ressources. Sur ces deux bases, elle a développé un outil d'assistance à la conception de MRLG : MIRLEGADEE. Notre apport spécifique dans ce travail porte sur l'analyse du processus de conception et des besoins des concepteurs, la spécification du formalisme f-MRLG et des interactions proposées dans MIRLEGADEE et la réalisation de l'évaluation finale.

Dans le cadre du projet, un prototype de MRLG a été produit, Learnit. Il a permis de tester les propositions des deux doctorants du projet, en particulier, concernant Charlotte, l'analyse du processus de conception par l'observation sur le terrain d'une conception effective. L'évaluation de Learnit à laquelle nous avons participé est présentée dans le chapitre 4 de ce document.

3.4.2 Problématique de recherche : quels outils et méthodes proposer pour faciliter le processus de production de MRLG ?

Les MRLG sont des environnements complexes. Leur production suppose la coordination de différents corps de métier : concepteurs de formations, experts du domaine d'apprentissage, concepteurs de jeu, concepteurs d'interfaces de réalité mixte (RM), etc. Cette observation contraint la production. Outre les coûts élevés, le fait d'avoir recours à plusieurs types d'acteurs nécessite qu'ils aient, d'une part, un minimum de connaissances transversales dans différents domaines pour communiquer et collaborer et d'autre part qu'il soit possible de suppléer l'absence de certains d'entre eux sans perte d'innovation dans la solution proposée.

La problématique générale de recherche de Charlotte était de trouver des méthodes pour faciliter cette conception, soutenir la créativité et ainsi aider les concepteurs à proposer des MRLG innovants.

Deux questions ont été traitées :

- Quels moyens permettent aux multiples concepteurs d'explicitier leurs propres idées et de se représenter les idées de conception des autres ? L'hypothèse de travail a consisté à s'appuyer sur un modèle de description adapté qui d'une part fournirait un vocabulaire commun, permettrait de structurer et de représenter les idées et donc faciliterait la communication autour de formalisations communes, et d'autre part formaliserait les spécifications indispensables à l'équipe de réalisation.
- Quelles formes d'aides à la conception peuvent être proposées lorsque les concepteurs n'ont pas toutes les connaissances nécessaires ? L'objectif n'était pas de former les concepteurs aux domaines qu'ils ne connaissaient pas mais de les sensibiliser ou leur fournir les moyens de continuer à avoir des actions d'innovation en considérant aussi ces domaines pour lesquels ils ne sont pas spécialistes. Nous avons fait l'hypothèse que l'accès à des retours d'expérience et exemples d'utilisation était un moyen efficace de faire cela. Le travail a

⁹ Charlotte Orliac. Modèles et outils pour la conception de Learning Games en Réalité Mixte. Thèse en Informatique soutenue le 20 septembre 2013 à l'INSA de Lyon.

consisté à identifier ces informations et à en proposer une modalité d'accès cohérente avec l'activité de conception. Le choix s'est fixé sur des listes de propositions, d'exemples et d'aides au choix (proposées sous forme de tableaux d'aide à la décision multicritères). Elles aident les concepteurs à prendre connaissance de l'étendue des possibilités, et les exemples ou situations-types sont sources d'analogies (Bonnardel 2009).

3.4.3 Méthode

Pour proposer une méthode d'assistance à la production de MRLG, nous avons analysé cette activité. Dans un premier temps nous avons recensé les environnements numériques utilisant la réalité mixte avec ou sans *Learning Game* pour favoriser l'apprentissage ou le jeu. L'objectif était d'une part d'identifier la variété des environnements numériques cibles qu'il était possible de concevoir, et de relever les utilisations pertinentes de la Réalité Mixte.

Nous avons ensuite analysé l'activité de conception des MRLG. Nous avons constaté qu'il n'existait ni règles d'organisation ni outils partagés par les concepteurs, ni même de communauté de concepteurs. Il était donc impossible de faire une analyse de l'activité telle qu'elle est proposée dans la théorie de l'activité. Nous avons choisi une autre voie. Nous avons fait une analyse des démarches de conception décrites par les concepteurs de MRLG et d'applications interactives pour l'apprentissage, le jeu, les *Learning Game* et la réalité mixte. Ceci a mis en évidence le fait qu'aucun outil et modèle n'existaient. La production de ressources ou de situations de cette activité était réalisée par des équipes de conception spécialisées sur l'un de ces trois domaines du jeu, de l'apprentissage et de la réalité mixte. Ce constat a guidé la manière de répondre à la problématique. Nous avons centré l'assistance sur l'étape de conception pure, c'est-à-dire allant de l'émergence des idées jusqu'à une formalisation suffisamment aboutie pour être communiquée et en permettre la réalisation par d'autres personnes. Nous avons ciblé l'enseignant comme utilisateur emblématique de notre système car cette population, majoritairement représentée dans l'équipe de conception du projet SEGAREM, était la plus facile à observer et à faire participer. Les enseignants sont des concepteurs compétents en pédagogie mais amateurs en conception de *Serious Game* et de situation en réalité mixte. La forme d'assistance que nous avons conçue pour eux a pris la forme d'un outil d'aide à la créativité et d'un environnement de type outil auteur pour la scénarisation des interactions.

3.4.4 Résultat

Le travail de thèse de Charlotte s'est centré sur trois contributions :

- la modélisation de l'activité de conception de MRLG,
- la proposition d'un formalisme de description des ressources utiles à la conception d'un MRLG,
- la proposition d'un outil auteur MIRLEGADEE pour soutenir l'ensemble du processus de conception d'un MRLG. L'environnement auteur est utilisé pour produire une représentation (formelle ou non) des idées des concepteurs. Il offre de plus des outils spécifiques d'assistance à la créativité sous forme de fenêtres d'aide intégrant les recommandations. L'outil auteur n'intègre en revanche pas l'étape de réalisation effective du MRLG. L'outil auteur a été testé par une analyse de l'acceptation.

3.4.4.1. Modèle de l'activité de conception de MRLG

L'analyse de la littérature relative à l'activité de conception des *Learning Game* a mis en évidence 4 étapes clés de la conception : la définition de besoins, l'exploration d'idées¹⁰, les choix effectués et leur formalisation. Le processus est itératif. Lors de la formalisation, il y a un décalage de niveau entre la phase de conception des interactions humain-machine qui doit être très précise et détaillée car elle se situe au niveau des tâches d'activité et la phase de conception du scénario pédagogique-ludique qui les organise globalement.

Sur cette base nous avons proposé un modèle de conception en 4 phases (voir la Figure 8) : définition d'un projet, créativité, représentation des idées et rédaction de spécifications finales, qui serviront de base pour la création d'un prototype. Chaque étape s'inscrit dans un processus de création itérative ; chaque étape pouvant générer des modifications sur les étapes précédentes s'il y a inadéquation. La phase de créativité a été décomposée en une phase d'exploration, une phase de génération d'idées et une phase de vérification.

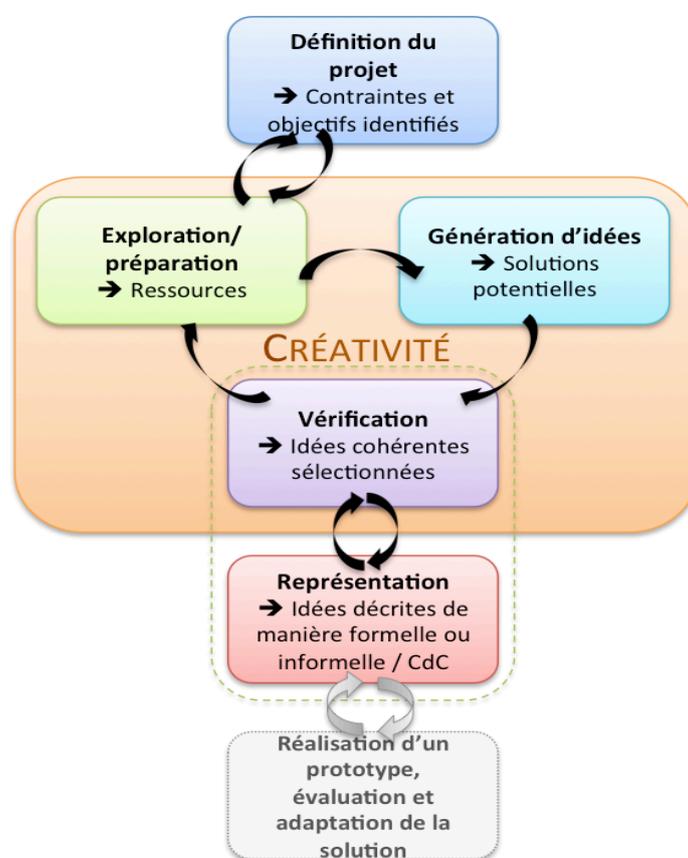


Figure 8. Processus de conception d'un MRLG

L'observation des usages de conception faite dans le cadre du projet SEGAREM a permis d'affiner le modèle. Elle a montré l'importance de conserver au processus son caractère itératif et participatif. Elle a aussi montré les limites de formalismes de structuration des idées existant dans les *Serious Game* ou la réalité mixte. Mot+ (Paquette 2007) par exemple n'est pas assez précis concernant le contexte, le matériel avec lequel l'interaction sera faite ou les liens entre les activités et les objectifs d'apprentissage visés. Les modèles de tâches

¹⁰ L'exploration d'idées va de l'abstrait au plus concret, opère par étape, en commençant pas la définition des concepts pédagogiques puis de ceux qui sont ludiques puis des interactions et se fait en utilisant des étapes de documentation ou de recherche de composants réutilisables

comme e-COMM (Jourde et al. 2010) ne distinguent pas ce qui est tangible de ce qui est numérique.

L'observation des usages de conception a aussi permis d'identifier les difficultés des concepteurs et les possibles solutions d'assistance. Au regard de la complexité de la tâche, les concepteurs ont principalement besoin d'avoir des guides et des éléments de structuration de l'activité. Ces éléments de structuration peuvent être des formalismes, des modèles ou des langages qui leur permettent de travailler en équipe, de s'échanger les idées et de communiquer. Par exemple, l'étape d'identification et de définition des besoins et du projet doit prendre en compte de nombreux éléments dont les concepteurs aimeraient pouvoir avoir la liste à priori. Les langages de spécification comme SADT¹¹ ou UML¹² sont en effet des atouts pour cette étape mais ne proposent pas de structure à priori des éléments à définir. Les concepteurs expriment donc le besoin de guides pour la prise de note et l'explicitation des types d'éléments à identifier au niveau des besoins. Cette prise de note doit être flexible car à ce stade, une formalisation trop grande contraint l'écriture et bride la créativité. De la même manière, pour que les spécifications soient exploitables par une équipe de réalisation, les concepteurs doivent pouvoir exprimer leur intention sans ambiguïté sur l'ensemble des dimensions du MRLG : le jeu, les rôles, les dispositifs d'interaction, les formes d'interaction, les objectifs pédagogiques, les ressources, ...

Les concepteurs expriment aussi le besoin de disposer d'informations complémentaires de type aide à la décision sous la forme d'exemples, de bonnes pratiques ou d'explications des principes et valeurs ajoutées d'une technologie ou d'un processus pédago-ludique. Ces informations sont nécessaires à la fois pour explorer de nouvelles pistes et aussi pour vérifier la cohérence de solutions potentielles. Etant donné les nombreuses dimensions d'un MRLG, chaque concepteur ne peut connaître tous les domaines

Par ailleurs, de nombreux concepteurs ont l'habitude d'exprimer leurs idées sous des formes non structurées comme des dessins ou des textes libres et de renseigner leurs idées sans ordre prédéfini. Ces éléments vont dans le sens d'un maximum de flexibilité dans l'assistance à proposer.

3.4.4.2. Contribution pour l'assistance à la conception

Formalisme de description des ressources utiles pour la conception d'un MRLG

L'étude des caractéristiques des modèles de description ou des environnements auteur [CI10] [CI11] existants a montré qu'aucun de ces outils ne permet de répondre à tous ces objectifs. Pour assister la conception des MRLG, il fallait donc proposer des solutions spécifiques à ces environnements.

L'étude des modèles de description a montré qu'ils devaient combiner plusieurs niveaux de description : le premier définissant les éléments généraux, le second décrivant l'organisation

¹¹ SADT (Structured Analysis and Design Technique) est une méthode d'analyse et de conception pour les systèmes complexes datant des années 80. SADT est basé sur une approche systémique (le système complexe est décomposé en un ensemble de systèmes simples en interaction). Les systèmes simples sont décrits par les fonctions, les objets et les mécanismes d'exécution qui sont mis en œuvre.

¹² UML (Uniform Modeling Language) est un langage de spécification basé sur des diagrammes statiques (diagrammes de classe), dynamique (diagrammes d'activité et de séquence) et fonctionnels (use-case) pour décrire un système.

globale au travers d'un scénario et le dernier spécifiant les tâches constituant les activités du scénario.

L'étude des moyens de conception a montré que les environnements auteurs constituent un moyen adapté de guider de manière flexible un concepteur dans les étapes d'un processus de conception.

La démarche a donc consisté à spécifier un modèle de description de ces différents niveaux et à le réifier dans un environnement auteur informatisé. Les aspects de structurations ont été décrits dans le formalisme f-MRLG représenté dans la figure suivante (voir Figure 9). La flexibilité de mise en œuvre de ce formalisme pour assister la conception a été définie au travers des interactions proposées dans l'outil MIRLEGADEE.

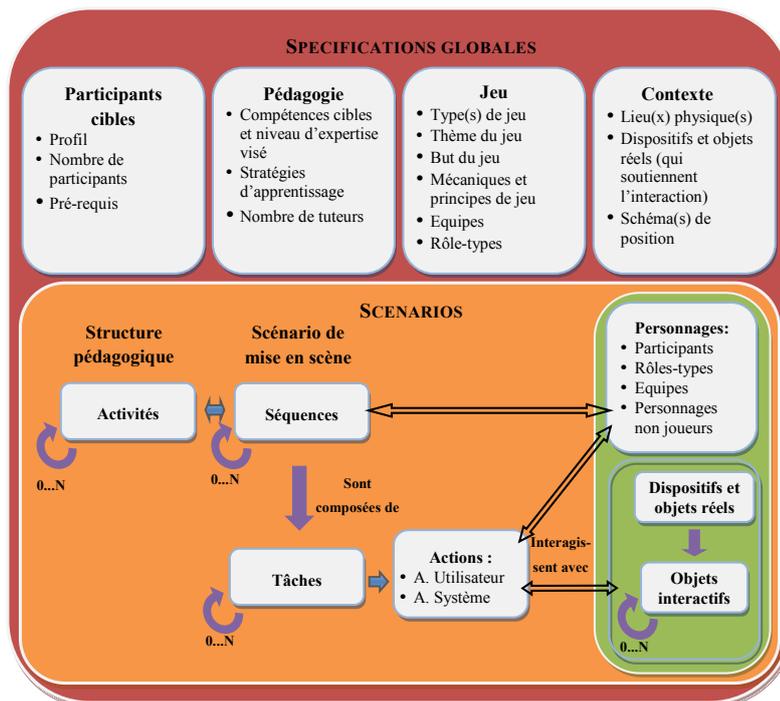


Figure 9 - Le modèle de description f-MRLG

L'outil auteur MIRLEGADEE

MIRLEGADEE est une extension d'un outil auteur existant LEGADEE (Marfisi-Schottman 2012). Ce dernier est adapté pour pouvoir prendre en compte la réalité mixte.

L'organisation de la conception est supportée par une structuration en trois étapes : mur d'idée, spécification globale et scénario. Ces étapes aident le concepteur à formaliser ses idées, des plus générales (mur d'idées) aux plus spécifiques (scénario). Les éléments de structuration sont issus du modèle de description f-MRLG. La possibilité d'information sur les bonnes pratiques de conception de MRLG prend la forme de tableaux d'aide à la décision (voir Figure 10). Ils présentent des recommandations sur différents types de jeux et différents types de dispositifs d'interaction mis en œuvre dans des MRLG évalués en contexte d'apprentissage. Les critères d'information des catégories de jeux sont les caractéristiques du MRLG et les types de compétences développées. Les critères d'information des dispositifs techniques sont une description de leurs caractéristiques techniques (entrée, sortie, nécessité d'utiliser un ordinateur), les contextes pour lesquels ils sont adaptés et leurs limites.

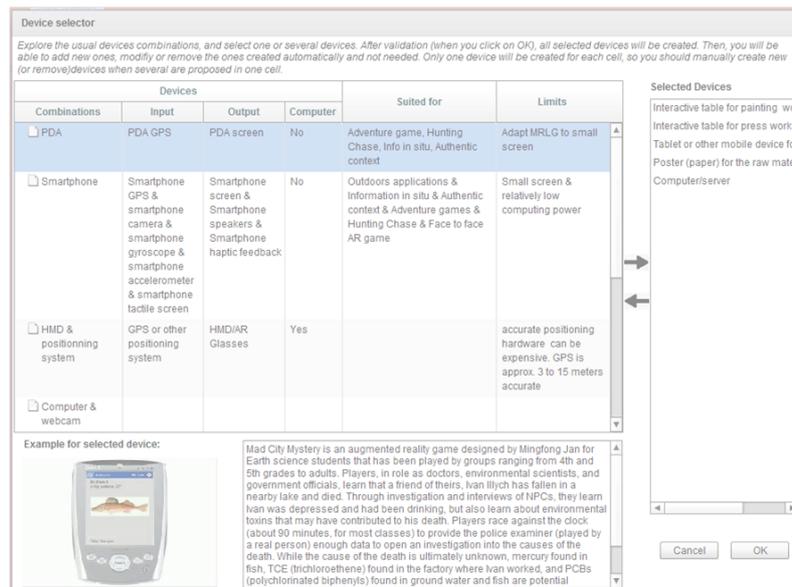


Figure 10 - Fenêtre d'aide au choix des dispositifs techniques et objets réels

3.4.4.3. Evaluation de MIRLEGADEE

L'évaluation de MIRLEGADEE a porté sur l'utilité et l'utilisabilité de l'application pour soutenir des processus de conception de jeu d'apprentissage en réalité mixte. L'analyse de l'utilité de MIRLEGADEE a été définie selon les trois étapes clés proposées pour structurer la conception : définition du projet, créativité, représentation. Ainsi, trois questions ont été traitées. Est-ce que MIRLEGADEE est utile pour définir le projet de conception ? Est-il utile pour être créatif, c'est-à-dire pour explorer des possibilités et générer des idées (H2a), ainsi que pour vérifier des idées grâce à des recommandations (H2b) et grâce à la création de schémas (H2c) ? Est-il utile pour formaliser les idées générées d'un point de vue global (H3a), détaillé (H3b) et pour rendre leur lecture compréhensible par d'autres concepteurs (H3c) ?

L'utilisabilité a été analysée selon les trois critères de la norme ISO 9241-11 : l'efficacité (réalisation de ses objectifs), l'efficacité (minimiser les efforts en maximisant les effets) et la satisfaction (confort, appréciation subjective liée à l'utilisation) :

- l'efficacité est la capacité à rendre possible la conception de MRLG innovant et cohérent. Le jugement de valeur sur la cohérence et le caractère innovant a été fait une fois le produit réalisé. D'autres éléments d'utilisation ont été considérés pour apprécier l'efficacité : la facilité d'utilisation, la facilité d'apprentissage et la flexibilité. La flexibilité a aussi été observée en fonction de l'ordre choisi par les utilisateurs pour compléter la description globale d'un MRLG. C'est un critère d'utilisabilité particulièrement important pour la conception et il aide à comprendre comment les objectifs ont été réalisés. Les aspects d'efficacité ont été mesurés par les avis des participants et par des observations, sur l'ensemble du processus de conception de MRLG.
- L'efficacité de MIRLEGADEE a été vérifiée en comparant le nombre d'éléments définis, dans le même laps de temps, lorsque MIRLEGADEE est utilisé ou pas.
- La satisfaction est la perception de confort et de plaisir des utilisateurs. Elle a été mesurée par les avis des participants sur l'ensemble de l'utilisation de MIRELEGADEE.

Les éléments d'analyse sont les avis des utilisateurs, les éléments produits au cours de l'utilisation et les démarches de conception mises en œuvre. Ces dernières sont observées par l'analyse des traces d'activité.

Démarche et méthode d'expérimentation

Une méthode d'évaluation comparative considérant une situation de conception avec et sans MIRLEGADEE a permis d'apprécier les effets de MIRLEGADEE. 20 utilisateurs ont été sollicités.

Les données collectées sont de plusieurs types : des réponses à des questionnaires, des traces (logs) de MIRLEGADEE, les productions des participants, les enregistrements vidéos des écrans, les relevés manuels des participants dans le carnet de route (actions effectuées et outils utilisés), des observations libres sur les situations d'utilisation.

Résultats

Concernant l'utilité, l'analyse des résultats a montré que MIRLEGADEE aide les concepteurs à identifier les aspects à définir pour la conception d'un MRLG (H1). Ils décrivent en effet, plus d'aspects du MRLG avec que sans. Cette observation est corroborée par une impression positive d'aide apportée par MIRLEGADEE. L'expérimentation a aussi montré que le modèle restait incomplet comme par exemple sur le manque de description des personnages virtuels ou des tuteurs.

Concernant la créativité, l'expérimentation a montré que MIRLEGADEE facilite la génération d'idées (H2a), surtout grâce aux listes d'éléments proposées (ressorts de jeu, types de jeu, technologies de réalité mixte) et aux exemples de mises en œuvre de la réalité mixte. Les avis des utilisateurs sont plutôt très favorables sur le principe et l'observation montre que les choix de conception ont été testés à partir de ces aides. Le formalisme est jugé clair et compréhensible pour structurer le scénario. Néanmoins la forme (liste) est peu ergonomique et doit être repensée. Nous n'avons de plus pas pu montrer que la possibilité de faire des schémas (H2c), structurer globalement les idées (H3a), ou concevoir des interactions fines (H3b) sont des fonctionnalités utiles. Les scénarios produits avec et sans MIRLEGADEE sont relativement comparables pour les mêmes utilisateurs.

L'expérimentation a montré que dans l'ensemble l'utilisabilité de MIRLEGADEE est satisfaisante mais nécessite un temps d'apprentissage. L'interface doit être améliorée en particulier sur l'étape d'écriture du scénario et des interactions détaillées.

3.5. Bilan

3.5.1 Bilan sur les méthodes d'analyse de l'usage

Ces travaux montrent trois modalités d'analyse de l'usage. Dans notre thèse, les utilisations étaient simulées par un banc test. Dans la thèse de Soufiane les enseignants décrivaient leurs utilisations et usages grâce à un questionnaire. Dans la thèses de Charlotte, les pratiques de conception, utilisées pour faire l'analyse des besoins, étaient décrites (dans des publications descriptives des processus de conception) et observés (chez l'équipe de conception du projet SEGAREM), l'utilisation de MIRLEGADEE ont été observées chez d'autres utilisateurs que les concepteurs du projet, leur satisfaction a été mesurée via un questionnaire et la performance de MIRLEGADEE a été mesurée par une analyse expérimentale.

Cette progression d'analyses utilisant les simulations d'utilisation, puis les descriptions d'utilisation pour finir avec des observations directes a résulté d'une prise de conscience des limites des méthodes sans observation directe de l'activité. Les questionnaires ou entretiens sont en effets des modes d'observation limités pour observer l'utilisation, un utilisateur aura toujours du mal à exprimer objectivement ce qu'il a fait. Néanmoins le couplage des observations avec les questionnaires permet de mieux comprendre les représentations que l'utilisateur construit de son expérience avec un outil et le pourquoi d'un comportement. Sachant que l'expérience utilisateur et la satisfaction vis-à-vis de l'outil s'appuient sur ces représentations, il est utile de savoir si elles sont fondées ou pas et comprendre pourquoi il y a, le cas échéant, un tel décalage.

3.5.2 Bilan sur le processus de conception des EIAH

Concernant le processus de conception des EIAH, plus spécifiquement ici la production des ressources documentaires, les études prouvent les limites d'hypothèses qui ignorent les capacités, les niveaux d'acceptation et les valeurs des utilisateurs. La recevabilité individuelle et sociale d'une innovation technique doit être prise en compte très tôt au risque de la voir non utilisée comme c'était le cas dans le projet SAVANTE. Ces éléments peuvent être appréhendés par des méthodes de conception participative, ou des analyses de besoins et de l'activité poussées et réalisées en amont des spécifications. Ces deux méthodes ont été utilisées dans MIRLEGADEE. En effet, les spécifications ne peuvent pas se fonder que sur des modélisations conceptuelles des « logiques » de fonctionnement des utilisateurs. Enfin, ces études montrent l'intérêt de développer des méthodologies d'amélioration continue intégrant l'analyse de l'utilisation de façon plus régulière.

L'étude de MIRLEGADEE met en évidence l'intérêt de travailler, en conception, à des fonctions d'assistance basées sur les illustrations de mise en œuvre ou les retours de bonnes pratiques professionnelles afin d'accompagner les utilisateurs dans cette phase de « bricolage » ou d'autodidaxie qui conduit à l'inscription de l'outil dans l'activité. Concernant la production effective de ressources d'apprentissage, l'évolution des modes de pédagogie et des technologies conduit le concepteur des ressources à travailler sur deux plans. Sur le plan informationnel, il produit les contenus qui seront consultés par les apprenants. Sur le plan interactionnel, il produit les situations d'apprentissage médiatisés. *« Selon cette approche, le rôle de l'enseignant devient donc celui d'un scénariste et d'un animateur de situations d'apprentissage plutôt que celui d'un concepteur-prescripteur de contenu. Il doit davantage centrer sa réflexion sur les connaissances qu'il désire voir acquérir par son public, ainsi que sur les situations qui en permettent la meilleure appropriation. Aujourd'hui, des recherches sont activement menées sur les langages de modélisation pédagogique, notamment autour de la réutilisation de scénarios-types pouvant être partagés au sein de communautés de pratique enseignantes »* (Pernin & Lejeune 2004). Les besoins de conception portent donc sur le macro-design de la situation et sur des micro-designs des interactions.

3.6. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté les travaux d'analyse du processus de conception de ressources pour l'apprentissage instrumenté par des hypermédias adaptatifs. Pour rendre les ressources réutilisables, ces systèmes les formalisent selon des langages documentaires. Nous avons analysé cette médiation documentaire primaire ainsi que les potentiels et les limites de différents langages vis-à-vis des objectifs d'adaptation attendus. Ces trois études indiquent de tester distinctement la médiation documentaire primaire et la médiation documentaire secondaire de manière à distinguer dans l'accès à l'information les effets liés à la structuration de ceux liés à l'éditionnalisation. La médiation documentaire primaire a été analysée sans utilisateurs car l'objectif est ici de vérifier comment elle réalise les principes

d'éditorialisation imaginés par les concepteurs. Les tests visent ainsi plutôt à évaluer la performance des formalismes de structuration de l'information choisis. Sachant l'intérêt de cet aspect de la conception sur le système final, il pourrait être intéressant de les développer, par exemple en utilisant une méthode de type magicien d'Oz (l'utilisateur interagit avec un système dont l'interface et les fonctions simples sont finalisées mais dont les fonctions innovantes ne le sont pas ; un expérimentateur les simule manuellement).

Nous avons aussi étudié comment les concepteurs pouvaient utiliser les formalismes pour produire des ressources. L'instrumentation est fondamentale car comme les utilisateurs, les concepteurs ne peuvent manipuler directement les formalismes. Nous avons pu constater, au travers de la réalisation de MIRLEGADEE, que les outils auteurs assistant la conception des situations d'apprentissage et des interactions sont nécessaires et que, pour les situations innovantes, la présentation de recommandations sous la forme de bonnes pratiques était un réel atout. Cependant, cette assistance technique n'est pas suffisante et il est nécessaire de penser la situation de conception dans son ensemble c'est-à-dire en considérant les contraintes politiques et professionnelles des individus qui doivent réaliser cette activité. Cette conclusion a été rendue possible par une analyse de l'utilisation à deux niveaux : niveau pratique pour MILEGADEE et niveau social pour SAVANTE. Les deux méthodes n'ont malheureusement pas été combinées. Nous recommandons de le faire pour construire des analyses globales de l'utilisation et des usages qui soient pragmatiques et situés et ainsi garantir l'acceptation des outils conçus sur le long terme.

L'avènement des MOOC (*Massive Open Online Course*) et de la personnalisation dans l'apprentissage rend prégnante la question de la production de ressources utilisables par ce type de systèmes. De nombreuses ressources numériques existant déjà, il nous semble important de travailler sur les processus de re-conception de ressources pour qu'elles soient exploitables dans d'autres contextes et par d'autres systèmes. Nous pensons en particulier que l'exploitation des méthodologies de l'architecture de l'information est un bon moyen pour organiser la redocumentation des ressources existantes et ainsi en accroître l'utilisabilité dans les hypermédias adaptatifs actuels. Il nous semble de plus que les méthodes participatives sont un bon moyen de favoriser les retours d'expérience pour aider à la redocumentation et à la construction des pratiques d'exploitation des ressources. L'enjeu, en terme de recherche, consiste à définir les bons types de médiation, organisationnelle et technologique, pour que ces fonctionnalités soient acceptées.

Nous proposons d'étudier plus précisément comment organiser les processus de re-conception documentaire participative. Les travaux en cours, réalisés dans le cadre de la thèse de Carine Touré qui sera présentée au chapitre 5 et du projet ARC 6 « *Web de savoir et de mémoire* » illustrent comment intégrer les principes et méthodes de conception de l'IHM et de l'architecture de l'information pour faire de la re-conception documentaire participative. Dans ces deux projets, nous visons à concevoir des systèmes d'information pérennes c'est-à-dire des systèmes d'information qui intègrent des fonctions basées sur l'utilisation pour faciliter des usages pérennes d'accès à l'information et de production de nouvelles ressources informationnelles. Les méthodes de conception sur lesquelles nous travaillons sont structurées en deux temps :

- la conception générale des interactions d'accès et de production d'information (interface, gouvernance, structuration documentaire) comportant des interactions de stimulation d'utilisation (incitation, guidage),
- la conception participative des utilisateurs pour la production des ressources complémentaires.

L'analyse des objectifs et des besoins des utilisateurs ainsi que l'analyse continue des usages est fondamentale pour affiner le paramétrage du système en fonction des

premières utilisations. Ces travaux posent des questions relatives à la conception des interactions initiales et à l'analyse de leurs utilisations en continu. Les méthodes d'analyse présentées ici sont unitaires et nécessitent la présence d'un observateur humain tout le temps de l'observation. Elles sont adaptées à l'analyse des interactions de conception initiales mais sont inadaptées pour observer la conception sur le long terme. Il manque des méthodes d'analyse de ce type.

Chapitre 4. Analyse des usages des Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain

Ce chapitre présente nos travaux autour des analyses de l'utilisation et des usages des EIAH. Il est organisé comme suit. Après une description du contexte de ces travaux et des méthodes d'analyse mises en œuvre, la section 4.3 décrit les études relatives à l'analyse des effets des EIAH et la section 4.4 concerne les études relatives à l'analyse des pratiques des EIAH. Enfin la section 4.5 propose un bilan de ces travaux.

4.1. Constat

La compréhension des formes d'appropriation technologique est un enjeu majeur dans le domaine de l'informatique et dans le domaine des SHS car elle garantit que les technologies sont adaptées pour réaliser des activités, et explique la genèse des usages et des innovations qui peuvent conduire à des changements sociétaux majeurs.

Les chercheurs en STIC, en particulier les informaticiens ou les chercheurs en science de l'information, utilisent les méthodes d'analyse des usages pour évaluer comment les outils conçus sont effectivement utiles et utilisables, puis acceptables à court et à long terme. Pour les SHS l'usage est une étape déterminante dans la compréhension des étapes de construction et diffusion des innovations technologiques et des construits culturels au niveau micro et macro-social. (Jauréguiberry & Proulx 2011) ont identifié 5 objectifs pour lesquels des analyses d'usage sont réalisées :

- l'analyse de l'interaction dialogique entre l'utilisateur et le dispositif technique.
- l'analyse de la coordination entre l'utilisateur et le concepteur du dispositif.
- l'analyse de la situation de l'usage dans un contexte de pratiques.
- l'inscription des dimensions politiques et morales dans la conception de l'objet technique et dans la configuration de l'utilisateur.
- l'ancrage social et historique des usages dans un ensemble de macrostructures.

La phase d'analyse des usages intervient à différents moments du cycle de vie d'une technologie :

- Avant la conception, l'analyse des usages correspond à une analyse des besoins.
- Au cours de la conception, l'analyse des usages est une analyse de l'utilisation. Elle correspond à une validation des principes de la conception en terme d'utilité et d'utilisabilité. Dans certains cas, des études d'acceptabilité sont aussi réalisées. Les études d'utilisation sont utilisées pour analyser les médiatisations.
- En phase d'exploitation, la technologie pouvant être mise en œuvre dans différentes situations socio-techniques, l'analyse des usages va permettre d'une part de décrire des situations imaginées et d'autre part de décrire comment les utilisateurs y réagissent. Ainsi, les études d'usages sont utilisées pour analyser les médiations socio-techniques et les formes d'appropriation des utilisateurs.

Pour chacun de ces cinq niveaux où existent ces trois moments, les études d'usage sont souvent conçues de manière *ad hoc*, en fonction de la situation à observer ou des objectifs de l'étude. Elles sont ainsi très hétérogènes, à la fois en terme d'objectifs mais aussi de méthodes. Les études réalisées sur les premiers niveaux vont plutôt analyser l'utilité et l'utilisabilité d'une technologie alors qu'aux niveaux plus élevés, elles s'attacheront à mesurer l'acceptation, l'adoption et l'appropriation d'une technologie au niveau individuel, micro-social ou macro-social. Les méthodes et les résultats sont donc difficilement réutilisables et comparables. Il est de ce fait difficile d'avoir des analyses longitudinales des utilisations puis des usages sur tout le cycle de vie d'une technologie, alors que ce serait utile pour les études en sociologie des usages et de l'innovation. Il est aussi difficile de comparer les résultats empiriques des études d'usage d'une technologie selon différentes

situations ou à l'inverse des différentes formes de médiations imaginées pour une même situation.

Enfin, les études s'organisent généralement autour d'une méthodologie alors que les méthodes mixtes combinent les multiples points de vues ou des observations de différentes formes, par exemple qualitatives et quantitatives, et donnent des résultats plus précis et plus faciles à interpréter. Nous avons travaillé à la mise en place de tels protocoles, combinant les analyses quantitatives et qualitatives relatives aux usages. Nous les avons basés sur les modèles de l'appropriation pour faciliter les potentielles comparaisons. Les modèles que nous considérons comme structurants pour analyser l'appropriation sont décrits dans le chapitre 2.

4.2. Démarche

Cet axe de travail est construit sur la base de différents projets d'analyse des usages au cours desquels sont mis en œuvre des méthodes d'analyse variées. Elles sont adaptées aux objectifs de l'analyse et à l'outil ou à la situation observée.

Les études menées ont pour buts:

- de décrire les pratiques d'un outil TIC (Etude de Bibliométrie, projet SACI, projet Savante, projet TVC, projet Pco-vision),
- de tester expérimentalement l'utilité, l'utilisabilité et l'acceptabilité d'un outil TIC (projet SEGAREM-Learnit, projet SEGAREM-Mirlegadee, projet ALEX, projet ONE, projet MNESIS),
- de proposer de nouvelles méthodes ou technologies de mise en œuvre de l'analyse des usages et de nouveaux modes d'exploitation de l'appropriation (projet Profil-Doc, projet KIZZ-TV, projet DDART, projet MNESIS, projet ALEX).

Les contextes d'application et les objectifs de ces différents projets ont guidé le choix des méthodes d'analyse mise en œuvre. Au cours de notre thèse (projet Profil-doc), nous avons plutôt fait des analyses de besoin des utilisateurs et de performance des systèmes conçus sans observer ou questionner des utilisateurs directement. Nous avons par exemple analysé leurs productions documentaires pour connaître leurs pratiques d'écriture et testé le comportement du système de recherche d'information observé à partir d'une simulation d'un échantillon de besoins informationnels. En effet, notre objectif étant de valider un principe de recherche d'information personnalisé, et comme aucun outil réel n'était conçu, nous avons travaillé sur un prototype. Puis, nous avons travaillé en bibliométrie sur des modèles d'usages de l'IST formalisés selon des équations probabilistes.

A partir de notre recrutement au GRESIC en SIC puis à ICTT et au LIRIS en informatique, nous avons principalement travaillé selon des approches empiriques c'est-à-dire faisant intervenir des utilisateurs réels interagissant avec des systèmes réels (méthodes d'observation) ou des systèmes représentés (méthodes de recueil de l'avis des utilisateurs). Nous avons mis en place des protocoles d'observation des comportements, des attitudes, de la perception des technologies et des effets liés aux usages.

Notre approche s'est effectuée selon différents cadres théoriques :

- Pour comprendre quels éléments d'un système pouvaient garantir une bonne adoption pratique et sociale de la part des utilisateurs, nous avons plutôt employé des méthodes du domaine de l'analyse IHM. Si on se réfère à la classification de (Huart et al. 2008), nous avons utilisé des tests utilisateurs réalisés en situation écologique avec des scénarios d'utilisation prédéfinis, des entretiens, des questionnaires et du monitoring où l'activité était

observée au travers des Logs serveur. Si on considère maintenant la typologie proposée par Baccino *et al.* (Baccino et al. 2005), nous avons travaillé selon des analyses de besoins ou de tâches, des analyses de type observations en contexte et des expérimentations.

- Pour comprendre comment les technologies sont adoptées ou acceptées sur le plan pratique et social, nous avons privilégié au début plutôt des méthodes d'analyse quantitative réalisées à partir des log d'utilisation, de questionnaire ou d'analyse thématique de discours. Les collaborations menées avec des chercheurs en psychologie nous ont permis de travailler selon des méthodes d'ethnométhodologie sur la base d'observation de l'activité, des méthodes de description de l'activité réalisée et des méthodes d'analyse des construits sociotechniques en particulier les productions documentaires ou les situations de formation instrumentées réalisées. En effet, en sociologie des usages, étudier l'usage consiste principalement à étudier ce que l'humain réalise effectivement avec la technologie et quel sens il lui porte. Nous avons principalement mis en œuvre des protocoles expérimentaux basés sur des recueils quantitatifs (questionnaire, analyse de logs) mais aussi qualitatifs (entretien, observation directe).

Ce travail utilisant différents cadres théoriques STIC et SHS nous a permis de réaliser l'intérêt de coupler les méthodes pour affiner l'interprétation des résultats. Ces nouvelles méthodes d'analyse que Venkatesh (Venkatesh et al. 2013) appelle mixtes sont utilisées pour avoir des points de vue complémentaires sur les mêmes phénomènes ou relations, pour s'assurer qu'une image complète d'un phénomène est obtenue, pour affiner l'interprétation d'une analyse (méthodes mixtes séquentielles) ou définir les analyses futures à faire, évaluer la crédibilité des inférences obtenues à partir d'une approche, compenser les faiblesses d'une approche à l'aide de l'autre. Ainsi, elles sont particulièrement adaptées pour construire de nouvelles interprétations (que Venkatesh appelle méta-inférences) ou en évaluer la qualité. Néanmoins, la mise en place de protocoles d'analyse mixte est assez rare et il n'existe par ailleurs pas de guide de recommandations ou d'outil pour les conduire efficacement.

Les caractéristiques de la mixité que nous considérons comme les plus fructueuses pour l'analyse des médiations et médiatisations technologiques sont le développement, la complémentarité, la triangulation et l'expansion. Le développement est l'utilisation des principes d'une méthode pour en améliorer une autre, la complémentarité est l'utilisation d'une méthode pour illustrer ou clarifier les résultats d'une autre, la triangulation correspond à l'utilisation de différentes sources d'information pour tester la convergence et la cohérence des résultats d'une étude et l'expansion est l'utilisation de différentes méthodes sur différentes parties d'une étude pour étendre les caractéristiques d'analyse d'une recherche. L'importance de faire du *développement* sur les méthodes est liée au fait que les technologies et les usages évoluent, il est donc nécessaire de construire des modes de collecte, des modes de traitement et des critères d'analyse cohérents avec ces évolutions. La *complémentarité* est un mode de mixité assez classique en sciences humaines. Elle est généralement construite sur la base d'analyses quantitatives, affinées par des verbatim extraits d'entretiens. Pour comprendre quels éléments motivent ou pas les usages, il est par exemple intéressant de compléter l'analyse de questionnaire d'utilité, d'utilisabilité et d'acceptation par des entretiens ou de compléter l'analyse des traces de l'activité par des explicitations ou remémorations autour de certains événements clés. La *triangulation* est souvent mise en œuvre par des analyses expérimentales. Ces analyses sont particulièrement utiles dans notre contexte d'étude pour distinguer la performance et l'effet d'une fonctionnalité, d'un outil ou d'une mise en situation particulière et ainsi associer les changements observés à des caractéristiques précises de la médiation ou de la médiatisation. La triangulation est aussi intéressante à exploiter lors d'analyses longitudinales pour observer l'évolution de certains phénomènes comme l'adoption d'un

outil ou service. La triangulation est enfin intéressante à utiliser pour analyser le degré de réalisme des représentations des utilisateurs en comparant les déclarations sur l'utilité et l'utilisabilité perçues avec la réalité des utilisations (à partir des traces par exemple) ou la performance des utilisateurs. Plus globalement, en considérant les différents facteurs de l'acceptation a priori et a posteriori de l'utilisation, la triangulation permet d'affiner les compréhensions des critères intervenant dans les dynamiques d'acceptation et d'appropriation. *L'expansion* nous semble intéressante à mettre en œuvre pour comprendre les dynamiques d'acceptation dans leur ensemble. Elle peut être réalisée en considérant, comme nous venons de le dire pour la triangulation, les différentes caractéristiques pratiques et sociales d'un usage présentées dans les modèles. Pour avoir une expansion, il n'est pas nécessaire de construire un recueil de données formellement liées. Organiser une structuration de la collecte de telle manière que les différentes caractéristiques soient observées de manière précise est suffisant pour avoir cette vision globale et permet de produire des méthodes qui rendent les analyses d'usage plus rapides à organiser. En effet, les méthodes d'industrialisation basées sur la qualité recommandent de recourir fréquemment à des boucles d'analyse et d'évaluation des systèmes (que ce soit des outils, des services ou des situations d'activité) conçues de manière à les améliorer en continu. Le processus de conception des EIAH est complexe et souvent itératif. La mise en place de ces boucles d'analyse est donc un bon moyen pour en améliorer la qualité. Le second intérêt de proposer des méthodes mixtes basées sur l'expansion est de favoriser la compréhension des liens entre les aspects individuels, micro-sociaux et macro-sociaux. Une mise en œuvre possible consiste à coupler des analyses spécifiques à chaque acteur, des analyses des situations d'interaction privilégiées entre les acteurs et des analyses globales des usages.

Les projets sur lesquels nous avons travaillé nous ont permis de faire différentes propositions de protocoles d'analyse simples ou mixtes. La première stratégie que nous avons utilisée a été d'identifier la méthode la plus adaptée à chaque cas d'application. Lorsqu'aucune n'était adaptée nous avons dans un premier temps essayé de faire du développement (de l'adaptation) ou de la complémentarité sur des méthodes existantes. Lorsque c'était pertinent nous avons cherché à faire de la triangulation et de l'expansion.

Nous avons par exemple cherché à coupler les méthodes qualitatives et quantitatives, ou les méthodes d'observation et les méthodes d'analyse des représentations. Nous avons en particulier combiné l'observation de l'activité réalisée à partir des logs résultant des interactions humain-machine avec des données d'observation en contexte (documents produits au cours de l'activité, questionnaires en ligne, enquêtes de terrain). Les méthodes d'exploitation des données recueillies que nous avons l'habitude d'utiliser relèvent des statistiques et de l'analyse de données (ACP, AFC, ANOVA, ...).

Nous nous sommes attachés à travailler avec des outils et méthodes d'observation des usages qui puissent être relativement économiques à mettre en œuvre à grande échelle tout en restant précis en terme d'interprétation et de représentativité des comportements observés. Nous avons donc plutôt utilisé des méthodes quantitatives qui peuvent s'automatiser et donc rendre possibles des observations plus régulières à grande échelle. Cependant ces observations manquent de précision dans la représentativité et l'interprétation des observations. Ainsi, lorsque c'était le cas, ou lorsque c'était possible, nous avons utilisé des méthodes qualitatives plus coûteuses à mettre en œuvre mais utiles pour affiner une interprétation ou la compréhension d'un contexte d'usage.

Dans ce chapitre nous présentons différentes études illustrant les protocoles d'analyse mis en œuvre ainsi que les résultats. Ces études sont centrées sur les trois premiers niveaux décrits par Proulx.

4.3. Analyse expérimentale des effets liés à la médiatisation : identification des critères descriptifs de l'acceptation technologique liés aux bénéfices pour l'utilisateur

Nous avons pu voir, dans les modèles de l'appropriation technologique, que les bénéfices acquis au cours de l'utilisation sont un des critères majeurs dans la poursuite de l'usage et la construction de l'appropriation technologique, c'est la raison pour laquelle nous avons cherché à décrire et mesurer expérimentalement ces bénéfices. Différents types de bénéfices sont étudiés : ceux en terme d'apprentissage et d'évolution de comportement et ceux en en terme d'utilité et d'expérience utilisateur. L'étude de MIRLEGADEE présentée au chapitre précédent décrit comment nous avons mesuré l'utilité de l'outil et l'expérience utilisateur pour assister l'activité productive. Dans ce chapitre, nous avons choisi de présenter deux études ; MNESIS et *Learnit* (analyse réalisée dans le cadre du projet SEGAREM), centrées sur la compréhension de l'activité constructive c'est-à-dire l'activité d'apprentissage et de changement de comportement.

L'étude réalisée dans le cadre du projet MNESIS a été la première sur laquelle nous avons utilisé des méthodes d'analyse mixtes (Venkatesh et al. 2013) ainsi que des modèles de l'appropriation pour structurer l'analyse de l'appropriation afin de distinguer les causes techniques, personnelles et organisationnelles et comprendre la dynamique d'utilisation en construction. L'intérêt de l'étude réalisée sur le projet *Learnit* vient de l'analyse, par une méthode quasi-expérimentale, de l'effet d'une combinaison de différents outils de médiatisation de l'information sur l'apprentissage et la motivation. Sur le plan méthodologique, ces études montrent une illustration de la mise en œuvre de méthodes de triangulation.

4.3.1 Résumé de notre approche

Nous mesurons les relations de causalité entre les caractéristiques technologiques et humaines des médiations et l'apprentissage ou l'évolution de comportement de l'utilisateur. Nous travaillons selon des méthodes quasi-expérimentales. Une méthode quasi-expérimentale comporte, comme les méthodes expérimentales, une variable indépendante et une variable dépendante. La première sert généralement à structurer les groupes d'utilisateurs en un groupe de contrôle et un ou des groupes soumis au principe à tester. La variable dépendante est mesurée au cours du temps, généralement avant et après le test, et permet d'évaluer l'effet du principe en fonction de la significativité des différences avant et après les tests et entre les groupes. A la différence des mesures expérimentales, les méthodes quasi-expérimentales ne sont pas caractérisées par la contrainte d'avoir des tirages au sort aléatoires des sujets pour constituer les groupes. Au contraire, des caractéristiques particulières ou la simple disponibilité des sujets au moment de l'étude peuvent être un critère de classification. Les méthodes quasi-expérimentales sont en effet souvent utilisées en sciences humaines et sociales lorsque l'on souhaite faire un pré-post test mais lorsqu'il est impossible ou non raisonnable de contraindre les participants de manière aléatoire.

4.3.2 Analyse de la valeur attribuée à la technologie : MNESIS, une appropriation symbolique

4.3.2.1. Contexte et problématique de l'étude

Le projet MNESIS (2006-2010) financé par le Ministère de la Recherche dans le cadre de son appel « *Usages de l'Internet* », propose d'étudier, sur la population des personnes du 4^{ème} âge, les répercussions cognitives et psychosociales liées à l'utilisation d'un espace personnel

de travail ainsi que les effets induits par cette utilisation sur les relations que ces personnes tissent avec leur environnement social et familial. L'outil étudié, Activital™, a été développé par la société Scientific Brain Training¹³ pour ce public spécifique de seniors. Activital propose trois activités complémentaires (voir Figure 11 a, b, c) : un ensemble de jeux cognitifs, un outil de rédaction de journal de résidence pour développer la créativité et un outil de messagerie électronique simplifié pour favoriser les liens sociaux et la communication.



(a) jeux cognitifs à difficulté variable

(b) outil de rédaction de journaux

(c) outil de messagerie électronique

Figure 11. Interfaces d'Activital

L'objectif de l'étude a consisté à définir si l'utilisation de cette technologie a des répercussions sur l'estime de soi des personnes âgées, la reconnaissance des autres et l'engagement dans de nouvelles pratiques sociales. L'étude a été réalisée dans différentes maisons de retraite du même groupe industriel sur 45 personnes âgées, leurs soignants et leurs familles.

Selon une démarche quasi-expérimentale, une partie de l'échantillon a réalisé ses séances d'entraînement avec Activital et l'autre partie de l'échantillon a fait le même type d'activités, également dans le cadre de séances d'entraînement, mais avec des outils non numériques (fiches cartonnées de jeu, écriture avec papier-crayon, discussion en groupe). Durant cette phase de 6 mois, nous avons observé la nature et la fréquence des interactions avec les outils numériques ou non numériques. Avant et après l'utilisation de l'environnement numérique, nous avons procédé à un *bilan psycho-social des utilisateurs* (étude du lien social, des pratiques sociales, définition de l'estime de soi, identification des représentations vis-à-vis des technologies). L'analyse comparative des mesures pré-post test a permis de voir la progression des personnes âgées sur les différentes dimensions psycho-sociales. L'analyse comparative des groupes a permis de mesurer l'impact lié à l'utilisation d'Activital.

4.3.2.2. Démarche de collecte et d'analyse des données

Les techniques d'observation mises en place ont été : entretien semi-structuré (M1), questionnaire (M2), observation structurée (M3, M4), analyse de traces (M5). Comme on peut le voir sur la figure suivante (Figure 12), elles ont été réalisées avant, pendant et après l'expérimentation.

¹³ <http://www.sbt.fr/>

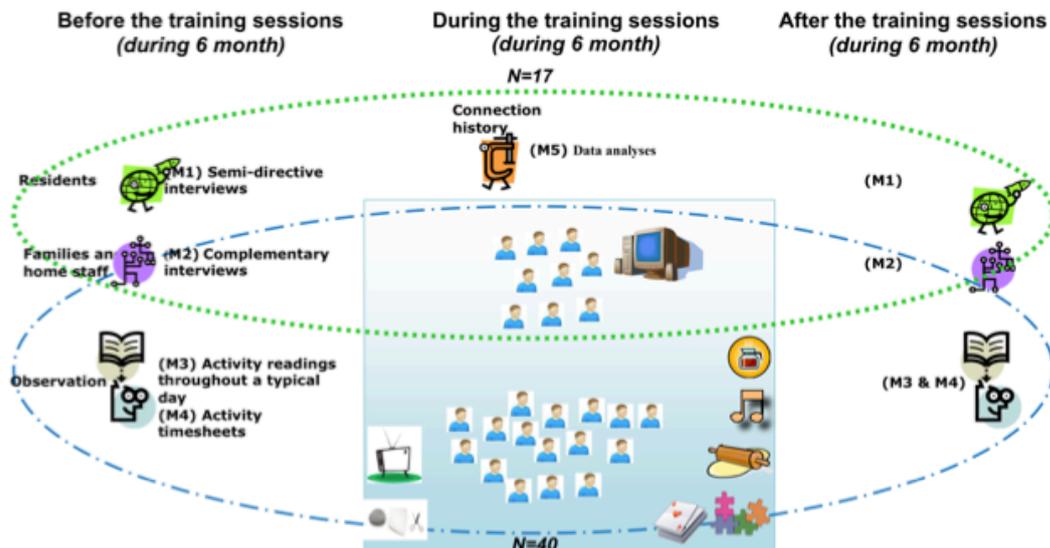


Figure 12 : Protocole d'évaluation Mnesis

L'intrication de plusieurs méthodes poursuivait un double objectif. Certaines méthodes permettaient de saisir la réalité des pratiques sociales (méthodes d'observation directes fondées sur les faits), d'autres permettaient de comprendre et d'expliquer ces pratiques (méthodes d'entretien et de questionnaire fondées sur les représentations). La triangulation des méthodes a été faite pour objectiver autant que possible l'utilisation de l'environnement numérique. Nous avons comparé les formes d'utilisations et les impressions déclarées par les résidents lors des entretiens avec d'une part les observations directes faites via les traces et les feuilles de présence et d'attitude aux activités, et d'autre part les formes d'utilisation observés par les parents et le personnel soignant. Nous avons aussi comparé le sentiment d'apprentissage des résidents avec les scores réalisés aux jeux. Ces multiples collectes ont permis de contrôler si les impressions des uns et des autres étaient représentatives de la réalité des activités et de mieux interpréter l'effet de la technologie sur les résidents. Ce croisement nous a en particulier permis d'identifier que l'application Activital jouait un rôle symbolique sur l'appropriation et les effets observés comme nous l'expliquons maintenant.

Pour analyser les effets du dispositif constitué de l'outil Activital et des séances de formation sur les résidents, en particulier l'incidence sur la reconstruction psychosociale, nous avons comparé les analyses de l'activité avant et après l'utilisation, et en fonction de l'intensité de l'usage. Nous avons utilisé une extension du TAM (*Technology acceptance model*) de Davis (Davis 1989) pour structurer les critères descriptifs des situations d'usage et de la possible acceptation. Cette extension (Hamner & Qazi 2009) considère en effet que les éléments du contexte comme la culture organisationnelle ou l'utilité personnelle perçue sont des facteurs complémentaires à l'utilité perçue et la facilité d'utilisation perçue, dans l'attitude et le comportement de l'utilisateur (Figure 13).

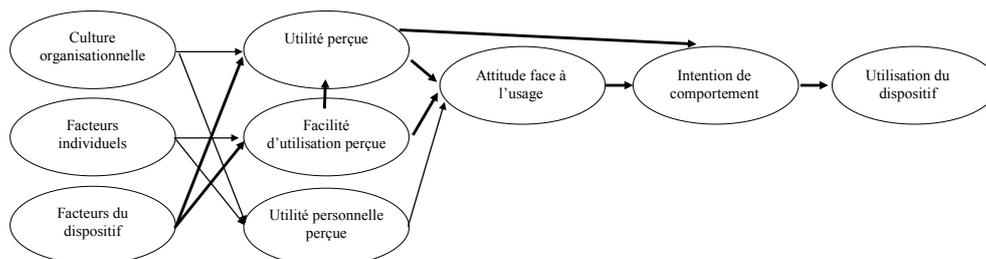


Figure 13 : Le modèle du TAM étendu (Hamner & Qazi 2009)

Les facteurs individuels, les facteurs du dispositif et la culture organisationnelle ont été renseignés respectivement à partir des informations sur l'échantillon observé (profil du résident), des fonctions du dispositif et de la manière dont la technologie a été introduite dans la résidence (invitation aux séances, discussion avec les familles, formation des soignants et animateurs). Les facteurs de perception, d'attitude et de comportement ont été renseignés à partir des entretiens avec les résidents, les soignants et les familles.

4.3.2.3. Résultats

L'analyse de l'incidence de ce dispositif construit autour d'Activital sur la reconstruction psychosociale [CN15][CN16][CN17][CN15][CI4][RN4][RI5] permet de mettre en évidence quatre changements chez la personne du 4^{ème} âge suite à l'expérimentation : a) une revalorisation et un gain d'estime de soi, b) une stimulation cognitive (sur les processus de raisonnement, mémoire), c) une stimulation sociale, d) de nouvelles pratiques sociales de collaboration. La revalorisation fait suite à la bonne implication du résident dans le projet ou une réussite dans la manipulation de l'environnement numérique qui modifie la perception qu'une personne du 4^{ème} âge a d'elle-même. La stimulation cognitive est une conséquence de l'utilisation des jeux ou des recherches d'information et de la concentration nécessaires en amont de l'écriture d'un mail ou d'un article de journal. La stimulation sociale est partiellement réalisée par l'outil (3 mails sont en moyenne envoyés ou reçus par séance par les personnes âgées), elle est plutôt réalisée par le dispositif général qui stimule la relation avec la famille et donne un nouveau statut au sénior. Les conversations en présentiel se voient enrichies, diversifiées, autour de thèmes liés à l'informatique (les enfants demandent des nouvelles, où ils en sont, s'ils pourront bientôt avoir des mails...). Concernant le dernier point sur l'idée de collaboration, l'utilisation de l'informatique a fait naître une sorte de collectif, de groupe qui se forme, où les personnes se parlent, se découvrent, s'aident et s'entraident et où une certaine complicité s'installe.

L'analyse du processus d'appropriation montre qu'il existe une dynamique mais qu'elle est très lente. En effet, plusieurs facteurs freinent l'appropriation : les facteurs individuels (pas de connaissance préalable, un grand âge, de la crainte), une absence de perception d'utilité d'Activital (sauf concernant les jeux) et pas d'intention d'usage projetée. L'analyse de l'utilisation qui a été faite à partir des traces dans le cadre du Master 2 recherche de Ilham Esslimani [M2REsslimani], montre que les résidents ont du mal à fidéliser leurs accès au jeu (beaucoup d'abandons) et qu'il y a peu d'interactions effectives avec Activital. Par exemple, la vitesse de frappe moyenne est de 1 caractère par seconde soit approximativement 10 mots par minute. Sur des séances d'une heure les résidents arrivent ainsi parfois à n'envoyer qu'un mail, ou à n'écrire qu'un petit paragraphe de texte.

Néanmoins, une acculturation lente se produit. Si les résidents ont peu confiance en eux au début de l'expérimentation, certains changent progressivement : ils se mettent à choisir des niveaux de jeu difficiles et leurs scores augmentent, ils envoient des mails et rédigent des textes. Ces observations sont principalement liées à la qualité de conception de l'environnement numérique (ergonomique et adapté à cette population) et à la culture organisationnelle qui sur-stimule la facilité d'utilisation perçue ce qui rend l'attitude face à l'utilisation particulièrement positive. Cette acculturation, cette attitude ou simplement la présence d'un outil adapté et bien présenté dans l'univers de la personne âgée procure un gain élevé en qualité de vie, en particulier sur le plan psychologique.

Cette étude a montré le rôle de cette technologie sur l'amélioration de la qualité de vie des personnes âgées. Sur un plan personnel, la personne âgée construit, par l'utilisation de ces technologies une plus grande estime d'elle-même du fait de la maîtrise de ces nouvelles technologies mais aussi du fait d'une plus grande reconnaissance dans son environnement social. L'affichage de certaines compétences (comme le fait d'être autonome et de prendre

des initiatives) leur permet de regagner de la confiance en soi. Sur un plan plus global, les personnes âgées montrent plus d'engagement et plus de dévouement au sein du groupe quand ils utilisent l'outil et participent aux séances. Elles s'aident mutuellement, se soutiennent et développent des pratiques sociales plus diversifiées qu'avant. Néanmoins, l'analyse de l'utilisation a montré que l'environnement numérique était très peu utilisé concrètement. Ainsi, il semble que les effets ne sont pas directement liés à la manipulation de l'application mais plutôt à des facteurs contextuels comme le challenge suscité par la réussite de la manipulation, l'attitude positive d'entraide et de cohésion du groupe pour y arriver et la reconnaissance des familles et de l'environnement médical. Ainsi, cette étude a montré que les outils TIC, comme la plateforme Activital, pouvaient être considérés comme des « objets frontières » utilisés comme des supports symboliques pour construire des liens entre les personnes. L'outil ne permet pas directement la communication par exemple, mais crée un cadre qui favorise les échanges. C'est la raison pour laquelle nous avons conclu que l'environnement numérique agissait comme un artéfact symbolique.

4.3.3 Analyse de la qualité pédagogique d'une technologie : l'utilité et l'efficacité d'un Serious Game en réalité mixte sur l'apprentissage

4.3.3.1. Contexte et problématique de l'étude

Le travail d'expérimentation réalisé dans le cadre du projet SEGAREM a été centré sur l'analyse des impacts des *Learning Game* en réalité mixte (MRLG) sur l'apprentissage [RN6]. L'hypothèse de conception que nous avons cherché à valider était que le degré de réalisme et l'immersion rendue possible par la réalité mixte (RM) permettait une meilleure compréhension des concepts de la formation. L'objectif de l'expérimentation menée avec l'environnement numérique Learnit (développé dans le cadre du projet SEGAREM) était de vérifier si, à scénario pédagogique équivalent, l'apprentissage était meilleur si la simulation des outils et objets manipulés était réalisée en RM plutôt qu'avec des représentations plus symboliques (dans notre cas, des pièces de LEGO sont combinées pour fabriquer les produits de l'usine, qui sont des voitures, mais ils ne sont pas très ressemblants). Cette hypothèse est justifiée par le fait que manipuler des objets plus réalistes limite la charge cognitive de l'apprenant. Ce n'est pas forcément une situation identique à la réalité qui est visée (ce qui serait le cas pour l'apprentissage de gestes techniques par exemple) mais le fait que les objets manipulés aient une représentation réaliste à la fois par rapport à une situation métier mais aussi au contexte de jeu qui a été imaginé pour la formation. Par ailleurs, la réalité mixte est supposée accentuer le sentiment de plaisir, le dynamisme et l'immersion de l'apprenant et ainsi créer des conditions favorables à son apprentissage (Prince, 2004) en jouant sur sa motivation.

Nous avons cherché à distinguer si les effets étaient différents lorsqu'il s'agissait de concepts pratiques ou théoriques. En effet, si l'environnement et les actions sont plus réalistes, on peut s'attendre, d'une part, à ce que les participants aient une meilleure prise de recul sur leurs activités ainsi qu'une meilleure compréhension des enjeux et des méthodes de la situation qui est représentée (concepts théoriques) en faisant le lien avec les éléments du réel sur lesquels portent les concepts. Réciproquement, un MRLG peut faciliter une meilleure représentation des concepts pratiques, comme la maîtrise de gestes et d'attitudes, la réalisation de procédures ou de processus simples (savoir-faire), en étant plus à même de rendre compte de contraintes liées à ces gestes techniques par exemple. En plaçant les apprenants dans des environnements très interactifs, l'apprentissage par l'action peut être amélioré si l'on considère que les personnes raisonnent avec les objets de leur environnement (action située). Les MRLG devraient pouvoir favoriser ce type d'apprentissage situé et contextuel, en immergeant les apprenants dans un monde parallèle

qui favorise l'expérience d'une autre réalité tout en portant une certaine forme d'authenticité.

4.3.3.2. Démarche et méthode d'expérimentation de Learnit

Pour vérifier les effets de la réalité mixte sur l'apprentissage nous avons réalisé une expérimentation comparative de deux contextes.

Le premier contexte correspond à l'utilisation d'un jeu d'apprentissage, *Buckingham Lean Game*, utilisant des briques de LEGO et des tables classiques pour simuler les postes de travail. Ce jeu est notamment utilisé depuis plusieurs années à l'INSA au département GI pour former les étudiants à la démarche Lean¹⁴. Le second contexte correspond à l'utilisation d'un jeu, Learnit, spécifiquement conçu dans le cadre du projet SEGAREM par l'ensemble des participants au projet. Learnit est une adaptation du *Buckingham Lean Game*. Il utilise les mêmes règles du jeu et couvre les mêmes objectifs pédagogiques mais en utilisant des techniques de RM. Deux types de transformations ont ainsi été opérées pour adapter le jeu : une informatisation du jeu et une augmentation de certains types d'interaction.

Les interfaces utilisateur ont été conçues de façon à intégrer les environnements numériques et physiques sur une grande variété de supports et d'interactions : des tables interactives, des outils tangibles augmentés (comme le pistolet à colle augmenté d'une led infrarouge ou le potentiomètre et l'élément de pointage physique), une tablette Android, un iPod Touch, une application contrôle (sur PC).

Quatre illustrations des dispositifs techniques sont présentées dans les *Figure 14*, *Figure 15*, *Figure 16*, *Figure 17*.



Figure 14 : Interface tangible pistolet à colle sur table tactile



Figure 15 : Interface tangible potentiomètre et pointeur sur table tactile

¹⁴ Méthode de gestion de la production qui vise la suppression des gaspillages et l'amélioration continue.



Figure 16 : Table surface et tablette tactile

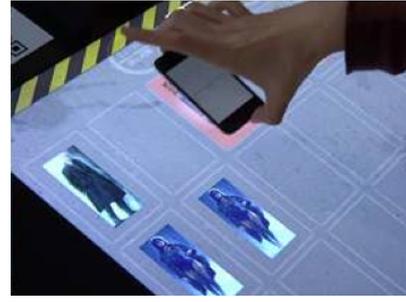


Figure 17 : Table surface et Smartphone

L'architecture complète du jeu est quant à elle consultable dans l'annexe technique du projet SEGAREM.

La méthode choisie pour le recueil des données d'expérimentation était le questionnaire. Un premier questionnaire a permis de mesurer l'expérience utilisateur, l'utilisabilité du jeu en réalité mixte et la perception des participants concernant leur apprentissage. Un second questionnaire, appelé questionnaire pré ou post-test, a été utilisé avant la session de jeu puis juste après pour pouvoir mesurer l'évolution des connaissances des sujets sur les concepts du Lean. Pour comparer les données des deux groupes, nous avons procédé à des tests de Student de la significativité des écarts observés. Une collecte de trace avait été prévue pour observer la manipulation des interfaces tangibles mais un dysfonctionnement au niveau du serveur n'a pas permis de faire un enregistrement exploitable. La description complète du protocole expérimental est consultable dans [RN6].

4.3.3.3. Résultats

Les résultats généraux à propos de l'utilisabilité et de l'expérience utilisateur sont très positifs. Sur le plan des apprentissages, les premiers résultats sont encourageants. En effet, notre étude montre que l'apprentissage est meilleur si les outils et objets manipulés lors de la formation sont réalisés en RM plutôt que de façon plus symbolique comme c'est le cas avec les LEGO. La justification de ce résultat est liée selon nous au fait que le degré de réalisme et l'immersion rendus possible par la RM permettent aux participants de faire plus simplement le lien entre les éléments avec lesquels ils interagissent dans le jeu et la réalité de l'activité qui est simulée. En effet, le paradigme de l'apprentissage par l'action suppose qu'en plaçant l'apprenant dans une situation où les gestes et l'interaction sont plus réalistes, l'action située sera mieux définie et l'expérience vécue plus propice aux apprentissages.

Notre étude montre que les concepts théoriques du domaine (les grandes méthodes du Lean) sont mieux compris s'il y a utilisation de la RM dans le Serious Game, en revanche aucune amélioration significative n'a été observée sur les concepts pratiques (l'identification des sources de gaspillage dans l'exercice). Ce résultat est lié aux objectifs pédagogiques de la formation et au scénario du jeu initial qui a été imaginé en conséquence. Celui-ci vise principalement à faire acquérir cette prise de recul et cette compréhension globale, les concepts pratiques ne sont donc que des éléments supports, discutés lors des débriefings et donc réalisés de la même manière dans nos deux situations. Pour améliorer l'apprentissage sur les concepts pratiques, nous avons conseillé de développer des interactions utilisant de la RM lors des phases d'amélioration comme permettre aux élèves de manipuler des artefacts représentatifs des méthodes d'observation et de contrôle du Lean, visualiser sur le poste de contrôle, par le biais d'une simulation à horizon d'une journée ou d'une semaine, les impacts de leurs propositions sur la production. On peut imaginer aussi que ces choix soient testés et discutés en groupe en utilisant une table multi-touch et des interfaces

tangibles et qu'une discussion globale soit ensuite faite sur la base de la solution proposée collaborativement.

Ces résultats vont dans le même sens que ceux de Cuendet *et al.* (Cuendet et al. 2012) ; l'utilisation d'interfaces tangibles tend à modifier les comportements des apprenants, les encourage à manipuler plus mais aussi parfois à réfléchir moins, ce qui peut dans ce cas avoir un impact négatif sur les apprentissages. La réalité mixte en formation ne doit pas être juste considérée pour l'assistance qu'elle fournit pour la réalisation de tâches manuelles. Elle doit être aussi vue comme un moyen d'encourager une réflexion plus profonde chez les élèves. Dans cette perspective, le rôle des enseignants reste fondamental pour les aider à exploiter ces nouvelles expériences vécues, prendre du recul sur leurs activités, faire le lien avec les concepts présentés et ainsi mieux apprendre.

4.4. Analyse des pratiques des TICE - L'analyse globale des usages multi-acteurs d'une plateforme

L'intérêt des plateformes de formation multi-acteurs est de pouvoir partager des ressources, collaborer ou permettre à certains acteurs de prescrire l'activité des autres. Chaque acteur dispose néanmoins d'interfaces et de services spécifiques adaptés à ses besoins. L'analyse globale des usages de chaque catégorie d'acteurs et de leurs interrelations est donc nécessaire pour comprendre les dynamiques d'appropriation et d'évolution de ces dispositifs technico-sociaux. Dans ce chapitre nous présentons différentes études d'usage qui visent à mesurer ou comprendre les pratiques ou les besoins des différents acteurs et les dynamiques d'appropriation. Elles sont issues de 4 projets : SACI, SAVANTE-TVC, ONE et MEShaT.

4.4.1 Résumé de notre approche

Les projets présentent différentes manières de traiter l'analyse multi-acteurs. Dans les projets SACI et TVC l'analyse peut être qualifiée de simple car il n'y a qu'une source d'information sur l'activité des différents acteurs. Dans le projet SACI, les avis des concepteurs des situations et des tuteurs qui les encadrent sont obtenus sur la base de la même méthode (entretien) et sont comparés. Dans le projet TVC, l'activité de l'ensemble des acteurs est analysée à partir des Logs de connexion aux services. Dans le projet MEShaT, les avis des apprenants sont collectés selon différentes sources de manière à consolider les résultats. Leurs avis portent sur différents aspects de la formation dont l'encadrement par les tuteurs et la conception générale de la formation. Certains tuteurs ont été interrogés pour compléter les points de vue sur la formation. Cette méthode peut être qualifiée de mixte mais elle reste simple. Le projet ONE met en œuvre une méthode d'analyse mixte plus complexe car structurée selon la théorie de l'activité et exploitant des avis recueillis sur une période de 2 ans. Les avis ou activités des enseignants, parents et enfants sont collectés de différentes manières : entretiens, questionnaire, observation, analyse des traces d'activité.

4.4.2 Situation d'apprentissage collaboratif : études des pratiques des enseignants et tuteurs

4.4.2.1. Contexte, Problématique de l'étude

Le projet ACTEURS TICE (Activités Collectives et Tutorat dans l'Enseignement Universitaire : Réalités, Scénarios et usages des TICE) regroupait une équipe interdisciplinaire (STIC et SHS) de chercheurs et avait pour objectif général d'analyser et de comprendre les pratiques des acteurs – apprenants, tuteurs ou concepteurs (enseignants-

auteurs) –impliqués dans le déroulement ou la conception de dispositifs de formation collectifs et instrumentés. Dans le cadre de ce projet, nous avons travaillé sur l'étude des Situations d'Apprentissage Collectives Instrumentées (SACI) dans l'enseignement supérieur. En effet, l'apprentissage collectif est utilisé pour favoriser l'apprentissage individuel à partir d'interactions entre apprenants (Dillenbourg 1999). Dans ce contexte, des activités variées sont mises en place, telles que l'apprentissage par projet, les études de cas ou les jeux d'entreprise. Elles sont de plus en plus souvent réalisées sous une forme instrumentée pour pouvoir être utilisées de manière plus flexible (en particulier à distance). Parallèlement, des pressions extérieures (académique, économique, sociale) encouragent l'utilisation des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC). Ainsi, les plates-formes éducatives se sont attachées à proposer de nombreux outils : *outils de communication* (chat, mail, forum, vidéoconférence, audioconférence), *outils de production et de partage* (partage d'applications, tableau blanc, éditeur de texte partagé, wiki, blog, portfolio) et *outils de gestion du travail collaboratif* (gestion de document, outil de planification et de coordination). Mais les conditions pour que les plateformes soient réellement utilisées n'ont pas été vraiment considérées. Par exemple, Mahdizadeh *et al.* (Mahdizadeh et al. 2008) citent 5 familles de critères pour expliquer l'usage des plates-formes : l'utilisation préalable de plates-formes, la perception de la valeur ajoutée de ces plates-formes pour l'apprentissage, l'opinion personnelle à propos des activités de type Web et des activités d'apprentissage instrumenté. De plus, si l'adoption de la technologie est une étape, le développement de pratiques professionnelles avec la technologie en est une autre. En effet, « être capable de bricoler des outillages pédagogiques figure sans aucun doute parmi les compétences des plus essentielles dans le métier. Appliquer à la lettre un outil existant ou un manuel ne marche pas. C'est la démarche pédagogique plus que l'outil brut qui va conditionner les apprentissages. Donc, c'est toute la subjectivité du formateur qui va, par le biais d'innombrables repères... / ... lui faire prendre la « bonne » décision de l'attitude à avoir » (Ollagnier 2004) et les tuteurs essaient d'utiliser les contenus scénarisés sans aide, selon leur propre expérience (Casey et al. 2005).

Notre travail dans ce contexte a eu pour objectif d'observer :

- dans quelle proportion les SACI existent réellement,
- la réalité des pratiques des acteurs,
- les écarts existant entre les activités prescrites par les concepteurs pédagogiques et le déroulement effectif de celles-ci.

L'étude des pratiques s'est centrée sur le point de vue des enseignants et visait à comprendre les processus d'appropriation des SACI. Les enseignants ont été considérés différemment selon qu'ils étaient concepteurs pédagogiques des situations d'apprentissage (scénarios, activités, contenus) ou tuteurs encadrant les apprenants durant le déroulement de ces situations. Cette séparation des rôles nécessite, pour que la situation se déroule comme elle a été imaginée par le concepteur, que ce dernier rédige des recommandations d'usage des ressources pédagogiques à l'intention des tuteurs et que ces recommandations soient ensuite suivies par eux.

4.4.2.2. Méthode

L'observation a été réalisée de manière itérative et participative. En effet, un questionnaire préalable et un entretien semi-directif ont été réalisés avec un concepteur du campus numérique FORSE¹⁵ et deux tuteurs du campus Spiral¹⁶. Les résultats ont permis d'affiner

¹⁵ <http://www.sciencedu.org/>

¹⁶ <http://spiralconnect.univ-lyon1.fr/>

la définition d'une SACI en particulier concernant le niveau de granularité (séance, séquence, unité d'enseignement, etc.) et d'identifier, parmi les 13 terrains d'observation (définis dans le montage du projet ACTEURS TICE), ceux intégrant des SACI dans leur dispositif de formation et donc intéressants à observer plus en détail. Nous pensions pouvoir identifier 2 ou 3 SACI par terrain partenaire du projet ACTEURS TICE et choisir notre échantillon d'étude en panachant les disciplines et les grandes orientations pédagogiques choisies. En fait, cette enquête préalable a montré que les SACI n'étaient pas aussi développées dans le milieu de l'enseignement supérieur que nous l'avions pensé, seules 13 SACI ont été en effet identifiées comme correspondant à notre définition d'une SACI.

Sur la base des résultats des entretiens semi-directifs, un questionnaire plus global a été produit. Il avait pour objectif de recueillir des données sur la conception, la mise en place et le déroulement d'une SACI en considérant d'une part le contexte global d'exploitation (contenu, public, diplôme, discipline, genèse de la SACI), et d'autre part les utilisations des outils (attendus ou effectives).

Nous avons délibérément choisi de collecter ces informations par le biais d'entretiens plutôt que de mettre en ligne le questionnaire. En effet, les situations pédagogiques de type SACI peuvent être considérées comme des situations d'innovation dans lesquelles le vocabulaire et les concepts ne sont pas stabilisés et les processus ou interactions pas toujours bien formalisés par les acteurs. Ce phénomène est amplifié si l'on considère que les acteurs concernés en ont des perceptions différentes. Il est donc nécessaire de discuter, préciser, approfondir ceux-ci lors des entretiens.

Nous avons réalisé 18 entretiens, entre avril et novembre 2006, auprès des concepteurs et des tuteurs ayant participé à des SACI issues des 13 terrains. Les apprenants ayant terminé leur formation il a été impossible de les interroger, leur attitude a donc été prise en compte selon la perception qu'en avaient les enseignants. L'ensemble des réponses a ensuite été saisi sous le logiciel *Sphinx* pour faire les traitements de base selon des méthodes statistiques de dénombrement, moyenne sur des tableaux unidimensionnels ou croisés. En terme d'utilisation, nous avons principalement observé la fréquence et la facilité d'utilisation des outils informatiques de communication, de production/diffusion/partage et de gestion du travail collectif. *Excel* a été utilisé pour faire les traitements de comparaison plus évolués de comparaison entre l'utilisation prescrite de la SACI considérée et l'utilisation effective pendant son déroulement. Ces tableaux ont porté sur les prescriptions des concepteurs envers les tuteurs versus l'utilisation effective des tuteurs, ainsi que les prescriptions des tuteurs versus l'utilisation effective des apprenants. Les graphiques utilisés ont été ainsi produits de manière à identifier rapidement des cohérences ou divergences entre l'utilisation effective et l'utilisation prévue en fonction des sous ou sur-utilisations (voir Figure 18).

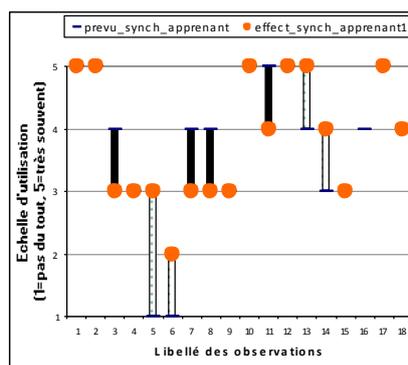


Figure 18. Comparatif des activités synchrones des apprenants prévues/ effectives

Les questions ouvertes ont été analysées selon des techniques classiques d'analyse de contenu (i.e. sans utilisation de logiciel d'analyse textuelle). Le but était double : illustrer les résultats qualitatifs obtenus de façon par exemple à préciser le contexte d'utilisation des outils, et apporter des éléments d'interprétation de résultats quantitatifs spécifiques ou intéressants. Nous nous sommes particulièrement intéressés aux données concernant les scénarios des SACI : leur précision, leur mise en place effective et leur déroulement. Cette analyse a notamment permis d'interpréter les observations sur l'utilisation effective des outils par rapport à l'utilisation prévue.

4.4.2.3. Résultats

Cette étude a montré que la motivation poussant à la création de SACI est généralement de remplacer/améliorer une formation déjà existante en présence par une formation à distance ou hybride. Dans les faits, les formations instrumentées restent principalement fondées sur l'apprentissage individuel et les SACI sont encore assez peu développées. Les SACI observées sont assez jeunes, n'ont pas de traits caractéristiques forts en terme d'objectif d'apprentissage, de granularité ou de type d'activité mais dans l'ensemble, les activités prévues sont globalement bien réalisées par les apprenants et les tuteurs. Les outils de communication y sont massivement utilisés mais de manière détournée ou concourante.

Concernant la formalisation des activités pédagogiques, nous avons pu observer que les scénarios d'apprentissage les plus usuels ne rentrent pas dans un grand niveau de précision, sont assez peu variés et ne sont pas décrits dans un formalisme particulier ou en suivant les recommandations d'un standard. La démarche de scénarisation est donc globalement très artisanale en ce qui concerne la conception des SACI (peu de formalisation et de standardisation). L'instrumentation est souvent utilisée pour pallier la distance et non pour créer des situations d'apprentissage innovantes et adaptées aux apprenants. Les outils apportent davantage des possibilités de communication durant l'apprentissage que des nouvelles formes de travail collectif. En effet, les scénarios correspondent à une alternance de réalisations de tâches individuelles et de communication, avec très peu de réalisations réellement collaboratives entre apprenants. Ces conclusions sont cohérentes avec celles de Mahdizadeh *et al.* (2007) qui montrent que le e-learning dans l'enseignement supérieur aux États-Unis est encore à un stade d'usage peu avancé : il n'est pas bien intégré dans les formations et les enseignants n'utilisent que les possibilités élémentaires des outils. Il y a donc un écart fort entre les résultats des chercheurs en EIAH qui ont identifié de multiples possibilités d'apprentissage collectif et les mises en œuvre effectives dans les situations *e-learning*. Nous n'avons pas décelé de problème dans l'adoption ou l'acceptation technique, ce qui est parfois un réel frein. Nous pouvons en conclure que les utilisateurs ne savent pas comment construire des pratiques d'apprentissage avec ces outils. Des études complémentaires seraient nécessaires pour déterminer si cela est dû à une réaction

pragmatique liée au manque de moyens matériels, à une difficulté à mettre en application des recommandations issues de la recherche ou bien à une méconnaissance ou une mauvaise compréhension/interprétation de ces recommandations. En particulier, une étude plus précise des recommandations permettrait de déterminer si elles sont effectivement assez formelles et généralisables ou si elles résultent de conclusions partielles, tirées d'expériences spécifiques.

Nous avons néanmoins conclu de cette étude que, pour faciliter la mise en place des SACI, il faut agir conjointement sur l'expérience professionnelle des enseignants dans leur activité d'encadrement et de conception. Ainsi, nous proposons de favoriser les partages et transferts d'expériences d'apprentissage collectif instrumenté, que ce soit en présence ou à distance. Nous proposons aussi de clarifier le processus de conception des SACI et l'articulation des rôles et moyens d'actions des différents enseignants (concepteurs, tuteurs).

Ainsi cette étude a mis en évidence que pour accélérer le déploiement des SACI, il était nécessaire de formaliser et généraliser des aides à la conception de scénarios pédagogiques adaptés à ces nouvelles situations. Ces aides peuvent prendre la forme d'outils fonctionnels d'écriture de scénarios adaptés aux enseignants ; de guides de bonnes pratiques ou de modèles de scénarios types faisant le lien entre les objectifs pédagogiques et les outils utilisables ; ou enfin d'illustrations basées sur des expériences réelles.

4.4.3 Identification des dynamiques d'appropriation d'un ENT par des analyses quantitatives : Projet SAVANTE et Territoire virtuel de communication

4.4.3.1. Contexte

Les intranets ont été depuis 1999 des dispositifs techniques majeurs dans les organisations et ce, quel que soit le contexte de celles-ci, pédagogique ou entrepreneurial. Le projet SAVANTE, présenté dans le chapitre 3 avait pour objectif de développer un intranet pédagogique universitaire (i-Mont@inge, Université Bordeaux 3). Le projet TVC (Territoire Virtuel de Communication) avait pour objectif d'observer et d'évaluer les échanges communicationnels, l'appropriation de l'outil et les flux informationnels induits par l'usage de l'intranet et sur cette base de définir une méthodologie générale d'implémentation des services et des ressources. Ce sont les résultats de ce dernier projet que nous présentons ici. Ils sont décrits plus en détail dans les publications [CN9] [CN11].

Concernant l'appropriation, l'objectif était en particulier de « *scruter l'objet technique pour voir en quoi il offre des espaces de pratique significative nouveaux, en tant que dispositif médiatique. Et, symétriquement, de décrire les pratiques et les stratégies des personnes et des groupes comme des interventions dans et sur cet espace signifiant* » (Jeanneret 2000). Les possibilités techniques de l'intranet, le fait que cette plateforme soit sociale tendent simultanément à consolider des niveaux d'usages élaborés sur la base des technologies ou outils antérieurs et à stimuler de nouvelles logiques d'échanges. La réalité de l'utilisation des intranets se situe en effet dans une négociation permanente et itérative entre ces deux pôles et se traduit par différentes stratégies d'appropriation, de relations des acteurs-utilisateurs à cet ensemble de dispositifs techniques.

Dans le cadre de ces projets, nous avons développé un protocole d'observation basé sur des données objectives et mesurables pour l'analyse des stratégies d'usage dans l'appropriation technique de ces outils.

4.4.3.2. Méthode : le Web Usage Mining

Nous avons choisi de travailler avec les logs de connexions en utilisant des méthodes de *Web Usage Mining* (WUM) [CN11] ; techniques de *Data Mining* adaptée pour le Web. Pour

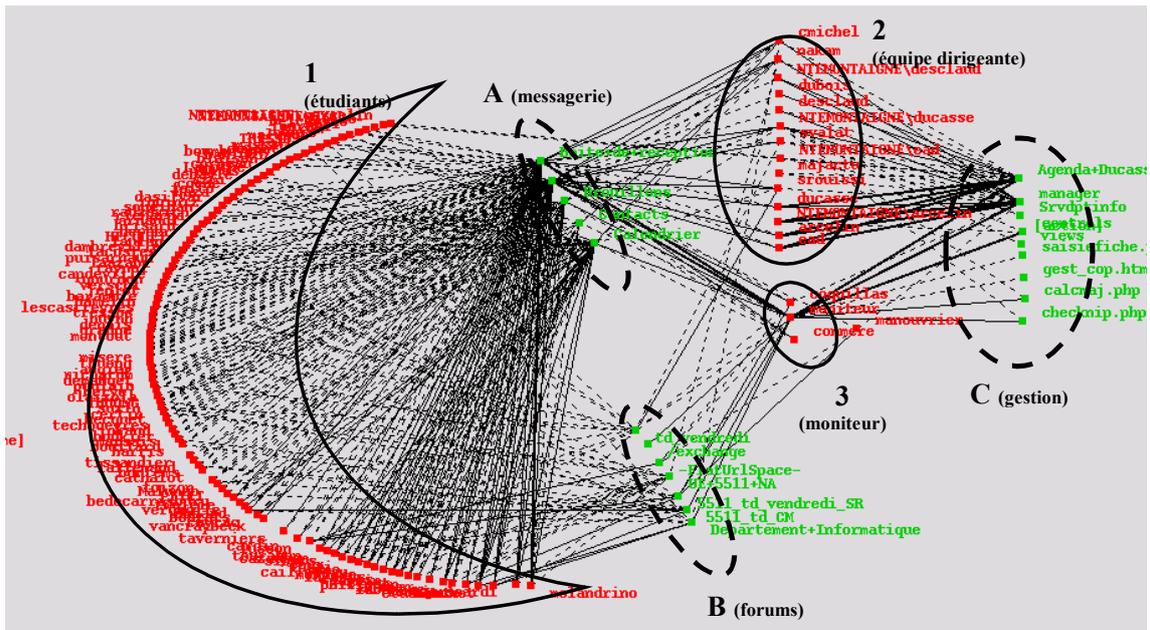


Figure 20 : Réseau d'association des actions et des utilisateurs

Sur le second graphe (Figure 20), trois communautés d'actions et trois communautés d'utilisateurs se distinguent (étudiants zone 1, direction zone 2, moniteurs zone 3). On constate que les étudiants ont adoptés régulièrement le mail (zone A) et les forums (zone B), au contraire de l'équipe de direction qui axe principalement son utilisation sur les modules de gestion (zone C). Seuls les moniteurs, du fait de leur double statut d'étudiant et de gestionnaire, rayonnent sur toutes les activités.

Sur le plan empirique, cette étude a montré que dans une situation d'innovation technologique, c'est le sentiment de performance et d'utilité qui déclenche des usages ; par exemple lorsqu'il n'y a pas d'autres moyens disponibles pour réaliser une activité, l'utilisation du service est effective. De la même manière, quand une fonction est créée ou est transférée à partir d'une fonction papier, comme la gestion des impressions ou la consultation des agendas, il y a « obligation » au changement et de fait adaptation, sans effets de résistance apparents dans les groupes d'acteurs concernés. Par contre, dans les autres cas, lorsqu'il y a déjà des pratiques organisées (messagerie, utilisation du téléphone ou courrier), les usages de services intranet équivalents, comme les forums, restent timides, voire inexistantes.

Sur le plan méthodologique, cette étude a montré qu'il était possible, avec les réseaux de co-occurrence et l'analyse de log d'observer des processus d'acculturation macro-sociaux en montrant comment la prise en main des fonctionnalités se fait dans le temps et selon les catégories d'acteurs.

4.4.4 Identification des dynamiques d'appropriation d'un ENT par des analyses qualitatives : Projet ONE

4.4.4.1. Contexte et objet de l'étude

Selon le Ministère de l'Éducation, le SDET (Schéma directeur des ENT) définit un ENT comme un « dispositif global fournissant à son usager un espace dédié à son activité dans le système éducatif. Il est un point d'entrée unifié pour accéder au système d'information pédagogique de l'école ou de l'établissement » (Ministère de l'éducation nationale & Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche 2012). Un ENT s'adresse à tous les membres d'une communauté

scolaire : enseignants, parents d'élèves et élèves. Les objectifs d'un ENT sont de favoriser la communication entre les membres d'une communauté scolaire via des outils comme un blog et une messagerie et de favoriser l'accès à l'information (devoir par exemple) par l'intermédiaire d'un cahier de texte numérique.

Sur le Portail National des Professionnels de l'Éducation, un Environnement Numérique du Travail est défini comme un « ensemble intégré de services numériques, choisis, organisés et mis à disposition de la communauté éducative par l'établissement scolaire ». Les services proposés par les ENT sont :

- les services de gestion de vie scolaire (gestion de notes, absences, réservation de ressources, agenda, emploi de temps),
- les services de communication et collaboration (messagerie, chat, forum),
- les services pédagogiques (cahier de textes numérique, espace de travail et de stockage commun, outils collaboratifs, blogs, ressources numériques).

L'ENT offre à chaque utilisateur (enseignant, élève, parent ou tuteur légal, personnel administratif, technique et d'encadrement) un accès séparé et sécurisé aux outils et ressources spécifiques à son activité. En effet, l'ENT répond à des besoins et des usages différents en fonction des acteurs qui vont être amenés à le manipuler (Poyet & Genevois 2010). Pour les élèves, l'introduction des ENT favorise l'appropriation et la maîtrise des TIC qui est une compétence du socle commun en fin de scolarité primaire. Sur le plan des rythmes d'apprentissage, les ENT offrent la possibilité d'une continuité pédagogique hors temps scolaire, améliorant ainsi l'évolution des conditions d'apprentissage grâce à un accès permanent aux outils, ressources et documents numériques de la classe. Pour les familles, ils offrent une communication plus aisée avec l'école et améliorent le suivi de la scolarité, notamment au travers du livret scolaire numérique (suivi individualisé de l'élève). Pour les enseignants, les ENT permettent de favoriser l'utilisation de ressources en ligne, une communication renforcée avec les familles, la mise en œuvre d'une pédagogie différenciée et la mutualisation et les échanges au sein de l'école.

L'ENT est donc un vecteur et un générateur de liens sociaux entre les principaux acteurs de l'école (personnels administratifs, enseignants, élèves, familles). Il ouvre de plus les murs physiques de l'école et la rend virtuellement accessible à tout moment et en tout lieu. Il modifie aussi les modalités de réalisation des activités des acteurs ; formation, apprentissage, gestion, accompagnement. Toute la question est de savoir si sur le terrain, l'ENT satisfait effectivement les besoins identifiés, en satisfait d'autres et modifie les pratiques des différents acteurs.

La volonté de généraliser les ENT sur l'ensemble du territoire français fait partie de la démarche plus ample, de « faire entrer le numérique à l'école », qui est depuis quelques années au cœur des débats politiques et éducatifs¹⁷. Les attentes sont formulées pour tous les niveaux d'enseignement : universitaire, secondaire, primaire. Les écoles primaires ont été visées en dernier par le déploiement des ENT. Les connaissances sur les pratiques et les préférences des enfants, des enseignants ou des parents sont encore faibles et les services proposés pas très personnalisés.

Dans ce contexte, nous avons collaboré avec l'entreprise Web Service pour l'éducation¹⁸ (WSE) pour participer à un projet de recherche autour du déploiement de l'ENT One

¹⁷ Voir <http://eduscol.education.fr/>

¹⁸ <http://web-education.net/fr/>

(<http://one1d.fr/>) dans le primaire. Ce projet correspond à la thèse CIFRE d'Elena Codréanu¹⁹, que nous co-encadrons avec Marc-Eric Bobillier-Chaumon (Professeur en Psychologie du travail, Université Lyon2).

L'objectif de thèse d'Elena est d'étudier la nature des usages et des pratiques se développant avec cet environnement pédagogique dans un cadre scolaire du primaire et de déterminer les conditions d'acceptation auprès des différents acteurs intervenant dans le parcours de formation (intra et extrascolaire : parents, enseignants, élèves). Plus précisément l'objectif est de voir : si l'ENT est adapté aux besoins et aux différentes pratiques des acteurs, comment il modifie l'activité, la contraint ou devient un obstacle à sa réalisation et quelles en sont les conditions d'acceptation. En effet, d'un point de vue industriel, WSE cherche à identifier les services et mesures d'accompagnement à mettre en place pour garantir l'acceptation et développer les pratiques.

La problématique méthodologique traitée dans cette thèse est de définir comment modéliser un processus d'appropriation multi-acteurs. On a pu voir en effet que chaque étape d'adoption, d'acceptation et d'appropriation se décompose en une part pratique qui reste plutôt individuelle et une part sociale qui évolue en fonction de la dynamique d'appropriation observée chez les autres acteurs de la communauté. Ainsi la question, lorsqu'on prend en compte plusieurs acteurs intervenant sur le même environnement numérique, est de savoir comment modéliser cette dynamique.

4.4.4.2. Méthode

Pour analyser l'acceptation dans un système multi-acteurs, nous proposons de combiner des méthodes d'analyse du processus d'acceptation par les modèles et des méthodes d'analyse de l'activité des acteurs par le système d'activité. La méthode se décompose en une analyse des éléments du processus d'appropriation intra-système (propre à chaque acteur) et les éléments inter-système (partagés entre les acteurs). La théorie de l'activité est utilisée pour distinguer les éléments propres et partagés.

Etude intra système : description du processus d'acceptation de chaque acteur

Le principe d'unicité de la théorie du système d'activité (SA) conditionne le fait que l'analyse du processus d'acceptation se fasse dans un premier temps pour chaque acteur. Cette analyse correspond à l'étude intra-système. Nous proposons de décomposer cette étude selon les deux grandes formes de médiation identifiées dans le SA : les médiations technologiques et les médiations sociales. Ces médiations sont analysées du point de vue des transformations et des contradictions.

L'analyse des transformations consiste à décrire les usages et pratiques antérieurs de réalisation de l'activité et à les comparer avec les usages et pratiques observés avec l'ENT. Ils sont caractérisés par le fait qu'ils concernent des médiations techniques réalisées avec l'ENT ou des médiations sociales. Les médiations technologiques correspondent aux fonctions et services mis en œuvre pour réaliser l'activité. Les médiations sociales ont trait aux interactions situées dans le contexte de l'activité. Elles sont contraintes par les règles (normes éducationnelles, programme scolaire, règles de l'école et de la classe, calendrier scolaire et horaires), les autres acteurs (communauté) et la division du travail (tâches

¹⁹ Elena Codréanu. Acceptation et usage d'un Environnement Numérique de Travail dans l'enseignement primaire. Thèse en psychologie démarrée en septembre 2013. Financement CIFRE, Web Service pour l'éducation

affectées à chaque acteur). Des analyses de terrain sont déployées pour mesurer l'utilité, l'utilisabilité, l'expérience utilisateur, la satisfaction et les bénéfices dans chaque population.

L'analyse des contradictions correspond à l'analyse des tensions existant entre les différents pôles du système d'activité. Les contradictions sont sources d'évolution de comportement ou d'avis de la part des différents acteurs cherchant à les résoudre de manière à se trouver dans une situation d'équilibre.

Etude inter système : description des dynamiques multi-acteurs

Les contradictions peuvent être internes aux systèmes d'activité mais aussi entre système d'activité. Lorsque les systèmes d'activité partagent des éléments, l'activité réalisée dans les uns impacte les autres. Les contradictions entre systèmes d'activité vont apparaître, dans un premier temps, sur les objets partagés des systèmes d'activité au sein de l'environnement numérique, dans la communauté, dans la division du travail et la répartition des tâches et sur l'objet de l'activité. Nous proposons l'analyse des interrelations et des contradictions entre les acteurs à ces niveaux pour comprendre les dynamiques qui se construisent.

Modalité d'observation

L'ENT One a été déployé en 2014 dans une vingtaine d'écoles sur 2 académies : Académie de Versailles et Académie de Caen. Une première campagne d'observation a été réalisée sur la première année de déploiement. Elle visait à recueillir des données sur les représentations des utilisateurs par rapport à l'outil, sur leurs attentes et usages (où, combien de temps, avec qui, pour quel objectif ?) et sur les difficultés rencontrées. Elle a été réalisée par des entretiens auprès de 8 enseignants, d'entretiens et observations d'usage avec 16 enfants, et de questionnaires pour 25 parents.

La première analyse a été centrée sur le système d'activité des enseignants. Lors des entretiens, les enseignants ont été invités à donner leur avis librement sur les usages réalisés avec l'ENT et leurs représentations de l'outil ou des fonctionnalités en développement comme le cahier de textes, le cahier de liaison numérique et le cahier multimédia. Ils ont été aussi invités à relater, avec la méthode des incidents critiques des épisodes d'utilisation difficiles ou faciles. Les retranscriptions ont ensuite été qualifiées selon que le discours relatait des pratiques enseignantes quotidiennes, des règles de fonctionnements (du système scolaire), des liens avec la communauté éducative (formée par les enseignants, les élèves, les parents) ou la division du travail (le partage des tâches entre les différents acteurs). L'analyse a mis en évidence peu de contradictions liées à l'utilisation de l'environnement. Les enseignants apprécient les services et l'ergonomie de One. Ils essaient d'adapter l'ENT à leurs pratiques professionnelles et le détournent. En revanche, l'utilisation provoque des tensions au niveau des règles de communication entre les enfants, et entre enseignants et parents. Sur le plan de la division du travail, l'utilisation provoque une surcharge de travail et une augmentation des responsabilités professionnelles des enseignants due à l'extension de l'espace-temps scolaire. Les enseignants soulignent aussi le manque de formation pour réagir face aux usages détournés de l'ENT. Une partie de ces tensions doit pouvoir se régler, selon nous, au niveau local, par des discussions entre la direction de l'école, les enseignants, et l'éditeur de la solution. Les résultats de cette étude vont être présentés à la conférence EIAH 2015 [CN27].

L'analyse de l'acceptation des enfants est en cours. Nous cherchons à distinguer les effets de la médiation technologique et les effets de la médiation sociale. La médiation technologique est analysée à partir de l'activité de l'enfant ; nous mesurons sa capacité à prendre en main l'ENT en mesurant ses erreurs de manipulation et en analysant sa

compréhension de l'utilité des fonctions proposées. La médiation sociale est analysée au travers des représentations que l'enfant se fait de l'ENT : à partir de dessins des situations d'usage vécues ainsi qu'à partir de descriptifs verbalisés des modalités de mise en œuvre de l'outil (comment il utilise l'ENT à la maison avec ses parents ou seul, à l'école avec la maîtresse, pour quels types d'activités...).

Une deuxième campagne d'observation est en cours pour identifier plus spécifiquement l'utilité, l'utilisabilité ainsi que les pratiques construites après un an d'utilisation de One. Pour cette seconde campagne, nous allons combiner l'analyse des traces de l'activité pour décrire les usages et les transformations liés à l'ENT avec des questionnaires et entretiens, pour identifier les contradictions, les transformations et les avis des acteurs sur l'activité instrumentée avec l'ENT. Les traces analysées seront d'une part les rapports de logs et d'autre part des copies d'écrans des différentes configurations d'ENT.

4.4.5 Analyse des besoins multi-acteurs en terme de gestion des activités d'apprentissage en mode projet : Meshat

4.4.5.1. Contexte

Les stratégies pédagogiques appliquées en école d'ingénieur sont plus pratiques et plus orientées vers l'action et la mise en œuvre de résolution de problèmes. J'ai ainsi pu expérimenter de nombreux modèles de formation en mode projet au sein du département *Génie Industriel* (GI) de l'INSA avec des projets courts en binômes sur 25h ou des projets plus longs en groupe de 8-10 étudiants sur des périodes de 6 mois. J'ai pu constater que les étudiants étaient plus motivés par ce type de formation et que les apprentissages étaient à la fois plus faciles à construire et en même temps plus profonds. Ce type de formation était de plus en plus déployé dans plusieurs formations universitaires. Il a structuré à partir de 2009 tout un courant de mes recherches.

L'apprentissage par projet est souvent appliqué pour un apprentissage complexe (i.e. qui a pour but d'amener les étudiants à acquérir et développer diverses compétences et comportements). Ce type d'apprentissage repose sur le co-développement, la responsabilité collective et la coopération (Huber 2005), les apprenants étant les principaux acteurs de leur apprentissage. Il se fait souvent en groupes encadrés chacun par un tuteur. Ces formations reposent sur des organisations riches et complexes, particulièrement pour les tuteurs et, il y est difficile de mettre en œuvre des stratégies pédagogiques innovantes. La perception de l'activité de l'individu et du groupe est très difficile, surtout sans utilisation de Technologie de l'Information et de la Communication (TIC). Ainsi, la mise en œuvre de l'apprentissage par projet dans l'enseignement supérieur ou dans un contexte professionnel reste relativement peu ambitieuse par rapport aux recommandations faites en terme d'objectifs pédagogiques (Thomas & Mengel 2008). De plus, les apports des théories de la cognition, comme les modèles d'apprentissage expérientiel, sont mal utilisés. Lorsque des modèles de ce type sont mis en œuvre, comme celui de Kolb (Kolb 1984), souvent l'action (via l'articulation conceptualisation-expérience) est favorisée au détriment de la réflexion et de l'expérience personnelle (Berggren & Söderlund 2008).

Pour comprendre plus précisément si la formation en mode projet proposée en GI peut être un support intéressant à des pratiques de recherche en conception de TICE, nous avons fait une analyse des modèles pédagogiques privilégiés par les formateurs en mode projet et nous les avons comparés avec les pratiques de formation existantes au niveau du département GI [CI7]. Nous avons en particulier analysé si les pratiques de supervision et monitoring pouvaient être utiles pour une formation à la gestion de projet, appelé projet collectif (PCO), qui est un cours central dans la formation d'ingénieur en Génie Industriel [CN21]. Ces études peuvent être qualifiées d'« observation participante » car nous sommes

enseignant ou tuteur dans ces formations. Ces premières études ont montré que la formation PCO peut être un bon support pour des travaux de recherche car ambitieuse en terme d'objectifs de formation et construite sur la base d'un modèle complexe combinant des séances encadrées, du travail en autonomie, réalisé de manière individuel et en groupe. Des études plus spécifiques ont été réalisées pour identifier les types de besoins et analyser les types d'instrumentations qui pourraient être utiles aux apprenants et aux tuteurs impliqués [CI8][CN22][BC1].

Ces observations sont originales sur le plan des méthodes car elles détournent des méthodes de *Knowledge Management* (KM) pour recueillir et structurer les observations comme nous le présentons dans les paragraphes suivants. Dans la classification de (Venkatesh et al. 2013), cette méthode est une illustration de développement de méthode par le nouveau mode de collecte utilisé et de triangulation et d'initiation en considérant les avis des étudiants et des tuteurs.

4.4.5.2. Analyse des besoins

Notre objectif était la mise en évidence et l'analyse des problèmes vécus par les acteurs (étudiants, tuteurs, concepteurs) de la formation PCO et la proposition d'outils capables de les résoudre ou de les améliorer. Nous disposons des rapports de bilan de formation fait par les groupes d'élèves des deux précédentes années. Ce corpus offrait l'avantage de répertorier les problèmes vécus par plus de 20 groupes d'étudiants (soit 200 étudiants). Les problèmes exprimés étaient liés aux étudiants du groupe, à l'organisation du groupe, au tuteur ou à l'organisation de la formation. Des recommandations d'amélioration étaient aussi formulées dans ces rapports. Ces analyses ont été complétées par des entretiens. Nous avons choisi de les exploiter selon une méthode de *Knowledge Management* pour organiser les différents avis [CI7]. L'analyse a montré de gros défauts de coordination entre étudiants et tuteur et entre tuteurs. Constatant qu'aucun outil existant ne répondait au besoin, nous avons analysé les fonctionnalités nécessaires et avons proposé une architecture technologique adaptée. Ce résultat contribue à la découverte de nouvelles formes de médiatisations des apprentissages instrumentés en mode projet.

4.4.5.3. Méthode

L'observation a été structurée autour d'une démarche généralement employée dans des projets de KM et adaptée de MASK (*Method for Knowledge System Management*) (Benmahamed et al. 2005). Cette démarche est assimilable à un retour d'expérience (REX) et modélise les systèmes industriels complexes sous forme de diagrammes articulant des concepts décrits dans des fiches. Les éléments de la formation analysés ont été les problèmes relatifs à la structuration de la formation (objectifs, séquences d'activités, formes d'évaluation, outils utilisés) et aux acteurs impliqués (les étudiants du groupe, les tuteurs, le responsable concepteur de la formation). Les fiches ont été structurées selon le modèle RISE (*Reuse, Improve and Share Experiment*) pour pouvoir être comparées et analysées conjointement. Elles ont été complétées à partir de différentes sources d'observation [CI7].

Les sources d'observation ont consisté en :

- des analyses des problèmes exprimés dans 24 rapports de fonctionnement des groupe projet (les rapports sont un des livrables de la formation) et qui décrivent l'organisation et l'expérience individuelle et collective de 200 étudiants ayant fait la formation les années précédentes,
- des retours d'expérience directs des problèmes rencontrés pour 41 élèves (sous forme d'entretiens pour 3 élèves en formation et de séances de

formalisation directe de leurs souvenirs sur les fiches RISE pour les autres élèves ayant fait la formation l'année précédente),

- des entretiens réalisés auprès de 5 tuteurs et du concepteur de la formation.

Ces REX ont mis en évidence 36 catégories de problèmes que nous présentons par fréquence d'expression.

4.4.5.4. Résultats

Cette étude a montré que les principaux problèmes identifiés concernent :

- la gestion du travail d'équipe par le groupe lui-même (57%) : manque de compétences en gestion de projet, difficultés pour travailler en groupe, manque de responsabilité de la part des étudiants.

- l'activité du tuteur et son impact sur l'organisation du projet (31%) : manques de cohérence, de coordination et de communication entre tuteurs, de communication entre tuteurs et étudiants, d'informations pour les tuteurs sur les objectifs pédagogiques et sur les connaissances et compétences que les étudiants ont à acquérir.

- la conception de la formation (8%) : manque de temps pour travailler, calendrier non adapté.

- le suivi des activités individuelles et collectives et l'évaluation (4%) : difficulté pour les tuteurs d'évaluer les étudiants individuellement, manque de traçabilité des actions des étudiants, manque de discussions entre tuteurs.

Les problèmes concernant la conception et l'organisation de la formation ont été partiellement résolus en discutant avec l'organisateur de la formation mais de nombreux problèmes, principalement liés aux tuteurs, n'ont pu l'être directement. En effet, le manque d'outils de suivi et de transfert d'expertise a entraîné d'importants dysfonctionnements dans l'organisation de la formation et de ce fait une insatisfaction de la part des tuteurs et des étudiants (en particulier à propos de l'acquisition de connaissances et des expertises). Nous avons donc fait une analyse des fonctionnalités et limites des outils existants concernant le suivi et l'évaluation des étudiants et des groupes projet, ainsi que des outils existants concernant l'échange des informations, la coordination et le développement des compétences et l'expertise pour les tuteurs. Nous avons constaté l'absence d'outils intégrant ces deux types de fonctionnalités et montré l'intérêt à les avoir combinées. Nous avons proposé une architecture de système, appelé MEShaT pour le faire. [CI8] [CN22] [BC1]

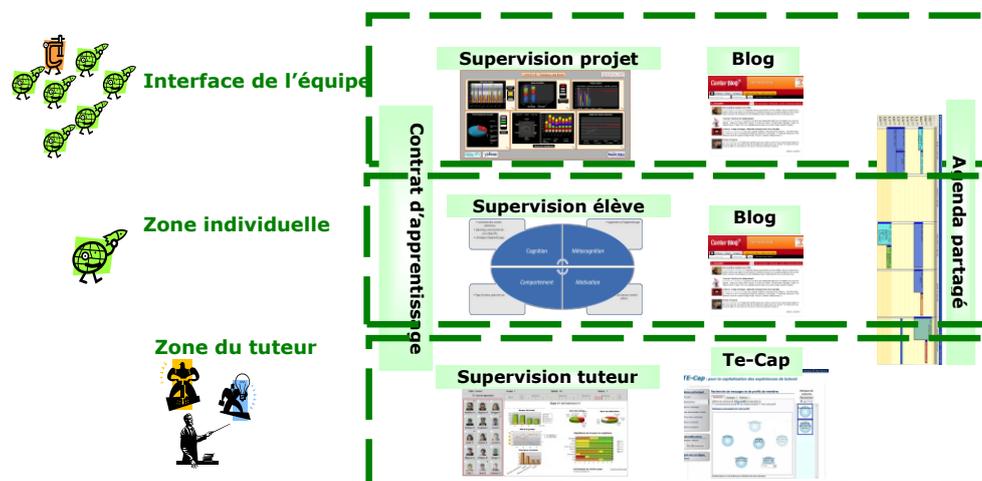


Figure 21 : Outil de suivi et de partage d'expérience pour l'apprentissage par projet

MEShaT se présente sous la forme d'un tableau de bord (TDB) personnalisé selon que l'utilisateur est un apprenant, un groupe projet ou un tuteur. MEShaT combine, dans une plate-forme unifiée personnalisable, trois types de supports de formation proposés la plupart du temps de manière unitaire : la *supervision* (via les TDB), *l'information et la communication* (via des actions de publication dans les blogs et une communauté de pratique, TE-Cap (Garrot 2008)) et la *coordination* (via les agendas et le contrat d'apprentissage). Cette combinaison est nécessaire pour répondre aux problèmes identifiés dans la formation et rend les effets attendus de chaque support plus efficaces. L'originalité de cette solution repose sur le fait qu'elle favorise, en terme de modèle d'apprentissage, l'articulation entre action (expérience ou conceptualisation) et réflexion. Cette approche améliore donc l'acquisition de compétences complexes (e.g. de gestion, communication et collaboration) qui requiert une évolution de comportement. Nous avons pour but de rendre les étudiants capables « d'apprendre à apprendre » et d'évoluer selon les contextes. Nous facilitons leur capacité à avoir une analyse critique de leurs actions selon les situations qu'ils rencontrent.

4.5. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté différents travaux relatifs à l'analyse des utilisations et usages des EIAH. Nous avons montré en introduction la variété des méthodes employées et des questions de recherche autour des usages analysés. Nous avons présenté plus en détail 4 projets représentatifs de contributions de recherche sur le plan des méthodes expérimentales, des méthodes d'analyse de pratiques multi-acteurs et des méthodes d'analyse des besoins et recommandations de conception. Au-delà des résultats empiriques liés à chacun d'eux, on voit l'intérêt d'exploiter conjointement des méthodes qualitatives et quantitatives et de structurer les analyses selon des modèles de l'appropriation.

Dans le cas du projet MNESIS, la triangulation montre que l'appropriation est symbolique. Avec Learnit, l'expérimentation prouve que la médiatisation facilite une appropriation des concepts les plus théoriques. Avec TVC, les techniques de Data Mining illustrent les dynamiques d'appropriation pratiques alors que dans le cas de ONE les méthodes diversifiées et étendues visent à distinguer si les causes d'appropriation sont plutôt d'ordre pratiques ou sociales. L'analyse de MEShaT montre l'intérêt de structurer les retours d'expérience pour analyser les pratiques et faire des recommandations de re-conception.

Vis-à-vis de l'objectif consistant à produire des méthodes rendant possibles des comparaisons entre les résultats de différentes analyses de l'appropriation d'un même outil dans le temps ou de différents outils pour une catégorie d'acteurs, nous avons fourni une réponse partielle. Les méthodes sont réutilisables et les résultats comparables sous réserve de reproduire les mêmes processus d'analyse. Par exemple, parce qu'ils sont basés sur l'analyse des Logs dont la structure informationnelle est inchangée, il est possible de reproduire les graphiques des dynamiques d'appropriation de SAVANTE pour l'analyse de One et ainsi de comparer les stratégies d'appropriation des acteurs du supérieur avec ceux du primaire. Néanmoins la reproduction des processus de collecte et de calcul est lourde et pourrait être facilitée par la conception d'outils d'analyse proposés sous forme de modules réutilisables et combinables, comme peuvent l'être les API (*Application Programming Interface*). Ce travail de conception d'outils numériques pour l'analyse des usages s'inscrit dans le champ des Humanités Numériques. Ce nouveau domaine de recherche vise à étudier comment les SHS peuvent changer de paradigmes et de méthodes de recherche avec l'avènement du numérique. Dans le cadre de nos futures recherches, nous proposons d'étudier cette question du point de vue des SIC pour l'analyse des usages et de chercher sous quelles formes le numérique permettra de réaliser des analyses conjointes de l'activité

et des représentations pour comprendre les usages, la construction des pratiques et des dynamiques d'appropriation.

Le chapitre suivant décrit deux contributions visant à produire des outils réflexifs d'analyse des usages multi-acteurs. Ils s'appuient sur des traces enregistrées automatiquement et des déclarations structurées des utilisateurs au cours de l'usage. Des analyses d'usage sont réalisables directement par les utilisateurs des outils ou situations qui sont observées, et concernent leur activité (caractère réflexif) et celles de leur communauté de travail. Les outils sont conçus pour être facilement appropriables et donc être utilisés par des personnes qui ne sont pas spécialistes de la manipulation des données. Ces outils peuvent aussi être pris en main par des personnes extérieures à l'activité pour faire du suivi ou des analyses d'usage.

Chapitre 5. Les régulations d'usage : exploitation des traces pour la régulation des activités et des apprentissages au sein des plateformes d'apprentissage

Nous présentons ici nos travaux liés à la conception d'outils d'apprentissage utilisant les traces d'activité pour réguler les apprentissages individuels et organisationnels (comme nous l'avons défini au chapitre 2). Nous choisissons de travailler sur des outils et des situations d'apprentissage qui privilégient la présentation d'indicateurs et d'informations construits à partir des traces d'activité comme éléments de régulation. Nous avons appelés les interactions proposées par ces outils des régulations d'usage.

Dans la première partie de ce chapitre nous analysons les conditions de conception des EIAH pour qu'ils exploitent les traces efficacement de manière à favoriser l'apprentissage. Dans la seconde partie, nous étudions ces questions dans le cadre de l'apprentissage instrumenté en mode projet. Dans la troisième, nous les étudions dans le cadre de l'apprentissage tout au long de la vie dans l'entreprise.

5.1. Constat

Dans le contexte de la formation, les plateformes d'apprentissage à distance (LMS) s'attachent à produire des ressources d'apprentissage riches et adaptées aux apprenants mais leur offrent rarement la possibilité de gérer et d'analyser leurs apprentissages. Les systèmes d'apprentissage et de gestion de connaissances s'orientent en effet, de plus en plus vers des plateformes de diffusion spécifique ou massive d'informations, dont les RSE dans l'entreprise ou les MOOC à l'université sont des exemples emblématiques. Les activités productives définies dans la conception des situations d'apprentissage sont ainsi mises en œuvre de manière à favoriser les activités constructives²⁰.

Néanmoins, l'utilisateur reste très autonome et très seul dans sa démarche d'information et d'apprentissage. La régulation a comme objectif de stimuler la réalisation des activités productives et constructives. Elle peut être technique ou sociale. Elle peut se faire par exemple par des relances systématiques des tuteurs et des enseignants ou par des incitations particulières de la plateforme visant à renforcer le caractère ludique et l'immersion de l'apprenant. Ces interactions peuvent être inscrites dans les scénarios pédagogiques dans le cadre de la formation universitaire ou professionnelle. L'objectif est de rendre l'apprenant « acteur » de son apprentissage et la médiation doit lui permettre de s'appropriier l'environnement proposé. Pour ce faire, l'environnement propose des modalités d'interaction réflexives comme support à une prise de conscience de l'activité. C'est sur l'hypothèse du rôle de la réflexivité instrumentée que nous avons travaillé.

Les médiations réflexives sont des formes de régulation qui définissent l'apprenant comme un sujet au cœur de l'activité. La régulation correspond aux actions ou activités proposées par les systèmes ou les enseignants pour faire en sorte que les apprentissages s'amorcent et se maintiennent. Elle sert à développer « ... *les processus d'adaptation, d'engagement, de participation, d'apprentissage et de développement chez les individus ou les communautés. L'autorégulation se concentre sur les processus cognitifs et métacognitifs, utilisés par des individus pour planifier, mettre en œuvre et renforcer les actions qu'ils ont eux même choisi de réaliser.* » (traduit de (Volet et al. 2009)).

Dans les activités réflexives, les propres pratiques d'un utilisateur sont des objets d'analyse. Selon Zimmermann (Zimmerman 2000), l'auto-régulation se déroule en trois temps ; tout d'abord, l'apprenant perçoit les éléments de la situation et planifie le comportement et les actions à réaliser ; puis il opère un jugement sur son activité en analysant les résultats produits ou la manière dont l'activité a été réalisée dans ce contexte particulier; enfin il adapte son futur comportement en fonction de ce jugement. L'apprentissage se fait au cours de cette dernière phase d'adaptation. L'auto-régulation a été définie par Zimmerman comme une suite de « *self-generated thoughts, feelings and actions that are planned and cyclically adapted to the attainment of personal goals* » (Zimmerman 2000). L'action devient une source de connaissances et d'apprentissage : c'est pourquoi la pratique réflexive est généralement associée à l'auto-régulation.

Pour favoriser la régulation ou l'auto-régulation, il est nécessaire d'observer l'activité d'une personne et de la lui restituer. Une manière classique de le faire dans le cas de l'apprentissage instrumenté est d'utiliser les traces de l'activité. Les traces sont alors directement réutilisées par les EIAH ou par des outils de suivi indépendants. Elles peuvent servir à transformer les outils en des miroirs dotés de mémoires et ainsi rendre possible la distanciation de l'apprenant avec son activité qui permet à la conscience de l'activité de se construire. Elles peuvent ainsi être utilisées pour faire des régulation « en vol » c'est-à-dire

²⁰ Les notions d'activités productives et constructives ont été présentées dans la section « Utilité » du chapitre 2.

au cours de l'activité, ou à postériori. Selon la finesse de diagnostic voulue ou rendue possible à partir de l'observation de l'activité, le degré de complexité de la réponse du système varie : miroir simple de l'activité, analyse qualifiée de l'activité et publication d'informations, d'incitations ou de recommandations de comportement (Soller et al. 2005). Cette structuration est intéressante à considérer du point de vue de la réflexivité car elle joue sur la construction de la métacognition, ce que Jermann (Jermann et al. 2004) appelle le « *locus of metacognitive processing* » : « *The locus of processing describes the location at which decisions are made about the quality of the student interaction, and how to facilitate this interaction. (...) Systems that collect interaction data and construct visualizations of this data tend to place the locus of processing at the user level, whereas systems that advise and coach aggregate and process this information directly* ». Ainsi, ces trois niveaux – miroir, information, recommandation - distinguent les EIAH selon la part de traitement de l'information dédiée à l'humain et à la machine. Dans les systèmes de miroir ce traitement est exclusivement fait par l'humain, le miroir montre juste l'usage qui est fait d'un système. A l'inverse dans les systèmes de recommandations, les conseils d'activité donnés à l'utilisateur sont calculés et relativement directifs.

Les EIAH utilisant les traces peuvent être considérés comme des outils métacognitifs (Azevedo 2007). Ils sont utilisés pour construire des situations de formation dans lesquelles : 1) les apprenants ont à prendre des décisions d'action en fonction d'objectifs définis ; 2) le contexte d'apprentissage est pris en compte pour définir les stratégies pédagogiques ; 3) l'environnement utilise une technologie qui amplifie le processus d'autorégulation en considérant l'activité cognitive, métacognitive, la motivation et le comportement ; 4) l'environnement utilise une technologie pour soutenir le processus d'apprentissage par une régulation externe fournie par un humain (tuteur, pair, collaborateur) ou un agent artificiel (un système de tutorat intelligent par exemple) ; 5) l'environnement utilise une technologie dans laquelle l'apprenant peut réguler ses activités avant, durant ou après l'apprentissage, en utilisant des processus d'autorégulation. Dans le cas des EIAH utilisant les traces, que nous appellerons EIAH(T) par la suite, la technologie amplifiant le processus d'autorégulation est l'enregistrement des interactions entre apprenants et système, c'est-à-dire les traces.

Pour cela, les apprenants doivent développer des compétences d'autorégulation, individuelles et collectives, pour lesquelles l'utilisation d'outils métacognitifs est très utile.

Dans les faits, ces systèmes sont peu proposés aux apprenants directement (Narciss et al. 2007), mais plutôt aux chercheurs pour les aider à comprendre et à analyser les situations d'apprentissage instrumenté ou aux enseignants pour faciliter le suivi et l'évaluation des apprenants. Ils sont de toute façon assez peu développés, les régulations actuellement proposées dans les LMS sont rudimentaires voire inexistantes. En effet, les LMS comme Moodle ou WebCT ne sont pas actuellement pensés pour fournir des processus de régulation (Costa et al. 2012). L'attention des concepteurs est principalement centrée sur la création, l'organisation et l'assignation de différents types d'activités ou de ressources et non sur la mise en œuvre de processus de réflexion sur l'activité et/ou de régulation.

Une explication possible est que le fait de fournir aux apprenants des informations sur l'activité ou le comportement n'est pas toujours suffisant pour provoquer une analyse méta-cognitive de leur part. En effet, différentes études ont montré que les traces d'apprentissage issues de l'enregistrement des interactions sont difficilement exploitables en dépit du fait que les acteurs ont participé à l'action. En effet, Gagnière (Gagnière 2010) a montré les limites d'un processus d'auto-confrontation libre comparativement à un processus d'auto-confrontation dirigé ou à un processus d'auto-confrontation sur la prise de recul vis-à-vis de sa propre activité. De plus, elle constate que le potentiel des outils à utiliser les traces pour supporter des actions de régulation métacognitive va dépendre de leur manière de les inclure dans les fonctions exécutives (i.e. de prise de décision à partir de

fonctions de type monitoring et contrôle). En terme de conception, le processus de régulation métacognitive est efficace si le contrôle et la régulation ne sont plus à la charge de l'outil et mais à celle de l'apprenant.

Partant de ce constat nous avons particulièrement étudié quelles formes de régulations construites à partir des traces de l'activité seraient à la fois utiles et utilisables pour favoriser les apprentissages métacognitifs c'est-à-dire améliorer, chez les apprenants la posture réflexive, l'autorégulation et l'exploration de nouvelles stratégies d'apprentissage. Ces formes de régulations, construites par l'utilisation, nous semblent être de bons moyens pour favoriser la pérennité des EIAH : les données produites par l'utilisation sont pensées non seulement pour être ré-exploitées mais aussi pour permettre la construction de connaissances. Nous avons fait le choix de travailler sur différentes traces d'utilisation des utilisateurs. Elles peuvent avoir été créées de manière intentionnelle comme lors de l'écriture d'un message dans un blog, ou de manière fortuite, lorsque le système est conçu pour enregistrer certaines interactions de l'utilisateur avec le système.

Nos travaux antérieurs sur l'analyse des usages ont structuré notre démarche de recherche. Nous avons en effet considéré que la mise en œuvre d'interactions d'auto-régulation pouvait s'apparenter à des études d'usage réalisées par soi même. Ayant pu constater l'intérêt d'avoir des analyses croisant les multiples points de vue sur les utilisations observées, nous avons considéré nécessaire de combiner des traces objectives de l'activité avec des traces descriptives des situations vécues par les utilisateurs. Nous espérons de cette manière favoriser la compréhension des usages représentés par les traces. Nous avons enfin fait le choix de favoriser l'appropriation de ces systèmes par les utilisateurs en travaillant soit de manière participative, c'est-à-dire en lien étroit avec les terrains d'expérimentation, soit en produisant des outils paramétrables que les utilisateurs peuvent adapter à leurs besoins. Une contrainte demeure : nos utilisateurs cibles (apprenants ou enseignants) ne sont pas spécialistes des analyses d'usage ou de traces, et il faut donc être particulièrement attentif à leur proposer des modalités de lecture ou de manipulation des traces adaptées.

Nous avons cherché à répondre à ces questions de manière globale, en analysant ce que signifie prendre en charge à l'aide des traces un processus réflexif en apprentissage. Nous examinons ces questions dans deux contextes particuliers : l'apprentissage en mode projet et l'apprentissage continu en entreprise.

La définition de ce que nous nommons un EIAH(I) [RN5] et quelques recommandations [RI6], construites par l'analyse de la littérature, pour favoriser une utilisation pertinente des traces pour l'apprentissage réflexif sont présentées dans la première partie.

Les travaux réalisés pour l'apprentissage en mode projet sont décrits dans la seconde partie de ce chapitre. La forme de régulation étudiée est l'auto-régulation. Nous avons analysé le type d'informations à présenter aux apprenants [CI12] et proposé une architecture système basée sur des traces automatiques et volontairement laissées [CI13]. Nous avons mis en œuvre les principes de cette architecture dans un outil : DDART. L'intérêt de DDART est de proposer des interfaces de reporting [CN26] et d'analyse de son activité [CI15] [CI16], ainsi qu'un modèle de structuration des traces rendant possible la fusion des deux types de traces et leur traitement pour produire des indicateurs d'analyse. La plupart de ces travaux ont été effectués dans le cadre des projets collectifs du département Génie Industriel et de la thèse de Min Ji²¹, co-encadrée avec Sébastien George et Elise Lavoué.

²¹ Min Ji, Exploitation des traces et des rapports d'activité des apprenants pour supporter l'autorégulation en apprentissage par projet. Thèse en Informatique soutenue le 27 avril 2015 à l'INSA de Lyon.

La dernière partie de ce chapitre traite de l'apprentissage tout au long de la vie en contexte industriel. De multiples régulations sont utilisées. L'architecture de l'information est la première régulation que nous avons définie pour favoriser l'adoption de l'outil par les utilisateurs ainsi que l'appropriation de l'information par des moyens de recherche et de découverte de l'information pertinente par rapport au besoin d'information [M2RToure][CI18]. Nous avons ensuite étudié comment les régulations réflexives, individuelles et de groupe, peuvent favoriser la poursuite de l'usage, et renforcer la confiance et la motivation à participer à la construction d'une mémoire industrielle [CI17]. Ces travaux ont été effectués dans le cadre du projet ALEX réalisé à la Société du Canal de Provence avec laquelle nous avons collaboré pour le master 2 recherche²² de Carine Touré, puis de sa thèse Cifre²³, co-encadrée avec Jean-Charles Marty (Mcf HDR en informatique au LIRIS).

5.2. Potentiels et limites des dispositifs réflexifs utilisant les traces à des fins éducatives

À l'occasion de la parution du numéro spécial d'Intellectica sur les traces, coordonné par Alain Mille (Mille 2013) nous avons réalisé, avec Sébastien George et Magali Ollagnier-Beldame, une analyse critique des usages des traces à des fins réflexives dans les EIAH [RN5]. Nous avons décrit comment les EIAH utilisent les traces à des fins réflexives et avons critiqué les limites de certaines mises en œuvre vis-à-vis de la réalisation d'une régulation réflexive. Nous avons en particulier expliqué quels principes justifiaient le fait que la réflexivité se fait « en vol » c'est-à-dire au cours de l'activité ou à la fin de l'activité, ainsi que de manière individuelle et collective. Nous avons constaté que les systèmes d'indication sont ceux qui sont les plus déployés pour des usages réflexifs. En effet, ils fournissent des informations sur les utilisations au cours de l'activité ou à la fin de l'activité avec des visualisations synthétiques et utilisant souvent des traces. Ils sont proposés de manière autonome ou couplée avec un autre EIAH et la plupart sont conçus pour des situations particulières. Peu d'entre eux sont adaptables et paramétrables car à ce stade, les propositions de recherche ne sont pas matures. En effet, les modèles et les processus pour la collecte des traces, les processus de transformation et de visualisation sont pour la plupart étroitement liés à un contexte spécifique ou à un type de système. De nombreux travaux de recherche sont engagés pour produire des interactions homme-machine utilisables et pour comprendre les limites et les préférences humaines concernant la manipulation des traces. D'autres travaux visent à proposer des interfaces de programmation (API) afin de rendre les processus de calcul et gestion des traces, que font les SBT, utilisables par les EIAH.

Outre l'état de l'art décrivant les multiples usages des traces dans les EIAH, cet article revendique le fait que les systèmes à base de traces peuvent être considérés comme des environnements d'apprentissage de la même manière que les EIAH qui s'appuyant sur des principes d'ingénierie pédagogique classique et disposant d'une analyse des compétences,

²² Carine Touré (2012-2013), Conception et mise en œuvre d'un dispositif de gestion des connaissances pour le soutien à l'activité industrielle. Master2 Recherche, INSA de Lyon.

²³ Carine Touré, Conception et mise en œuvre d'un dispositif de gestion des connaissances pour le soutien à l'activité industrielle. Thèse en informatique démarrée en septembre 2013, Financement CIFRE, Société du canal de Provence (SCP)

de scénarios, de ressources, de modèles d'évaluation, etc. Nous avons appelé ces EIAH utilisant des traces des EIAH(T).

5.2.1 Définition d'un EIAH(T)

Les systèmes miroirs ou les systèmes d'indication laissent à l'utilisateur une grande marge de manœuvre pour développer le processus de distanciation amorcé par la présentation des traces. Les systèmes « de *coaching* » (Jermann et al. 2004) s'attachent à structurer cette activité en sensibilisant les apprenants à l'auto-jugement. Dans la mesure où toutes les interactions de conseil du système sont prédéfinies à partir de calculs faits sur les traces en regard du modèle d'activité, le risque est de trop contrôler l'activité des apprenants et que ces derniers n'aient pas suffisamment d'espace de liberté pour que les processus réflexifs adviennent. En effet, nous avons pu voir comment, dans les situations explicitement instrumentées pour soutenir la réflexivité, on se trouve face à un paradoxe : pour qu'il y ait réflexivité, il faut que le contrôle et la régulation de l'activité soit à la charge de l'apprenant et non à la charge de l'outil.

Dans le même temps, les processus réflexifs en apprentissage ne sont pas des processus interactionnels « standard » : on sait que diriger un apprentissage est un processus coûteux, qui va souvent à l'encontre des représentations existantes, et qu'il est nécessaire qu'il soit accompagné (par un enseignant et/ou un EIAH). L'EIAH permet par exemple d'enrichir le processus d'auto-confrontation aux traces par rapport à une auto-confrontation « libre » (*i.e.* non accompagnée) qui pourrait rester sans effet sur le développement des apprenants. À l'inverse des systèmes de guidage, les systèmes miroirs renvoient les traces d'interactions aux apprenants sans situer ces traces vis-à-vis d'indicateurs. Ainsi dans ces systèmes c'est aux apprenants de s'emparer de ces traces « non interprétées » par le système. Finalement, que l'EIAH qui utilise des traces soit un système miroir, d'indication ou de guidage, les apprenants peuvent développer des activités réflexives, à partir du moment où ils ont les possibilités de s'approprier les traces d'interaction présentées dans l'EIAH.

Ainsi, tout l'enjeu des utilisations réflexives des traces en EIAH, en tant qu'assistance à l'activité d'apprendre, est d'atteindre une « réflexivité émancipatrice », porteuse de transformations cognitives et qui offre la possibilité, à terme, de s'affranchir de l'assistance. La plupart des concepteurs visent à atteindre cette réflexivité émancipatrice en travaillant sur des formes d'apprentissage auto-régulé exploitant les traces (Azevedo 2007)(Hadwin et al. 2007). C'est la démarche que nous avons suivie.

Comme nous l'avons dit précédemment, un EIAH(T), c'est-à-dire un EIAH à visée réflexive qui s'appuie pour cela sur des traces, appartient à la catégorie des « outils métacognitifs » au sens d'Azevedo (Azevedo 2005). Dans le cas des EIAH(T) la technologie qui amplifie le processus d'autorégulation est l'enregistrement des interactions entre apprenants et système, c'est-à-dire les traces. Tout EIAH(T) repose ainsi sur trois processus, illustrés dans le schéma ci-dessous (voir Figure 22).

- La collecte (b) des éléments d'interactions (a), qui constitueront ensuite les traces. Ces éléments comprennent les actions effectuées par l'apprenant (libres ou prescrites par des scénarios pédagogiques) et les *feedbacks* apportés par le système. Cette collecte peut être faite de manière « automatique » ou « mixte ». Nous appelons collecte « automatique » un enregistrement des interactions fait uniquement par la machine à partir du modèle de collecte. Elle présente l'avantage d'un stockage et d'un enregistrement puissants et permet aussi une certaine reproductibilité. En revanche, elle est limitée sur le plan de sa « fidélité » à l'activité de l'utilisateur car elle ne restitue qu'une partie des interactions. Une collecte « mixte » est

une collecte qui, en plus de l'enregistrement automatique des interactions, offre à l'utilisateur des possibilités d'exprimer son point de vue sur les interactions, par exemple par recueil d'avis, positionnement d'une appréciation sur une échelle, validation ou non d'un calcul fait par le système, etc. Elle permet donc d'intégrer le point de vue de l'utilisateur, en vue de « qualifier » l'activité. Elle présente en revanche une limite quant au traitement automatique de ce qui est recueilli par le système.

- La *transformation (c) des enregistrements collectés*, qui peut être de deux types. Premièrement les transformations de type « calcul machine » vont permettre d'exploiter les enregistrements pour en « extraire » l'information conformément à une attente particulière ; il va par exemple s'agir de filtrages, de recherches de motifs d'interactions, de calculs d'indicateurs et de comparaisons avec des valeurs de références, etc. Deuxièmement, les transformations de type « présentation » vont permettre de rendre accessibles les enregistrements aux utilisateurs, c'est-à-dire de les leur présenter sur l'interface. Ce type de transformation peut intervenir sur des enregistrements non transformés ou sur des enregistrements transformés par des calculs. Le processus de transformation et les traces transformées sont ainsi stockés dans un TBS (Trace Base System) (Settouti 2011). Processus et traces transformées peuvent être produits ou juste utilisés (voir (d2) Figure 22) par l'EIAH selon l'intention pédagogique définie au cours de la conception.
- Les *actions possibles sur et hors de l'environnement d'apprentissage*. Les traces peuvent être utilisées avec une intention pédagogique prédéfinie (voir (d2) Figure 22). Dans ce contexte les actions proposées à l'utilisateur utilisent les données des traces ou lui proposent d'autres actions, via l'EIAH, sur ses traces (ces types d'actions ne sont pas identifiés spécifiquement dans le schéma, elles font partie des interactions humain-EIAH (voir (a) Figure 22). Il peut s'agir aussi d'actions sur les traces, comme par exemple l'édition, la suppression, le partage, etc. (actions à l'initiative de l'apprenant) ou de certains *feedbacks* utilisant les traces (actions provenant du système). Les traces peuvent ainsi être exploitées par l'apprenant sans intention pédagogique prédéfinie (voir (d1) Figure 22), et lui permettre de réaliser des traitements selon ses objectifs personnels. L'utilisateur peut accéder à l'EIAH ou au TBS au travers d'interfaces homme-machine alors que l'EIAH et le TBS peuvent communiquer au travers d'API (*Application Programming Interfaces*).

Les interactions d'un apprenant avec l'EIAH(T) sont donc caractérisées par des actions sur les traces ou des *feedbacks* utilisant les traces et aussi par des « actions autonomes » sur l'EIAH dans sa globalité.

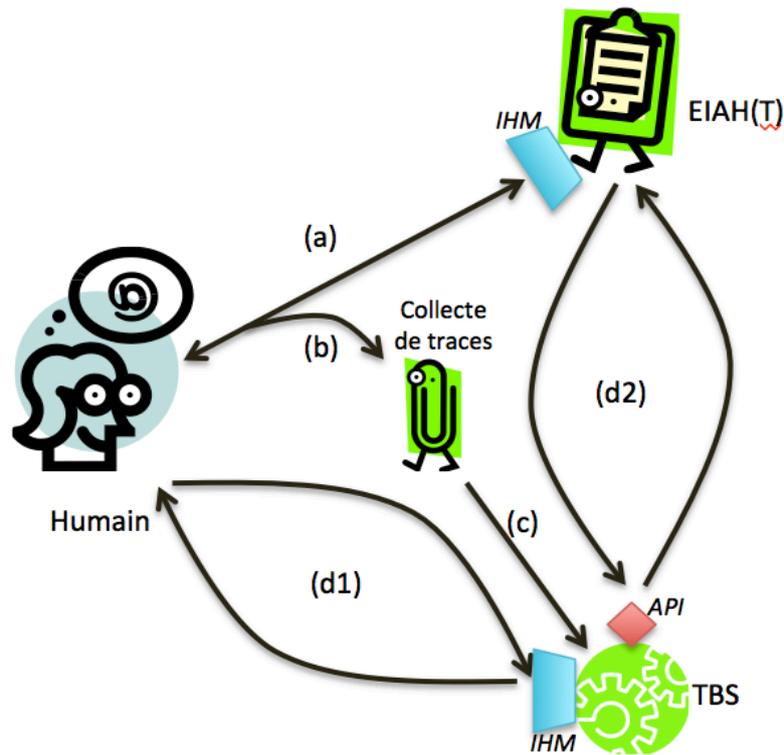


Figure 22 : Processus pris en compte dans un EIAH(T)

5.2.2 Pour de bonnes pratiques de conception des EIAH(T)

En dépit de leur utilité, nous avons pu constater que les traces sont assez rarement « révélées » et exploitées pour l'apprentissage dans les EIAH.

Un des verrous expliquant ces limites est que le processus de confrontation aux traces ne va pas de soi : il doit être systématiquement soutenu (et c'est en particulier l'un des rôles des tuteurs). Ce constat est lié à des facteurs technologiques mais aussi humains. En effet, ce type de traces modélisées est difficilement exploitable par des concepteurs d'EIAH cherchant à faire des systèmes autorégulés soutenant l'activité métacognitive. Le caractère limité des événements tracés rend difficiles les phénomènes d'objectivation du souvenir et de ce fait les possibilités d'appariement avec les stratégies métacognitives qu'un individu va mettre en œuvre (Hadwin et al. 2007). De plus, les concepteurs d'EIAH ont tendance à considérer que les traces d'apprentissage issues de l'enregistrement des interactions sont facilement exploitables car les acteurs ont participé à l'action. Or comme l'a montré Gagnière (Gagnière 2010) ce n'est pas le cas. Enfin, il y a un paradoxe naturel entre le fait de concevoir des interactions très dirigées et ainsi collecter des traces selon des modèles d'activité prédéfinis et le fait de mettre en œuvre des activités de régulation par métacognition qui visent à provoquer des changements.

De manière à mieux comprendre ce processus d'appropriation lorsque des informations de type traces sont exploitées, nous avons poursuivi l'analyse de l'état de l'art relatif aux expérimentations étudiant les effets de certains choix de conceptions [RI6]. Nous avons repris les systèmes identifiés dans l'état de l'art [RN5] et avons cherché à quelles conditions on peut considérer que les EIAH(T) utilisent intelligemment les traces. La synthèse de notre étude est présentée dans le tableau suivant.

C1	Enregistrer le plus de traces d'interaction humain-machine possible.
C2	Avoir une grande capacité de stockage.
C3	Proposer des visualisations utilisables des traces (pour rendre possible l'externalisation de l'objet auquel elles se réfèrent).
C4	Spécifier quel utilisateur est impliqué dans la trace enregistrée.
C5	Proposer d'enregistrer les traces automatiquement ou manuellement. Ces deux enregistrements peuvent être combinés et l'enregistrement automatique doit pouvoir être désactivé.
C6	Proposer une confrontation "documentée" aux traces de manière à permettre à l'utilisateur d'associer chaque trace à une action qu'il réalise et ainsi favoriser sa compréhension de ce qui est enregistré.
C7	Proposer à l'utilisateur la possibilité d'agir sur ses traces; en les visualisant, les éditant ou en créant des indicateurs.
C8	Laisser à l'utilisateur la responsabilité de contrôler et réguler son activité en utilisant les traces.

Tableau 1 : Spécification fonctionnelles des systèmes d'apprentissage instrumentée pour une bonne utilisation des traces à des fins réflexives.

Pour mieux comprendre comment mettre en œuvre certaines propositions, nous avons travaillé dans deux contextes d'application ; l'apprentissage par projet appelé dans la suite PBL²⁴ pour *Project Based Learning* et l'apprentissage continu en entreprise. Nous avons proposé, pour ces contextes, des méthodes ou des outils permettant de répondre à certaines contraintes exprimées dans le tableau 1.

5.3. Conception d'EIAH(T) pour l'apprentissage en mode projet

5.3.1 Contexte

Le contexte pédagogique du PBL est largement caractérisé par la mise en œuvre de stratégies d'auto-régulation. Elles sont utiles pour aider les apprenants, d'une part à formaliser leur expérience individuelle et collective vis-à-vis de la formation et sur une longue période, et d'autre part à mettre en œuvre des compétences métacognitives. En PBL, l'étape de planification-suivi et l'étape de jugement sont réalisées par les spécifications des objectifs et des stratégies puis par l'appréciation de leur réalisation. Les stratégies d'apprentissage de type PBL se développent massivement dans les universités et les écoles d'ingénieurs. Dans le contexte professionnel, le travail en mode projet est depuis longtemps un facteur d'efficacité pour la réussite du projet et la formation des collaborateurs. Nous avons montré au chapitre 4 que les mises en œuvre actuellement proposées ne laissent pas la possibilité aux apprenants de bénéficier de tout le potentiel du PBL car souvent l'action est favorisée au détriment de la réflexion et de l'expression de l'expérience personnelle (Thomas & Mengel 2008).

Nous avons choisi de travailler sur les tableaux de bord comme système d'incitation et de support à la réflexion et à l'auto-régulation car ce sont les outils usuels pour le suivi et la prise de décision en mode projet. En effet, utilisés principalement pour soutenir le travail collectif et la réalisation de projet dans le milieu professionnel, ils ont pour fonction de présenter, de manière synthétique et globale, les informations utiles pour analyser une situation et prendre des décisions stratégiques. Dans un contexte de travail collectif, les tableaux de bord peuvent être vus comme des outils de support à la cognition distribuée

²⁴ Les travaux relatifs au PBL sont la poursuite des études présentées au chapitre 4 concernant MEShaT.

(Treude & Storey, 2010). Dans le contexte de l'apprentissage ils sont souvent utilisés pour supporter la phase de suivi en analysant les traces des interactions réalisées comme nous l'avons vu dans la première partie.

Lorsqu'ils ont pour fonction de supporter des processus de jugement, les informations sur la réalisation effective de l'activité sont complétées par d'autres informations de synthèse sur, par exemple, les objectifs à réaliser ou les jugements que l'apprenant a pu émettre au cours de l'activité. Nous pensons que les données externes à l'environnement d'apprentissage sont aussi importantes que les données tracées dans l'environnement. La prise en compte de ces deux types de données est nécessaire afin de pouvoir analyser l'activité de façon globale. Le but est de pouvoir faire des analyses de plus haut niveau afin d'aider les apprenants à améliorer leurs capacités métacognitives et d'autorégulation. Une difficulté est, en terme de traitement de l'information, de pouvoir combiner ces données de nature différente. En effet, nous avons pu voir que peu de systèmes collectaient les deux types de traces et que lorsque c'était le cas, elles étaient exploitées séparément. Une seconde difficulté réside dans la conception des indicateurs eux-mêmes. Sur la base de ces constats, nous cherchons : à concevoir des indicateurs exploitant conjointement les traces d'activités et les traces volontaires et à réaliser les transformations de traces permettant de les calculer. La problématique de la conception d'indicateurs « hybrides » reste entière. En effet, si l'alignement temporel nous garantit une cohérence lors de la fusion des traces, de nombreuses questions restent ouvertes concernant l'utilité des informations à présenter dans les indicateurs pour l'autorégulation tout comme l'utilisabilité des différentes formes de visualisation ou d'interaction avec les données présentées. À titre d'exemple, pour la conception du système *gStudy*, Hadwin *et al.* (Hadwin et al. 2010) ont réalisé une étude pour déterminer quels types d'indicateurs, d'informations ou quelles formes d'interactions seraient intéressants à développer pour l'apprenant afin de soutenir l'apprentissage autorégulé en utilisant les traces. Leur étude a montré que les utilisateurs ont beaucoup de difficultés à manipuler ce type de données assez inhabituelles. Enfin, la dernière étape de nos travaux consistera à concevoir des interfaces personnalisables par l'utilisateur. Nous lui proposerons les moyens de calculer de nouveaux indicateurs ou de paramétrer l'affichage pour faire apparaître les indicateurs qui lui conviennent.

Le système *gStudy* est sur ce point celui qui répond le mieux à notre objectif de recherche. Cependant, le niveau de personnalisation de cet outil est très faible. En effet, il offre des fonctions de personnalisation uniquement pour la visualisation des indicateurs. Comme cette information intervient à la dernière étape de construction des indicateurs, il n'est plus possible de modifier les informations sur lesquelles ils reposent. Les apprenants n'ont pas les moyens d'intervenir dans les processus de collecte et de traitement des traces, ce qui signifie que leur niveau d'implication n'est pas très élevé; ils ne peuvent pas structurer leurs propres traces pour construire de réels indicateurs personnalisés. Le système TBS-IM (Djouad et al. 2011) nous semble pallier ce type de problème. Néanmoins, il doit être adapté pour permettre le traitement des traces volontaires en plus du traitement des traces d'activités actuellement prises en charge.

Nous proposons dans cette partie de présenter les travaux de recherche menés autour de la conception d'une solution de traitement dynamique des traces automatiques et inscrites volontairement, utilisables pour favoriser l'auto-régulation et la construction de compétences métacognitive dans le cadre des apprentissages en mode projet.

5.3.2 Résumé de la démarche

Dans un premier temps, nous avons cherché à identifier les informations utiles aux apprenants dans ce contexte pédagogique ainsi que la forme d'interaction la plus adaptée pour les utiliser. Ces travaux ont été publiés dans [CI12]. Ils ont validé les informations que

nous avons identifiées ainsi que l'intérêt d'utiliser les outils de type *tableaux de bord* exploitant des traces volontaires. Cette étude a montré en revanche qu'il fallait améliorer les interfaces de saisie de rapports d'activité et de consultation des indicateurs en les rendant plus dynamiques c'est-à-dire modifiables par l'apprenant. Nous avons utilisé le fait que de nombreuses formations en mode projet sont instrumentées pour réfléchir à comment utiliser les traces de cette activité afin d'alléger la phase de collecte du point de vue de l'apprenant sachant qu'elles peuvent être enregistrées automatiquement. Nous avons donc cherché à construire un outil qui combine les traces automatiques d'activité avec les traces inscrites volontairement et qui laisse à l'utilisateur la possibilité de travailler avec.

Ces travaux font l'objet de la thèse de Min Ji²⁵.

5.3.3 Pco-vision

Dans le cadre des projets collectifs du département GI, nous avons encadré une étude sur les informations utiles aux apprenants pour s'autoréguler en apprentissage en mode projet, et d'autre part sur les interactions les plus adaptées pour la collecte et la visualisation de ces informations. Cette étude a produit un prototype de tableau de bord utilisable en apprentissage en mode projet : Pco-vision. Certaines copies d'écrans sont présentées dans la Figure 24.

Nous avons proposé dans Pco-vision, que les informations à co-construire avec l'apprenant soient organisées selon deux grandes familles :

- les objectifs : objectifs du projet (éléments du projet, ressources humaines, temps, ampleur) et objectifs d'apprentissage,
- les activités : la manière dont les activités sont réalisées (comportement, action, état d'esprit des personnes) et les résultats des activités. Ces informations sont présentées par des indicateurs comme le temps de travail individuel et collectif, les conditions de travail (en présence/distance), le niveau de motivation et l'état d'esprit (satisfaction d'eux-mêmes, sentiment d'efficacité, sentiment d'efficience) ou les progrès vis-à-vis des objectifs du projet et des apprentissages cibles.

Nous avons choisi de laisser les apprenants déclarer directement les activités réalisées (voir Figure 23); ainsi les traces considérées sont volontaires. Nous avons choisi de présenter les informations sur l'activité de manière synthétique sous la forme de tableaux de bord individuels et collectifs comme on peut le voir dans la partie gauche de la Figure 24. Les indicateurs peuvent être simples ou dynamiques. Les indicateurs simples (partie gauche de la Figure 24) correspondent à des graphiques (indicateurs 1, 2, 4) ou à des zones de texte libre (zones 3, 5). Les indicateurs dynamiques (partie droite de la Figure 24) sont construits de manière à laisser à l'apprenant la possibilité de filtrer ses traces pour affiner sa perception du déroulement des actions. Dans le cas de Pco-vision, l'apprenant peut choisir de voir certaines courbes en parallèle ou de manière individuelle et d'affiner l'observation en zoomant sur des périodes de temps plus ou moins étendues comme on peut le voir sur la partie droite de la Figure 24.

²⁵ Min Ji, Exploitation des traces et des rapports d'activité des apprenants pour supporter l'autorégulation en apprentissage par projet. Thèse en Informatique soutenue le 27 avril 2015 à l'INSA de Lyon.



Figure 23 : Ecran de saisie des rapport d'activité

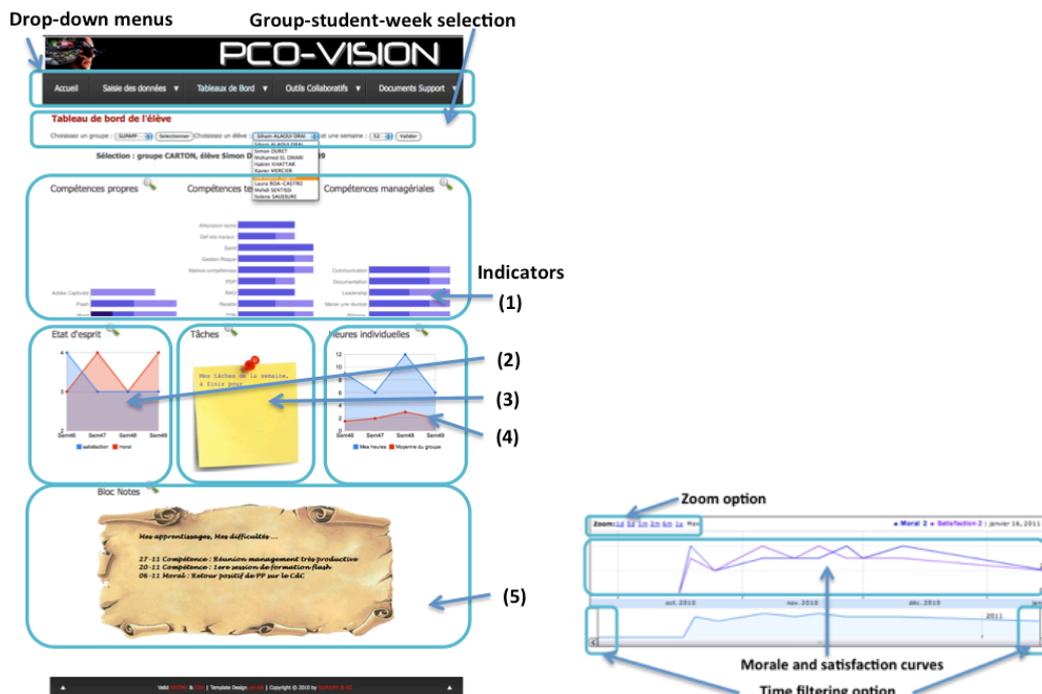


Figure 24 : Tableau de bord individuel de Pco-Vision et exemple d'indicateur dynamique

Nous avons décrit [CI12] comment nous pensons que Pco-Vision pouvait être utilisable en apprentissage en mode projet. Nous avons fait l'hypothèse qu'il permet de présenter à l'élève la vision globale des objectifs-actions-résultats nécessaires pour supporter l'autorégulation et la construction de compétences complexes (comme l'évolution de comportement) dans le cas d'un apprentissage par projet. Les tableaux de bord proposés dans *Pco-Vision* visent à soutenir les étapes de planification-suivi et l'étape de jugement du processus d'auto-régulation de Zimmerman (Zimmerman 2000) en formalisant les objectifs et les stratégies d'action du projet puis en appréciant leur réalisation. Ces deux étapes sont cruciales pour l'auto-régulation et difficiles à mettre en œuvre. En effet, si on souhaite développer une pédagogie à la fois active et métacognitive, les étudiants ont à considérer conjointement la réalisation des tâches effectives du projet et la réalisation des tâches

nécessaires à leurs propres apprentissages. De plus, comme le levier social est utilisé dans la stratégie pédagogique, les étudiants ont à considérer les objectifs individuels et collectifs. Dans ces cas, les systèmes d'apprentissage doivent supporter à la fois les tâches cognitives et métacognitives ainsi que individuelles et collectives. Nous avons cherché à évaluer comment ces propositions étaient reçues chez des apprenants.

Une étude (de type enquête et retour d'expérience) menée sur une cinquantaine d'élèves a comparé les pratiques de plusieurs groupes d'étudiants sur ces étapes de planification et de jugement: certains ayant Pco-vision pour le faire, les autres étant libres d'utiliser d'autres moyens (instrumentés ou non). L'outil tableau de bord (de type Pco-vision ou défini indépendamment par les groupes) a été utilisé et apprécié par les étudiants pour faire les tâches de jugement. Pour les tâches de suivi et planification, le tableau de bord a été peu utilisé, les étudiants ont préféré avoir des communications directes ou utiliser des outils tangibles (papier, tableau) pour planifier les tâches, suivre les progrès d'avancement du projet, ou organiser la collaboration. Les étudiants qui ont eu pco-vision ont plus souvent utilisé des applications logicielles (comme googledocs, droopbox, Excel, le mail) pour le faire que les autres (qui ont privilégié les planning papier et la communication directe).

5.3.3.1. Bilan

L'étude a montré que certaines interactions n'étaient pas encore abouties en particulier concernant les interfaces de collecte, les indicateurs d'activité et les interactions de visualisation. Concernant la collecte, nous avons conclu à la nécessité d'améliorer la charge relative à la saisie des données de l'activité et d'accroître leur représentativité au regard de l'activité réelle réalisée. Nous avons proposé une démarche de travail selon deux axes : pour travailler sur la baisse de charge de travail, il faut réaliser le maximum de la collecte de manière automatique (pour toutes les actions instrumentées) et pour améliorer la représentativité, il faut mieux lier la déclaration de l'activité aux unités d'action identifiées dans le projet comme les tâches réalisées ou à réaliser.

Concernant les indicateurs, nous avons constaté qu'il faut imaginer d'autres indicateurs pour les tâches complexes comme les tâches collaboratives ou les tâches de planification et suivi de ses propres apprentissages. La démarche recommandée est de croiser les vues spatiales et temporelles de l'information de manière à en améliorer la perception (sur le plan sémiotique) et permettre les processus de suivi et de réaction. Une autre hypothèse consiste à accroître l'implication de l'élève dans l'étape de suivi en lui laissant la possibilité d'imaginer lui-même les indicateurs à utiliser. Cette liberté peut aller d'une personnalisation de l'affichage sur la base d'un ensemble d'indicateurs prédéfinis à une personnalisation des indicateurs eux-mêmes sur la base d'un calcul complet assisté par une interface adaptée.

Pour concevoir des environnements numériques de cette nature, il était nécessaire de repenser l'architecture complète du tableau de bord de manière à intégrer les traces volontaires et automatiques et à rendre possibles les dynamiques d'adaptation de la collecte et de la construction des indicateurs. Les travaux autour de DDART, réalisés dans le cadre de la thèse de Min Ji, nous ont permis de répondre à ces questions.

5.3.4 DDART

Les travaux réalisés dans le cadre de DDART ont eu pour objectif de concevoir un tableau de bord dynamique, et capable de prendre en compte des traces de l'activité, enregistrées automatiquement ou rapportées manuellement. Le niveau de dynamique souhaité était de laisser à l'utilisateur la possibilité de paramétrer la construction des indicateurs (sélection des données, calcul, visualisation). Ce type d'outil est innovant.

5.3.4.1. Démarche

Nous avons dans un premier temps étudié le type d'architecture système capable de supporter nos objectifs ; nous avons proposé une architecture appelée *Project-Based Learning Management System* (PBLMS) [CN26] [CI13]. Le résultat de ce travail donne une vision globale des traitements à prendre en compte pour rendre un tel système opérant en particulier concernant le modèle de trace et le type de calcul à réaliser. Nous avons ensuite instancié cette architecture dans un outil : DDART [CI15] [CI16].

5.3.4.2. PBLMS

Architecture générale

Le principe général d'un PBLMS consiste à exploiter les informations sur l'activité d'apprentissage en mode projet lorsqu'elle est réalisée avec un LMS ou pas. Notre proposition permet de collecter des traces relatives à l'utilisation du LMS, ainsi que les traces relatives aux activités réalisées en dehors du LMS. La Figure 25 synthétise le fonctionnement global du PBLMS. Il s'organise selon quatre phases : une phase de collecte des données, une phase d'intégration, une phase de calcul des indicateurs et une phase de visualisation.

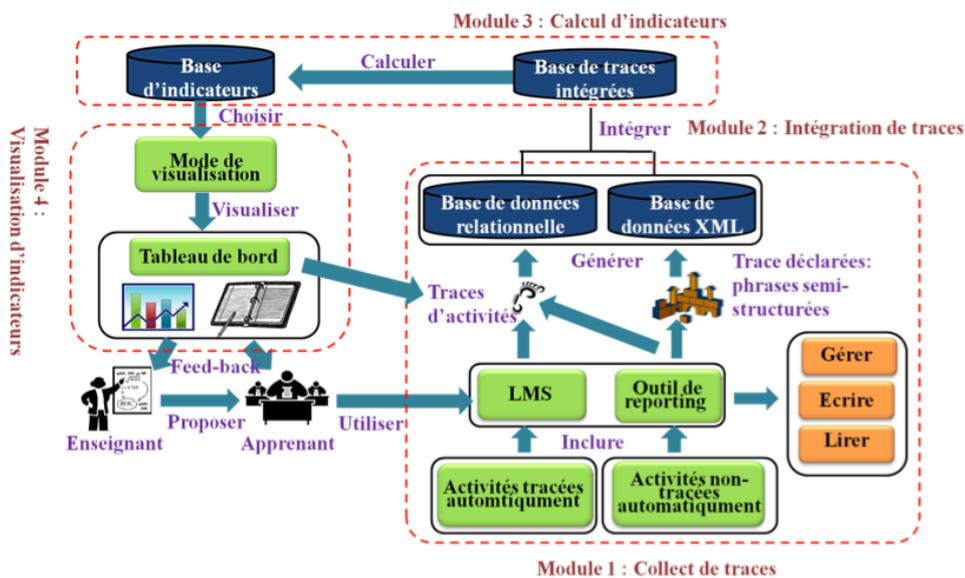


Figure 25 : Architecture globale du PBLMS

La collecte des données

Lorsque les apprenants utilisent le LMS pour réaliser un projet proposé par un enseignant, le PBLMS enregistre les traces de 4 activités : chat, wiki, forum, visualisation de ressources. Ces activités ont été choisies car elles sont les plus utilisées en pédagogie socio-constructivite, et du coup en apprentissage par projet en particulier.

Lorsque les apprenants réalisent des activités en dehors du LMS, nous avons choisi de leur laisser déclarer directement ce qu'ils font dans un outil : le *reporting tool*. Le reporting tool sert à garder des traces des activités qui ne sont pas réalisées avec le LMS : les activités *non instrumentées* comme le travail en face à face ou les activités mentales de planification de l'activité et de jugement de son activité, ou les activités *instrumentées avec d'autres outils* que le LMS comme Google ou Dropbox.

L'avantage de l'utilisation de l'outil de *reporting* est double. D'une part, il permet d'obtenir des données sur les activités non instrumentées ou réalisées avec des outils non tracés. D'autre part, il incite les apprenants à réfléchir sur leurs activités et apprentissages et leur fournit un moyen pour partager les informations et communiquer au sein des groupes projet. Le mode d'interaction proposé pour l'utilisation de l'outil de *reporting* est fondé sur des gabarits sous forme de phrases semi-structurées. Les gabarits couvrent différents aspects de l'activité liée au projet : la définition des objectifs et la description ou le jugement sur ce qui est fait. Ils se présentent, par exemple, sous les formes suivantes : « *l'objectif du projet est de faire (quoi) de (date) à (date), je juge que (mes connaissances/ mon état d'esprit) est (pas/un peu/beaucoup) bon (pourquoi)* ». Les réponses attendues dans les zones de saisies (entre parenthèse) dans les modèles ci-dessus, peuvent être fermées ou libres. Les rapports produits se lisent comme des textes, ils peuvent être conservés pour soi ou ouverts aux autres membres du groupe projet pour favoriser le partage d'expériences.

Intégration des traces

Les traces provenant du LMS (traces d'activités) et les informations enregistrées dans l'outil de *reporting* (traces volontaires) sont respectivement stockées dans une base de données relationnelles (Mysql) et dans une base de données XML (BaseX). Les deux types de données sont ensuite intégrés sur la base d'un modèle : le modèle de la *trace première* (ou PT pour *Primary Trace*). Nous avons défini le modèle de la trace première autour des activités réalisées. Il est composé de 8 items :

$$PT = \{Ta, L, C, V, To, BT, ET, P\}$$

avec Ta: la tâche réalisée, L: l'apprenant qui réalise la tâche, C: la catégorie de la tâche, V: la valeur, le contenu lié à la tâche, To: l'outil utilisé dans le LMS, BT and ET: le temps de début et le temps de fin de la tâche, P: le lieu de réalisation de la tâche.

La construction des indicateurs

La trace première est exploitée pour produire des indicateurs numériques ou textuels. Les indicateurs numériques sont construits sur la base de calculs directs (somme, moyenne) ou de calcul de dénombrement (fréquence, intervalle de temps) sur les items sélectionnés (ils peuvent être croisés et filtrés sur une valeur). Différentes formes graphiques sont utilisables pour présenter l'information calculée à l'utilisateur. Les indicateurs textuels correspondent à l'affichage des phrases répondant à un critère de filtrage sélectionné. A l'issue de la phase de construction, l'indicateur est stocké dans une base d'indicateurs de manière à pouvoir être réutilisé directement.

Ce modèle et le processus de construction des indicateurs ont été définis pour pouvoir construire quatre grandes catégories d'indicateurs tels qu'ils ont été définis par Dimitracopoulou (Dimitracopoulou 2005) et Diagne (Diagne 2009). Les *indicateurs d'activité*, présentent les informations sur le contenu des activités et des comportements des utilisateurs. Les *indicateurs cognitifs* reflètent le niveau de connaissance et les résultats en lien avec les objectifs du projet. Les *indicateurs affectifs* représentent l'état émotionnel des membres du groupe durant le projet. Les *indicateurs sociaux* donnent des informations sur la collaboration et la coordination des acteurs dans les espaces de travail.

La visualisation et l'appropriation des données

Le tableau de bord est utile pour exploiter les informations relatives à la conduite des activités, aux émotions, aux méthodes et stratégies d'apprentissage ou aux objectifs des apprenants. Il permet de construire des indicateurs fins et représentatifs de l'activité de

l'apprenant. Par exemple, des indicateurs comparant les impressions (subjectives) de l'apprenant sur son activité avec son mode de réalisation (objectivement enregistré par les traces) permettent l'interprétation de certains événements et favorisent l'apprentissage de comportements. Des indicateurs comparant l'activité réalisée et les objectifs d'apprentissage ou les performances des autres apprenants favorisent l'auto-régulation et la construction de compétences métacognitives.

De manière à garantir une bonne appropriation des données et favoriser la construction de compétences d'auto-régulation, nous proposons à l'apprenant un tableau de bord vide à priori, qu'il personnalisera avec les indicateurs qu'il construira lui-même.

La partie suivante décrit comment le principe du PBLMS a été développé dans un l'outil DDART.

5.3.4.3. Tableau de bord dynamique : DDART

DDART signifie *Dynamic Dashboard Based on Activity and Reporting Traces*. DDART met en œuvre les principes présentés dans le PBLMS avec le LMS Moodle. Plutôt que de décrire l'architecture technique de DDART, à la conception de laquelle nous avons peu contribué, nous présenterons les interfaces des trois outils originaux issus du travail d'analyse du PBLMS : le *reporting tool*, l'éditeur d'indicateurs et le tableau de bord.

L'outil de reporting

Les fonctionnalités de l'outil de *reporting* sont dirigées vers deux types d'acteurs : les enseignants et les apprenants. L'enseignant possède des fonctionnalités pour gérer l'outil de *reporting* : éditer les structures des rapports qui seront proposés aux apprenants et les affecter aux apprenants et groupes d'apprenants. Il a également à sa disposition des fonctionnalités pour visualiser les rapports des apprenants et leur donner des conseils, leur poser des questions ou commenter les comptes-rendus. De leur côté, les apprenants peuvent remplir des rapports, via le module de rédaction, à partir des gabarits proposés par l'enseignant (voir 26). Ils peuvent revoir des rapports remplis auparavant ou visualiser les rapports de leurs pairs à partir du moment où ceux-ci les rendent visibles. Ils peuvent alors commenter les rapports des autres membres de l'équipe projet. En utilisant cet outil de *reporting*, les apprenants peuvent réfléchir à la manière dont ils ont accompli les activités d'apprentissage, apprendre à organiser leurs idées et rédiger des rapports efficaces.

The screenshot shows the 'Write a new report' section of the DDART tool. At the top, there are three tabs: 'Write a new report' (active), 'Manage my reports', and 'Read other reports'. Below the tabs, there is a 'Title' field containing 'my report', a date field set to '20-10-2014', and radio buttons for 'Individual' and 'Public'. A section titled 'Write your own report here:' contains a list of report templates, each with a red 'X' icon and a 'cancel' button. The first template is: 'I discuss [skype] with [Tom] about [interface design] using [skype] from [01-10-2014 10:00] to [01-10-2014 12:00]'. The second is: 'I judge that [Tom] is [very good] because [he proposed many ideas]'. The third is: 'I self assess that my [communication skill] is [neutral] because [I cannot express well]'. The fourth is: 'I write [word] with [myself] about [requirement analysis] using [word] from [01-10-2014 14:00] to [01-10-2014 15:00]'. At the bottom of the form, there are two circular icons: a plus sign and a floppy disk.

26 : Exemple de gabarit en cours de remplissage par l'apprenant

Report content

I take a course with julien about website using Youtube from 12-01-2014 09:00 to 12-01-2014 09:25 . I judge that Julien is very good because he is conscientious . I self assess that my mood is very good because i am excited . I send email with Francois about project requirements using Gmail from 12-01-2014 12:00 to 12-01-2014 12:15 . I judge that Sophie is not very good because she speak too little . I self assess that my php is neutral because i have learnt it . I judge that Francois is not very good because he looks stupide . I judge that Pascal is very good because he is active . I self assess that my mysql is not very good because i am not skilled in sql . I self assess that my communication is not very good because i cannot express clearly . I self assess that my documentation is not very good because I donot know how to write reports .

Comments

1). Pascal:
thank you for your good comments!i will try my best! 📧

1.1). Benoit:
you are welcome! you work hard! 📧

+

Figure 27 : Exemple de rapport finalisé et commenté

L'éditeur d'indicateur

La Figure 28 présente l'interface de l'outil d'édition d'indicateurs. L'interface se divise en trois colonnes : (1) les paramètres et fonctions de calcul (Figure 28a) utilisables pour créer les indicateurs, (2) la zone de calcul et d'affichage de l'indicateur (Figure 28b et c) et (3) les modes de visualisation proposés (Figure 28d).

The screenshot shows the 'Indicator Editor' interface with three main panels:

- Panel a (Parameters):** Contains three sections:
 - First: Entity Add a Filter:** Includes 'Select and Drag an Entity' with options like Learner, Tool, Place, Activity, and Time Scale & Time Period.
 - Second: Value:** Includes 'Select and Drag a Value' with options like Frequency, Time Interval(Hours), Time Span, Content, and Description.
 - Third: Calculation Functions:** Includes 'Edit and Drag a Calculation Function' with options like Define a Calculation Function, Simple Functions, and Advanced Functions.
- Panel b (Calculation):** Shows configuration fields:
 - X Entities: Time Scale & Time Period(Day)
 - Y Entities: Project tasks(AllProject tasks)
 - Value: Time Interval(Hours)
 - Functions: average+average row
 - Visualization: Table, Bar
- Panel c (Calculation Results):** Displays a table and a bar chart.

	2014-01-12	2014-01-13	2014-01-14	average
Project tasks(AllProject tasks)	1.96	0.75	0.53	1.08
- Panel d (Visualization Modes):** Shows various visualization options like pie charts, bar charts, line graphs, and gauges.

Figure 28 : Interface de l'outil de construction des indicateurs

L'interface est de type WYSIWYG (*what you see is what you get*) et les résultats sont calculés à la volée de manière à ce que les apprenants puissent ajuster les indicateurs et/ou les contrôler à tout moment. Les apprenants construisent les indicateurs en faisant des « cliquer-déplacer » de la colonne a et de la colonne d vers la colonne zone b. L'indicateur correspondant s'affiche alors directement dans la zone c. Ils peuvent manipuler 5 entités du

modèle de trace $E=\{L, T_o, T_a, T_{ime}, P\}$ ²⁶ et les croiser. Lorsque des entités sont sélectionnées, les calculs proposés sont des dénombrements réalisés sur les valeurs qualitatives des entités (fréquence, intervalle de temps, contenu, description) ou des fonctions simples pour les valeurs numériques (somme, moyenne, écart-type). Dix visualisations sont proposées. Elles sont produites à partir de l'API Google Chart. Les indicateurs créés sont stockés dans une base d'indicateurs de manière à ce que l'apprenant qui les a créés ou d'autres apprenants puissent les utiliser.

Le tableau de bord

L'utilisateur rassemble dans le tableau de bord les indicateurs qui lui semblent utiles pour gérer son projet et son apprentissage (voir Figure 29). Il peut à tout moment ajouter un indicateur en cliquant sur le bouton +, le mettre à jour ou le supprimer. L'ajout d'un indicateur existant se fait par sélection dans la base d'indicateurs. Les indicateurs mêlent des données numériques et textuelles de manière à aider l'apprenant à saisir rapidement certaines informations et à en comprendre le contexte. Notre hypothèse est que cette combinaison aide à la compréhension des événements liés aux indicateurs et à la prise de décision ou à la construction d'une forme de métacognition chez l'apprenant.

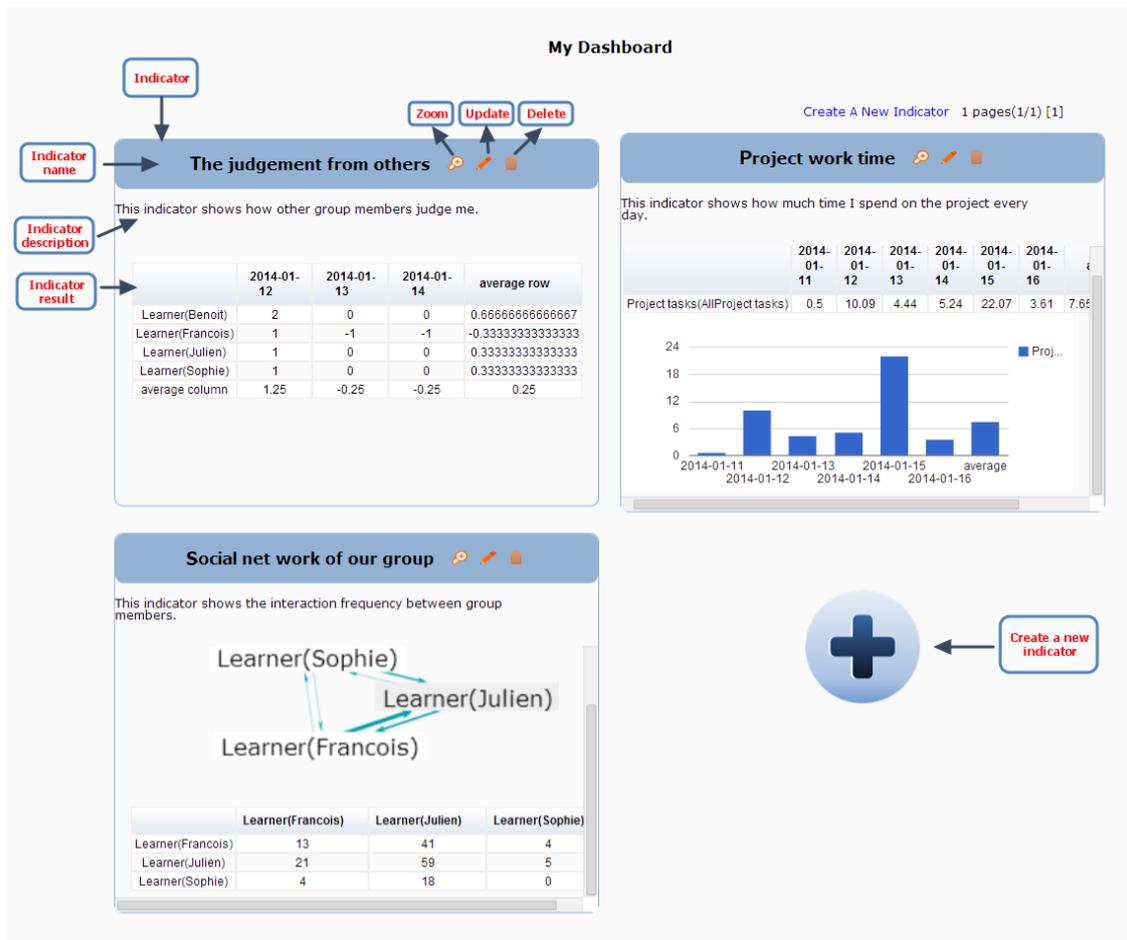


Figure 29 : Interface du tableau de bord

²⁶ Learner, Tool, Task, Time, Place

5.3.4.4. Bilan

Le travail de conception, consultation, discussion autour des indicateurs participe directement à la construction des compétences d'auto-régulation. En effet, à l'étape de *reporting*, l'apprenant commence à prendre de la distance avec son activité. Lorsqu'il construit des indicateurs et les consulte, il s'approprie les données relatives à son activité, devient plus conscient du travail en groupe, de l'avancée du projet ainsi que de sa propre contribution dans le projet. Les commentaires viennent compléter les informations quantitatives présentées dans les graphiques et l'aident à mieux comprendre les situations. Le rapport complet peut l'aider à affiner la compréhension d'une situation, son point de vue ou celui d'un collaborateur à un moment donné.

Les évaluations de DDART ont montré des résultats partagés. Nous avons conduit une évaluation de la performance du système en vérifiant comment il peut reproduire des indicateurs de l'apprentissage en mode projet. Cette évaluation a montré que DDART permettait globalement de reproduire ces indicateurs. Nous avons aussi conduit des évaluations d'utilité perçue et d'utilisabilité de DDART sur une population de 15 étudiants ayant réalisé un apprentissage en mode projet. Ils étaient organisés en deux groupes : des élèves ingénieurs autonomes et sans aide directe et des doctorants accompagnés et pouvant poser des questions. Les résultats montrent que le système est plutôt apprécié et jugé utile *a priori* par les deux groupes. Les indicateurs jugés les plus pertinents pour l'activité sont les indicateurs de contrôle (travail planifié vs réalisé), les jugements (évaluation par les pairs) et les collaborations (réseau social). Certains éléments d'utilisabilité doivent en revanche être améliorés. Le temps de réaction du système est encore trop long. La déclaration des activités manuelles reste considérée comme fastidieuse, les modèles de structure sont jugés intéressants mais pas assez flexibles, des saisies libres seraient appréciées. La manipulation de l'éditeur d'indicateurs est complexe au premier abord mais il est rapidement pris en main.

Les propositions faites dans DDART semblent bien adaptées. Pour pouvoir tester le principe en situation réelle il nous semble nécessaire de poursuivre le travail de recherche sur deux points :

- améliorer l'utilisabilité de DDART en terme de temps de réponse et en terme de réutilisation. Il nous semble nécessaire de construire un plugin de DDART pour Moodle, de manière à en favoriser l'utilisation,
- concevoir des situations d'apprentissage qui intègrent DDART. Notre objectif est ici d'étudier comment orchestrer, dans des formations en mode projet, les séquences d'activités en présentiel et les séances en groupe lorsqu'elles sont réalisées de manière instrumentée via le LMS et via DDART.

5.4. Conception d'EIAH(T) en contexte industriel : vers des outils pérennes de gestion des connaissances utilisant les traces d'utilisation

5.4.1 Contexte

Les domaines industriels privilégient des modes de formation en continu ou « tout au long de la vie » de manière à conjuguer l'activité productive des collaborateurs avec leur activité constructive, c'est-à-dire leur activité d'auto-formation. Pour mettre en œuvre ce type de formation, ils se placent dans une démarche socio-constructiviste qui consiste à considérer que la construction de connaissances s'opère au cours de la socialisation, l'intégration, la formalisation, la combinaison d'informations (Nonaka et al. 1996)(Nonaka et al. 2000) et utilisent des *Systèmes de Gestion des Connaissances* (SGC) pour le faire. Les SGC ont quatre fonctionnalités standard : la publication et la découverte d'informations, la collaboration et l'apprentissage (Maier 2007). Actuellement, les entreprises s'orientent vers des systèmes d'information collaboratifs ou coopératifs qui favorisent la capitalisation des connaissances et des interactions entre les acteurs (Ermine 2008). Pour que ces SGC restent utiles sur le long terme, les collaborateurs doivent les mettre en œuvre pour publier/partager, chercher des informations, collaborer et se former. De cette manière ils se forment, s'informent et mettent à jour les bases de données. L'usage est donc un facteur clé de la réussite de ces outils non seulement pour supporter l'activité des utilisateurs mais aussi pour la pérennité du système.

Pourtant, il est courant de constater que les solutions conçues ne sont en fait pas acceptées ni utilisées. Prax (Prax 2007) présente quelques causes des échecs des processus de gestion de connaissances en entreprise. Elles peuvent être d'ordre fonctionnel (outil trop complexe, ne répondant pas au besoin, mauvaise organisation de l'information, etc.), d'ordre managérial (stratégie d'accompagnement au changement inadaptée ou inexistante), ou même d'ordre humain (choix de l'outil inadapté au contexte culturel). De nombreuses propositions de méthodes de management d'accompagnement au changement sont alors mises en œuvre pour amorcer l'adoption et soutenir l'usage continu de la technologie dans l'organisation. Selon nous, les problèmes sont directement liés aux méthodes de conception des SGC. Les entreprises ne considèrent pas les critères d'acceptation et l'utilisation de leur SGC comme fondamentaux dans le choix ou la conception de leur solution et privilégient les approches fonctionnelles. En effet, les concepteurs de SGC sont souvent issus du domaine de l'ingénierie des connaissances et de l'ingénierie documentaire et s'attachent surtout à bien définir les concepts à présenter, les contenus pour les décrire et à structurer les liens entre les concepts dans des modèles (Boughzala & Ermine 2007). Ces modèles jouent un rôle fondamental pour représenter la sémantique de l'activité. Ils sont structurés selon les principes de l'ingénierie des connaissances ou l'ingénierie documentaire et organisent le patrimoine informationnel de l'entreprise. Ils permettent d'organiser les liens entre les ressources documentaires entre elles ou entre les ressources documentaires et l'activité. Dans cette démarche, le type de médiatisation des ressources et les situations dans lesquelles elles seront utilisées n'est en général pas considéré. Les concepteurs ne s'occupent que dans un second temps et avec moins d'expertise de la conception des interfaces d'accès à ces connaissances ou des modalités d'interactions. Ainsi certains aspects comme l'ergonomie, les attentes et valeurs des utilisateurs vis-à-vis de l'information, de son partage ou de sa production ainsi que l'intégration du SCG avec les autres SI de l'entreprise sont beaucoup moins réfléchis.

Nous proposons de travailler à des méthodes de re-conception de solutions de SGC existantes qui considèrent ces questions d'acceptation pour garantir l'usage sur le long

terme. Notre démarche consiste d'une part à étudier comment utiliser les méthodes de conception « centrées utilisateur » pour favoriser l'utilité, l'utilisabilité et l'acceptabilité, et d'autre part à étudier comment intégrer des régulations basées sur les traces d'activité pour soutenir l'utilisation sur le long terme.

Cette recherche est effectuée dans un contexte industriel à la *Société du Canal de Provence* (SCP). Cette entreprise a pour vocation de mettre en œuvre, d'exploiter et de maintenir le réseau hydraulique qui alimente une partie du sud-est de la France. Les exploitants sont les employés chargés de la maintenance des ouvrages composant le réseau (canaux, stations de pompage, stations de potabilisation, etc.). Le territoire d'intervention des exploitants se subdivise en dix zones géographiques appelées centres d'exploitation. La SCP a conçu un jeu de fiches techniques descriptives de l'activité des exploitants qui est accessible via un livre de connaissances appelé ALEX (*Aide à l'exploitation*). La SCP a fait le constat que, même si les fiches sont considérées comme utiles, les collaborateurs ne les exploitent pas. Nous avons collaboré avec cette entreprise dans le cadre d'un stage de M2R²⁷ et d'une thèse en convention Cifre²⁸. Dans le cadre du stage de master de Carine Touré, nous avons travaillé sur l'utilité et l'utilisabilité d'ALEX qui était inexploitable en l'état. Nous avons mis en œuvre une démarche participative incluant les personnels de la SCP, pour identifier les besoins et attentes des personnels de l'entreprise et les formes de régulation utilisant les traces acceptables dans ce contexte. Cette étude a montré qu'il était intéressant de reconcevoir ALEX sous la forme d'un réseau social d'entreprise ayant des fonctions de publication et de parage de l'information adapté au contexte de la SCP. Pour réaliser cette étude nous avons construit un prototype du futur système ALEX+. Nous avons proposé, une méthodologie de re-conception « centrée utilisateur » des SGC [CI18]. Ce travail est présenté dans la section « Méthode de re-conception d'un SGC pour favoriser son adoption ».

Dans le cadre de sa thèse, Carine a encadré le développement d'ALEX+ dans une version fonctionnelle. Le travail a en particulier consisté à intégrer l'outil dans les autres SI de l'entreprise et à coordonner la mise à jour de l'ensemble de fiches relatives aux ouvrages considérés dans notre étude. L'outil ALEX+ est maintenant fonctionnel et va être déployé. Parallèlement un modèle général de la dynamique d'acceptation des SGC(T) c'est-à-dire des SGC utilisant les traces d'activité a été défini [CI17]. Il s'appuie d'une part sur les modèles de l'acceptation développés en psychologie sociale et d'autre part sur les modèles d'apprentissage organisationnel développés en sciences de gestion et économie. Nous travaillons actuellement sur les formes de régulation utilisant des traces qu'il est utile de proposer. Selon ces principes nous avons prévu trois formes de régulation (Argyris & Schön 2002) : des régulations simples destinées aux utilisateurs, une régulation double destinée au gestionnaire du SGC et une régulation de conception destinée à l'analyse globale de la situation. Nous axons notre étude sur les interactions d'*awareness*. Notre objectif est de développer des formes d'auto-régulation et de régulation sociale.

²⁷ Carine Touré (2012-2013), Conception et mise en œuvre d'un dispositif de gestion des connaissances pour le soutien à l'activité industrielle. Master2 Recherche, INSA de Lyon.

²⁸ Carine Touré, Conception et mise en œuvre d'un dispositif de gestion des connaissances pour le soutien à l'activité industrielle. Thèse en informatique démarrée en septembre 2013, Financement CIFRE, Société du canal de Provence (SCP)

5.4.2 Démarche de re-conception pérenne d'un SGC

La démarche que nous proposons s'appuie sur deux cadres théoriques : l'apprentissage individuel et organisationnel, et les théories de l'acceptation technologique. Sur cette base nous proposons un modèle de re-conception itératif qui s'attache dans un premier temps à favoriser l'adoption, puis qui s'attache ensuite à pérenniser les usages.

5.4.2.1. Les modèles de l'acceptation

Les modèles que nous mobilisons pour expliquer l'acceptation ont été présentés dans le chapitre 2. Ce sont le TAM (*Technologie acceptance model*) (Davis 1993), l'UTAUT (Venkatesh et al. 2003) (Venkatesh et al. 2012), l'utilisabilité (Février 2011), l'expérience utilisateur (Tabard & Mille 2015), l'*Expectation Confirmation Model* (ECM) (Bhattacharjee 2001), le modèle de succès pour les systèmes d'information (ISSM) (DeLone & McLean 2003).

Nous avons pu voir que les critères qui conditionnent l'adoption d'un outil sont l'utilité et l'utilisabilité à priori. Ils relèvent des attitudes et intentions d'usage. Lors des premières manipulations, l'expérience utilisateur et la facilité d'utilisation jouent un rôle majeur sur le sentiment de satisfaction. A plus long terme, pour garantir l'acceptation et l'appropriation et ainsi avoir des usages pérennes, l'utilisateur doit ressentir des bénéfices directs comme un sentiment de performance ou un sentiment de sécurité et cohérence lorsqu'il considère la technologie dans son système d'activité.

5.4.2.2. L'apprentissage individuel et apprentissage organisationnel

L'apprentissage organisationnel est la capacité d'une organisation à apprendre d'elle-même à partir du savoir qu'elle produit, distribue ou utilise. Bouvier (Bouvier 2007) reprend le point de vue systémique d'Argyris et Schön (Argyris & Schön 2002) pour proposer un moyen de réaliser cet apprentissage. Ils considèrent l'outil, les utilisateurs et l'organisation qui structurent leur activité comme un système. Selon eux, en concevant des fonctions de re-bouclage le système peut apprendre de ses propres actions et être capable de résoudre des problématiques de plus en plus complexes. Les boucles de régulation, simples et doubles, permettent, à partir de l'observation de l'organisation et des interactions en cours, de guider le pilotage du système et de le faire évoluer vers la formation des personnes et le développement positif du système lui-même. Ces boucles ont la même fonction de métacognition présentée précédemment à propos de l'apprentissage individuel. Les boucles de régulation simple agissent sur les stratégies à mettre en œuvre localement, les boucles de régulation double agissent sur les objectifs à long terme du système comme on peut le voir sur la Figure 30 suivante.

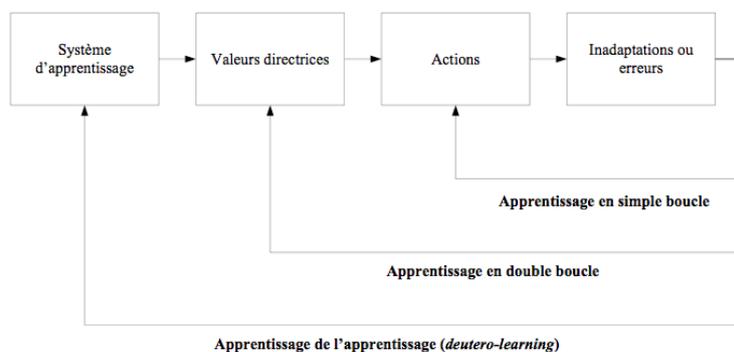


Figure 30 Les régulations de Argyris et Schon selon (Pesqueux, Durance, & others, 2004)

Selon Pesqueux et Durance l'apprentissage organisationnel repose sur deux processus cognitifs, distincts, mais profondément maillés :

- « un processus individuel, sur la base de la boucle d'apprentissage classique « signaux (i.e. perception sélective) – interprétation – réponse » au regard d'une norme de référence qui concerne, aussi, les groupes d'individus dans un cadre organisationnel favorisant l'apprentissage;
- un processus collectif, sur la base de la construction de références partagées, entraînant la gestion de l'information à partir de représentations codifiées et l'organisation de réunions autour de ces représentations » (Pesqueux & Durance 2004).

Ils distinguent aussi l'apprentissage cognitif (cognitivism), qui se traduit par une modification des représentations concernant aussi bien les perceptions que les modèles de raisonnement, et l'apprentissage comportemental (behaviorisme), qui concerne les procédures organisationnelles, constituant ainsi un point de rencontre entre le modèle de l'organisation apprenante et celui du changement organisationnel. Selon eux, si les chercheurs en sciences de gestion s'attachent à reconnaître, critiquer et restructurer les théories de l'action organisationnelle, ils « évitent de prendre en compte un aspect fondamental pour la réussite et le maintien d'un apprentissage organisationnel : l'univers comportemental de l'organisation et les « théories d'usage » des individus qui le renforcent et sont renforcées par lui ». Ils mentionnent ainsi que les facteurs estimés comme favorisant l'apprentissage organisationnel se décomposent entre des facteurs externes (pression environnementale, perceptions de dirigeants) et des facteurs internes (configurations organisationnelles, existence d'un système d'information formel ouvert et performant, reconnaissance de l'importance d'un système d'information informel, implication de la direction générale).

En définitive, nous rejoignons leur avis selon lequel l'apprentissage organisationnel s'organise selon des principes de l'apprentissage instrumenté. Comme pour l'apprentissage humain, l'apprentissage organisationnel est incrémental, il fonctionne par saut et est représenté par les boucles. Comme pour l'apprentissage instrumenté il repose sur un support technologique, généralement un système d'information, médiatisant des ressources et favorisant les interactions directes entre les personnes.

5.4.2.3. Les régulations d'usage

Nous avons pu voir, au travers des modèles précédents que différents facteurs interviennent dans l'adoption puis l'acceptation puis l'usage en continu d'une technologie. Les modèles proposés s'accordent pour dire que les bénéfices et la satisfaction sont décisifs pour pérenniser les usages. Dans les théories de l'apprentissage organisationnel, cette expérience d'usage participe non seulement à la continuité des usages mais aussi à l'évolution et au développement du couple (outil, utilisateur) par le biais des fonctions de régulation. Ainsi, selon le type de régulation proposé par l'environnement numérique, l'utilisateur, les gestionnaires de l'environnement et l'environnement numérique lui-même vont pouvoir apprendre de leurs comportements et évoluer. Or, les modèles ne décrivent pas précisément les critères qui construisent sur le long terme la satisfaction et consolide les usages et l'appropriation. Ils sont représentés en pointillé sur la Figure 5 présenté dans le chapitre 2. Ces critères sont conduits sur la base d'éléments pratiques et sociaux. Les modèles ne les distinguent pas. En nous appuyant sur les apports des médiations réflexives individuelles et collectives sur le plan métacognitif, nous pensons que des fonctions d'assistance métacognitives présentées sous la forme d'indicateurs d'*awareness* pourraient être utiles dans ce contexte.

Marty et Carron (Marty & Carron 2011) ont montré leur intérêt au niveau d'un groupe de travail ou d'une organisation. En effet, l'*awareness* a un rôle fondamental pour accroître les interactions entre les utilisateurs et leur utilisation d'un système de collaboration. Lorsque l'activité est distribuée entre plusieurs personnes et éventuellement sur plusieurs outils, les traces jouent un rôle de synthèse de l'activité et sont généralement utilisées pour calculer les

KPI (*Key Performance Indicator*). Le processus de régulation simple va consister à présenter certains KPI aux services ou équipes concernés de manière à les rendre plus efficaces sur les critères qui les concernent. La régulation double va être réalisée par la présentation parallèle des KPI et des résultats de l'entreprise au comité de direction pour lui permettre de faire des choix politiques de développement de certains produits ou de réorganisation de l'entreprise.

L'objectif de notre recherche est de formaliser comment exploiter les traces de l'activité pour le faire dans le cas des SGC.

Nous faisons l'hypothèse qu'en exploitant les dynamiques d'adoption et d'acceptation individuelle et sociale, visibles au travers des traces, l'usage sera garanti et le SGC sera pérenne. Les régulations exploitant les traces auront ainsi pour fonction de favoriser l'action, ainsi que la prise de conscience de l'action réalisée. Le modèle que nous proposons pour structurer cette activité est présenté sur la Figure 31 :

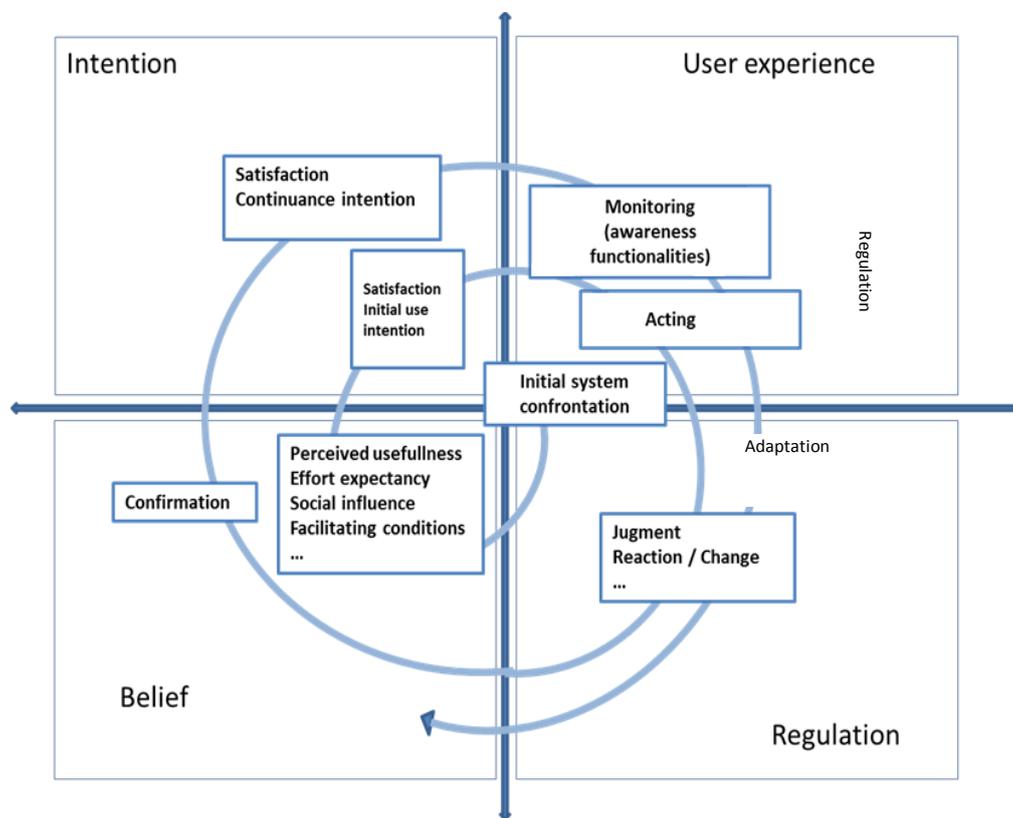


Figure 31 : Modèle d'usage pérenne d'un SGC

Ce modèle reprend les principes des modèles d'action raisonnée en considérant les croyances et l'intention qui guident les usages. Les critères d'utilisabilité et de satisfaction sont aussi considérés. La caractéristique de ce modèle est d'inclure la prise de conscience des usages sociaux par l'*awareness* et le rebouclage. Ainsi au cours du temps, et selon les usages sociaux montrés, les éléments d'utilité et de satisfaction peuvent évoluer.

Pour tester la validité de l'hypothèse et du modèle, nous proposons de l'utiliser pour structurer la conception du futur système ALEX+ dans une démarche itérative. Ainsi, il est nécessaire d'identifier en premier lieu les attentes et besoins des futurs utilisateurs concernant non seulement les fonctions « productives » du système, mais aussi concernant ses fonctions de régulation à partir des traces. Au cours de cette étape il faut être particulièrement vigilant à identifier l'utilité perçue du système, les conditions facilitatrices

qui garantiront une bonne expérience à l'usage et l'influence sociale de manière à bien comprendre les conditions de satisfaction de l'utilisateur. Sur cette base, l'équipe de conception peut faire des propositions de fonctions et les tester auprès d'utilisateurs de manière à savoir comment eux ou l'organisation s'adaptent. Sur le long terme, l'observation peut être déléguée aux responsables de la solution conçue.

Dans le cas de notre travail avec la SCP, nous en sommes à la deuxième itération de la conception. Au cours de la première itération nous avons défini une architecture générale de l'information de la solution qui garantisse l'adoption ainsi que quelques fonctions d'*awareness*. Cette étape est décrite dans le paragraphe suivant. Notre travail actuel consiste à définir les fonctions de régulation basées sur les KPI ; c'est-à-dire les indicateurs les plus utiles pour réguler ALEX+. Cette étape est en cours, nous l'évoquerons en bilan de ce chapitre.

5.4.3 Méthode de re-conception d'un SGC pour favoriser son adoption : travailler l'expérience utilisateur par l'architecture de l'information

Dans le cadre du projet ALEX proposé par la SCP, l'EIAH utilisé était un livre de connaissances (voir Figure 32). Il répertoriait de multiples fiches techniques sur l'exploitation des ouvrages de la SCP ainsi que sur leur maintenance.



Figure 32 : Interface de l'application ALEX

La navigation dans les livres de connaissances est réalisée par des liens hypertextes organisés selon les modèles de l'activité. Les contenus sont en général non modifiables. La recherche d'information ou la mise à jour sont donc très difficiles. L'objectif du stage de master de Carine a été de proposer une re-conception d'ALEX qui intègre les processus de conception centrés utilisateurs de l'IHM et les principes de l'architecture de l'information pour produire des SGC plus adaptés aux besoins des professionnels amenés à les utiliser. Cette méthode a ensuite été mise en œuvre à la SCP.

5.4.3.1. Méthode de re-conception

Notre approche est inspirée du framework conceptuel de Garrett (Garrett 2011) et se compose des cinq phases qui exploitent des outils et méthodes issus du KM, du design centré utilisateur et de l'architecture de l'information. Les étapes sont cycliques et peuvent se chevaucher si besoin est. A la fin d'un cycle, une évaluation du prototype est effectuée et peut conduire à une redéfinition des choix précédents.

L'analyse des besoins. Ce recueil initial nous permet de travailler à la fois sur la connaissance capitalisée, le contexte métier et les attentes des utilisateurs et de l'entreprise. L'objectif est d'observer les réactions des utilisateurs face au SGC existant et imaginer d'autres solutions. Pour un SGC de type livre de connaissances, il est intéressant de confronter les utilisateurs aux modèles de structuration et aux médias ainsi qu'aux formes de navigation. Des méthodes de classification comme le mind-mapping (Prax 2007) ou le tri-par-cartes (card-sorting) permettent de mieux comprendre le vocabulaire métier et de classer les concepts en catégories et super-catégories nécessaires pour structurer la navigation. Pour comprendre l'environnement d'usage, les méthodes de terrain comme le jumelage ou les interviews contextuelles sont nécessaires.

La définition du SGC cible : cette étape sert à définir les fonctionnalités de gestion des connaissances (publication, recherche d'information, collaboration, apprentissage) qui sont adaptées aux besoins. Nous recommandons d'étudier en parallèle la définition des rôles et des fonctionnalités pour voir vers quel grand type de système, la conception doit s'orienter. Ensuite il faut spécifier, par des méthodes de type focus group, l'utilité et la forme de chaque fonction.

La conception de la structure de l'information : cette étape est la spécification des formes d'interaction adaptées aux fonctionnalités ainsi que de l'architecture informationnelle du système. Cette phase est fortement liée aux résultats de l'analyse effectuée dans la phase 1. Il s'agit de concevoir des modes d'interaction et des modèles de structuration de l'information familiers aux utilisateurs. Pour structurer l'information, les méthodes de type bottom-up comme le tri par carte permettent de mettre en évidence le point de vue des utilisateurs concernant les concepts-clés ainsi que leurs différentes facettes ou le type d'information (présentation technique, informations générales, ...) à exploiter. Pour structurer les interactions il est important de connaître les types de situations dans lesquels le SCG sera utilisé (en mobilité, sur les chaînes de montage, au bureau) pour choisir les plateformes et les gestes adaptés.

La conception du squelette : cette étape sert à concevoir les grandes zones fonctionnelles et comment elles sont reliées entre elles. La méthode centrée utilisateur que nous recommandons dans cette étape est la définition de « persona » (Boucher 2009). Les « persona » sont des personnages virtuels qui correspondent aux utilisateurs finaux ; ils permettent aux concepteurs de réellement se mettre dans la peau de la cible et de faire des propositions qui leur correspondent le mieux. Ils sont importants pour spécifier le schéma de navigation entre les différentes fonctionnalités.

Le design visuel : l'aspect général graphique et les mises en forme textuelle seront déterminés dans cette phase. Nous recommandons de définir le design visuel en cohérence avec la charte de communication et la charte graphique de l'entreprise. Les améliorations au niveau de l'ergonomie peuvent être apportées en discutant les cas d'utilisation dans des focus group et sur des maquettes.

5.4.3.2. Mise en œuvre de la méthode : Alex +

La méthode a été déployée au sein de la SCP pour reconcevoir ALEX. Nous avons travaillé avec un groupe de douze collaborateurs de l'entreprise, représentatifs en termes de fonction et compétence de tous les futurs utilisateurs. La re-conception a duré cinq mois et son suivi a été réalisé lors de six réunions de travail.

Analyse des besoins : l'étude du système initial a permis de constater que l'information renseignée sur les procédures métier était généralement de bonne qualité mais qu'elle n'était pas assez accessible et modifiable. En proposant différentes formes de SGC, les utilisateurs ont privilégié le Réseau Social d'Entreprise (RSE).

Spécification du RSE : les discussions en focus groupe sur les rôles (administrateur, validateur, contributeur et commentateur) ont permis de définir comment soumettre de nouvelles fiches ou des commentaires, comment communiquer dans les blogs ou les fils d'actualité, et comment modérer les contributions.

Conception de la structure de l'information : la structure de l'information a été définie en fonction des types d'information utilisés pour décrire les ouvrages (présentation, ensemble, équipement, consigne d'exploitation, schéma hydraulique, feuille de calcul, processus, opération, alarme, contrat/contact et détail). Les utilisateurs peuvent renseigner les métadonnées dans un formulaire et les contenus relatifs à la tâche ou à l'ouvrage dans un champ libre (voir par exemple les deux fiches en Figure 33).

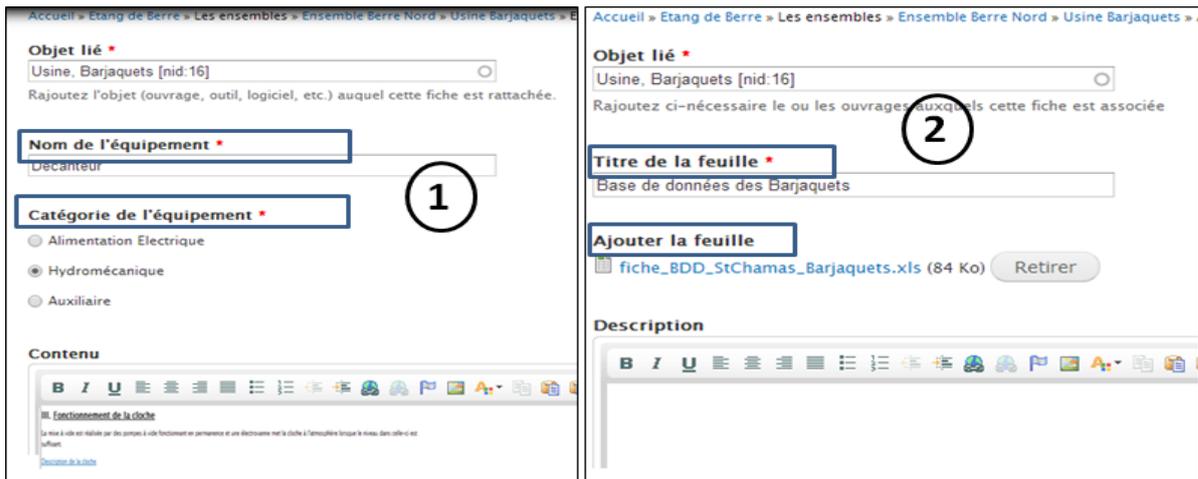


Figure 33 : Vue de deux types de fiches. Le formulaire 1 est celui d'une fiche équipement et le 2 celui d'une feuille de calcul, les champs des fiches diffèrent en fonction de leur type.

Conception du squelette : Pour animer cette phase nous avons utilisé un prototype quasi-fonctionnel réalisé avec le système de gestion de contenu (CMS) Drupal²⁹. L'emploi de Drupal comme solution de prototypage a permis une prise en compte facile des remarques pour tester à nouveau et ainsi obtenir rapidement un consensus des utilisateurs sur la solution optimale.

²⁹ www.drupal.org

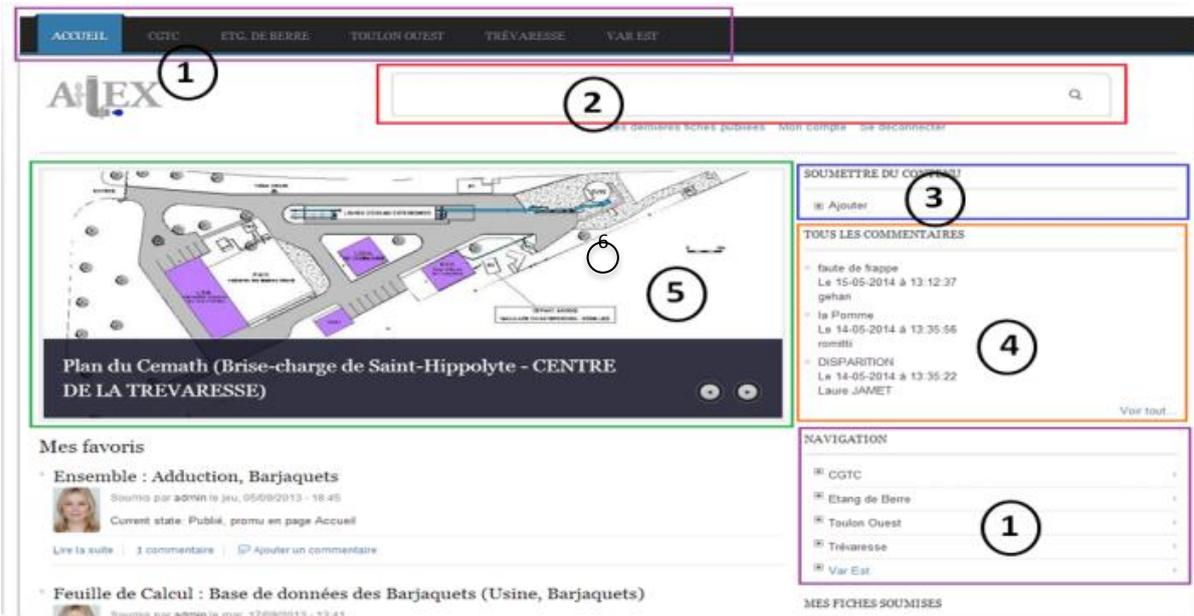


Figure 34 : Squelette d'Alex +

Le squelette (voir Figure 34) structure les grandes familles de fonctions : navigation (1), recherche d'information (2) soumission (3), commentaire (4), lecture de la fiche (5), favoris (6). Cette organisation conforme à la classification initiale du contenu dans l'ancien système a été acceptée par les utilisateurs.

Design visuel : comme on peut le voir sur le Figure 34, le design visuel choisi est relativement épuré. Nous n'avons fait que quelques personnalisations dans un thème prédéfini de Drupal.

5.4.3.3. Bilan

Cette méthodologie a permis la livraison d'un prototype de nouveau SGC basé sur ALEX, nommée ALEX+. Les fonctionnalités ont été proposées de manière à améliorer l'expérience des utilisateurs, en termes de complexité et de durée, lors de l'activité de capitalisation de la connaissance. ALEX+ a été évalué par un panel d'utilisateurs. Il en ressort que les utilisateurs sont globalement satisfaits des propositions faites au cours de l'expérience. Cependant, cette évaluation comporte des limites en ce sens qu'elle ne considère que les avis et intentions d'utilisation de la solution, pas les usages effectifs et qu'elle est réalisée sur un nombre limité des participants et non sur toute la population utilisatrice réelle.

Pour pouvoir tester effectivement la proposition, le prototype a été effectivement développé par la SCP en utilisant SharePoint. Le choix de SharePoint était motivé par des contraintes de cohérence et de sécurité entre les systèmes d'information de l'entreprise. La version opérationnelle va entrer en phase de déploiement en en avril 2015. Nous pourrons mesurer l'adoption et les premiers éléments d'acceptation en contexte de travail.

5.4.4 Réguler l'acceptation sur le long terme par des indicateurs de l'activité

Dans le cadre de la thèse de Carine, nous travaillons maintenant à la conception des éléments d'interaction qui garantissent l'amélioration continue du système et l'usage pérenne par des fonctions de suivi et d'*awareness*. Notre démarche actuelle consiste à identifier, toujours dans une démarche participative quels indicateurs et modalités d'interaction peuvent être les plus adaptés. Nous nous attachons à organiser les indicateurs de régulation en fonction des facteurs clés de l'acceptabilité pour les utilisateurs de manière

à favoriser la prise de conscience de bénéfices réels, et à aider à construire des croyances positives envers l'outil. Pour les exploitants ce seront des régulations *d'awareness*, pour les responsables du service de supervision et les concepteurs qui déploie ALEX+ ce sont des indicateurs de suivi. Par ce moyen, nous faisons l'hypothèse qu'ils s'engageront plus volontiers dans l'utilisation de l'outil, l'accepteront et se l'approprieront. Nous cherchons à traduire, pour ce contexte, différents éléments de régulation :

- la conscience du groupe (Janssen et al. 2011) de manière à faciliter la coordination des activités du groupe, l'entente entre les membres ainsi que la qualification de l'information.
- des vues globales sur le processus de traitement de l'information (validé, en cours, modifié par un tiers, ...) (Gendron 2010), pour encourager les utilisateurs à publier et partager eux-mêmes des informations.
- des médiations réflexives utilisées pour construire des compétences métacognitives et favoriser l'auto-apprentissage.

Concernant les régulations doubles et les régulations d'analyse, notre démarche consiste à définir les indicateurs utiles pour comprendre quels éléments de la conception jouent un rôle sur l'appropriation du SGC. L'objectif est de fournir aux gestionnaires du service responsable du SGC et aux concepteurs des moyens de comprendre comment l'outil est exploité et comment la connaissance se construit. En nous inspirant du modèle ISSM, nous proposons que les KPI reflètent des informations sur les fonctions du système, la qualité de l'information et l'organisation du travail de manière à pouvoir les modifier. Ce travail est en cours.

5.5. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté les travaux menés autour des indicateurs de régulation pour l'apprentissage individuel et organisationnel. Nous avons fait les liens entre les notions d'auto-régulation individuelle et de groupe, d'analyse des traces et d'apprentissage. Pour l'apprentissage en mode projet, nous avons introduit le principe de PBLMS (*Project Based Learning Management System*) et l'avons mis en œuvre dans DDART. Cet outil permet de structurer et exploiter des traces enregistrées automatiquement et laissées intentionnellement par l'utilisateur pour construire des indicateurs de l'activité utilisables pour développer des fonctions de métacognition, c'est-à-dire apprendre à apprendre et être autonome dans son usage d'un environnement numérique de formation. Pour l'apprentissage en contexte industriel, nous avons introduit le modèle d'acceptation des SGC qui garantit la pérennité de ces outils par l'usage. Nous avons utilisé ce modèle pour structurer la conception de l'outil ALEX+, en particulier concernant la participation d'utilisateurs à des étapes clés de la conception. Nous avons proposé une méthode de re-conception d'un SGC qui améliore l'expérience utilisateur d'un SGC existant. Nous travaillons aux indicateurs de régulation utiles pour garantir que les usages seront pérennes.

Chapitre 6. Projet

6.1. Bilan

Dans ce mémoire j'ai présenté mes principales contributions scientifiques dans le domaine de la conception de situations d'apprentissage instrumenté. Elles concernent principalement trois thématiques :

- *La conception de ressources pour l'apprentissage instrumenté* : j'ai étudié l'utilité des formats de structuration des ressources pédagogiques en regard du type de médiation documentaire visé par les outils pour lesquels ces ressources sont produites ; j'ai évalué les outils auteur et participé à la conception d'un outil auteur utilisable pour concevoir des ressources pour les *Serious Games* en réalité mixte. Ces études ont mis en évidence l'intérêt de proposer des activités productives et des activités constructives adaptées en phase de conception de ressources de formation, en particulier lorsque les ressources de formation s'appuient sur des technologies innovantes pour être médiatisées. Les caractéristiques des activités productives sont d'être utiles, utilisables et acceptables pour la production documentaire. Celles des activités constructives sont de proposer des ressources d'information, sous la forme de bonnes pratiques ou recommandations, relatives à l'intérêt pédagogique ou expérientiel de telle ou telle forme de médiatisation ou d'interaction.
- *L'analyse des usages des outils d'apprentissage instrumenté* : j'ai conçu différents types de protocoles d'analyses de l'utilisation et des usages en fonction des objectifs des campagnes d'analyse. En terme de méthode, j'ai travaillé sur des protocoles quantitatifs basés sur les log ou des questionnaires, sur des protocoles qualitatifs basés sur des observations de terrain ou des entretiens, et sur des protocoles mixtes comportant des analyses qualitatives et quantitatives. Les analyses ont visé deux grandes catégories d'objectifs : a) évaluer le succès d'un outil en situation d'usage auprès des utilisateurs cibles en considérant son utilité (adéquation au besoin), son utilisabilité (facilité d'utilisation et satisfaction) et son acceptabilité (adéquation avec les valeurs et bénéfices attendu de l'utilisateur ou de l'organisation) ; b) évaluer les effets des usages sur le plan de l'apprentissage ainsi que sur le plan psycho-social ou des changements professionnels. J'ai croisé les analyses pour comprendre les critères déterminants de l'acceptation technologique.
- *La conception d'outils utilisant les traces de l'activité pour supporter les apprentissages* : j'ai analysé dans deux contextes privilégiés, l'apprentissage en mode projet et la formation tout au long de la vie dans l'industrie, comment mettre en place des régulations utilisant les traces pour améliorer l'apprentissage. Dans le premier cas, j'ai instrumenté des pratiques d'auto-régulation pour favoriser l'apprentissage de comportements, dans le second j'ai cherché à instrumenter une régulation sociale pour favoriser la diffusion et capitalisation des savoirs.

6.2. Projet de recherche

Les études menées sur les facteurs favorisant l'appropriation ont montré que les méthodes de conception itérative et participative étaient adaptées pour comprendre les besoins et les limites des utilisateurs dans le cadre d'une activité. Ces méthodes supposent de pouvoir faire régulièrement des analyses de l'utilisation en contexte or ces études sont complexes et coûteuses à réaliser, en particulier lorsque l'on souhaite utiliser des méthodes qualitatives. De plus, lorsque les technologies sont innovantes, les méthodes ou critères d'analyse usuels peuvent s'avérer inadaptés. Il convient alors de les modifier pour considérer les nouvelles formes de médiations à analyser. Les études ont aussi mis en évidence que pour garantir l'appropriation, il était nécessaire de réfléchir conjointement aux aspects ergonomiques liés aux interactions, aux aspects informationnels en particulier la qualité et la forme des informations proposées et aux aspects politiques, notamment le respect dans la gouvernance du SI de l'organisation du travail. Les méthodes de conception ne considèrent généralement que les aspects fonctionnels liés aux applications, et peu les aspects liés aux valeurs importantes pour les individus et sur le plan politique. Les méthodes d'analyse des usages considèrent ces trois types de critères mais généralement de manière unitaire. De la même manière, sachant que les plateformes conçues sont collaboratives, distribuant l'activité sur de multiples lieux, médias ou personnes, il faudrait que les études puissent considérer les différents aspects conjointement. Les méthodologies de conception comme les méthodes d'analyse de l'acceptation et des pratiques en construction devraient considérer cette activité collaborative et distribuée comme un tout. Un de mes futurs axes de recherche vise donc à chercher des méthodes qui facilitent l'analyse de l'acceptation en continu pour des plateformes de diffusion de l'information distribuées et collaboratives.

Concernant la production de ressources pour l'apprentissage, j'ai montré dans le chapitre 3 que le fait de pouvoir réutiliser des ressources documentaires existantes garantit une économie de conception, en particulier lorsque des processus d'industrialisation sont visés. Les stratégies participatives, incluant différents acteurs, à différents moments du cycle de conception des ressources, sont possibles si on leur propose, comme c'était le cas pour MirLegadee, des outils d'écriture adaptés à leurs compétences, adaptés à leurs objectifs et cohérents avec les normes de structuration documentaire. J'ai présenté dans le chapitre 5 une méthodologie de re-conception documentaire d'une plateforme de gestion des connaissances qui s'appuie sur les principes de conception utilisés en IHM, en ingénierie des connaissances, en ingénierie documentaire et en architecture de l'information. Je souhaite ouvrir ce champ et analyser la re-conception documentaire qui s'opère lorsque que l'on reconçoit la ligne éditoriale d'une part et les modalités de participation d'autre part. En terme de ligne éditoriale, je compte m'attacher à observer les fonctions réflexives de l'activité. Comme je l'ai décrit au chapitre 5, ces fonctions réflexives peuvent utiliser les traces enregistrées automatiquement ou les traces volontaires, laissées par l'utilisateur sous la forme d'avis quantifiables (« like »), ou de commentaires plus ou moins structurés. Toute la question est de savoir comment ces nouvelles formes de médiations modifient la construction de connaissances et la production de savoirs.

Ainsi, mon objectif de recherche à long terme est de proposer des méthodes pour décrire et comprendre comment les structures éditoriales et auctoriales sont acceptées et appropriées par les multiples utilisateurs d'une plateforme, et comment elle peuvent agir comme des régulations de contrôle de l'outil et provoquer les régulations autonomes individuelles et collectives de type auto-régulation et régulation sociale. Ces recherches visent à être appliquées à la conception ou à la re-conception de plateformes collaboratives sur le Web. Comme structure éditoriale je propose d'analyser principalement l'architecture générale de l'information et les informations réflexives d'utilisation. Comme structures

autoriales je propose d'analyser les contributions de redocumentation : commentaire, correction, annotation, qualification, indexation.

Pour réaliser ces études, je travaillerai 1) sur des méthodes mixtes qui facilitent l'analyse des utilisations et des pratiques, 2) sur les mises en œuvre des processus d'auto-régulation et de régulation sociale pour garantir la pérennité des savoirs et connaissances construits, 3) sur l'analyse des médiations éditoriales et autoriales adaptées aux sciences participatives, c'est à dire, comme je l'ai précisé à la fin du chapitre 4, les sciences qui font intervenir des chercheurs et des amateurs citoyens dans la construction de leurs résultats de recherche.

Les résultats de ces études peuvent servir à affiner les critères de conception ou à comprendre comment les pratiques de ces nouveaux types d'outils se construisent. J'ai en effet pu voir avec les études d'analyse des usages faites, que l'acceptabilité d'un outil est rarement considérée au cours de sa conception, les caractéristiques fonctionnelles sont privilégiées. Je propose de travailler sur des méthodes de conception situées et pérennes de ces environnements numériques. Par située j'entends le fait de considérer les spécificités du contexte d'usage et de l'environnement social proche. Par pérenne j'entends examiner l'acceptation sur le long terme et les comportements d'auto-régulation liés à la production d'information ou de connaissances de l'utilisateur. Travaillant au niveau du dispositif, les méthodes de conception sur lesquelles je compte travailler peuvent concerner l'outil ou sa mise en œuvre.

Mon projet de recherche est caractérisé par deux aspects :

- Distinguer, dans les usages et l'acceptation, ce qui relève du « pratique » et ce qui relève du « social » ; le pratique est lié à tous les aspects ergonomiques et d'accès à l'information ou aux fonctions alors que le social est lié à tous les aspects de la médiation humaine. Cette distinction est nécessaire pour concevoir ou reconcevoir les outils et les situations d'usage et ainsi proposer, aux deux niveaux, de nouvelles formes de médiations.
- Développer l'utilisation de différentes méthodes d'analyse et construire des protocoles d'analyse des usages mixtes.

6.3. Descriptif détaillé des modalités de réalisation de ce projet à court terme

6.3.1 Faciliter l'utilisation de méthodes expérimentales pour observer les processus d'adoption et d'acceptation : définition de méthodes d'analyses mixtes et continues

Les travaux réalisés en analyse d'usage m'ont permis de montrer que pour appréhender les aspects pratiques et sociaux liés à l'usage, il est utile de pouvoir observer et analyser conjointement les utilisations et les ressentis des utilisateurs. Pour réaliser de nombreuses observations à partir des traces de l'activité, j'ai naturellement choisi d'utiliser les traces enregistrées automatiquement et de leur coupler des traces inscrites volontairement, laissées de manière délibérée par l'utilisateur. Le fait de travailler sur des traces, volontaires et/ou automatiques, rend possibles des filtrages et agrégations variés et ainsi des études au niveau individuel, au niveau du groupe ou au niveau de l'organisation sur la base du même corpus d'observation.

Je souhaite m'orienter vers des analyses de l'usage et de l'acceptation plus expérimentales. De manière à pouvoir considérer les usages effectifs dans l'analyse, je compte toujours garder des formes d'analyses quantitatives sur la base des traces d'interaction avec l'outil

observé. Je compte compléter ces études par des observations ethno-centrées enregistrables et ainsi continuer à travailler selon des protocoles mixtes utilisant des traces automatiques de l'activité et des traces observées ou collectées manuellement.

Le fait de construire des outils de recherche autour de méthodes expérimentales peut, selon Courbet (Courbet 2010), faire évoluer la discipline sur le plan épistémologique. En particulier, le développement de ce type de méthode est nécessaire en SIC pour développer le caractère heuristique des résultats, ainsi que la construction de normes épistémiques car ils mettent à l'épreuve les propositions théoriques. La principale force heuristique des SIC, son potentiel de découverte, réside dans la pluridisciplinarité notamment en opérant des mouvements entre recherches philosophiques, recherches macros et recherches micros. Les mêmes phénomènes sont analysés avec des postures épistémiques différentes et des échelles d'observation différentes. Si les recherches sont pluridisciplinaires en SIC (elles mobilisent un grand nombre de ressources théoriques), elle sont limitées en terme de méthodologies. L'accumulation de résultats expérimentaux consoliderait les connaissances sur des situations ou des individus différents et de ce fait construirait des théories plus générales qui pourrait ensuite s'autonomiser, gagnant en abstraction en couvrant progressivement un plus grand nombre de faits et de contextes. Ces méthodes, en SIC, permettraient d'identifier les déterminants de l'usage ou du comportement et aussi de coupler des études sur les représentations que les utilisateurs peuvent avoir en rapport avec leurs comportements. Courbet précise bien quelles sont les limites des méthodes actuelles en SHS sur ces deux points. Concernant l'analyse des déterminants, il est limité d'utiliser des méthodes de questionnaire ou d'entretiens ouverts. En effet, lorsqu'on demande à une personne d'expliquer ce qu'elle a fait ou ce qu'elle pense, elle aura tendance à exprimer les idées qui sont véhiculées majoritairement par le discours social plutôt que les idées ou comportements qui déterminent effectivement son comportement. L'acceptabilité sociale d'une proposition est plus importante que sa valeur de vérité. Concernant les expérimentations ayant pour objectif de mesurer conjointement les représentations et les comportements, Courbet indique que les campagnes d'expérimentations vont favoriser l'évolution des individus sur l'un ou sur l'autre mais rarement sur les deux. A titre d'exemple, les stratégies de type discursif modifieront les représentations mais pas les comportements alors que les techniques de « soumission sans pression » affecteront les comportements sans affecter les représentations.

Courbet distingue bien les registres des significations, théories publiques et processus représentationnels qui sont utilisés par les individus pour donner du sens à ce qu'ils font, pensent et ressentent. Le registre des déterminations est celui des facteurs qui affectent de façon empiriquement avérée ce que les individus font, pensent ou ressentent. Courbet, à l'encontre de la plupart des chercheurs qui considèrent que la signification est causale de la détermination, considère que les deux registres sont dissociés. En terme de méthode, les significations peuvent être dégagées par des méthodes variées allant du questionnaire à l'observation participante et être statistiquement modélisées par des méthodes elles-aussi variées (comme l'analyse factorielle ou l'analyse en piste causale) mais sans pouvoir déterminer si les significations construites sont déterminantes ou non des événements auxquels elles donnent du sens.

L'expérimentation est la seule méthode pour faire apparaître des déterminations. Elle valide si un facteur particulier affecte ou non les différentes variables observées après réception. Pour tester la robustesse de certains liens, il est possible de reproduire les expérimentations, de manière standardisée dans différents contextes. Cette méthode est particulièrement adaptée pour tester des hypothèses déterministes c'est-à-dire des hypothèses impliquant l'effet de variables sur d'autres. L'objectif de triangulation est ici clairement visé. Selon Courbet, l'intérêt pour les SIC d'utiliser des méthodes expérimentales est de ne pas limiter

les résultats à « montrer » des significations ou à les parler en langage universitaire mais aussi à les « démontrer ». Cet aspect lui semble indispensable pour l'avenir de la discipline. Pour des observations en contexte, il est complexe de mettre en œuvre des expérimentations, il est plus réaliste d'utiliser des méthodes quasi-expérimentales, qui imposent moins de contrainte dans le choix des sujets pour l'analyse et la construction des groupes. Il peut aussi être pertinent de mettre en œuvre des méthodes mixtes basées sur l'expansion, collectant et comparant les usages selon différents points de vues, en structurant les caractéristiques de l'observation selon des modèles pour pouvoir organiser les comparaisons et à plus long terme comparer les expérimentations issues de différents contextes.

Dans les travaux présentés dans ce mémoire, j'ai mis en œuvre ce positionnement théorique autour de deux questions de recherche :

- Comment concevoir des méthodes pour mesurer expérimentalement et modéliser des évolutions d'appropriation ?
- Quels outils peuvent être proposés pour faciliter de telles démarches ?

Pour répondre à la première question je me suis orientée vers l'identification des variables descriptives du phénomène d'acceptation selon les modèles les plus adaptés au phénomène, et la mesure de leur évolution pré-post utilisation. Pour répondre à la seconde, je me suis orientée vers la conception de tableaux de bord, dotés d'indicateurs de suivi et de comparaison des utilisations. J'ai principalement travaillé sur l'acceptation pratique. Les études n'étaient de plus pas toujours expérimentales.

Dans le cadre de mon projet de recherche j'aimerais travailler sur le caractère social de l'acceptation et identifier les critères à observer pour des plateformes multi-acteurs. Le travail de structuration, fait à l'aide de la théorie de l'activité dans le cadre de la thèse d'Elena va dans ce sens. L'analyse longitudinale et sur les 3 catégories d'utilisateurs des ENT peut nous permettre de comparer, d'une part l'évolution de l'acceptation d'un acteur dans le temps et d'autre part saisir les co-relations des actions des uns et des autres. Les analyses sont tout juste entamées. Nous compléterons les études des représentations par les études des productions des enseignants, parents et enfants sur l'ENT.

Le projet Learning Café³⁰, que je n'ai pas développé ici, a pour objectif de produire une plateforme de partage de ressources de formation vidéos, utilisant des algorithmes de scénarisation dynamique pour construire des parcours adaptés aux profils des utilisateurs et intégrant des fonctions participatives d'indexation et d'annotation. Les ressources vidéos de formation peuvent être annotées : des paratextes peuvent être ajoutés pour affichage et certains aspects de l'image peuvent être amplifiées graphiquement. Cette plateforme permet donc d'évaluer l'effet de fonctionnalités d'éditorialisation dynamiques et de re-conception des ressources documentaires sur les composantes pratiques et sociales de l'acceptation. Il va être intéressant d'observer quelles formes de re-conception sont privilégiées et quels effets ces re-conceptions peuvent avoir sur la compréhension des ressources par les apprenants. Les études expérimentales de l'acceptation sociale porteront sur les auteurs et sur les apprenants. Une analyse de l'activité sera réalisée pour qualifier le type d'acceptation sociale qui se construit. Des expérimentations conjointes seront faites, sur le modèle des études de MirLegadee pour les auteurs et de Learnit pour les apprenants. Il sera en effet

³⁰ Learning café. Projet FUI (Fonds unique interministériel) des pôles de compétitivité. 2013-2016. Conception d'une plateforme de formation participative combinant l'utilisation de vidéos visuellement amplifiées organisées selon des séquences personnalisées. Analyse des effets sur les professionnels des métiers de l'artisanat et du service à la personne.

possible de comparer l'acceptation pratique et sociale des auteurs et des apprenants, et la qualité des ressources lorsque ces fonctionnalités sont utilisées ou pas.

Pour répondre à la seconde question, je prévois de travailler à des outils qui regroupent l'ensemble des observables pour les analyser conjointement. En effet, j'avais dans [CN14] et [CI9] formalisé les principes généraux des outils et protocoles d'analyse mixtes ainsi que certains critères d'analyse de l'acceptation pratique. Je n'avais pas résolu le verrou de la fusion des traces de sources hétérogènes. Cette question a été résolue dans le cas de DDART. Je souhaite reprendre les principes de traitement utilisés dans DDART (fusion de traces automatiques et volontaires, utilisation d'un tableau de bord dynamique), pour assister l'analyse des usages des plateformes. Ainsi, le *reporting* pourrait être utilisé comme un outil de type questionnaire ou journal, utilisable par l'utilisateur, son groupe de travail ou des observateurs de l'activité, pour collecter les éléments relatifs aux perceptions ou aux descriptions de pratiques. Au delà d'une analyse statistique simple, mon objectif est de faire des liens entre les éléments descriptifs de l'acceptation pratique et ceux de l'acceptation sociale. Je souhaite vérifier le caractère significatif de certains critères (en particulier concernant les liens entre le perçu et le comportement) et ainsi construire des modèles explicatifs des comportements.

6.3.2 Auto-régulation et régulation sociale : quelles orientations en terme de fonctions et de pratiques pour l'apprentissage ?

Les axes d'analyse des chapitres 3, 4 et 5 se sont centrés, au cours du temps, autour de la notion de régulation. Selon Leplat (Leplat 2006) la régulation est une des composantes majeures dans l'analyse de l'activité. Il en décrit l'utilisation dans différents secteurs en particulier pour l'analyse du travail et l'analyse des apprentissages instrumentés. Je pense utile de reprendre certains concepts pour les activités instrumentées en considérant que la structure et les interactions imposées par l'outil peuvent être assimilées à des régulations de contrôle qui agissent sur les comportements des utilisateurs, c'est-à-dire produisent des régulations autonomes. Dans l'ensemble des mes travaux, les régulations de contrôle ont exploité les informations produites au cours de l'activité ou organisé la production d'informations pour stimuler la construction des savoirs au niveau individuel et organisationnel. Ces régulations peuvent correspondre à la publication d'informations produites de manière intentionnelle (traces volontaires, traces intentionnelles...) ou non intentionnelle (traces enregistrées automatiquement, traces fortuites) au cours de l'activité.

La compréhension des éléments documentaires qui construisent des démarches d'auto-régulation ou de régulation autonome et qui produisent des effets de changement sur l'individu me semble être une question de recherche majeure dans le domaine des SIC et de l'informatique. En effet, de nombreux outils d'information et de communication utilisent *l'awareness* et la réflexivité pour construire des formes d'interaction de type régulation sociale ou auto-régulation. De nombreux outils numériques de « quantified-self » sont conçus, comme des assistants personnels au changement, pour aider l'utilisateur à amorcer un changement de comportement ; comme mieux gérer son entraînement sportif (voir Figure 35), son stress (voir Figure 36), sa consommation électrique (Licoppe et al. 2013), etc. Ces outils sont destinés à favoriser des processus d'auto-régulation.

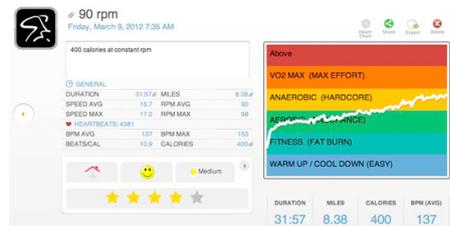


Figure 35 : Digifit, application de régulation des pratiques de course à pied (<http://digifit.com/>)



Figure 36 : Heartmath, application de régulation du stress et de la fréquence cardiaque (<http://heartmathstore.com>)

Sur les plateformes sociales du web, les appréciations, les tags ou toute autre forme d'indexation sociale, sont massivement utilisés pour orienter l'utilisateur dans la réalisation de son activité ou lui permettre d'affiner la compréhension de certains éléments de son environnement (physique ou digital).

Une meilleure connaissance des principes liés à ces phénomènes est intéressante à étudier selon les paradigmes des SIC pour différentes raisons. Tout d'abord parce que c'est une forme de *médiation complexe*, qui combine la médiation réflexive, la médiation épistémique, la médiation sociale et la médiation socio-cognitive par exemple. Il est donc important, pour analyser les outils qui les utilisent de bien comprendre comment elles s'effectuent et quels effets elles produisent. Pour ce faire, des analyses de situations ou des analyses d'usages sont très instructives. A plus grande échelle, si on considère comment les échanges humains autour d'activités réalisées avec des dispositifs accélèrent leur appropriation et leur diffusion dans la société, il est intéressant d'observer comment ces interactions de « quantified-self » vont avoir un impact sur la diffusion des innovations.

Une autre raison est que ces régulations sont des formes de contrôle des individus sur eux-mêmes ou sur les autres. De nombreuses recherches en SIC s'attachent à décrire et à formaliser la notion de dispositif en considérant justement des effets de contrôle. Ce contrôle est rendu possible par l'outil technologique car les fonctions pour le réaliser sont définies à la conception ; les individus vont alors s'en emparer ou les détourner pour servir leurs propres besoins.

Enfin, pour les sciences de l'information et l'architecture de l'information, l'auto-régulation et la régulation sociale portent de nombreux questionnements quant au traitement, à la qualification et à la gestion des informations exploitées. La question du *statut des traces* est centrale dans ce cas. La question de *l'expérience utilisateur* est aussi fondamentale. Ces informations sont en effet caractérisables autant par la sémantique que par l'affect et l'émotion qu'elles portent. De ce fait, réfléchir aux éléments qui sont utilisables pour faire leur indexation ou réfléchir à la manière dont ces informations doivent être présentées est un vrai challenge.

La question de l'auto-régulation est importante à étudier pour l'informatique car elle constitue un des fondements des systèmes homme-machine complexes (Leplat 2006) en ce sens qu'elle permet de concevoir des interactions favorisant le développement et l'engagement des utilisateurs. Ces interactions garantissent ainsi une *continuité d'usage et une appropriation plus grande du système*. La mise en œuvre de processus d'auto-régulation pose des questions assez complexes de traitement sur les données, en particulier lorsqu'il s'agit de concevoir des systèmes *adaptatifs*. En effet, par définition, un utilisateur qui s'auto-régule évolue et change. C'est l'objectif même du processus. Les systèmes adaptatifs vont calculer

les processus d'adaptation sur la base des profils qu'ils ont construits de leurs utilisateurs. Si l'utilisateur évolue et change en profondeur, il est nécessaire de concevoir *des procédures d'adaptation qui identifient très tôt ces changements*, adaptent les profils et les routines d'adaptation en conséquence. De plus, le principe d'auto-régulation s'organise autour des possibilités accrues pour l'utilisateur d'être actif dans son utilisation du système. Cette position d'acteur se manifeste aussi par sa possibilité de modifier les fonctionnalités du système selon ses besoins. Ces derniers étant par définition en constante évolution, les environnements numériques à concevoir doivent donc être *adaptables*, ce qui est un verrou à la fois en terme de traitement des données mais aussi des interactions.

Je propose de travailler sur ces questions de deux manières :

- en analysant les interactions, en terme d'affordances et de valeur pour l'utilisateur, qui sont proposées au travers de ces indicateurs réflexifs et des systèmes dans lesquels ils sont présentés.
- en concevant des situations dans lesquelles ces outils sont mis en œuvre et en analysant les usages.

Je prévois de travailler sur ces questions dans le cas du prolongement du projet ALEX+ et DDART.

Concernant ALEX+, le travail de co-construction des indicateurs réflexifs avec le groupe de travail de la SCP vise à comprendre comment retraduire visuellement et en terme de gouvernance les principes des « Like » ou « follow » pour les réseaux sociaux grand public. Dans l'entreprise, ces indicateurs sont déconsidérés, jugés contreproductifs voire dangereux. La question est donc de savoir comment adapter le principe de l'appréciation et de la qualification de l'information pour des secteurs industriels et de l'information technique.

Concernant DDART, Mi Ji, dans son travail de thèse a réalisé un outil qui me semble, sous réserve d'en améliorer l'utilisabilité (en particulier le temps de réponse), adapté aux contextes d'apprentissage en mode projet. Tout l'enjeu dans la poursuite du travail sur DDART est de concevoir les situations de formation dans lesquelles il sera intéressant d'évaluer : a) sa pertinence sur le plan des apprentissages en terme de gain d'autonomie ou de changement de comportement, et b) son acceptation pratique et sociale de la part des élèves et des enseignants. L'INSA est un cadre favorable pour construire ces formations car Moodle est utilisé et l'apprentissage en mode projet est très développé. Je propose d'adapter la pédagogie du cours de gestion de projet du département GI, pour lequel je suis responsable des enseignements « planification-surveillance », et de faire des analyses situées concernant la qualité des affordances visuelles de DDART, des indicateurs construits par les élèves et de l'acceptation, par les enseignants, de cet outil et des pratiques d'enseignement proposées.

Plus globalement, si l'on considère, à l'instar des théories du constructivisme social, que l'utilité et le sens et la valeur d'une technologie se construisent dans l'usage et ne sont pas déterminés a priori, le déploiement à grande échelle d'EIAH(I) ou d'autres environnements numériques utilisant les traces va participer à construire de nouvelles cultures numériques. Celles-ci vont conditionner, tout en les construisant, les pratiques et valeurs portées par ces objets. La compréhension de ces phénomènes et la mise en place de formations pour sensibiliser la population à ces pratiques sont une nécessité si l'on ne veut pas voir se développer de nouvelles formes de fractures numériques au niveau sociétal.

6.3.3 Quelles nouvelles formes de médiation basée sur la re-conception documentaire pour les plateformes d'information collaboratives ?

Nous avons proposé, dans le cadre du travail de thèse de Carine Touré, une méthode de re-conception d'une plateforme participative en travaillant sur l'éditorialisation et les règles de gouvernance. L'objectif était de comprendre, dans le contexte d'une entreprise, quels éléments favorisaient l'adoption de la plateforme et son usage pérenne. Je souhaite ouvrir cette problématique pour considérer les plateformes accessibles sur le Web.

La collaboration avec le CMW et l'IRAA dans le cadre du labex IMU et du projet Arc6 « *Web de Savoir et de Mémoires* »³¹ a été l'occasion de revenir sur le terrain de l'IST sur lequel j'avais travaillé en thèse, et d'analyser comment des plateformes de publication et contribution, sur des matériaux ou résultats de la recherche, pouvaient changer la manière de faire de la recherche ou ses résultats. Les questions qui m'intéressent concernent les usages et les formes d'architecture informationnelles utilisées. Concernant les usages, je souhaite analyser quels moyens peuvent impliquer le public comme acteur privilégié de cette démarche de diffusion/partage. La dimension collaborative et participative est donc ici centrale. Concernant l'architecture de l'information, les critères sur lesquels je souhaite produire des analyses sont : les architectures distribuées sur plusieurs canaux réels et virtuels, la manipulation des ressources documentaires et les formes de contributions. L'un des enjeux consiste à articuler les contenus multiples et variés (images, son, vidéo...) rendant compte d'une réalité encore plus riche (objets tridimensionnels, histoire...), en connectant un ou des espaces virtuels avec les espaces réels. Au delà des solutions technologiques actuelles et de leurs applications possibles, je compte étudier les nouvelles pratiques d'écriture, de narration, de diffusion et de patrimonialisation qui sont rendues possibles (et souvent nécessaires) par un Web de plus en plus présent et ubiquitaire.

Je propose de travailler en deux temps. Je compte faire des analyses comparatives des structures informationnelles et des usages de différentes plateformes existantes. Les plateformes étudiées seront issues des collaborations construites dans le cadre du projet région ARC6. Il me semble intéressant de comparer les structures éditoriales, les modalités de contributions et les changements observables sur les pratiques de recherche ou le type de résultats produits. Les intervenants des journées d'études ARC6 peuvent me donner accès à différentes propositions de plateformes de sciences participatives en histoire, en biologie et en sociologie :

- Vigie-Nature (<http://vigienature.mnhn.fr>) est un programme de sciences participatives organisé en observatoires de biodiversité, qui suivent les espèces communes (faune et flore) à l'échelle nationale, grâce à des réseaux d'observateurs volontaires. Notre contact est Romain Julliard (*Enseignant-chercheur, Museum national d'Histoire naturelle*).
- *La paillasse* (<http://saone.paillas.se>) est une association qui vise à rendre la recherche et l'expérimentation plus accessible pour les citoyens et les amateurs dans le domaine des technologies bio-inspirées et écotechnologies. L'association met en place des eco-hacklab, dans lesquels le principe du Do-it-yourself Biology (DIYbio) est facilité. Notre contact est Rieul Techer.
- La base de données « Monuments aux morts » (<http://monumentsmorts.univ-lille3.fr/>) recense les monuments aux morts en France et en Belgique. Elle les décrit, les géolocalise, les documente et retrace leur histoire à partir de sources

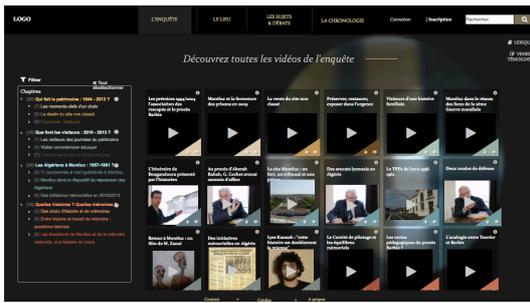
³¹ Web de savoir et de mémoire. Projet ARC6 financé par la Région Rhône Alpes. 2013-2014. Analyse des impacts des plateformes collaboratives du Web sur la construction de connaissances et savoirs dans le domaine scientifique.

photographiques et archivistiques. Cette base de données est en partie abondée par le grand public qui a la possibilité de poster des photos de monuments et de renseigner précisément les différentes informations du monument. Notre contact est Martine Aubry (*Ingénieur de recherche Université de Lille 3*).

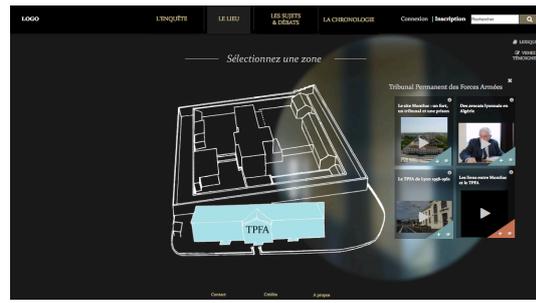
- HistoGraph (http://www.cubrikproject.eu/index.php?option=com_content&id=432) est une application du projet européen Cubrik, qui propose de nouvelles formes d'interactions visuelles basées sur les graphes pour la recherche d'information dans les collections multimédia des historiens. Elle dispose de fonctions d'annotation du corpus, de découvertes de relations entre personnages historiques, mais aussi de fonctions de mise en relation entre experts. Notre contact est Lars Wieneke (CVCE - Digital Humanities Lab).
- *Memoria BCN* (<http://memoriabcn.cat/>) est un site web et une application pour téléphones mobiles avec un système de géolocalisation issu d'un partenariat entre l'association ACME, l'Université de Barcelone et la mairie de Barcelone. Ces applications identifient et signalent les espaces et les sites de la ville qui sont porteurs d'histoire et de mémoires relatives au XX^e siècle (la seconde République, la guerre civile, le franquisme et la transition démocratique) et mettent à disposition du public des connaissances et des documents photographiques liés à ces lieux et aux événements qui s'y sont déroulés. Notre contact est Jordi Guixé (*Historien-Université de Catalogne*).

Dans un second temps et de manière plus précise, je propose de tester certaines hypothèses sur la forme des interactions et des structures informationnelles, à partir d'une plateforme conçue dans le cadre du projet *Web de savoir et de mémoire* et d'un financement du Labex IMU (pour le Master 2 de Laetitia Pot³² en architecture de l'information) avec Pierre-Antoine Champin (LIRIS) et Marie-Thérèse Tétu (sociologue au CMW). L'objectif du stage de Master de Laetitia était de faire émerger, d'une démarche de conception participative avec des chercheurs en sociologie et des chercheurs en informatique : des formes éditoriales favorisant, pour le grand public, l'accès à des résultats de recherche sur la patrimonialisation et des formes de contributions sur ces résultats, utilisables comme de nouveaux corpus pour la recherche en sociologie. Les résultats de recherche exploités dans ce projet sont une enquête sur les différentes mémoires de la patrimonialisation de la prison Montluc à Lyon, prenant la forme d'un corpus d'entretiens filmés et qualifiés selon les axes d'analyse. Le travail de Laetitia a permis d'aboutir à une maquette (<http://patrimonum.fr>). Les choix de conception de la maquette sont d'avoir fourni d'une part différents moyens d'accès au matériel d'enquête (les vidéos des entretiens) en considérant différents modes de consultation : filtrage par chapitre d'analyse structurant l'enquête, le lieu physique, les controverses et débats présentés dans l'enquête et le temps (voir respectivement illustrations a, b, c, d de la Figure 37). D'autre part, la plateforme comprend un espace de travail personnel (voir Figure 38 a et b) permettant à l'utilisateur de travailler plus finement sur des vidéos en les annotant et en qualifiant ses annotations (+- ?=). Le travail d'annotation peut être exporté pour être réutilisé dans d'autres travaux.

³² Laetitia Pot. Plateforme web multimédia et contributive : Montluc, un lieu à histoires et mémoires multiples. M2 en Architecture de l'Information à l'ENS Lyon. 2014



(a)



(b)

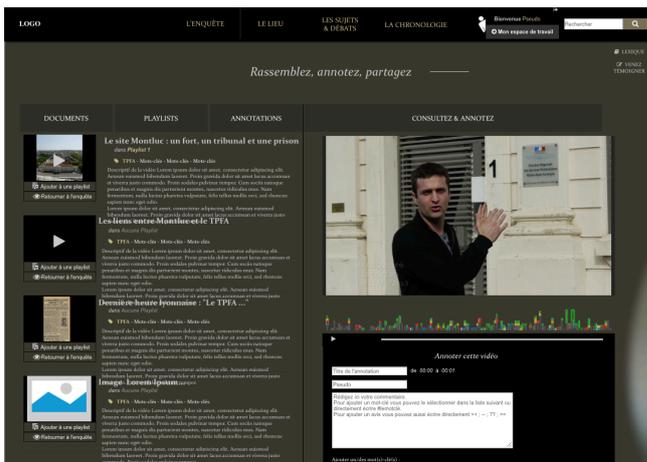


(c)

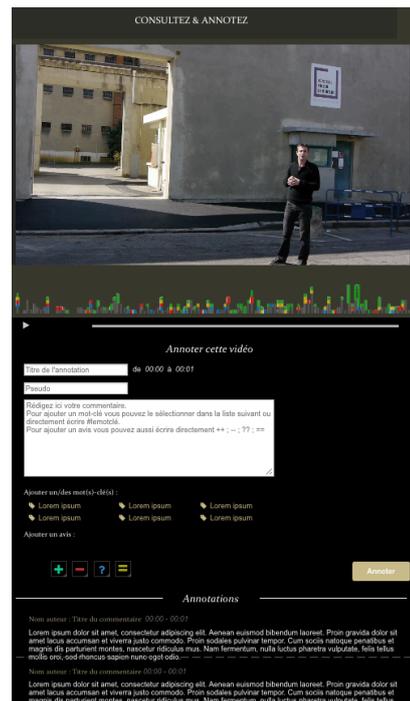


(d)

Figure 37 : Interface d'accès aux éléments de l'enquête



(a)



(b)

Figure 38 : Interface de travail et d'annotation

Nous avons demandé, dans le cadre d'un projet PEPS, un financement pour développer une version opérationnelle de la plateforme. Notre objectif est de proposer au Labex IMU ou à la région Rhône-Alpes de financer la poursuite de ce projet par un budget de thèse pour affiner les questions liées à l'éditionnalisation et la participation et y répondre sur la base d'expérimentations réalisées avec la plateforme. Un des enjeux des études des usages des outils numériques pour les SIC consiste à comprendre et à mesurer les liens entre les

caractéristiques des formes éditoriales, l'engagement de l'utilisateur dans des processus de lecture et d'écriture, et les effets d'apprentissage en terme de compréhension des concepts. La formalisation de ces liens dans des modèles ou au travers de méthodes est aussi nécessaire pour analyser les activités de production de culture et de savoirs. Nous proposons d'étudier plus précisément les processus de lecture-écriture en utilisant les principes de l'énonciation éditoriale décrits par Jeanneret et Souchier (Jeanneret & Souchier 2005) pour qualifier les zones d'intérêt. Nous proposons de les lier avec les éléments réels présentés dans l'enceinte de la prison Montluc et d'analyser, en utilisant un *eye tracker*, comment ces zones impactent l'appropriation de l'information mais aussi la participation et la contribution selon que l'utilisateur est chez lui ou au bureau, ou bien dans la prison. Le profil privilégié de cet étudiant est en sciences de l'information et de la communication, orienté humanités numériques.

La poursuite de ces trois axes de recherche, selon un positionnement SIC orienté humanités numériques est la principale motivation qui me conduit à présenter ce travail d'HDR dans la 27^{ème} et dans la 71^{ème} section. Ma capacité à pouvoir travailler avec des chercheurs et dans des laboratoires des deux disciplines, SIC et informatique, me semble un atout pour traiter cette question et proposer des contributions dans les deux disciplines scientifiques.

Bibliographie

- Ben Abdallah, N., 1997. Analyse et structuration de documents scientifiques pour un accès personnalisé à l'information : vers un système d'information évolué. Thèse de Doctorat en SIC. Lyon: Université Lyon 1.
- Ågerfalk, P.J., 2013. Embracing diversity through mixed methods research. *European Journal of Information Systems*, 22(3), p.251-256.
- Ajarn, B., 2007. Médiation et Médiatisation Act.2. CinemaTICE. Available at: <http://cinematice.com/2007/12/17/11/> [Consulté le mars 3, 2014].
- Akrich, M., 1998. Les utilisateurs, acteurs de l'innovation. *Education permanente*, (134), p.79-89.
- Argyris, C. & Schön, D., 2002. Apprentissage organisationnel – Théorie, méthode, pratique, Bruxelles: De Boeck Université.
- Azevedo, R., 2007. Understanding the complex nature of self-regulatory processes in learning with computer-based learning environments: an introduction. *Metacognition Learning*, 2, p.57-65.
- Azevedo, R., 2005. Using Hypermedia as a Metacognitive Tool for Enhancing Student Learning? The Role of Self-Regulated Learning. *Educational Psychologist*, 40, p.199-209.
- Baccino, T., Bellino, C. & Colombi, T., 2005. Mesure de l'utilisabilité des interfaces Hermes Science Publications., Paris: Lavoisier.
- Bachimont, B., 2004. Arts et Sciences du numérique : ingénierie des connaissances et critique de la raison computationnelle. Mémoire d'HDR. Compiègne: Université de Technologie de Compiègne.
- Bachimont, B., 2007. Nouvelles tendances applicatives : de l'indexation à l'éditorialisation. In *L'indexation multimédia : description et recherche automatiques*. Paris: Hermès sciences.
- Balmisse, G., 2005. Guide des outils du KM, Paris: Vuibert.
- Bastien, J.M.C., 2010. Usability testing: a review of some methodological and technical aspects of the method. *International Journal of Medical Informatics*, 79(4), p.18-23.
- Bastien, J. & Scapin, D.L., 1993. Ergonomic criteria for the evaluation of human-computer interfaces, Rocquencourt: INRIA.
- Benmahamed, D., Ermine, J.-L. & Tchounikine, P., 2005. From MASK Knowledge Management Methodology to Learning Activities Described with IMS – LD. In *Professional Knowledge Management. Lecture Notes in Artificial Intelligence*. Springer, p.165-175.

- Berggren, C. & Söderlund, J., 2008. Rethinking project management education: Social twists and knowledge co-production. *International Journal of Project Management*, 26(3), p.286-296.
- Bétrancourt, M., 2007. L'ergonomie des TICE : quelles recherches pour quels usages sur le terrain ? In *Regards croisés sur la recherche en technologie de l'éducation*. Bruxelles: B. Charlier et D. Peraya, p.77-89.
- Bhattacharjee, A., 2001. Understanding information systems continuance: an expectation-confirmation model. *MIS Quarterly*, 25(3), p.351-370.
- Bonnardel, N., 2009. Activités de conception et créativité: de l'analyse des facteurs cognitifs à l'assistance aux activités de conception créatives. *Le travail humain*, 72(1), p.5-22.
- Bonwell, C.C. & Eison, J.A., 1991. *Active Learning: Creating Excitement in the Classroom*, The George Washington University.
- Boucher, A., 2009. *Ergonomie Web : pour des sites Web efficaces (2e éd.)*, Paris: Eyrolles.
- Boughzala, I. & Ermine, J.L., 2007. La gestion des connaissances, un nouveau modèle pour les entreprises. In *Management des connaissances en entreprise - 2ème édition*. Paris, p.47-86.
- Bouvier, A., 2007. *Management et sciences cognitives*, Paris: Presse Universitaires de France.
- Bruillard, É., 2012. Le déploiement des ENT dans l'enseignement secondaire : entre acteurs multiples, dénis et illusions. *Revue française de pédagogie*, 177(4), p.101-130.
- Bruillard, É. & Baron, G.-L., 2006. Usages en milieu scolaire : caractérisation, observation et évaluation. In Grandbastien M & Labat J.M, éd. *Environnements informatiques pour l'apprentissage humain*. Paris: Hermes, p. 269-284.
- Buckland, M. & Plaunt, C., 1994. On the Construction of Selection Systems. *Library Hi Tech*, 12(4), p.15-28.
- Carroll, J., 2004. Completing design in use: closing the appropriation cycle. In *Proceedings of the 12th European Conference on Information Systems (ECIS 2004)*. 11p. Available at: <http://wwwtest.dis.unimelb.edu.au/research/groups/oasis/AppropnWPaper.pdf> [Consulté le juillet 12, 2012].
- Casey, J., Brosnan, K. & Greller, W., 2005. Prospects for using learning objects and learning design as staff development tools in higher education. In *International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age (CELDA 2005)*. Porto, Portugal, p.96-104.
- Choquet, C., 2007. *Ingénierie et réingénierie des EIAH, l'approche REDiM. Habilitation à diriger des recherches*. Le Mans : Université du Maine.
- Communauté Européenne, 2001. E-learning. Available at: http://europa.eu.int/eur-lex/fr/com/cnc/2001/com2001_0172fr01.pdf.

- Costa, C., Alvelos, H. & Teixeira, L., 2012. The Use of Moodle e-learning Platform: A Study in a Portuguese University. *Procedia Technology*, 5, p.334–343.
- Courbet, D., 2010. L'expérimentation en sciences de l'information et de la communication. In *Objectiver l'humain ? Volume 2 : Communication et Expérimentation. Ingénierie représentationnelle et construction de sens*. Paris: Hermès-Lavoisier, p.31-69.
- Couzinet, V., 2011. Les dispositifs : question documentaire. In *Approche de l'information-documentation : concepts fondateurs*. Toulouse: Cépaduès, p.117-130.
- Crampes, M., Ranwez, S., Plantié, M., Vaudry, C., 2003. Qualités d'une indexation portée par XML et une ontologie au regard d'un standard. *Revue Sciences et techniques éducatives*, p.105-134.
- Crozat, S., 2007. Modélisation documentaire : Pourquoi ? Comment ? Introduction à l'écriture structurée avec une chaîne éditoriale. *La Lettre d'ADELI*, (n° 69), p.45-54.
- Cuendet, S., Jermann, P. & Dillenbourg, P., 2012. Tangible interfaces: when physical-virtual coupling may be detrimental to learning. In *Proceedings of the 26th Annual BCS Interaction Specialist Group Conference on People and Computers*. Swinton, UK: British Computer Society, p.49–58.
- Davis, F., 1993. User acceptance of information technology: system characteristics, user perceptions and behavioral impacts. *International Journal of Man-Machine Studies*, 38, p.475-487.
- Davis, F.D., 1989. Perceived usefulness, Perceived ease of use, and User acceptance of Information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), p.319-339.
- Degeorge, J.-M., 2007. Le déclenchement du processus de création ou de reprise d'entreprise - Le cas des ingénieurs français. Thèse de doctorat en Sciences de gestion. Lyon: Université Lyon 3.
- Delomier, F., 2013. Jeux pédagogiques collaboratifs situés : conception et mise en oeuvre dirigées par les modèles. Thèse de doctorat en Informatique. Ecully: Ecole Centrale de Lyon.
- DeLone, W.H. & McLean, E.R., 2003. The DeLone and McLean Model of Information Systems Success : A Ten-Year Update. , 19(4), p.9-30.
- Diagne, F., 2009. Instrumentation de la supervision par la réutilisation d'indicateurs : Modèles et Architecture. Thèse de doctorat en informatique. Grenoble: Université Joseph Fourier de Grenoble.
- Dillenbourg, P., 1999. What do you mean by « collaborative learning »? In *Collaborative-learning: Cognitive and Computational Approaches*. Oxford: Elsevier, p.1-19.
- Dimitracopoulou, A., 2005. State of the Art on Interaction Analysis for Metacognitive Support and Diagnosis. Report JEIRP. D.31.1.1, Kaleidoscope Network of Excellence, p.6-62.
- Djouad, T., Mille, A. & Benmohammed, M., 2011. SBT-IM: Système à base de traces-Indicateurs d'interactions Moodle. In *EIAH2011*. Mons. 3p.

- Docq, F. & Daele, A., 2003. De l'outil à l'instrument : des usages en émergence. In Technologie et innovation en pédagogie. Dispositifs innovants de formation pour l'enseignement supérieur. Bruxelles: B. Charlier & D. Peraya, p.113-128. Available at: Version provisoire pdf: http://tecfa.unige.ch/tecfa/teaching/FFL/Textes/Textes_obligatoires/charlier_2000.pdf [Consulté le mars 3, 2014].
- Dourish, P., 2003. The appropriation of interactive technologies: Some lessons from placeless documents. *Computer Supported Cooperative Work (CSCW)*, 12(4), p.465-490.
- Engeström, Y., 2001. Expansive learning at work: toward an activity theoretical reconceptualization. *Journal of education and work*, 14(1), p.133-156.
- Engeström, Y., 1999. Expansive visibilization at work: an activity theoretical perspective. *Computer Supported Co-operative Work*, 8, p.63-93.
- Ermine, J.-L., 2008. *Management et Ingénierie Des Connaissances - Modèles et Méthodes*, Paris: Hermes Science Publications.
- Février, F., 2011. Vers un modèle intégrateur « expérience-acceptation » Rôle des affects et de caractéristiques personnelles et contextuelles dans la détermination des intentions d'usage d'un environnement numérique de travail. Thèse de Doctorat en Psychologie. Rennes: Université de Rennes 2.
- Fishbein, M. & Ajzen, I., 1975. *Belief, Attitude, Intention and Behavior: An Introduction to Theory and Research.*, New-York: Addison-Wesley Publishing Company.
- Fluhr, C. et al., 1997. SPIRIT-W3: A Distributed Cross-Lingual Indexing and Search Engine. In *Proceeding of the INET 97. The Seventh Annual Conference of the Internet Society*. Kuala Lumpur, p.24-27.
- Folcher, V. & Rabardel, P., 2004. Hommes, artefacts, activités: perspective instrumentale. In *L'ergonomie*. Paris: PUF, p.251-268.
- Gagnière, L., 2010. Comment inciter les régulations métacognitives pour favoriser la résolution de problèmes mal structurés?. Thèse de Doctorat en Psychologie. Genève: Université de Genève.
- Garlatti, S. & Prié, Y., 2004. Adaptation et personnalisation dans le Web sémantique. *Revue I3 Information-Interaction-Intelligence*, volume Numéro Hors-série Web sémantique, 19p.
- Garrett, J., 2011. *The element of user experience. User centered design for the Web and Beyond (second edition)*, Berkeley: New Riders.
- Garrot, E., 2008. Plate-forme support à l'Interconnexion de Communautés de Pratique (ICP). Application au tutorat avec TE-Cap. Thèse de doctorat en Informatique. Villeurbanne: INSA de Lyon.
- Gendron, E., 2010. Cadre conceptuel pour l'élaboration d'indicateurs de collaboration à partir des traces d'activité. Thèse de doctorat en Informatique. Villeurbanne: Université Lyon 1.
- Gomez de Regil, R.M., 2004. Présentation des standards : (LOM) – Learning Object , Metadata. In *L'indexation des ressources pédagogiques*.

- Villeurbanne: ENSSIB, 8p. Available at: <http://www.enssib.fr/bibliotheque-numerique/>.
- Hadwin, A.F. et al., 2007. Examining trace data to explore self-regulated learning. *Metacognition and Learning*, 2(2-3), p.107-124.
- Hadwin, A.F. et al., 2010. Innovative ways for using gStudy to orchestrate and research social aspects of self-regulated learning. *Computers in Human Behavior*, 26(5), p.794-805.
- Halin, G., 2005. De la conception d hypermédia à la conception d application Web. STICEF, 12. Available at: http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/08/74/11/PDF/sticef_2005_halin_02p.pdf [Consulté le mars 23, 2014].
- Hamner, M. & Qazi, R., 2009. Expanding the Technology Acceptance Model to Include Additional Factors such as Personal Utility. *Government Information Quarterly*, 26, p.128-136.
- Harrison, S. & Dourish, P., 1996. Re-place-ing space: the roles of place and space in collaborative systems. In *Proceedings of the 1996 ACM conference on Computer supported cooperative work*. ACM, p.67-76.
- Hassenzahl, M., Diefenbach, S. & Göritz, A., 2010. Needs, affect, and interactive products—Facets of user experience. *Interacting with Computers*, 22(5), p.353-362.
- Hornbæk, K., 2013. Some Whys and Hows of Experiments in Human-Computer Interaction. *Foundations and Trends in Human-Computer Interaction*, 5(4), p.299-373.
- Huart, J., Kolski, C. & Bastien, C., 2008. L'évaluation de documents multimédias, état de l'art. In *Objectiver l'humain? Volume 1. Qualification, quantification. Ingénierie Représentationnelle & Constructions de Sens*. Paris: Editions Lavoisier / Hermès Sciences Publications, p.211-250.
- Huber, M., 2005. *Apprendre en projet* (2eme éd.), Lyon: Chronique sociale.
- IMS Global, 2012. Question and Test Interoperability™ (QTI™). Available at: <http://www.imsglobal.org/question/> [Consulté le décembre 8, 2014].
- Isomursu, M. et al., 2011. Understanding human values in adopting new technology—A case study and methodological discussion. *International journal of human-computer studies*, 69(4), p.183-200.
- Jacquinet, G., 1993. La communication éducative médiatisée: de l'âge de pierre à l'âge de bronze. *Études de communication: langages, information, médiations*, (14), p.77-90.
- Janssen, J., Erkens, G. & Kirschner, P., 2011. Group awareness tools: It's what you do with it that matters. *Computers in Human Behavior*, 27(3), p.1046-1058.
- Jauréguiberry, F. & Proulx, S., 2011. *Usages et enjeux des technologies de communication*, Toulouse: Érés.
- Jeanneret, Y., 2000. *Y a-t-il (vraiment) des technologies de l'information?*, Villeneuve d'Ascq: Presses Universitaires du Septentrion.

- Jeanneret, Y. & Souchier, E., 2005. L'énonciation éditoriale dans les écrits d'écran. *Communication et langages*, 145(1), p.3-15.
- Jennex, M.E. & Olfman, L., 2004. Assessing knowledge management success/effectiveness models. In *System Sciences, 2004. Proceedings of the 37th Annual Hawaii International Conference on*. IEEE, 10p. Available at: http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=1265571 [Consulté le juin 30, 2014].
- Jermann, P., Soller, A. & Lesgold, A., 2004. Computer Software Support for CSCL. In *What We Know About CSCL. Computer-Supported Collaborative Learning Series*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, p.141-166.
- Jouët, J., 2000. Retour critique sur la sociologie des usages. *Réseaux*, 18(100), p.487-521.
- Jouët, J. & Le Caroff, C., 2013. L'observation ethnographique en ligne. In *Manuel d'analyse du web en sciences humaines sociales. Collection U*. Paris: Armand Colin, p.147-165.
- Jourde, F., Laurillau, Y. & Nigay, L., 2010. e-COMM, un éditeur pour spécifier l'interaction multimodale et multiutilisateur. In *Conference Internationale Francophone sur l'Interaction Homme-Machine*. ACM, p.225-228.
- Kolb, D.A., 1984. *Experiential Learning: experience as the source of learning and development*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Lainé-Cruzel, S. et al., 1996. Improving information retrieval by combining user profile and document segmentation. *Information Processing & Management*, 32(3), p.305-315.
- Leleu-Merviel, S., 2008. Evaluation et mesure en sciences humaines : exigence réaliste ou utopie scientifique? In *Objectiver l'humain? Volume 1. Qualification, quantification. Ingénierie Représentationnelle & Constructions de Sens*. Paris: Leleu-Merviel Sylvie, p.15-29.
- Leplat, J., 2006. La notion de régulation dans l'analyse de l'activité. *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé*, 8(1), 25p.
- Licoppe, C., Draetta, L. & Delanoë, A., 2013. Des « smart grids » au « quantified self ». *Technologies réflexives et gouvernement par les traces, une étude de cas sur la consommation électrique en milieu domestique*. *Intellectica*, 1(59), p.267-290.
- Lund, K. et al., 2009. Traces, traces d'interactions, traces d'apprentissages: définitions, modèles informatiques, structurations, traitements et usages. In *Analyse de traces et personnalisation des environnements informatiques pour l'apprentissage humain*. Paris: Hermes, p.21-66. Available at: <http://liris.cnrs.fr/Documents/Liris-3967.pdf> [Consulté le avril 1, 2015].
- Mahdizadeh, H., Biemans, H. & Mulder, M., 2008. Determining factors of the use of e-learning environments by university teachers. *Computers & Education*, 51(1), p.142-154.
- Maier, R., 2007. *Knowledge management systems: information and communication technologies for knowledge management*, Berlin: Springer.

- Marfisi-Schottman, I., 2012. *Méthodologie, modèles et outils pour la conception de Learning Games*. Thèse de doctorat en Informatique. Villeurbanne: INSA de Lyon.
- Marty, J.-C. & Carron, T., 2011. Observation of Collaborative Activities in a Game-Based Learning Platform. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 4(1), p.98-110.
- Marty, J.-C. & Mille, A., 2009. *Analyse de traces et personnalisation des environnements informatiques pour l'apprentissage humain*, Paris: Hermes.
- Mathern, B. et al., 2012. Towards a Knowledge-Intensive and Interactive Knowledge Discovery Cycle. In *20th ICCBR Workshop Proceedings*. Lyon, France, p.151–162. Available at: <http://liris.cnrs.fr/Documents/Liris-5916.pdf> [Consulté le décembre 2, 2013].
- Meyriat, J., 1985. Information vs communication? In *L'espace social de la communication : concepts et théories*. Paris: Retz-CNRS, p.63-89.
- Mille, A., 2013. De la trace à la connaissance à l'ère du Web, *Intellectica* 2013/1, n° 59.
- Ministère de l'éducation nationale & Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche, 2012. *Schéma directeur des espaces numériques de travail Version 4.0*, Paris. Available at: http://cache.media.eduscol.education.fr/file/sdet/61/1/SDET-v4.0_226611.pdf [Consulté le octobre 1, 2014].
- Moeglin, P., 2010. *Les industries éducatives*, Paris: Presses Universitaires de France.
- Morillon, L., 2008. Recueil et analyse de données en sciences humaines et sociales, un panorama. In *Objectiver l'humain? Volume 1. Qualification, quantification. Ingénierie Représentationnelle & Constructions de Sens*. Paris: Editions Lavoisier / Hermès Sciences Publications, p.31-65.
- Narciss, S., Proske, A. & Koerndle, H., 2007. Promoting self-regulated learning in web-based learning environments. *Computers in Human Behavior*, 23(3), p.1126–1144.
- Nielsen, J., 1994a. Heuristic evaluation. In J. Nielsen & R. L. Mack, éd. *Usability Inspection Methods*. New York: John Wiley & Sons.
- Nielsen, J., 1994b. *Usability engineering*, San Francisco: Morgan Kaufmann.
- Nkambou, R., 1996. *Modélisation des connaissances de la matière dans un système tutoriel intelligent : modèles, outils et applications*. Ph. D. Montréal, Canada: Université de Montréal.
- Nogry, S., Jean-Daubias, S. & Ollagnier-Beldame, M., 2004. Évaluation des EIAH: une nécessaire diversité des méthodes. In *Actes de la conférence TICE-2004*. Université de Technologie de Compiègne, p.265–271.
- Nonaka, I., 1996. From information processing to knowledge creation: A Paradigm shift in business management. *Technology in Society*, 18(2), p.203-218.
- Nonaka, I. & Takeuchi, H., 1997a. Chapter 6 - A New Organizational Structure. In *Knowledge in Organisations*. Boston: Butterworth-Heinemann, p.99-133.

- Nonaka, I. & Takeuchi, H., 1997b. La connaissance créatrice: La dynamique de l'entreprise apprenante Couverture, Louvain-la-Neuve: De Boeck Supérieur.
- Nonaka, I., Toyama, R. & Konno, N., 2000. SECI, Ba and Leadership: a Unified Model of Dynamic Knowledge Creation. *Long Range Planning*, 33(1), p.5-34.
- Nonaka, I., Umemoto, K. & Senoo, D., 1996. From information processing to knowledge creation: A Paradigm shift in business management. *Technology in Society*, 18(2), p.203-218.
- Norman, D., 1993. Les artefacts cognitifs. *Raisons Pratiques, Les objets dans l'action*, 4, p.15-34.
- Ollagnier, E., 2004. Les exigences de normalisation pour les pratiques de la formation d'adultes en Suisse : réponse des acteurs et analyse critique. In *Congrès self 2004 Ateliers II Les métiers de la formation face aux normes*. p.485- 492.
- Page-Lamarche, V., 2004. Styles d'apprentissage et rendement académique dans les formations en ligne. Thèse de doctorat en sciences de l'éducation. Montréal: Université de Montréal.
- Paquette, G., 2007. L'instrumentation de la scénarisation pédagogique. *International Journal of Technologies in Higher Education*, 4(2), p.57-71.
- Partala, T. & Kallinen, A., 2012. Understanding the most satisfying and unsatisfying user experiences: Emotions, psychological needs, and context. *Interacting with Computers*, 24, p.25-34.
- Peraya, D., 2010. Des médias éducatifs aux environnements numériques de travail : médiatisation et médiation. In *Médiations. Les Essentiels*. Paris: Hermes, p.35-48.
- Peraya, D. et al., 2012. Médiation, médiations Distances et médiations des savoirs, Vol. 1(1). Available at: <http://dms.revues.org/153> [Consulté le janvier 20, 2014].
- Pernin, J.-P. & Lejeune, A., 2004. Nouveaux dispositifs instrumentés et mutations du métier de l'enseignant. Actes de la 7e Biennale de l'éducation et de la formation, Lyon. Available at: <http://ife.ens-lyon.fr/formation-formateurs/catalogue-des-formations/formations-2005-06/ressources-numeriques-et-scenarios-pedagogiques/Pernin%20Lejeune.pdf> [Consulté le mars 3, 2014].
- Pesqueux, Y. & Durance, P., 2004. Apprentissage organisationnel, économie de la connaissance: mode ou modèle? *Cahier de recherche du LIPSOR*, p.1-58.
- Piaget, J., 1935. *Psychologie et pédagogie*. Paris: Folio essais.
- Poyet, F. (2014). Comprendre la construction des usages des TIC en formation : vers un modèle d'analyse systémique (Mémoire d'HDR). Université Lyon 1, Lyon.
- Poyet, F. & Genevois, S., 2010. Intégration des ENT dans les pratiques enseignantes : entre ruptures et continuités. In *Environnements numériques*

- en milieu scolaire. Quels usages et quelles pratiques ?. Collection Technologies nouvelles et éducation. Lyon: INRP, p.23-46.
- Prax, J.-Y., 2007. Le manuel du Knowledge Management. Paris: Dunod.
- Proulx, S., 2005. Penser les usages des technologies de l'information et de la communication aujourd'hui: enjeux-modèles-tendances. In L. Vieira & N. Pinède, éd. Enjeux et usages des TIC: aspects sociaux et culturels. Presses universitaires de Bordeaux, p.7-20. Available at: http://www.abhatoo.net.ma/index.php/fre/content/download/2946/32149/file/Usages_TIC.pdf [Consulté le août 28, 2012].
- Rabardel, P., 1995. Les hommes et les technologies, Paris: Armand Colin. Available at: <http://ergoserv.psy.univ-paris8.fr/Site/Groupes/Modele/Articles/Public/ART372105503765426783.PDF> [Consulté le janvier 12, 2014].
- Rabardel, P. & Bourmaud, G., 2003. From computer to instrument system: a developmental perspective. *Interacting with Computers*, 15(5), p.665-691.
- Régimbeau, G., 2011. Médiation. In *Approche de l'information-documentation : concepts fondateurs* (C. Gardiès dir). Toulouse: Cépaduès, p.75-115.
- Remillieux, A., 2010. Explicitation et modélisation des connaissances de conduite du changement à la SNCF. Vers une gestion des connaissances pré-réfléchies. Paris: Telecom Paris Sud. Available at: http://liris.cnrs.fr/gom/JFO_2007/10.pdf [Consulté le février 11, 2014].
- Reusser, K., 2001. Co-constructivism in Educational Theory and Practice. In *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences*. Elsevier, p.2058-2062.
- Senié-Demeurisse, J. & Couzinet, V., 2011. L'Information. In *Approche de l'information-documentation : concepts fondateurs* (C. Gardiès dir). Toulouse: Cépaduès, p.20-35.
- Settouti, L., 2011. Systèmes a Base de Traces Modelisees : Modeles et Langages pour l'exploitation des traces d'Interactions. Thèse de doctorat en informatique. Villeurbanne: Université Lyon 1.
- Soller, A. et al., 2005. From Mirroring to Guiding: A Review of State of the Art Technology for Supporting Collaborative Learning. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 15(4), 15(4), p.261-290.
- Tabard, A. & Mille, A., 2015. L'expérience utilisateur - UX. In J.-M. Salaun & B. Habert, éd. *Architecture de l'information Méthodes, outils, enjeux*. Louvain-la-Neuve: De Boeck, (à paraître).
- Tchounikine, P. et al., 2011. Environnements informatiques et apprentissages humains. In *Informatique et Sciences Cognitives : influences ou confluences ?*. Paris: Ophrys/MSH, p.167-200.
- Tchounikine, P., 2006. Introduction à l'ingénierie des EIAH. In Grandbastien M & Labat J.M, éd. *Environnements informatiques pour l'apprentissage humain*. Paris: Hermes, p.141-160.

- Tchounikine, P., 2009. Précis de recherche en ingénierie des EIAH, Grenoble. Available at: <http://membres-liglab.imag.fr/tchounikine/Precis.html> [Consulté le avril 3, 2015].
- Theureau, J., 2011. Appropriations 1, 2 & 3 ou Un exemple de pouvoir heuristique, et de capacité de croissance d'un programme de recherche ou Appropriation, Incorporation & In---culturation. Cours d'action. Available at: www.coursdaction.fr/02-Communications/2011-JT-C136.pdf [Consulté le mai 2, 2012].
- Thomas, J. & Mengel, T., 2008. Preparing project managers to deal with complexity - Advanced project management education. *International Journal of Project Management*, 26(3), p.304-315.
- Tricot, A. et al., 2003. Utilité, utilisabilité, acceptabilité : interpréter les relations entre trois dimensions de l'évaluation des EIAH. In Conférence Environnements informatiques pour l'apprentissage humain 2003. EIAH 2003. p.391-402.
- Tsakonas, G. & Papatheodorou, C., 2008. Exploring usefulness and usability in the evaluation of open access digital libraries. *Information Processing & Management*, 44(3), p.1234-1250.
- Tullis, T. & Albert, W., 2008. *Measuring The User Experience: collecting, analyzing, and presenting usability metrics*, Morgan Kaufmann Pub.
- UQAM, 2014. Les médias interactifs à l'école des médias. Available at: http://www.unites.uqam.ca/mi/expliquer_mi.html [Consulté le avril 27, 2014].
- Venkatesh, V. et al., 2003. User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS quarterly*, p.425-478.
- Venkatesh, V., Brown, S.A. & Bala, H., 2013. Bridging the qualitative-quantitative divide: Guidelines for conducting mixed methods research in information systems. *MIS Quarterly*, 37(1), p.21-54.
- Venkatesh, V., Thong, J. & Xu, X., 2012. Consumer acceptance and use of information technology: Extending the unified theory of acceptance and use of technology. *MIS quarterly*, 36(1), p.157-178.
- Volet, S., Vauras, M. & Salonen, P., 2009. Self- and Social Regulation in Learning Contexts: An Integrative Perspective. *Educational Psychologist*, 44(4), p.215-226.
- De Vries, E. & Baillé, J., 2006. Apprentissage : Référents théoriques pour les EIAH. In Grandbastien M & Labat J.M, éd. *Environnements informatiques pour l'apprentissage humain*. Paris: Hermes, p.27-45.
- Zimmerman, B., 2000. Attaining self-regulation: A social cognitive perspective. In *Handbook of self-regulation*. USA: Academic Press, Elsevier, p.13-40.

Publications

Ouvrages

- B1 T. Lafouge, Y. Le Coadic., C. Michel, *Éléments de statistique et de mathématique de l'information. Infométrie, bibliométrie, médiométrie, scientométrie, museométrie, webométrie*, Les cahiers de l'ENSSIB, Lyon, 319 p., 2002.

Chapitre d'ouvrages

- BC3 B. Habert, C. Michel, « Intégrer le transcanal - la matrice de Resmini et Rosati », in *Architecture de l'information Méthodes, outils, enjeux*. Jean-Michel Salaün et Benoît Habert dir., (à paraître), 2015.
- BC2 C. Michel, A. Serna, R. Chalon, « Le grand Lego des données et des services », in *Architecture de l'information Méthodes, outils, enjeux*. J.-M. Salaün et B. Habert dir., (à paraître), 2015.
- BC1 C. Michel, E. Lavoué, KM and WEB 2.0 methods for project-based learning. MESHAT : a monitoring and experience sharing tool , in *Multiple Perspectives on Problem Solving and Learning in the Digital Age*, edited by D. Ifenthaler, Dr. Kinshuk, P. Isaias, D. G. Sampson, and J. M. Spector, Springer, pp. 49-66, 2010.

Articles de revue

Revue internationale

- RI6 S. George, C. Michel, et M. Ollagnier-Beldame, « Favouring reflexivity in technology-enhanced learning systems: Towards smart uses of traces », in *Interactive Learning Environments*, Taylor & Francis, 23 p., 2015 (Impact Factor: 0.750)
- RI5 M.-E. Bobillier-Chaumon, C. Michel, F. Tarpin-Bernard, B. Croisile, « Can ICT improve the quality of life of elderly adults living in residential home care units (RHCUs)? From actual impacts to hidden artifacts », in *Journal Behaviour & Information Technology*, Taylor & Francis, pp. 1-37, 2014 (Impact Factor: 1.011)
- RI4 C. Michel, L. Egghe, « Construction of weak and strong similarity measures for ordered sets of document using fuzzy set techniques », in *Information Processing and Management*, vol. 39, issue 5, pp. 771-207 (2003).
- RI3 C. Michel, L. Egghe, « Strong similarity measures for ordered sets of documents in information retrieval », in *Information Processing and Management*, vol. 38, issue 6, pp. 823-848, 2002. (Impact Factor: 1.443)
- RI2 C. Michel, « Ordered similarity measures taking into account the rank of documents », in *Information Processing and Management*, vol. 37, issue 4, pp. 603-622, 2001.

- RN1 T. Lafouge, C. Michel, « Links between information construction and information gain. Entropy and bibliometric distributions », in *Journal of Information Science (JIS)*, éditions Creatifica Associates, UK, vol. 27, no. 1, pp. 39-49, 2001.(Impact Factor: 1.299)

Revues nationales

- RN6 S. George, C. Michel, A. Serna, et L. Bisognin, « Évaluation de l'impact d'un jeu sérieux en réalité mixte. », in *Revue Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Éducation et la Formation (STICEF)*, Vol. 21, 25p., 2014.
- RN5 S. George, C. Michel, et M. Ollagnier-Beldame, « Usages réflexifs des traces dans les environnements informatiques pour l'apprentissage humain », in *Intellectica*, vol. 1, n° 59, pp. 205-241, juin 2013.
- RN4 C. Michel, M.-E. Bobillier-Chaumon, F. Tarpin-Bernard, « Fracture numérique chez les seniors du 4ème âge. Observation d'une acculturation technique », in *Les Cahiers du numérique*, vol. 5, issue 1, pp. 147-168, 2009.
- RN3 C. Michel, S. George, E. Garrot, « Activités collectives et instrumentation. Étude de pratiques dans l'enseignement supérieur », in *Distances et Savoirs*, vol. 5, issue 4, pp. 527-546, 2007.
- RN2 C. Michel, S. Rouissi, « E-learning : normes et spécifications. Etude des spécifications LOM et IMS-QTI caractérisant des documents numériques interchangeables et réutilisables pour l'acquisition et l'évaluation des connaissances », in *Document Numérique, numéro spécial sur Les nouvelles facettes du document électronique dans l'éducation*, vol. 7, no 1-2, Lavoisier, pp. 157-178, 2003.
- RN1 C. Michel, M. Ben-Romdhane, « Les bases de données scientifiques en texte intégral : principe de caractérisation des documents, d'interrogation et de navigation dans les documents réponses », in *Revue maghrébine de documentation et d'information*, vol. 11, pp.183-198, 2001.

Conférences, congrès et colloques à communication

Conférences internationales

- CI18 C. E. Touré, C. Michel, et J.-C. Marty, « Re-designing knowledge management systems: Towards user-centered design methods integrating information architecture. C.E. Toure », in *International conference on Knowledge Management and information sharing (KMIS'2014)*, Rome, Italie, 8p., 2014.
- CI17 C. E. Touré, C. Michel, et J.-C. Marty, « What if we considered awareness for sustainable Knowledge Management? Towards a model for self regulated knowledge management systems based on acceptance models of technologies and awareness. », in *International conference on Knowledge Management and information sharing (KMIS'2014)*, Rome, Italie, 6p., 2014.
- CI16 M. Ji, C. Michel, E. Lavoué, et S. George, « DDART, A Dynamic Dashboard for Collection, Analysis and Visualization of Activity and Reporting Traces », in *9th European Conference on Technology Enhanced Learning (EC-TEL'2014)*, p. 440-445, 2014.
- CI15 M. Ji, C. Michel, E. Lavoué, et S. George, « DDART: An awareness system to favor reflection during project-based learning », in *4th Workshop on Awareness and Reflection in Technology-Enhanced Learning (ARTEL'2014) from the conference EC-TEL 2014*, Graz, Austria, pp. 81-83, 2014.

- CI14 F. Belhadj, V. Boyer, G. Delmas, M. Lamolle, C. L. Duc, P.-A. Champin, et C. Michel, "Learning Café: a semantic multimedia collaborative platform for e-learning", in *International Workshop on Multimedia Technologies for E-Learning (MTEL) in conjunction with IEEE International Symposium of Multimedia (ISM'2013)*, Anaheim, USA., 6 p., 2013.
- CI13 M. Ji, C. Michel, E. Lavoué, et S. George, « An Architecture to Combine Activity Traces and Reporting Traces to Support Self-Regulation Processes », in *13th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT'2013)*, pp. 87-91, 2013.
- CI12 C. Michel, E. Lavoué, et L. Piétrac, « A Dashboard to Regulate Project-Based Learning », in *7th European Conference on Technology Enhanced Learning (EC-TEL'2012)*, pp. 250-263, 2012.
- CI11 C. Orliac, S. George et C. Michel, « An Authoring Tool to Assist the Design of Mixed Reality Learning Games », in *7th European Conference on Technology Enhanced Learning (EC-TEL'2012)*, pp. 441-446, 2012.
- CI10 C. Orliac, S. George, C. Michel, et P. Prévôt, « Can we use Existing Pedagogical Specifications to Design Mixed Reality Learning Games? », in *5th European Conference on Games-Based Learning (EC-GBL'2011)*, pp. 440-448, 2011.
- CI9 C. Michel, F. Sandoz-Guermond, « Global and large-scale pre-school digital Games Based Learning evaluation », in *4th European Conference on Games Based Learning (EC-GBL'2010)*, Copenhagen, Danemark, 8p., 2010.
- CI8 C. Michel, E. Garrot-Lavoué, « Meshat: Monitoring and Experience Sharing Tol for project-based learning », in *International Conference Cognition and Exploratory Learning in Digital Age (CELDA'2009)*, Rome, Italie, pp. 69-76, 2009.
- CI7 C. Michel, P. Prévôt, « Knowledge management concepts for training by project. An observation of the case of project management education », in *International conference on Knowledge Management and information sharing (KMIS'2009)*, Madeira, Portugal, 6p., 2009.
- CI6 C. Michel, E. Garrot, S. George, « Instrumented Collective Learning Situations (ICLS): the Gap between Theoretical Research and Observed Practices », in *18th Internationale Conference on Society for Information Technology and Teacher Education (SITE'2007)*, AACE, San Antonio, États-Unis, pp. 895-901, 2007.
- CI5 A. Zaghbib, C. Michel, P. Prévôt, « Organisation distribuée, mondialisation et R&D : l'accompagnement des changements organisationnels par des EIAH », in *7ème Congrès international de génie industriel*, Trois-Rivières, Canada, 11 p., 2007.
- CI4 C. Michel, M.-E. Bobillier-Chaumon, V. Cohen-Montandrea, TARPIN-BERNARD Franck, « Les personnes âgées en EHPAD. Les TIC sont-elles un mode de reliance sociale ? », in *EUTIC 2006 « Enjeux et usages des TIC : Reliance sociale et insertion professionnelle »*, Bruxelles, Belgique, pp. 13-22, 2006.
- CI3 C. Michel, « Poset representation and similarity comparisons os systems in IR », in *Workshop on « Mathematical/Formal Methods in Information Retrieval » (MF/IR 2003) in conjunction with 26ème conférence ACM SIGIR*, July 2003, Toronto, Canada, pp. 121-137, 2003.
- CI2 C. Michel, Cardinal, nominal and ordinal similarity measures in information retrieval evaluation, in *Second international conference on langage ressource and evaluation (LREC'2000)*, Athens, 29-2 juin 2000, pp. 1509-1513, 2000.

- CII C. Michel, « Diagnostic evaluation of a personalized filtering information retrieval system. Methodology and experimental results », in *6th International Conference Computer-Assisted Information Retrieval (RLAO'2000)*, Collège de France, Paris, 12-14 avril 2000, pp. 1578-1589, 2000.

Conférences nationales

- CN27 E. Codréanu, C. Michel, M.-E. Bobillier-Chaumon, et O. Vigneau, « L'acceptation des ENT (Environnements Numériques de Travail) par les enseignants du primaire », in *Conférence Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain (EIAH'2015)*, 12 p., 2015, (à paraître).
- CN26 M. Ji, C. Michel, E. Lavoué, et S. George, « Combinaison de traces d'activités et de reporting pour soutenir des processus d'autorégulation », in *Conférence Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain (ELAH'2013)*, pp. 267-278, 2013.
- CN25 C. Michel, M.-E. Bobillier-Chaumon, et P. Sarnin, « Prise en compte de la construction de valeur liée à l'expérience utilisateur dans la modélisation de l'acceptation technologique », in *Conférence Ergo'IHM 2012 (conférence conjointe de la 13ème édition de ERGO'LA et de la 24ème édition d'IHM)*, 8p., 2012.
- CN24 C. Michel, F. Sandoz-Guermond, et A. Serna, « Revue de littérature sur l'évaluation de l'usage de dispositifs mobiles et tactiles ludo-éducatifs pour les jeunes enfants », in *Workshop « IHM avancées pour l'apprentissage » in conjunction with ELAH'2011*, pp. 11-18, 2011.
- CN23 C. Orliac, S. George, et C. Michel, « Les formalismes de scénarisation pédagogique existants permettent-ils de scénariser des learning games en réalité mixte ? », in *Conférence Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain (ELAH'2011)*, 4p., 2011.
- CN22 C. Michel, E. Lavoué, « Combiner suivi de l'activité et partage d'expériences en apprentissage par projet pour les acteurs tuteurs et apprenants », in *7ème Colloque Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Enseignement (TICE'2010)*, Nancy, France, 8p., 2010.
- CN21 C. Michel, « Dispositif de supervision pour les tuteurs impliqués dans un apprentissage à la gestion de projets », in *Workshop « Instrumentation des activités du tuteur : Environnements de supervision, usages et ingénierie » in conjunction with ELAH'2009*, Le Mans, France, 11p., 2009.
- CN20 A. Zaghbib, C. Michel, P. Prévôt, « Etude et conception d'un système tuteur coach pour l'apprentissage et l'accompagnement au changement à distance » in *Conférence Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain (ELAH'2009)*, Le Mans, France, 4p., 2009.
- CN19 C. Michel, A. Zaghbib, P. Prévôt, « Dispositifs de gestion de projets innovants : présentation d'une architecture de SI intégrant l'accompagnement au changement », in *13ème conférence AIM (Association information Management) (AIM'2008)*, Paris, France, 7p., 2008.
- CN18 C. Michel, E. Garrot, S. George, « Situations d'apprentissage collectives instrumentées : étude de pratiques dans l'enseignement supérieur » in *3ème Conférence en Environnement Informatique pour l'Apprentissage Humain (ELAH'2007)*, Lausanne, Suisse, 27-29 Juin 2007, pp. 185-196, 2007.
- CN17 C. Michel, M.-E. Bobillier-Chaumon, V. Cohen-Montandreaux, F. Tarpin-Bernard, « Immersion de la personne âgée en maison de retraite : étude des incidences possibles des TIC dans sa (re)construction psychosociale », in *Conférence*

LUDOVIA, Saint-Lizier, France, 15p., 2006.

- CN16 M.-E. Bobillier-Chaumon, V. Cohen-Montandreau, C. Michel, F. Sandoz-Guermond, « L'usage des nouvelles technologies par des personnes en situation de handicap : deux études pour comprendre leurs conditions d'appropriation et d'acceptation » in *SFP' 2005*, Nancy, France, 2005.
- CN15 C. Michel, M.-E. Bobillier-Chaumon, V. Cohen-Montandreau, F. Tarpin-Bernard, « Démarche d'évaluation de l'usage et des répercussions psychosociales d'un environnement STIC sur une population de personnes âgées en résidence médicalisée » in *17ème conférence francophone sur l'Interaction Homme-Machine (IHM'05)*, ACM, vol. 264, Toulouse, France, pp. 195-198, 2005.
- CN14 C. Michel, Y. Prié, L. Le Graet, « Construction d'une base de connaissance pour l'évaluation de l'usage d'un environnement STIC », in *17ème conférence francophone sur l'Interaction Homme-Machine (IHM'05)*, ACM, vol. 264, Toulouse, France, pp. 199-202, 2005.
- CN13 F. Sandoz-Guermond, J. Forest, S. George, C. Michel, M. Filippi, A. Lelevé, H. Benmohamed, N. Boutros, « Interdisciplinarité STIC-SHS : l'expérience du groupe CESTIC », in *Colloque « A la Croisée des Sciences, pratiquer et comprendre l'interdisciplinarité »*, Aix-en-Provence, France, 16-17 septembre 2004, 2004.
- CN12 C. Michel, S. Rouissi, « Génération de documents d'évaluation des connaissances pour l'e-learning », in *6ème Colloque International sur le Document Electronique (CIDE.6)*, Caen, France, 24-26 nov. 2003, 15p., 2003.
- CN11 C. Michel, « Le Web Usage Mining, méthodes et expérimentation pour l'extraction d'information et de connaissance sur les données du Web », in *7ème colloque de l'AIM : « Affaire Electronique et Société de Savoir : Opportunités et Défis » (AIM.7)*, Hammamet, Tunisie, 30 mai - 1er juin 2002, 9p., 2002.
- CN10 C. Michel, « Ordre, agrégation et répétition : des paramètres fondamentaux dans les comparaisons d'objets informationnels », in *Congrès de la SFBA (Société Française de Biliométrie Appliquée)*, Ile Rousse, France, 14-18 oct. 2002 , 9p., 2002.
- CN9 C. Michel, N. Pinède-Wojciecowski, « Les réseaux Intranet : stratégies d'usages et d'utilisateurs dans l'appropriation des outils de communication. Etude expérimentale d'un contexte pédagogique », in *13ème congrès de la SFSIC (Société Française des Sciences de l'Information et de la Communication)*, Marseille, France, oct. 2002, pp. 289-296, 2002.
- CN8 C. Michel, S. Rouissi, « Etude de l'organisation et caractérisation de l'information pédagogique pour construire des documents hypermédias adaptatifs diffusés sur le Web » in *5ème Colloque International sur le Document Electronique (CIDE.5)*, Inria, Hammamet, Tunisie, 20-23 oct. 2002, pp. 153-167, 2002.
- CN7 C. Michel, « Ordre, agrégation et répétition : des paramètres fondamentaux dans les comparaisons d'objets informationnels », in *Congrès de la SFBA (Société Française de Biliométrie Appliquée)*, Ile Rousse, France, 9p., 2002.
- CN6 C. Michel, S. Lainé-Cruzel, « Profil-Doc : Un prototype de système de recherche d'information personnalisé selon le profil des utilisateurs », in *Ateliers « Documents Virtuels Personnalisables » de la 11ème conférence francophone Interaction Homme Machine (IHM'99)*, Montpellier, novembre 1999, 3p., 1999.
- CN5 C. Michel, E. Guinet, T. Lafouge, « Caractérisation de parties de discours scientifiques : Analyse des corrélations entre propriétés », in *Chapitre français de l'International Society for Knowledge Organization (ISKO'99)*, Lyon, France, septembre

1999, 7p., 1999.

- CN4 T. Lafouge, C. Michel, « Entropie et distributions Zipfiennes », in *Congrès de la SFBA (Société Française de Bibliométrie Appliquée)*, Ile Rousse, France, septembre 1999, 1999.
- CN3 C. Michel, T. Lafouge, « Profil-doc : Evaluation d'un système personnalisé de requête à des bases de données en texte intégral. » in Congrès de la SFBA « Les système d'information élaborée », Ile Rousse, mai 1997, 10p., 1997.
- CN2 N. Ben Abdallah, C. Michel, S. Lainé-Cruzel, « Caractérisation et découpage de textes scientifiques pour la construction de systèmes de requête personnalisée, in *Journées Scientifiques et Techniques du réseau Francil de l'AUPELF-UREF « L'ingénierie de la langue : de la recherche au produit »*. Avignon, avril 1997, 1997.
- CN1 C. Michel, S. Lainé-Cruzel, T. Lafouge, N. Ben Abdallah, Un système de recherche à des bases de données en texte intégral : Profil-Doc. Poster in Congrès INRIA « L'information Scientifique et Technique : nouveaux enjeux documentaires et éditoriaux », Tours, 21-23 octobre 1996, 7p., 1996.

Thèse de doctorat

- Thèse C. Michel, « *Evaluation de systèmes de recherche d'information, comportant une fonctionnalité de filtrage, par des mesures endogènes* », Thèse de doctorat en Sciences de l'Information et de la Communication, Soutenue le 6 janvier 1999 à l'Université Lumière Lyon II, 263p., 1999.