

Enseigner et apprendre en ligne : vers un modèle de la navigation sur des sites Web de formation universitaire

Sandra Meza Fernandez

▶ **To cite this version:**

Sandra Meza Fernandez. Enseigner et apprendre en ligne : vers un modèle de la navigation sur des sites Web de formation universitaire. Education. Université de Strasbourg, 2013. Français. NNT : 2013STRAC014 . tel-00974481

HAL Id: tel-00974481

https://theses.hal.science/tel-00974481

Submitted on 7 Apr 2014

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 DE STRASBOURG

ÉCOLE DOCTORALE DES HUMANITES

Laboratoire Interuniversitaire de Sciences de l'Éducation et la Communication (LISEC – EA 2310)

THÈSE présentée par :

Sandra MEZA FERNANDEZ

soutenue le : 29 **avril 2013**

pour obtenir le grade de : **Docteur de l'Université de Strasbourg**

Discipline/ Spécialité : Sciences de l'éducation

Enseigner et apprendre en ligne : vers un modèle de la navigation sur des sites Web de formation universitaire

THÈSE dirigée par :
Pascal Marquet — Université de Strasbourg

RAPPORTEURS :
Daniel Apollon — Université de Bergen
Philippe Dessus — Université Grenoble Alpes

AUTRES MEMBRES DU JURY :
Jacques Audran — INSA de Strasbourg
Rafael del Villar — Université du Chili
Frank Ghitalla — Université Technologique de Compiègne

Sandra MEZA

Enseigner et apprendre en ligne : vers un modèle de la navigation sur des sites Web de formation universitaire

Résumé

Cette thèse propose de cartographier le parcours de navigation des usagers des EIAH pour le visualiser, visualiser pour interpréter et interpréter pour anticiper. Les profils d'apprentissage ont une influence sur les modes de navigation dans un environnement d'apprentissage en ligne. S'appuyant sur une méthodologie capable de modéliser le parcours de navigation d'un usager et d'anticiper son prochain clic sur une plateforme, notre étude cherche à élargir le champ des connaissances de l'efficacité/performance des styles d'apprentissage. La méthodologie utilisée repose sur l'analyse des traces d'utilisation élaborée à partir de 63 archives logs Web, incluant 4637 lignes de registre et 13 206 possibilités de choix de module. Le travail de recherche s'inscrit dans le cadre d'approches associant sémiologie, des sciences de l'information, psychologie cognitive et sciences de l'éducation. Trois observations ont été menées, générant des informations sur le profil de l'usager, la représentation des parcours et l'impact du style d'apprentissage dans le choix des fonctionnalités de travail offertes disponibles sur la plateforme.

Les principaux résultats sont de deux types : d'une part, l'élaboration d'un outil convertissant les traces des fichiers log en parcours de navigation, et d'autre part, la confirmation d'un lien entre style d'apprentissage et mode de navigation. Ce deuxième résultat permet d'élaborer une méthode d'anticipation du nouveau choix de module sur une plateforme numérique de travail. Les applications pratiques visant à rendre exploitables ces traces dans les formations universitaires sont l'élaboration de bilans de qualité (ressources préférées, fonctionnalités moins utilisées) et l'identification des besoins de médiation pédagogique pour la compréhension de la tâche ou du processus (identifié par exemple dans l'insistance sur le module de consignes, le temps investi par un groupe ou par des trajets répétés).

Cette thèse s'adresse principalement aux responsables pédagogiques universitaires décideurs de l'intégration des TIC, et par extension, aux étudiants universitaires et aux concepteurs d'outils d'apprentissage.

Mots-clés : analyse de traces d'utilisation, environnement informatique pour l'apprentissage humain (EIAH), mode de navigation pédagogique, style d'apprentissage.

Résumé en anglais

This thesis presents a methodology capable of modelling the course of educational browsing of an EIAH user to visualise it in order to interpret it and to anticipate. The learning profiles influence browsing styles in e-learning environment. Based on a methodology able to create models of the browsing behaviour of a user and to anticipate the following step on a platform, our study tries to widen the knowledge of the efficiency of different learning styles. The applied methodology is the analysis of the marks left by the user taken from 63 archives of Web logs including 4637 lines of register and 13 206 possible choices of modules. This research study combines theoretical approaches mixing semiology, sciences of information, cognitive psychology and sciences of education. Three observations have been led, giving information on users' profile, representations of courses and impacts of the mode of learning in the choice of working features offered on the platform.

The main contributions are two types: On one hand, the elaboration of a tool converting tracks of files log in signs possible to be visualized as courses of educational browsing. On the other hand, the confirmation of the relationship between ways of learning and styles of browsing giving rise to a method of anticipation of a new choice of module on the digital working platform. The practical applications aim at making exploitable these tracks in university education which can be of use to the elaboration of quality assessments (resources preferred, less used features) and the identification of the needs of educational mediation for clarification of the task or of the process (identified by the emphasis on the module of instructions, on time invested by a group or repeated routes).

This thesis addresses mainly persons in charge of integrating ICTS at university level and further, university students and designers of learning tools.

Keywords: Learning Style Characteristic (LSI), IT environment for the human learning (IEHL), Style of Pedagogical Browsing, Tracks of Use Analysis (Data Mining).

Production scientifique lié à la thèse

Articles

* Koukoutsaki-Monnier, A., **Meza[1], S**., Muller, P.-A., Galani, R., Amerein-Soltner, B. *Étudier les usages des plateformes pédagogiques numériques : quelles passerelles entre STIC et SHS ?* (soumis à la revue « Communication Organisation »).

* **Meza, S**. *Comment peut-on faire de l'espace numérique de travail une euphonie?* (soumis au « Cahiers de recherche » de l'Université de Strasbourg).

* **Meza S.,** Marquet P. *Les profils de navigation sur une page Web de formation en éducation*, 12 pp. (soumis revue francophone).

Actes

*Muller, P. A., Amerein-Soltner, B., d'Argent, M., Galani, R., **Meza, S.** *Vers une meilleure connaissance des usages dans les environnements de travail numériques et les plateformes pédagogique*s. CIUEN (Colloque international de l'Université à l'ère numérique) 2012, Lyon, France.

* **Meza, S**. *Comment peut-on faire de l'espace numérique de travail une euphonie?* (Soumis « Cahiers de recherche » de l'Université de Strasbourg). Journée d'études doctorales « CRÉATION(S) À DISTANCE» Quand le numérique offre de réelles possibilités, 19 avril 2012.

* **Meza, S.** *L'imitation dans la conception de ressources numériques,* Actas de la *JDH (Journée de l'école doctorale des Humanités) Université d'Haute Alsace, Mulhouse, France, mai* 2012.

* **Meza**, S. *Representation of the educative navigation : an approach for the users,* Abstracts de la *Education & Technology Summer School*, Rzeszow, 14 au 20 September 2011.

* Caterino, P., Chibout, K., **Meza, S.**. *Profils de communication, profils d'apprentissage et usages sur une plateforme pédagogique en ligne : étude exploratoire.* Abstracts du Colloque EPAL (Echanger pour apprendre en ligne), Grenoble, France, juin 2011, p. 24-25.

* **Meza, S.** « *The types of educational navigation: A study of the hypertext* », Abstracts de la *Education & Technology Summer School 2010, Department of Linguistic, Literary and Aesthetic, Studies, Faculty of Humanities University of Berge,* Norvège, 26 julliet au 6 août 2011, p.18-19.

* **Meza, S.** « *Variables prédictives du type de navigation sur une page Web éducative: profils d'usager* », Asociación Internacional de semiótica, AIS. Abstracts Congreso Mundial de Semiótica "Comunicación de la cultura, cultura de la comunicación", España, septembre 2009, p. 53.

* **Meza, S.** « *Les parcours de lecture sur la page Web éducative DLC2007-1: une analyse des profils d'usager* », Abstracts de *l'Université d'été des études doctorales en Sciences de l'éducation*, Genève, Suisse, juin 2009.

---

[1] Lien dans la page de l'Observatoire des usages du numérique de l'Université de Strasbourg http://services-numeriques.unistra.fr/culture-numerique/observatoire-des- usages-du-numerique.html (sous le l'onglet « recherche »).

* **Meza, S.** (2008). *Les parcours de lecture sur la page Web éducative DLC2007-1 : une analyse des profils des usagers* (mémoire non publié), Université Louis Pasteur, Strasbourg, France.

* **Meza, S.** (2007, septembre). Tipos de interaccion en los portales DiDLC2006 y DIDLC2007-1. Communication présenté à V Congrès de Sémiotique, Ages de vie, identités et multiculturalité, Santiago, Chili.

Remerciements

Le travail sur cette thèse a commencé il y a cinq ans et a nécessité le concours d'un grand nombre de collaborateurs. Je suis extrêmement reconnaissante de l'aide qu'ils ont apportée au projet. Je tiens tout d'abord à mentionner mon directeur Monsieur Pascal Marquet à qui j'exprime ma gratitude pour son accompagnement aussi encourageant qu'exigeant qui m'a permis d'achever la recherche que je présente aujourd'hui.

Je remercie également les membres du jury, Messieurs Jacques Audran, Daniel Apollon, Philippe Dessus et Rafael del Villar qui ont accepté d'évaluer mon travail issu d'univers différents et m'ont apporté des conseils éclairés.

Je voudrais mentionner l'excellent accueil que j'ai reçu, en tant qu'allocataire de mon gouvernement, à la Faculté des Sciences de l'éducation de Strasbourg. J'ai bénéficié de l'aide d'un stagiaire en informatique ainsi que de l'appui financier aux activités de formation et de divulgation scientifique attribué aux doctorants. Mes remerciements vont en particulier à Marie Laure Archereau, Frédérique Herrenberger, Roland Lecomte et Sylvie Wehrlé. Je remercie également les chercheurs Bernard Coulibaly, Philippe Chavot, Najoua Mohib, Henri Vieille-Grosjean et Elisabeth Regnaul lesquels ont, avec leur connaissance et leur douceur, aidé indirectement le déroulement de mon travail ; les membres du séminaire doctoral Ahmed, Christophe, Ashraf, Claire, Christelle, Aida, Dai et d'autres doctorants avec qui les échanges ont toujours été une riche source d'idées, ainsi que Mihaela, Gladys, Anna, Jana, Mélanie et tant d'autres.

Je tiens surtout à témoigner ma gratitude à : Gildas Bernier, Karim Chibout, Nathalie Leblanc, Amaranta Mondaca et Annia Turzyniecka qui m'ont permis de rendre ce texte accessible et m'ont apporté un soutien quotidien ; à ma famille, et spécialement à mon époux Juan Mondaca, sans le support desquels cette thèse n'aurait pas aboutie ; à mes amis : Martine Jaeger, Marie Madeleine Linck, Ousama Malouf, Badara Ndior, Corinne Obstetar et Manuel Schneewele.

J'aimerais également remercier les collègues et autorités de l'Université du Chili pour leur soutien et confiance dans l'intérêt de cette recherche ; les personnes que j'ai rencontrées à l'Université de Strasbourg Rodrigue Galani et Christelle Imbert, de la Direction des usages du numérique ; les enseignants de l'Université de Strasbourg : Sophie Kennel, Jean-Paul Meyer, et Stéphane Vuilleumier et de l'Université Polytechnique de Troyes : Paula Caterino ; le personnel de la bibliothèque de psychologie et sciences de l'éducation Nicolas Roudet et Isabelle Geissert d'une amabilité et professionnalisme sans failles.

Finalement, je remercie Conicyt et l'Ambassade de France qui ont soutenu financièrement quatre années de recherche. Je remercie Lucia Montero et Maria Inés Stuven dont le soutien online a été précieux.

A mes étudiants…

Sommaire

Chapitre I Introdution 1

1.Introduction 2

2. Contexte de la recherche 5

2.1 Contexte : l'intérêt d'une étude du comportement numérique à l'université 5

2.2 Question de recherche 10

Partie 1. État de l'art 13

Chapitre II Les dix concepts qui relient technologie et éducation 16

1. Introduction 18

1.1 Qu'est ce qu'un modèle ? 18

1.2 A propos des modèles cognitifs 19

1.3 A propos des modèles technologiques 39

Chapitre III Caractérisation de la navigation dans les EIAH 50

1 Introduction 52

2. Comportement et usage d'outils culturels 54

2.1 La notion d'action 55

2.2 La notion de comportement 56

2.3 La notion d'usage 56

2.4 La notion d'efficacité 60

2.5 Conclusion 63

3.L'étudiant et les composantes de la situation pédagogique 64

3.1 Caractérisation de l'usager des EIAH 64

3.2 Caractérisation de la situation d'apprentissage 73

3.3 Caractérisation du scénario pédagogique 78

4. Paradigmes sur le comportement et l'usage 88

4.1 Les travaux sur les styles d'apprentissage 89

4.2 Les travaux sur l'apprentissage et la mémoire 91

4.3. Les travaux sur la motricité volontaire 93

4.4 Conclusion 94

5. Synthèse et critiques 97

Chapitre IV La représentation de la navigation dans les EIAH 99

1. Introduction 100

2. La navigation numérique 102

2.1 L'hypermédia 103

2.2 Les stratégies de navigation 105

2.3 Les hyperliens 106

2.4 La lecture électronique 107

2.5 Le parcours et la trace 112

3. La représentation graphique de la navigation dans les EIAH 114

3.1 La théorie de l'image visuelle 116

3.2 La représentation 116

4. Composantes d'une grammaire de la navigation dans les EIAH 124

4.1 Notions de linguistique 124

5. Synthèse et Critiques 130

Présentation de la problématique 133

1. Dimensions de l'objet d'étude 134

2. Problème consécutif à la question de recherche : Cartographier pour visualiser, visualiser pour interpréter et interpréter pour anticiper 135

3. Choix théoriques 138

4. Choix épistémologiques 139

5. Choix méthodologiques 142

Partie 2. Méthodologie 145

Chapitre V Méthodologie générale 146

1. Problématique et objectifs 147

2. Formulation générale 148
3. Méthodologie 151
3.1 Choix de l’échantillon 152
3.2 L'objet d’étude 153
3.3 Les paramètres généraux à observer 154
3.4 Les paramètres spécifiques à observer 161
3.5 La méthode 163
4. Protocole général de la recherche 168
4.1 Traitement préliminaire des données 168
4.2 Présentation des observations 171
Chapitre VI Observation préliminaire. Profils d'usager 175
1. Problématique et objectifs 177
2. Matériel et méthodes 178
2.1 Variété des matériels 178
2.2 Dispositif de l'étude 184
2.3 Protocole de l'étude 185
3. Analyses 189
3.1 Usage de fonctionnalités sur la page 189
3.2 Analyse intégrée des variables 197
4. Résultats 199
4.1 Classification des profils de navigation 199
4.2 Indice de proximité 206
4.3 Synthèse des résultats 206
5. Conclusion 207
5.1 Limites de l’étude 210
5.2 Perspectives 211
Chapitre VII Première observation. La représentation des parcours de navigation 212
1. Problématique et objectifs 214

2. Matériel et méthodes 216
2.1 Matériel informatique 216
2.2 Dispositif de l'étude 218
2.3 Protocole de l'étude 219
3. Analyses 221
3.1 Conception d'un parcours de navigation pédagogique 221
3.2 Présentation de l'outil de traduction des traces 222
3.3 L'interface 223
3.4 Analyse des graphiques 2D 224
3.4.1 La représentation d'un parcours selon le type de tâche 224
3.5 Analyse des graphiques 3D 237
4. Résultats 244
4.1 Résultats du convertisseur de traces 244
4.2 Résultats de la représentation d'un parcours 245
5. Conclusion 251
Chapitre VIII Deuxième observation. Analyse des choix de fonctionnalité 253
1. Problématique et objectifs 255
2. Matériel et méthodes 256
2.1 Matériel informatique 256
2.2 Dispositif de l'étude 258
2.3 Protocole de l'étude 260
3. Analyses 264
3.1 Calcul des choix de fonctionnalité 264
3.2 Analyse par style d'apprentissage 266
4. Résultats 286
4.1 Résultats de l'analyse par style d'apprentissage 286
5. Conclusion 289

Chapitre IX Analyse de l’anticipation d’un choix 290

1.Problématique et objectifs 291

2. Analyse par parcours 292

2.1 Étude du deuxième module du parcours expert 293

2.2 Étude du troisième module du parcours expert 299

2.3 Synthèse 298

3. Analyse de l'anticipation d'un choix 301

3.1 Calcul de la probabilité d'un premier choix 301

3.2 Test des probabilités conditionnelles sur le premier choix de module 302

3.3 Calcul de l'anticipation d'un deuxième choix 307

4. Résultats 310

4.1 Résultats de l'analyse par parcours 310

4.2 Résultats de l'analyse de l'anticipation d'un choix par arbres des probabilités 310

5.Conclusion 311

Chapitre X Conclusion 313

1. De l’efficacité du parcours de navigation de l’étudiant 315

2. De l’efficacité du parcours de navigation de l’étudiant à la prise en compte du style d'apprentissage pour une élaboration pédagogique par l’enseignant 319

3. Perspectives de recherche 322

Références 323

Table des illustrations et des figures 352

Table des index 357

Annexes

Chapitre I
Introduction



Région de formation d'étoiles LHA 120-N44, située dans le grand nuage de Magallanes. Image de l'Observatoire astronomique La Silla (La Serena, Chile).
Consulté dans le site http://www.eso.org/public/images/potw123a/

Rappel du plan

1. Introduction
2. Contexte de la recherche
   - 2.1 L'intérêt d'une étude du comportement numérique à l'université
   - 2.2 Question de recherche

1. Introduction

De nos jours, deux exigences des institutions d'éducation supérieure concernent les résultats de la formation et sont doubles. L'une, au niveau des programmes, est de certifier la fiabilité des connaissances acquises dans le processus de formation universitaire et l'autre, au niveau des apprentissages, est d'élaborer des bilans sur le processus éducatif. Notre question est rattachée à la seconde de ces préoccupations. Les résultats des rapports internationaux sur l'enseignement supérieur (Unesco, 2006 ; OCDE, 2010) suscitent les interrogations suivantes : les étudiants qui abandonnent se sont-ils trompés d'études ou de filière ? Ont-ils le niveau exigé ? Ont-ils trouvé un emploi ? La formation est-elle à la hauteur de leurs attentes ? Est-elle trop longue ? Trop difficile ? Dans le contexte de la Formation Ouverte à Distance (FOAD), que l'on appelle également Enseignement à Distance (EAD), l'enseignant tout comme l'étudiant semblent manquer d'indicateurs pour mesurer les difficultés qui peuvent surgir au cours du processus pédagogique.

En ce début de deuxième millénaire, nous avons besoin d'outils qui facilitent l'orientation pédagogique générale des cours ainsi que leur évaluation. Une modélisation des traces de connexion ainsi que leur exploitation adéquate reste un important défi pour la recherche en Sciences de l'éducation. Cette thèse présente un point de vue nouveau sur les parcours de navigation dans des formations universitaires avec des moyens numériques. La recherche porte sur la visualisation des parcours de navigation de cinq cours universitaires et sur l'interprétation pédagogique issue des différents profils d'usagers. Notre étude est née d'un constat : l'activité quotidienne des usagers de cours en ligne est stockée, mais il est difficile d'en tirer une image. Ceci rend inutile l'information gardée sur forme de traces de connexion.

Cette recherche présente trois particularités. La première est qu'elle permet de faire le lien entre les concepts de comportement et de représentation. La représentation utilisée ici comme un outil conceptuel transdisciplinaire fait le pont avec la sémiotique, l'informatique et la géographie. En même temps, la représentation permet d'établir une connexion entre les disciplines mobilisées pour ce travail. La seconde particularité correspond à la méthode d'analyse, l'étude des traces

d'utilisation d'un Environnement Informatique pour l'Apprentissage Humain (désormais EIAH). Cette méthode est encore pionnière et n'est référencée dans la communauté francophone que depuis 2007 (*cf.* § 1.3.3, chapitre IV). Cependant, l'intérêt potentiel des bases de données riches et précises fait que l'analyse de traces se développe pour le bénéfice des recherches en Sciences de l'éducation. Enfin, la troisième particularité est la prise en compte des styles d'apprentissage qui intéresse une large communauté de chercheurs répartie en quatre vagues, nous réclamant nous-mêmes de la dernière. La première vague que nous avons identifiée apparaît à la fin des années 1970, avec le recensement de treize recherches élaborées par Curry (1987) ; une deuxième vague consiste en l'actualisation des Questionnaires de Honey et Mumford (1992) ; la troisième correspond à l'adaptation française de Berbaum (1991) ; et la quatrième concerne la communauté anglophone avec les recherches sur les styles d'apprentissage et la navigation, dont le recensement de Chen et Macredie (2002).

C'est en tant qu'enseignante latino-américaine que nous questionnons un aspect des Sciences de l'éducation, la formation en ligne, agissant dans le contexte très actif de l'utilisation des technologies. L'éducation nous incite à nous poser des questions portant sur les défis de notre époque, à savoir, quels arguments vont être mobilisés pour une intégration des technologies dans la formation des institutions d'éducation supérieure. Alors que la massification n'est plus une inquiétude, il est temps aujourd'hui d'évaluer les acquis de l'introduction des technologies dans les contextes éducatifs, particulièrement dans la formation universitaire, et de les mesurer.

Ces enjeux font partie de l'évaluation des dispositifs numériques de formation et des réflexions sur l'avenir des environnements éducatifs dans la formation universitaire. Nous cherchons à comparer la navigation réelle des étudiants avec la navigation d'un parcours de référence, voire expert, défini par l'enseignant. Ce travail a pour but d'identifier les préférences et les difficultés de navigation sur un site de formation universitaire visant à décrire une syntaxe de ces parcours. Nous proposons aux enseignants auteurs de cours en ligne une méthode de représentation afin de leur apporter un outil d'interprétation des comportements de leurs étudiants. C'est la raison pour laquelle cette thèse s'adresse aussi bien aux responsables pédagogiques, enseignants, tuteurs et assistants qu'aux concepteurs d'outils de formation pour l'EAD, ingénieurs professionnels de la formation et du design pédagogique.

Notre position de chercheur part de la didactique en langue, domaine de notre formation et des Technologies de l'Information et de la Communication (désormais TIC), domaine adopté comme défi de l'approfondissement des connaissances professionnelles. Notre approche multidisciplinaire veut être une contribution à la production de connaissance en Sciences de l'éducation. Nous nous inscrivons dans une conception de l'éducation comme symbole de développement, et telle qu'elle est définie par Bruner (1971) : « les outils et processus de la culture ont un caractère instrumental en relation avec le développement de la dimension humaine de chaque individu de l'espèce ». C'est-à-dire que les objets tant symboliques que matériels constituent des systèmes d'amplification (prothèses) de nos capacités. Méthodologiquement, nous nous reconnaissons dans ce que Van der Maren (1996) cite comme la recherche « pour l'éducation » en allusion aux questions surgies de la praxis professionnelle de l'enseignement. Notre point de départ est pédagogique, car c'est là qu'est né notre intérêt d'essayer, dans un contexte d'explosion du nombre de sites, de collaborer à la compréhension de leur utilisation.

Cette recherche répond notamment aux questions suivantes :

quel est l'intérêt d'étudier le comportement numérique à l'université ?

est-il possible de représenter la navigation, et dans l'affirmatif, quels types de problèmes pédagogiques seront résolus ?

quoi observer ?

quelle valeur pour les décisions éducatives ?

Ce chapitre d'introduction présente une première section du positionnement de la recherche sous la forme d'une description du contexte, de la problématique et des approches de la recherche menée. La première partie de la thèse est constituée d'une revue de la littérature présentée dans les chapitres II, III et IV qui précisent la base théorique de la problématique. Le chapitre deux examine l'usage et l'usager des EIAH, le troisième, la représentation de la navigation et le quatrième, l'exploration de dix concepts qui mettent en lien éducation et technologie. Suite au recensement des connaissances puisées dans des domaines connexes, nous présentons la problématique et l'approche méthodologique adoptée.

La deuxième partie est consacrée aux observations. Elles correspondent aux chapitres V à IX. Le modèle méthodologique est présenté dans le chapitre V et les observations réalisées sont détaillées dans les chapitres suivants. Une discussion clôt l'analyse des résultats. La liste des références bibliographiques, les index et les annexes complètent l'ensemble.

2. Contexte de la recherche

2.1 Contexte : l'intérêt d'une étude du comportement numérique à l'université

On définit comme « navigation pédagogique » l'activité[1] d'un étudiant sur une plateforme numérique dans un but d'apprentissage. Dans ce sens, on nomme « parcours de navigation » la situation pédagogique (Tchounikine, 2009) où l'étudiant choisit une stratégie pour accomplir la tâche prescrite dans la formation.

En ce début du XXI^{ème} siècle, le contexte international engendre une accélération de l'acquisition et du développement des technologies liées à l'éducation. En 2004, 132 millions de personnes dans le monde ont étudié au niveau de l'éducation supérieure. L'Unesco (2006)[2] a classé les pays en huit régions regroupées elles-mêmes sous trois catégories :

(1) l'Asie de l'Est - le Pacifique (région 4), l'Amérique du Nord et l'Europe occidentale (région 6) comptent pour 54 % de l'inscription mondiale,

(2) l'Europe centrale et orientale (région 2), l'Amérique latine – les Caraïbes (région 5) et l'Asie du Sud-ouest (région 7) pour 36 % et,

[1] Une présentation de la notion d'activité est incluse dans la section comportement et usage d'outils culturels. La notion d'action (*cf.* III 2.1).

[2] Résultats établis à partir du Recueil de données mondiales sur l'éducation, Unesco, 2006, dédié à l'enseignement supérieur. Groupement des pays par région selon la même source.

(3) les Etats arabes (région 1), l'Asie centrale (région 3) et l'Afrique subsaharienne (région 8) pour 8 %.

Ces résultats sont en partie confirmés par une espérance de vie scolaire élevée dans les régions développées (Amérique du Nord - Europe occidentale) et par le fort investissement en capital humain (Europe centrale – orientale).

Par rapport aux autres régions, les gouvernements des régions économiquement développées ont redoublé d'effort pour favoriser le développement des TIC dans l'enseignement supérieur. Les technologies des années 1960 et 1970, à savoir la radio et la télévision, accompagnent la massification de l'éducation dans les pays en mesure d'en profiter ; celles des années 1980 et 1990, à savoir la vidéo, l'ordinateur et les CD-Rom, proposent des outils sophistiqués. L'avènement de l'Internet intervient à un moment de forte concurrence tant interne qu'externe dans les pays et entre les pays. L'éducation de base s'appuie non seulement sur un cadre d'action avec l'utilisation de nouvelles technologies mais aussi sur l'investissement dans de nouvelles ressources. Ceci a pour effet d'augmenter la concurrence entre les institutions, notamment en ce qui concerne les formations en ligne.

Dans le cadre général de l'éducation, les conférences et les accords se succèdent. Sous l'ambition d'une « éducation pour tous », les conférences organisées par l'Unesco, l'Unicef, le PNUD[3] et la Banque Mondiale adoptent six objectifs pour l'éducation de base, s'accordant dix ans pour les atteindre (Jomtien, 1990 ; Dakar, 2000). Le « troisième canal » regroupe tous les instruments et moyens contribuant à transmettre les connaissances ainsi qu'à informer et éduquer le public. Il a été adopté par l'Unicef en 1990 et repris par la suite dans plusieurs documents du Conseil de l'Union européenne (Lisbonne, 2000 ; Stockholm, 2001). Il donne aux outils numériques une place centrale dans l'accomplissement des innovations proposées pour l'éducation[4]. L'année 2001 marque la

[3] Organismes internationaux responsables de l'éducation : Unesco (Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture), Unicef (Fond des Nations Unies pour l'enfance), Pnud (Programme des Nations Unies pour le Développement).

[4] Pour un point de vue critique : Torres, R. (2004). Education dans la société de l'information.

décision officielle du conseil de l'Europe de situer comme priorité la maîtrise de l'informatique et des technologies en ligne[5].

La déclaration des principes du Sommet Mondial sur la Société de l'Information (SMSI), avec 67 engagements et la participation de 175 pays, précise dans son 4ème principe que « toute personne, où que ce soit dans le monde, devrait avoir la possibilité de participer à la société de l'information et nul ne devrait être privé des avantages qu'elle offre » (SMSI, Genève, 2003). Cet objectif a été repris parmi les 40 propositions de la nouvelle version de la conférence auxquelles fut rajouté trois années plus tard le principe « promouvoir un accès universel, équitable et abordable aux TIC » (CMSI, Tunis, 2005). Ces accords visent le monde éducatif de l'enfance, mais ils affectent aussi profondément les décisions au sein des universités.

L'investissement des universités dans la formation et particulièrement dans l'EAD[6] est proportionnel aux attentes de progrès et de bien-être des différents pays. Aujourd'hui, alors que les étudiants élargissent leurs connaissances par l'Internet et les supports mobiles, l'EAD porte le défi d'adapter l'enseignement aux différentes façons d'apprendre de cette nouvelle population. Afin de développer la connaissance pertinente face à ce défi, les universités créent des outils de veille tels que les observatoires d'usage du numérique et adoptent des plateformes *e-Learning*. Ce nouveau contexte facilite l'emergence de l'EDM (*educational data mining*) et des MOOC (*massive online open course*)[7] dont les caractéristiques permettent un accès généralisé grâce à l'internet et à sa gratuité, et font penser à un nouveau paradigme de l'enseignement supérieur (Cisel et Bruillard, 2012).

---

[5] Résolution du Conseil de l'Union Européenne du 13 juillet 2001.

[6] Plusieurs termes sont utilisés comme synonymes d'éducation à distance, notamment formation à distance (FAD), formation ouverte et à distance (FOAD), *e-Learning*, environnements informatiques pour l'apprentissage humain (EIAH) dont le plus général est l'apprentissage par des moyens électroniques. Pour une information approfondie voir les sites complets du ministère de nationale :http://eduscol.education.fr/numerique/dossier/apprendre/eformation et de l'Office québécois de la langue française : http://www.gdt.oqlf.gouv.qc.ca/

[7] Héritier des différents projets d'EAD universitaires, notamment les MIT OCW (*open course ware*) créé en 2001 par le MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), les MOOC correspondent au modèle pédagogique connectiviste (Siemens, 2004) qui considère l'interaction de multi-apprenants en ligne.

En 2003, un sondage effectué au sein de 300 universités a établi que plus de 80 % des institutions d'enseignement supérieur, aux Etats-Unis, offraient des formations en ligne au format hybride[8] (Arabasz, Boggs et Baker, 2003). En Europe, les plateformes numériques du type EIAH remontent à une dizaine d'années. Les pays en développement font des efforts considérables pour s'intégrer au mouvement avec, entre 2002 et 2006 (Rapport N.U., 2007), le plus haut taux de pénétration d'Internet, dépassant ainsi celui des pays de l'Organisation de Coopération et de Développement Economiques (désormais OCDE)[9]. Aujourd'hui, les dispositifs se sont massifiés et ont changé le modèle d'accès aux formations. Parmi les universités, *Stanford*, *Open University* et *Harvard* associées au *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) offrent des cours numériques gratuits.

Il devient donc important de tenir compte du comportement de l'usager pour deux raisons principales. 1°) les ressources humaines ont un impact sur la croissance économique et 2°) l'Internet, devenu plus qu'un outil technique, peut être considéré comme le « système nerveux » des économies mondiales (Le Crosnier, 2008). En ce qui concerne la première raison, on observe la montée d'un demi-point des revenus des pays liés aux acquis de l'enseignement pour la période 1980-1990 (ISI/OCDE, 2001 et Unesco, 2006) qui coïncide avec la notion de « capital humain » centrée sur le niveau de compétence d'une population. De fait, le taux de développement économique et industriel fait varier la composition du capital humain de chaque pays. Dans tous les cas, la formation aux et avec les TIC est un facteur déterminant pour la gestion des tâches quotidiennes au travail et plus encore pour l'adoption des technologies de pointe nécessaires dans certains secteurs d'activité. Par conséquent, la demande de travailleurs hautement qualifiés augmente, affectant le taux d'accès à l'éducation supérieure. Les études confirment ce scénario avec un accès à l'éducation tertiaire qui s'est élevé à 56 % en 2007, soit de six points supérieur à celui du début du siècle[10]. La seconde raison s'observe dans les professions liées à l'Internet telles que l'informatique et l'éducation, qui se partagent une place importante. De plus en plus de personnes souhaitent travailler dans le domaine de l'informatique car ces postes sont parmi les mieux rémunérés. L'éducation, quant à elle, devient l'une des disciplines les plus importantes du secteur

[8] Une formation hybride ou mixte (*blended learning, b-Learning*), correspond aux « dispositifs s'articulant à des degrés divers des phases de formation en présentiel et des phases de formation à distance, soutenues par un environnement technologique comme une plateforme de formation » (Charlier, Nizet et Van Dam, 2006 : 469).

[9] Rapport 2007-2008 sur l'économie de l'information, Nations Unies, New York et Genève, 2007.

[10] Statistiques de l'OECD sur 26 pays, publiées en juin 2010. www.ocde.org Consultées le 12/07/2012.

primaire de l'information à coté des télécommunications. L'économie de la production du savoir ou économie de l'information (Porat, 1977) demeure très rentable. Les Etats-Unis, avec l'aide de l'Internet et la www, ont connu une croissance de 17 points en 25 ans, en passant de 46 % du PNB en 1967 à 63 % en 1992 (Apte et Nath, 2004). Le chiffre d'affaire des dix principales entreprises Internet, loin de baisser pendant la crise 2009, montre une progression de 10 %[11]. L'entreprise Microsoft, par exemple, née en 1975 et dédiée principalement au support de l'usage des technologies constitue l'une des entreprises les plus puissantes de la planète, comparable seulement à celle du pétrole.

En 2004, 132 millions de personnes dans le monde ont étudié à l'université, contre 68 millions en 1991. Parmi les pays industrialisés, en 2004, la France compte 2 160 300 d'étudiants, et dans les pays en voie de développement, le Chili compte 567 114 étudiants. L'évolution des inscriptions entre 1999 et 2004 dans les deux pays montre une augmentation de 20 %, score comparable avec d'autres pays plus dynamiques au cours de cette période, comme la Lituanie et l'Italie qui ont un taux d'augmentation qui se situe entre 40 et 60 %. En effet, le taux de diplômés montre que les deux pays se situent dans la moyenne régionale avec 16 % pour le Chili et 45 % pour la France (Unesco, 2006) ; cependant, ces chiffres ne suffisent pas à élucider les raisons d'un si grand nombre de non-diplômés parmi ceux qui ont suivi des études supérieures.

Un premier frein à l'accès à l'éducation supérieure est d'ordre financier : les frais de scolarité dépassent 1 500 USD en Australie, en Corée, aux Etats-Unis, au Japon, en Nouvelle-Zélande, aux Pays-Bas et au Royaume-Uni. Un second frein est d'ordre pédagogique et la formation en ligne peut devenir un observatoire privilégié des difficultés rencontrées par certains étudiants. C'est sur ce second frein que porte notre travail.

En conclusion, l'EAD résout les problèmes d'accès et de formation de la population à l'enseignement supérieur mais engendre d'autres problèmes centrés sur les avantages et inconvénients pédagogiques du numérique pour certains profils d'usagers. Sur cet aspect, deux facteurs sont à prendre en considération : premièrement, l'adaptation des cours aux caractéristiques

[11] OECD *Information Technology Outlook* 2010, www.oecd.org/sti/ito Consulté le 24/07/2012.

des usagers, et deuxièmement, l'exploitation des traces de leur activité laissées sur la plateforme de formation en ligne. En ce qui concerne le premier facteur, des recherches récentes permettent d'affirmer que les cours universitaires d'EAD sont conçus pour l'« étudiant lambda »[12]. Ce constat exige une analyse des composants d'un tel profil dans le contexte des transpositions éducatives aux dispositifs d'EIAH. En ce qui concerne le deuxième facteur, il semble que les dispositifs intégrés aux plateformes numériques soient insuffisants pour permettre de tirer des interprétations utiles aux décisions stratégiques dans des contextes de formation. Aujourd'hui, les étudiants universitaires sont à nouveau divisés en élites qui ont accès aux institutions les mieux dotées tant en matériel technologique performant qu'en connaissance éducative actualisée par les équipes de formation, et en groupes non favorisés, qui accèdent à une éducation de masse. L'éducation peut compenser les écarts socio-économiques en s'adaptant à tous, en tenant compte des usages et de la façon d'apprendre des différents types d'étudiants.

2.2 Question de recherche

L'intérêt de la communauté scientifique pour les profils d'étudiants est ancien. Il a d'abord permis d'élaborer des catégories utilisées dans un premier temps pour classer les traits de la personnalité (années 1950) et dans un second temps, pour aider les enseignants à adapter leurs méthodes (années 1965 à 1980), en fonction de différents styles cognitifs (analytique vs synthétique, pragmatique vs théorique, abstrait vs concret, etc.) ou d'apprentissage (démarche effectivement ancrée dans l'expérience, pouvant se modifier). Ces dimensions de l'apprentissage ont retenu l'attention des courants psychologiques qui étudient les raisons pour lesquelles les étudiants utilisent différentes stratégies pour répondre à une même tâche. A cet égard, les concepts de style et de stratégie développés renvoyant respectivement aux significations de trait inné et d'autonomie, ont été examinés séparément. Nous pensons que l'intégration des deux approches dans la formule « qui fait quoi » est particulièrement fertile, là où les concepts rendent compte de deux aspects d'une tâche intellectuelle : les aptitudes personnelles et la planification. Ceci nous semble particulièrement pertinent lorsque nous avons à faire à des données riches et stables comme le sont les traces d'utilisation des EIAH. Les méthodes d'analyse de traces, aussi nouvelles soient-elles, se révèlent

[12] Par étudiant lambda, nous entendons l'étudiant qui a les caractéristiques du plus grand nombre de la population.

particulièrement intéressantes pour décrire les comportements dans les scénarios offerts par un EIAH. La recherche sur l'influence des caractéristiques individuelles dans le comportement de navigation est donc susceptible d'apporter un éclairage sur les préférences en matière de mobilisation des processus d'apprentissage des étudiants ainsi que sur l'ingénierie pédagogique de sites Web adaptés à leurs besoins (Amadieu, Bastien et Tricot, 2008 ; Clewley, Chen et Liu, 2011). Néanmoins, ces travaux sont assez récents et il y a encore peu de résultats qui permettent des interprétations solides.

L'objet d'étude est né de notre pratique en tant qu'universitaire intéressée par les formations numériques en ligne à l'université, après une expérience réussie. En 2006, en tant qu'enseignante de didactique de l'espagnol, nous avons construit un cours d'accompagnement au stage professionnel qui s'est soldé par une haute assiduité des étudiants. En 2007, lors d'une participation à une recherche sur les TIC à l'Université du Chili, nous avons été confrontée à une série de questions relatives à l'impact des sites numériques sur la qualité des formations. Nous avons analysé le lien entre la construction de la connaissance et l'usage de la technologie par une population d'étudiants universitaires et du secondaire (Meza, 2007). Nous avons obtenu des résultats différents selon la discipline d'étude : Sciences naturelles ou Sciences sociales. Notre première intention de recherche a porté sur un cours pilote d'accompagnement en ligne en classe de didactique, que nous avions proposé à l'Université du Chili. La question posée alors a mis en évidence l'absence d'identification de l'aspect qui nous intéressait dans les dispositifs numériques de formation. Cet aspect n'était lié ni aux environnements éducatifs, ni au contenu des cours, mais plutôt aux méthodes d'apprentissage par plateforme interposée. Progressivement, la question qui s'est imposée à l'esprit a été formulée ainsi : quelle serait la plateforme idéale et quels en seraient les contenus ? Les données fournies par les plateformes ont l'avantage de produire des traces d'activité de l'étudiant et de permettre leur traitement statistique, mais elles sont aussi susceptibles d'interprétation. Comment analyser/interpréter ces traces si nous ne disposons pas d'une synthèse graphique susceptible d'y nous aider ? Comment alors représenter l'activité ? Et avant tout quoi représenter ? Comment distinguer les caractéristiques de l'étudiant (styles d'apprentissage, stratégie de visite, genre et filière d'étude) des caractéristiques de son activité (stratégies de navigation) ?

Nous avons dû nous plonger dans des champs disciplinaires voisins des Sciences de l'éducation, et cela fut une véritable source de défis et d'apport conceptuels qu'il a fallu comprendre. Cette quête, nous a conduit à l'élucidation et la construction d'un discours de la navigation pédagogique.

Partie 1. État de l'art



Traces des cumulus dans le ciel. Bassin d’Arcachon

Présentation

L’usage crée un signe. Il reflète l’activité humaine. C'est à travers les traces de la manipulation des objets et des espaces que nous décelons le passage d’un sujet qui agit dans un environnement en suivant certaines règles. C'est ainsi que l’exploration des traces de pieds laissées sur le sable nous informe sur l’auteur de la promenade : sa taille et son poids, l’orientation de ses pas, la durée de la marche. De l’espacement des pas, nous pouvons aussi faire une hypothèse sur le but de la marche et la vitesse du promeneur, entre autres. Cet exemple montre que, dans le cas d’observations *a posteriori*, les situations continuent de donner de précieuses informations sur l’activité déployée. L’interprétation s’avère productive à condition de poser les bonnes questions sur les bons objets.

Cependant, elle n'est pas si facile. L'interprétation requiert en effet des objets capables d'être interprétés. Les traces de pas sur le sable seront alors rétablies comme des objets de connaissance soumis à une observation, et à une description avant de pouvoir être analysés et expliqués. Les traces d'une situation pédagogique produite dans un environnement informatique sont de la même façon les empreintes d'un usage. Elles contiennent le signe que nous nous proposons de reconstruire: la navigation éducative.

La navigation dans les EIAH est définie dans cette recherche comme l'activité de parcourir un scénario balisé informatiquement. Les balises sont entendues comme blocs de contenu proposés à l'étudiant afin qu'il puisse réaliser la tâche prescrite. Cependant, « navigation » est un terme polysémique qui exige des précisions supplémentaires. En premier lieu, il est nécessaire de délimiter l'usage des connotations provenant des divers champs disciplinaires de l'éducation auxquels nous avons empruntés des définitions variées. En second lieu, il est également important de délimiter l'usage du terme dans le champ proche des TIC en référence aux navigations du réseau Internet. Ceci a déjà été identifié par McKnight, Dillon et Richardson (1991) comme l'un des problèmes les plus critiques dans les systèmes hypermédias d'apprentissage. Cette difficulté est principalement due, pour les auteurs, au temps passé au passage d'une page à l'autre pour rechercher

une information.

Notre recherche porte sur l'influence des styles d'apprentissage sur les modes de navigation dans un EIAH. Cet état de l'art a pour objectif l'exposition critique des énoncés théoriques et des résultats de recherche utiles à notre travail. Par conséquent, nous présenterons trois chapitres qui traitent des conditions de l'apprentissage dans les environnements informatiques : la revue de dix termes de l'univers conceptuel des Sciences de l'éducation, cadre naturel de la recherche menée (*Les dix concepts qui relient technologie et éducation*), puis le contexte le plus général (*Caractérisation de la situation pédagogique dans les EIAH*). Enfin, nous nous concentrerons sur l'activité de navigation et de sa représentation (*Caractéristiques de la navigation dans les EIAH*).

Chapitre II
Les dix concepts qui relient technologie et éducation

Rappel du plan

1 Introduction

1.1 Qu'est ce qu'est un modèle ?

1.2 A propos des modèles cognitifs

1.2.1 La modularité de l'esprit

1.2.1.1 La modularité de l'esprit et les Sciences contributives de l´éducation

1.2.1.2 La modularité de l'esprit et les Sciences de l´éducation

1.2.1.3 Réflexion sur les liens entre technologie et éducation

1.2.2 La représentation

1.2.2.1 La représentation et les Sciences contributives de l´éducation

1.2.2.2 La représentation et les Sciences de l´éducation

1.2.2.3 Réflexion sur les liens entre technologie et éducation

1.2.3 La mémoire

1.2.3.1 La mémoire et les Sciences contributives de l´éducation

1.2.3.2 La mémoire et les Sciences de l´éducation

1.2.3.3 Réflexion sur les liens entre technologie et éducation

1.2.4 La métacognition

1.2.4.1 La métacognition et les Sciences contributives de l´éducation

1.2.4.2 La métacognition et les Sciences de l´éducation

1.2.4.3 Réflexion sur les liens entre technologie et éducation

1.2.5 La résolution de problème

1.2.5.1 La résolution de problème et les Sciences de l´éducation

1.2.5.2 Réflexion sur les liens entre technologie et éducation

1.2.6 La compétence

1.2.6.1 La compétence et les Sciences contributives de l´éducation

1.2.6.2 La compétence et les Sciences de l´éducation

1.2.6.3 Réflexion sur les liens entre technologie et éducation
1.3 A propos des modèles technologiques
1.3.1 Le dispositif d'enseignement
1.3.1.1 Le dispositif d'enseignement et les Sciences de l´éducation
1.3.1.2 Réflexion sur les liens entre technologie et éducation
1.3.2 Le scénario
1.3.2.1 Le scénario et les Sciences contributives de l´éducation
1.3.2.2 Le scénario et les Sciences de l´éducation
1.3.2.3 Réflexion sur les liens entre technologie et éducation
1.3.3 La trace
1.3.3.1 La trace et les Sciences contributives de l´éducation
1.3.3.2 Réflexion sur les liens entre technologie et éducation
1.4 Vers une problématique

1. Introduction

Cinq Sciences contributives éclairent le lien entre éducation et technologie : psychologie cognitive, linguistique cognitive, neurosciences cognitives, philosophie de l'esprit, intelligence artificielle. Elles apportent leurs connaissances issues des travaux de recherche menés selon les questions qui animent chaque discipline. Il s'agit ici de faire une lecture convergente des connaissances construites par les différents champs qui devraient faire partie de la formation de tout acteur du champ de l'éducation.

Ce chapitre repose sur trois dimensions : (1) la définition précise du concept et le rapport à la société ; (2) les disciplines concernées et (3) la transformation du concept dans les Sciences de l'éducation.. Dans ce qui suit nous examinons une sélection des termes autour de la réflexion entre éducation et technologie. La description se divise en trois parties dont la première, la notion de modèle, sert comme cadre général de l'exposition. Dans les deuxième et troisième parties nous examinons les notions liées au modèle cognitif et au modèle technologique : modularité de l'esprit, représentation, mémoire, métacognition, résolution de problème et compétence ; ensuite les notions de scénario, dispositif d'enseignement et trace.

1.1 Qu'est ce qu'un modèle ?

Les neurosciences s'accordent pour définir le concept de modèle comme une représentation formelle d'un phénomène. En ce qui concerne la construction d'un modèle du système cognitif normal (son objectif principal), les neurosciences étudient les activités telles que la perception et le langage qui constituent des systèmes d'entrée de l'information. La fonction d'un modèle consisterait à formaliser différents objets particuliers pour permettre de comprendre le réel. Dans ce sens, le concept de modèle est proche de celui de représentation. Un modèle est donc un outil de pensée pour appréhender une situation, que ce soit pour la concevoir, l'évaluer, l'améliorer ou la standardiser. Le modèle est lié au contexte politico-économique dans lequel on prend des décisions en cohérence avec les principes de ce projet sociétal. Agissant comme le dynamisme social, il peut

être remanié et reformulé. Un modèle existe enfin à l'intérieur d'un temps ou d'un espace donné pour exposer les principes ou les fonctions essentiels du phénomène ou de la situation qu'il est sensé modéliser.

Parot et Richelle (1992) ont distingué cinq types de modèles différents. Le modèle technologique que l'on appelle maquette ou modèle réduit. Le modèle analogique qui propose de comparer, par exemple, le cœur à une pompe ou encore la mémoire à une tablette de cire. Le troisième type, le schéma, donne une suite d'opérations, une représentation graphique d'interactions entre des éléments. Par exemple le schéma de la communication des années 1950 de Shannon. Le quatrième type, le modèle mathématique consiste en une formulation scientifique qui exprime des relations. Et le cinquième type de modèle est le modèle animal.

Les Sciences de l'éducation pourront s'inspirer d'un modèle pour expliquer les propriétés ou encore les relations entre les éléments d'un système analysé. Aussi pouvons-nous citer le modèle explicatif de l'apprentissage proposé par les béhavioristes et appelé conditionnement classique. Initié par Pavlov, ce modèle a été ensuite développé par d'autres chercheurs tel Skinner expliquant comment la présentation d'un « stimulus » entraîne une « réponse ». Il représente tout ce qui illustre le fait qu'un modèle évolue, s'affine, se développe lorsqu'il ne permet plus d'expliquer le réel de façon satisfaisante. La définition d'un domaine de validité du contexte des EIAH exige de se questionner tant sur les interactions avec les contenus à apprendre que sur l'objet de connaissance visé. Ces actions conduisent à la description de l'activité de l'apprenant. De multiples outils sont à la disposition d'une analyse ciblée de ce comportement. Deux types d'outils nous semblent appréciables : ceux entourant l'action d'apprentissage (le témoin des acteurs, les enregistrements et les programmes de cours unis aux arguments de la théorie pédagogique et didactique) ; ceux qui sont la conséquence de l'action d'enseignement (la performance des apprentissages, le transfert aux nouveaux problèmes). Mais cela n'explique pas comment s'effectue l'élaboration de concepts.

1.2 A propos des modèles cognitifs

L'objectif de cette sous-partie est d'examiner les fonctionnalités mises en œuvre pour construire des représentations structurantes de notre mémoire et de nos connaissances. Dans cette démarche, les

processus de la modularité de l'esprit, la représentation, la mémoire, la métacognition, la résolution de problème et la compétence jouent un rôle central. En raison du développement des processus présentés, la réflexion proposée entre éducation et technologie sera centrée sur l'apprenant et non pas sur l'étudiant.

1.2.1 La modularité de l'esprit

En Sciences cognitives, deux modèles sur les fonctionnements du cerveau et de l'esprit coexistent. Le premier consiste en une position globale (Newell et Simon 1972 ; Piaget, 1988), et le second est dit spécialisé ou modulaire (Chomsky, 1971 ; Fodor, 1986 ; Gardner, 1985). Le premier modèle qui étudie les « règles de production » et a un sens opérationnel. Ces règles permettent de combiner les symboles en tant que véritables représentations de l'information, processus dit de « traitement de l'information » qui constitue les schèmes de « résolution de problèmes ». Cette approche théorique fonctionne bien pour expliquer les fonctions cognitives comme l'inférence, mais elle n'explique pas certaines fonctions comme la perception ou l'activité motrice. La deuxième conception du fonctionnement du cerveau relève de la psychologie des facultés. Cette approche a été développée par Fodor (1986) sous le nom de « modularité de l'esprit » afin d'expliquer les fonctions mentales. La modularité de l'esprit, en principe, se limite au langage et aux mécanismes perceptifs puis s'élargit aux activités cognitives centrales. Dans le système périphérique, l'information est encapsulée et indépendante des processus centraux (*cf.* fig. 1).

Pour comprendre ce qu'est un « module », il faut expliquer ce qu'est une « faculté ». La faculté est une capacité autonome, spécialisée et distincte des autres capacités. Selon cette définition, la conduite observable est le produit d'une interaction entre contenu propositionnel et mécanismes psychologiques (exemple, la réponse à 9 + 12). Cette affirmation intéressante permettra de développer le concept d'actuation (Chomsky, 1971), base de la thèse sur le fonctionnement computationnel de l'esprit.

L'explication des mécanismes mentaux repose sur deux notions : le contenu propositionnel et la notion de mécanismes psychologiques. La proposition de Fodor (1986) d'un fonctionnement modulaire et non-global ou « holistique » du cerveau et de l'esprit se fonde sur la « double

dissociation » des processus cognitifs. Cette modularité présente trois caractéristiques dont la première est fonctionnelle du point de vue des fonctions cognitives et structurelle du point de vue de la localisation cérébrale des processus. La deuxième caractéristique est liée à l'organisation et non à l'activité mentale du cerveau. La troisième caractéristique du fonctionnement modulaire est qu'il existe deux types de facultés, les unes horizontales et les autres verticales. Les facultés horizontales traitent les systèmes de croyances. Elles sont liées aux contenus propositionnels qui correspondent à deux types de conceptions, spatiales (non-spécifiques, innées) et fonctionnelles (spécifiques), relatives à la « computation » (capacité cognitive complexe). Les facultés verticales traitent les mécanismes psychologiques qui sont proportionnels aux effets des facultés.

Les modules correspondent aux systèmes d'entrée ou périphériques, ce que Fodor appelle « module » et qui, selon lui, est l'unité de base à appréhender dans les travaux scientifiques. Ils présentent une analogie (mais non une identité) avec les réflexes dus à leur caractère inconscient et automatique. Ces modules servent d'interface entre les représentations sensorielles et les processus centraux qui les intègrent et traitent simultanément les informations de différents modules sans en modifier leur fonctionnement.

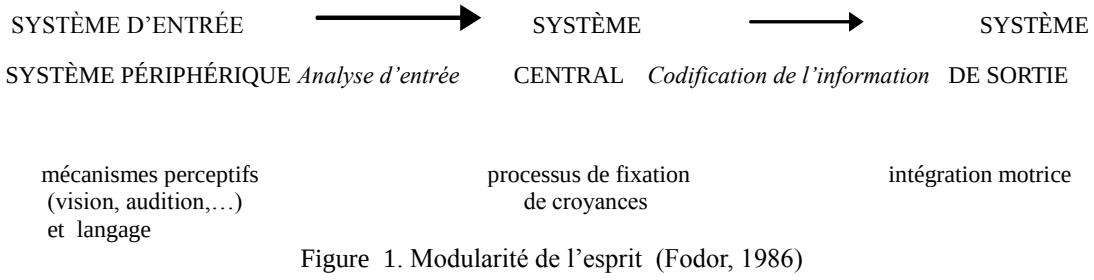


Figure 1. Modularité de l'esprit (Fodor, 1986)

Dans le système périphérique, il y a un fonctionnement modulaire qui comprend des mécanismes perceptifs en relation avec le langage (oralité, syntaxe et sémantique) et les perceptions sensorielles (vision, audition). Dans le système central, il y a un fonctionnement non-modulaire, donc non-spécifique qui permet de faire des inférences conscientes et rationnelles, de fixer les croyances, travailler la mémoire sémantique, penser. Le module a pour caractéristique la réalisation des traitements d'information qui sont « automatiques », spécifiques et non-conscients. Son objet d'étude, comme nous l'avons vu plus haut, est double : il s'occupe en premier lieu de l'organisation du cerveau puis de l'activité mentale.

Fodor définit pour les modules sept attributs. (1) Ils sont propres à un domaine de traitement (couleur, forme, visage, etc.), (2) Ce sont des opérations obligatoires qui ne peuvent pas être contrôlées volontairement, (3) Ce sont des opérations automatiques (rapides, non conscientes et irrépressibles), (4) Ils sont le siège d'opérations « encapsulées » voire indépendantes d'autres modules, (5) Ils s'inscrivent dans les systèmes neuronaux fixes, (6) ils présentent des défaillances liées aux lésions neurologiques, (7) ils sont innés et leur évolution ontogénique est une caractéristique qui leur est propre.

1.2.1.1 La modularité de l'esprit et les Sciences contributives de l´éducation

En psychologie, les différents courants ont attribué au module une dénomination différente en raison du désaccord sur l'idée de « module encapsulé » avancée par Fodor. On distingue ainsi deux théories opposées : la « double dissociation des processus cognitifs » et l'« holisme » ou fonctionnement global du cerveau.

Actuellement, un certain nombre de précisions apparues notamment dans le traitement computo-symbolique (Varela, 1989 ; Miéville, 1993) développé par le connexionnisme ont permis à la théorie de la modularité de constituer une explication des processus mentaux. Parmi ces précisions, l'idée de la spécialisation par domaine dans les activités cognitives centrales est plus adaptée à la réponse simultanée de différents modules (Dans *Vocabulaire des Sciences cognitives*). Ce qui permet de dire que les modules ne sont pas imperméables aux autres modules, mais qu'ils fonctionnent par domaine. Par exemple, dans le domaine du langage lorsque quelqu'un cherche un mot, la syntaxe de ce mot dans une phrase donnée aide à trouver le sens du mot. Ainsi, dans le domaine du langage, les modules de la syntaxe et de la sémantique fonctionnent simultanément. Un autre exemple de l'influence mutuelle des modules a été mis au jour dans l'audition et la vision, où certaines fonctions s'activent en dehors du module qui les accueille. Cela est notamment illustré par le fait que les neurones visuels du mouvement sont utilisés également dans le déplacement d'objets et pour différencier une figure-fond. Malgré l'importance de tous les attributs proposés par Fodor, ceux numérotés de (5) à (7) se distinguent particulièrement. Les attributs (5) s'inscrivent dans les systèmes neuronaux fixes. Les (6) présentent des défaillances liées aux lésions neurologiques. Et les (7) sont innés et leur évolution ontogénique est spécifique. Ces attributs 5 à 7 sont soutenus par la

théorie de la modularité des processus mentaux, les autres (1 à 4) peuvent être confondus avec un automatisme.

1.2.1.2 La modularité de l'esprit et les Sciences de l'éducation

A première vue, les résultats des recherches dans le domaine des Sciences sociales ne se transmettent pas à l'ensemble des disciplines. Néanmoins, il est intéressant de connaître les applications possibles dans les Sciences de l'éducation de théories comme celle de la modularité. Par exemple, la didactique n'étudie pas le modèle mental bien qu'elle profite des propriétés permettant l'élaboration de schémas. Ces derniers utilisent les propriétés relationnelles des objets pour illustrer des notions ou des concepts abstraits.

Dans l'étude des facultés où l'interaction est essentielle, la notion de module peut être à l'origine d'approches contemporaines, notamment dans l'utilisation des EIAH. Ces dispositifs de formation organisent leur contenu d'apprentissage en modules spécialisés visant la réalisation d'une tâche et l'utilisation de ressources nécessaires à sa réalisation. La planification, la régulation des étapes de cette tâche par l'apprenant, sont des cas spécifiques qui font intervenir les modules selon des procédures construites par chaque apprenant. Les Sciences de l'éducation ont pour objet la production de connaissance à propos de la mise en œuvre ou la gestion de ces dispositifs d'apprentissage. Les questions de recherche en Sciences de l'éducation s'orientent ainsi vers l'étude des usages en vue de mettre à jour les processus de construction de connaissances liés aux modalités pédagogiques particulières des situations d'apprentissage. L'étude des usages dans le contexte des EIAH est le centre de notre travail de recherche.

1.2.1.3 Réflexion sur les liens entre technologie et éducation

En psychologie, le système cognitif peut-être considéré comme un système basé sur des sous-systèmes fonctionnellement distincts. Les parties distinctes sont nommées « modules ». Le système a une architecture qui fonctionne grâce à des procédures. En cours d'activité d'apprentissage, les modules sont activés par des informations perçues via les mécanismes perceptifs mais aussi par le langage (calcul syntaxique, accès au lexique). A propos des capacités cognitives complexes, nous avons en exemple le fait qu'en apprentissage de la lecture les modules du système de lecture sont

des activités regroupées (modules d'analyse et modules de synthèse) pour assurer l'apprentissage d'une partie des notions constituant le savoir lire.

La sociologie des usages des TIC réunit les connaissances de la sociologie de la technique, de la communication et des modes de vie (Chambat, 1994). Dérivée principalement des travaux sur le traitement de l'information en opposition à ceux sur la signification des actions humaines, la sociologie des usages a su intégrer l'histoire matérielle et sociale des techniques (création de l'objet, de son design et de son sens). Pour certains auteurs, elle a relevé l'écart entre usages prescrits et usages effectifs, en empruntant à la sociologie du quotidien (rapports familiaux, classes d'âge, pratiques culturelles, crise des institutions, etc.) les méthodes et les hypothèses du courant d'analyse de « l'autonomie sociale » (Guillevic, 1991 ; Massit-Folléa, 2002). Pour d'autres, l'importance et la permanence des travaux sur les usages sont assurées par l'évolution sociale des outils et l'adoption par les acteurs des techniques liées aux premiers (Ollivier, 2001). Cela est précisé par trois éléments qui jouent un rôle important dans la valorisation du concept : la « traduction » qui représente l'évaluation conceptuelle du terme « usage », « l'approche cognitive » qui concerne la capacité des usagers, et « l'approche sociopolitique » qui suit la chronologie des rôles et du développement de l'usage dans la société (Proulx, 2001).

1.2.2 La représentation

D'un point de vue général, la représentation est associée à un système de référence. Dans son étymologie latine, *repraesentatio* « mettre devant les yeux », s'applique à une sorte d'outil qui rend visible, voire intelligible, un objet ou un phénomène. Ce sens d'utilité supporte des modèles et classifications dans des domaines si divers qui vont de l'échelle microscopique des virus à l'échelle macroscopique de l'univers. Il est important de souligner que si cette notion comporte une multitude de définitions et ce, depuis longtemps, son intégration à la psychologie est récente. Elle fait suite aux études sur le comportement qui ont couvert tout le XXe siècle. Cette intégration s'effectue grâce aux concepts constructivistes de la psychologie cognitive. Mais elle s'inscrit également dans le débat de la psychologie sociale sous les rubriques genre, discrimination ou encore classe sociale.

Les différences et les similitudes des disciplines nous obligent à aller plus loin. Afin de rendre utiles ces définitions, nous avons identifié les modèles méthodologiques de la représentation. Cinq modèles parmi les plus utilisés ont été mis en place. Le premier correspond aux organismes possédant un système nerveux. Un autre rappelle la phrase et l'état mental. Un troisième distingue le format permanent (ou propositionnel) du le format transitoire. Un quatrième, issu des neurosciences, classe la représentation stockée en sous-systèmes : de mémoire associative en représentations perceptives ou sémantiques. Enfin, une classification utilisée par la philosophie de l'esprit divise les représentations en ressemblantes et conventionnelles. Elles correspondent respectivement aux analogies, par exemple, le portrait ou la fumée ou encore les symboles mathématiques. Une fois identifiées, ces classifications semblent ne pas clarifier grande chose. Le sujet se trouve confronté à la complexité. En effet, connaître une classification semble séparer les objets en différentes catégories, cela permet de construire une progression de l'action ou de la pensée.

Quant aux composantes de la représentation, il en existe deux types, la structure porteuse d'information et celle qui ne porte pas d'information mais sert à l'inscription des représentations. Selon leur organisation, il y a des représentations symboliques et des représentations distribuées. Les premières concernent les éléments primitifs sub-symboliques. Les deuxièmes s'appuient sur la connectivité entre les éléments symboliques d'une représentation pour produire l'effet de représentation (connexionnisme).

Un autre aspect à considérer est celui des états de connaissance qui ont comme éléments la disponibilité correspondant à la mémoire à long terme et l'actualité correspondant à l'activation. Bien que les précisions précédentes soient utiles pour comprendre de façon générale la notion de représentation, des concepts supplémentaires doivent être mobilisés, parmi lesquels ceux des nouvelles disciplines comme l'imagerie mentale qui correspond aux représentations stockées en mémoire, au traitement du langage et à la sémantique. D'autres concepts complémentaires inscrits dans le champ des disciplines humaines et sociales seraient bien entendu le symbole, le réseau neuronal et le format propositionnel, ce dernier permettant de formaliser la pensée selon la logique des prédicats.

1.2.2.1 La représentation et les Sciences contributives de l'éducation

Dans le champ de la psychologie cognitive, la représentation identifie deux mondes attachés à la personne. L'un correspond au sujet proprement dit, et l'autre correspond à son environnement. Il s'agit en synthèse d'une « entité interne, correspondant au cognitif individuel des réalités externes expérimentées par un sujet » (Houdé, 1992). L'intérêt pour les modèles de la pensée est partagé par plusieurs auteurs (Pylyshyn, 1981 ; Kosslyn, 1983 ; Le Ny, 1985 ; Fodor, 1986 ; Pinker, 1999), parmi lesquels l'intérêt pour les représentations externes se révèle important du fait de leur lien avec les relations sociales qui sont la base des situations d'apprentissage selon le sens que lui attribut Vygotsky (2000).

La linguistique a marqué son intérêt pour la représentation avant celui de la psychologie. De même que la « représentation », le « signe » est défini comme ce qui « incarne autre chose » (Eco, 1988). Plus précisément, le signe linguistique est constitué de trois composants, le « signifiant » (une image acoustique, un mot), le « signifié » (un concept) et le référent (objet, chose représentée) (Saussure, 1916 ; Benveniste, 1974 ; Peirce, 1978 ; Eco, 1988). Les auteurs apportent différentes dénominations mais celles-ci se situent plus ou moins dans cette triade sémantique. Une branche plus récente de la linguistique associe la « représentation » aux structures de données résultant de transformations computationnelles. Une troisième définition provenant de la philosophie définit cette notion comme la fonction que possède un objet, un événement ou une propriété de renvoyer à un autre objet, événement ou propriété. La représentation correspond à un fragment d'information structurée, stockée, existant en principe dans la mémoire d'un sujet ; les percepts, les significations de mots, les notions ou concepts, les connaissances sont des classes de représentations (Le Ny, 1985). Dans le même sens, Anderson (2000) postule l'importance de la mémoire dans le traitement des images et des propositions venant de l'expérience.

Dans le champ de l'intelligence artificielle, la relation entre l'entité représentée et sa représentation fait appel à des éléments extérieurs à cette entité et à la représentation. Par exemple, pour utiliser un itinéraire indiqué sur une carte routière, il est nécessaire de connaître les conventions de représentation de la réalité sur une carte (l'échelle, les couleurs, les symboles). La représentation répond à un besoin. Elle ne comporte pas nécessairement toutes les caractéristiques de l'entité représentée.

1.2.2.2 La représentation et les Sciences de l'éducation

Il est indispensable de saisir l'importance du concept de représentation pour la compréhension de la cognition humaine. Savoir comment fonctionne la pensée et comment nous élaborons nos connaissances est à l'origine de nos questionnements dans le domaine de l'éducation.

Si toutes les disciplines concernées ont quelque chose à dire à propos de cette question, les Sciences cognitives apportent une autre vue qui retient l'attention. Il s'agit des représentations internes et externes dans les scénarios numériques dédiés à l'enseignement. La représentation interne est tirée des activités individuelles des étudiants ou communes à d'autres apprenants. Les représentations externes présentent des aspects techniques de vision et d'audition tels que le résultat du traitement de la langue accompagné par l'intervention des enseignants et des concepteurs de sites de formation (De Vries, 2006). Cette précision est très utile lorsqu'on doit analyser le comportement des usagers des sites Web de formation. Plus exactement, l'identification du traitement linguistique dans ces scénarios implique pour nous une interaction des méthodologies quantitatives et qualitatives à l'issue des études comparatives.

Dans le cadre du modèle linguistique signifiant/signifié/référent, une incompréhension lors des interactions peut trouver son origine dans la différence de référent des protagonistes pour la situation d'enseignement-apprentissage. Cas hautement probable si la tâche à réaliser est décrite selon un signifiant qui ne renvoie pas les sujets à un même référent. Une médiation sera nécessaire pour clarifier la triade sémantique et éviter alors les conflits cognitifs. Dans un tel cas, la médiation adéquate sera celle qui mettra en lien les ressources méthodologiques de l'enseignement et la cognition des apprenants. La médiation apportée par la technologie aidera à mettre en évidence les points de divergence entre les apprenants ou entre l'apprenant et la situation qui lui est proposée.

1.2.2.3 Réflexion sur les liens entre technologie et éducation

Jusqu'ici nous avons fait le lien entre l'objet de la réalité et sa représentation. Nous nous intéresserons désormais au phénomène particulier de la connaissance, à savoir, les idées. Elles ne naissent pas de la réalité sinon de nouvelles conceptions du monde. Ces idées que nous élaborons par des schémas particuliers, des parcours très personnels, émanent de nos histoires personnelles. L'intégration des technologies aux situations d'enseignement a mis en cause le modèle de construction des connaissances à l'œuvre dans les établissements scolaires, et la question du style

d’apprentissage se pose. Comment un enseignant arrivera-t-il à connaître les modèles utilisés par les élèves ? Nous pensons que la capacité à identifier le modèle de représentation du paradigme courant aidera à faire une médiation avec la construction de nouvelles connaissances chez chacun, même chez ceux qui utilisent un modèle moins répandu. La question de la formation des enseignants est sous-jacente à celle de l'aptitude à reconnaître les paradigmes en usage. Les styles d’apprentissage qui sont l'un des concepts clés de notre recherche sur la navigation dans les EIAH, sont l’expression de la diversité des modes de résolution de problèmes utilisés par les élèves. La technologie peut être un moyen de voir les différentes procédures développées par chaque élève et par conséquence donner accès à cet aspect épisodique de l’apprentissage jusque là non-visible.

1.2.3 La mémoire

Pour la pédagogie, la mémoire est considérée comme un système par lequel un individu parvient à stocker une information dans son cerveau et à la récupérer par la suite, lorsqu’il en a besoin, par exemple dans le cadre d'une tâche d'apprentissage (Dans *Pédagogie, dictionnaire des concepts clés*). Pour la psychologie cognitive, la mémoire est définie comme « les états mentaux qui portent de l’information » et la notion d’apprentissage est considérée comme « la transition d’un état mental à un autre » (Dans *Vocabulaire des Sciences cognitives*). Rappelons ici que la recherche a mis en évidence une grande variété de représentations mentales et de nombreux processus qui remettent en question le sens d’une fonction unique de stockage d’informations.

1.2.3.1 La mémoire et les Sciences contributives de l'éducation

Les recherches sur la mémoire permettent de faire des distinctions et des oppositions. Les états mentaux sont qualifiés de transitoires (mémoire à court terme) ou stables (mémoire à long terme). Concernant la mémoire transitoire, l’empan mnésique exprime le nombre maximum d’informations que l’individu peut traiter dans sa mémoire de travail. Baddeley (2000) postule qu’étant donné que les informations se distinguent par leurs modalités de représentation (phonologique-articulatoire, visio-spatiale), il existe des modules autonomes pour les percevoir. Ces derniers sont administrés *via* l’attention. Tulving (1972) propose de distinguer la mémoire épisodique de la mémoire sémantique. Cette distinction oppose d’une part, les informations étroitement liées au contexte et d’autre part, les informations étroitement liées à leur organisation. Ces deux formes (sémantique,

épisodique) se rassemblent sous la notion de mémoire déclarative. Les connaissances peuvent être accessibles à la conscience car elles sont représentées ou sous forme d'images mentales ou à l'aide du langage naturel. Anderson (1976) donne une théorie générale de la cognition (*Adaptive Character of Thought* [ACT]) qui oppose la mémoire déclarative à la mémoire procédurale. Les connaissances procédurales relevant de la mémoire à long terme sont plus difficilement accessibles à la conscience.

Une autre opposition existe selon la présence ou l'absence d'intentionnalité lors de la recherche d'informations. Il s'agit d'opposer mémoire explicite à mémoire implicite. Alors que l'explicite contient de l'intentionnalité, l'implicite transparaît dans la mise en œuvre d'activités sans accès conscient aux informations mémorisées récupérées. La mémoire est également étudiée à partir de pathologies potentielles. Bien qu'une zone soit impliquée dans le mécanisme de stockage de l'information explicite en mémoire à long terme, le souvenir peut être récupéré même si la zone est lésée. Ce sont les zones d'encodage ou d'analyse perceptive des stimuli qui seraient le lieu de stockage. L'intégrité des zones corticales est absolument nécessaire à l'apparition d'un effet d'amorçage.

La recherche dans le domaine des Sciences du mental et de l'esprit continuent. Les neurobiologistes de la mémoire ont mis en évidence des mécanismes d'apprentissage (cognition animale). Les neurosciences cherchent à savoir par quels mécanismes les représentations se construisent. La psychologie cognitive tentera d'identifier les sous-systèmes par lesquels une nouvelle procédure ou habileté s'acquiert, en dehors de toute prise de conscience.

1.2.3.2 La mémoire et les Sciences de l'éducation

Développer les capacités cognitives en faisant réfléchir le sujet sur ses propres modes de raisonnement et ses processus personnels de pensée est une responsabilité de l'éducation. Feuerstein (1990) a mis au point la méthode du Programme d'Enrichissement Instrumental (désormais PEI) pour réhabiliter et développer les capacités intellectuelles d'adolescents ou d'adultes en état de déficience cognitive lourde. Après un engouement pour cette méthode dans la décennie quatre-vingts, des recherches évaluatives donnent un résultat plutôt décevant. L'influence du PEI. sur l'efficience cognitive n'est pas significative. Son intérêt demeure en ce qu'il remet en cause le

postulat de l'autonomie des opérations cognitives par rapport aux contenus de la pensée et au contexte. Cela pose la question de la construction de l'aptitude à transférer une capacité d'une situation à une autre.

1.2.3.3 Réflexion sur les liens entre technologie et éducation

Les performances élaborées des premiers ordinateurs étaient dues à la puissance des programmes et non à celle des mémoires. Aujourd'hui, c'est la complexité spatiale des algorithmes qui limitent ce qu'il est possible de faire avec un certain niveau de mémoire.

La compréhension requiert de travailler non seulement sur les contenus, mais encore d'élaborer une organisation de l'information pour aller vers la connaissance. Un entraînement est possible à travers des activités qui visent à développer tant les connaissances stockées que la structure liant des connaissances entre elles. Connaître cette structure peut faciliter le rappel par le biais de l'activation des réseaux sémantiques. S'exercer à rappeler des informations en utilisant l'arborescence des connaissances spécifiques et générales est un moyen d'utiliser la structure au service de la tâche à réaliser. C'est, par exemple, le jeu de l'intrus pratiqué en maternelle sur des objets et utilisé plus tard avec des mots lors de l'apprentissage de la lecture.

1.2.4 La métacognition

Cette notion est née à la fin des années 1970 dans le domaine de la psychologie du développement. Elle correspond à une notion de second ordre dont l'étymologie veut dire « ce qui vient après la cognition » et qui implique un niveau supérieur de référence (Tisseau, 1996). L'objet de la métacognition est la connaissance des processus cognitifs et sa signification se rapporte, entre autres, à l'évaluation active, la régulation et l'organisation des processus ainsi qu'à leurs données (Flavell, 1991). De son côté, la cognition a pour objet d'étude le fonctionnement du système cognitif général et les croyances des individus, l'information spécifique, les contenus et les processus cognitifs du sujet.

L’inter-médiation de la prise de conscience implique des processus métacognitifs tels que les stratégies cognitives, la mémorisation, la perception sélective, l’encodage, le traitement inductif et déductif ; de même que l’abstraction réfléchissante, de Piaget.

1.2.4.1 La métacognition et les Sciences contributives de l'éducation

Les disciplines qui étudient la métacognition sont d’une part, le cognitivisme et les théories de traitement de l’information, et d’autre part, la cybernétique. Ces théories postulent l’analogie cerveau/ordinateur, comme deux approches complémentaires. La première aborde le problème des représentations cognitives ; la deuxième, suivie principalement par l’intelligence artificielle (désormais I.A.), s’intéresse à l’élaboration de programmes intelligents. Le cognitivisme considère les connaissances comme des « états, contenus et processus » liés à la mémoire. La mémoire a deux composantes, le savoir métacognitif et l’expérience métacognitive. Le premier se rattache à la méta-connaissance, savoir caractérisé par la « mémoire permanente » ou « mémoire à long terme », ce qui implique la reconnaissance des personnes, des tâches et des stratégies. Différente, l’expérience métacognitive se rattache aux « sentiments et réactions » de l’individu. Elle correspond aux cas particuliers, aux processus exécutifs, à la planification, à l'évaluation et à la gestion des processus d’apprentissage. La cybernétique, quant à elle, s’occupe du contrôle et de la régulation des processus de traitement de l’information. Cette approche considère la simulation des processus humains depuis une perspective technique. Son apport principal est la construction de modèles techniques, notamment informatiques, qui expliquent le fonctionnement de l’esprit humain, dont l’exemple par excellence est la robotique.

Les caractéristiques des structures métacognitives peuvent être représentées sous la forme de deux niveaux. Le niveau 1 représente l’objet de la structure à différents moments de son fonctionnement, ce que Pitrat (1990) nomme « action » et qui correspond au niveau de base. Le niveau 2 est plus ample parce qu’il inclut le modèle imparfait du niveau 1. En fait, les mécanismes des structures métacognitives répondent au modèle monitoring-contrôle indépendant (Dans *Dictionnaire des Sciences cognitives*).

1.2.4.2 La métacognition et les Sciences de l'éducation

Pour Raynal et Reunier (2007), l'« activité métacognitive qui entraîne une élucidation consciente des processus de traitement de l'information et donc une verbalisation, semble augmenter sensiblement les performances de l'apprentissage » (p. 227). Ainsi la prise de conscience des processus cognitifs intervient-elle dans l'apprentissage par le biais du traitement de l'information facilitant la résolution de problèmes. Toutefois, il faut faire la différence entre « réussite d'une action » et « compréhension ». La réussite seule ne suffit pas à assurer qu'il y a eu apprentissage. La réussite est une coordination plutôt pragmatique entre accomplissement des objectifs et qualification. Quant à la compréhension, elle requiert non seulement une prise de conscience mais aussi une conceptualisation des relations entre sujet, objet et situation. En fait, la compréhension est un processus métacognitif. Vermersch (1994) propose l'entretien d'explicitation comme une méthode pour accéder à ces savoirs implicites liés au traitement de l'information. Par le fait même de « mettre en mots ces savoirs », la personne prend conscience de ses choix faits en cours d'activité.

Barth (1987) définit la métacognition comme une activité méthodologique. Elle correspond à la nécessité de réfléchir sur la démarche cognitive et la capacité de mettre en œuvre consciemment un raisonnement. Pour cette auteure, la métacognition est un acte pédagogique par lequel l'enseignant, par un choix conscient des situations d'apprentissage proposées, va déclencher, chez l'élève, une démarche mentale. Sous le principe de « la façon d'apprendre est plus formatrice que ce qu'on apprend », l'élève est guidé dans sa démarche de raisonnement par des questions visant à susciter tel ou tel niveau de pensée. Cette démarche propose trois niveaux cognitifs différents : la perception, la comparaison et l'inférence, qui aboutissent à l'hypothèse menant à la généralisation.

1.2.4.3 Réflexion sur les liens entre technologie et éducation

Parmi les apports de la métacognition, l'identification des propriétés de l'apprentissage semble la plus intéressante pour l'éducation. Reconnaître les différences individuelles qui amènent chacun à apprendre à sa manière ouvre sur des questions à propos du rôle de la diversité à l'école. De plus, cela participe au débat sur l'autonomie des étudiants et certainement à la présence des technologies dans leur formation.

L'hypothèse proposée par Raynal et Rieunier (2007) qui implique une amélioration des capacités métacognitives à partir de l'analyse des processus mentaux semble raisonnable par rapport au changement de l'efficience des maîtrises cognitives. Mais qu'en est-il de l'intégration et de l'inscription de telles maîtrises dans les programmes de formation ? A quel niveau serait-il approprié de les intégrer ? Si les capacités de maîtrise des connaissances ne sont pas acquises, comment l'université est-elle sensée les intégrer dans des dispositifs de type propédeutique ?

1.2.5 La résolution de problème

La résolution de problème est définie comme « un processus qui consiste à sélectionner et ordonnancer des actions élémentaires afin d'atteindre les buts donnés en respectant les contraintes d'un environnement donné » (Dans *Dictionnaire des Sciences cognitives*). La solution à un problème consistera en un algorithme d'opérations qui part de la situation initiale SI pour aller à la situation but SB. Une situation problème en pédagogie est un moment où l'individu ne dispose pas de procédure de résolution déjà formalisée. En psychologie cognitive, une situation est dite exécutoire lorsque les procédures à suivre et la résolution du problème sont connues et applicables. A l'inverse, elle est dite situation problème quand procédures et résolution sont inconnues. Les deux types sont utilisés dans les pratiques pédagogiques.

La planification suivie de la stratégie de résolution sont deux moments traversés par le système cognitif et qui correspondent respectivement à la construction de la représentation de la tâche, puis à la construction de la procédure. Les deux sont nécessaires à la résolution. Aborder un problème demande d'en structurer les phases et d'en réguler les facteurs. Deux phases se présentent sous forme de questions: comment représenter de la façon la plus appropriée le problème ? Puis comment dévoiler les états successifs du problème ? A propos des facteurs, on relève les facteurs perceptifs qui vont aider à reconnaître la catégorie du problème. Si les stimuli n'amènent pas l'individu à remettre en question ses connaissances antérieurement construites, on parle de fixité. Les facteurs de motivation ou affectifs agissent également dans la résolution du problème. On peut citer ici la pédagogie de la réussite ou de la maîtrise.

1.2.5.1 La résolution de problème et les Sciences de l'éducation

Les situations de formation et d'enseignement visent à faire émerger les représentations des apprenants puis à aller plus loin dans les connaissances pour construire une habilité à transférer ces capacités à d'autres situations, d'autres contextes. Construire cette habilité est l'objectif des situations problèmes qui poussent l'apprenant à chercher la procédure pertinente pour relier la situation initiale (SI) à la situation but (SB). La démarche suit une progression qui amène l'apprenant à se confronter aux composantes de la situation problème. Cela sollicite ses connaissances en obligeant l'apprenant à comprendre la situation initiale et à identifier les éléments de la situation finale à atteindre. Par ce questionnement, il doit trouver les opérations nécessaires à la réalisation du but.

Cependant, le risque de proposer une situation trop complexe pour certains est bien réel. C'est pourquoi il est nécessaire d'analyser la pédagogie de la situation problème introduite régulièrement dans les pratiques d'apprentissage. Cette pratique, qui est le fondement de l'apprentissage des notions mathématiques, peut même être construite par certains élèves pour être soumise à leurs pairs et réciproquement. Une situation d'enseignement peut viser les deux éléments suivants nécessaires à la résolution d'un problème : compléter les connaissances de l'apprenant dans un domaine spécifique, remettre en question l'application des connaissances déjà acquises en constatant qu'elles sont erronées pour le nouveau contexte. Dans ce dernier cas, il s'agit d'affiner un raisonnement, de transférer une procédure ou bien de conclure en précisant en quoi les contextes sont différents.

1.2.5.2 Réflexion sur les liens entre technologie et éducation

L'étude des usages technologiques dans des situations problèmes rend visibles les choix de résolution adoptés par les utilisateurs. Suivre la succession d'actions élémentaires de façon détaillée permet de découvrir à quel moment de la procédure l'apprenant hésite ou bien se trompe. L'apprenant peut lui-même voir son parcours. Il peut s'auto-évaluer. Le fait d'accéder à une partie de son propre fonctionnement procédural enrichit la connaissance sur ses propres procédures, sur la succession d'actions élémentaires.

Lorsque plusieurs chemins de résolution sont comparés dans un groupe d'apprenants cela augmente les possibilités de donner du sens aux processus d'élaboration des connaissances dans l'apprentissage. En effet, chaque résolution s'appuie sur des propriétés du savoir étudié. Ainsi la démarche peut être soit descendante (de la situation initiale à la situation but) soit ascendante (de la situation but vers la situation initiale). Une autre possibilité est une recherche bidirectionnelle qui recherche un état commun. Se rendre compte que différentes séquences de résolution atteignent toutes le but participe à la construction de la capacité des apprenants à disposer d'une représentation mentale des connaissances accessibles, transférables qui soient constituées de spécificités et de généralités.

1.2.6 La compétence

Pour la rationalisation exigée par les référentiels des certifications professionnelles, le concept de compétence recouvre une double nécessité de « fuite de l'arbitraire » et de « besoin de transparence » (Ropé, 1994). Mais son origine appartient à la linguistique (Chomsky, 1971) dont l'objet est l'étude des attributs et de l'emploi de la langue chez un locuteur/auditeur. En éducation, la compétence s'utilise habituellement comme une notion polysémique juxtaposée à la notion de savoir et connaissance, et à la notion de qualification, dans la sphère du travail. En effet, dérivés de la spécialisation des tâches productives, sont définis des « profils de compétences » assurant l'intégration des savoirs scientifique, technique et plurifonctionnel.

La compétence se manifeste effectivement dans la « performance » qui correspond à la réalisation effective de ladite compétence. Au travers de la performance, on peut préjuger de l'état d'efficience de la compétence. En raison de la difficulté à la distinguer, on doit relever sa dépendance du contexte. Dans ce cas, des impulsions d'activation/inhibition des compétences agissent sur la perception, la mémoire et l'attention dans la vie professionnelle et sociale des individus. Par cet attachement au contexte, la compétence se distingue de la « capacité » qui est une habilité transversale et pour quelques auteurs, un savoir-faire décontextualisé. En considération de cette distinction, savoir rédiger des textes scientifiques, courir les 400 mètres ou résoudre des équations de second degré seront des compétences, mais savoir communiquer et avoir de l'optimisme face aux situations extrêmes seront des capacités. C'est précisément cette transversalité des capacités qui

donne lieu à des transferts de connaissances procédurales voire méthodologiques, que la compétence ne permet pas. Les connaissances dites procédurales s'apparentent à des schémas de connaissance, elles agissent comme des protocoles d'action permettant de faire des inférences dans des situations stéréotypées comme c'est le cas d'une sortie au restaurant ou d'un voyage en avion.

Ainsi l'évolution de la compétence peut être appréhendée selon deux qualités. Premièrement, elle joue à un double niveau : elle est cognitive lorsqu'elle développe des activités d'apprentissage et de résolution de problèmes nouveaux ; et intersubjective lorsqu'elle est associée aux relations sociales et à l'empathie. Deuxièmement, elle est plus ou moins transférable selon le degré de généralisation qu'elle a atteint dans les structures cognitives de l'individu. Autrement dit, une compétence qui a été contextualisée, généralisée et qui peut être re-contextualisée est activable dans un contexte différent de celui dans lequel elle a été développée. Nous dirons ainsi que la compétence est générale lorsqu'elle est transférable alors qu'elle est spécifique lorsqu'elle est particulière à une tâche donnée.

1.2.6.1 La compétence et les Sciences contributives de l'éducation

La compétence est abordée de façon différente selon qu'il s'agisse du champ de la psychologie cognitive ou de celui de la psycholinguistique. En psychologie cognitive, l'analyse de la compétence passe par l'observation de la tâche, ce qui lui permet d'inférer la/s compétence/s en jeu pour une tâche donnée. Les auteurs cognitivistes ont précisé le caractère des connaissances renvoyant à trois types de savoir: le savoir déclaratif, le savoir procédural et les attitudes. Une compétence inclut ces trois types de connaissance (D'Hainaut, 1988). Le premier concerne les faits et les concepts (connaissance de la théorie), le deuxième concerne le savoir-faire (connaissance du fonctionnement) et le dernier constitue le savoir être (connaissance sur l'interaction entre le sujet et la réalité).

Pour sa part, la psycholinguistique aborde la compétence à travers le discours des sujets dans les situations de communication. C'est l'analyse de la production de langage qui permet de déduire les « compétences requises » qui sont des compétences minimales de savoir et de savoir faire, et les « compétences construites » qui nécessitent d'être opérationnalisées et validées. Dans une perspective éducative, il est nécessaire de distinguer les connaissances requises par l'apprentissage

et les connaissances construites qui sont le résultat de l'apprentissage. Ces dernières peuvent renvoyer pour partie à la métacognition**.**

1.2.6.2 La compétence et les Sciences de l'Éducation

Dans les Sciences de l'éducation, la définition de la compétence s'appauvrit. D'après Meirieu, il s'agit d'un « savoir identifié, mettant en jeu une ou des capacités dans un champ notionnel ou disciplinaire donné » (1991, p. 181), ce qui implique la suppression des trois types de connaissances décrites par D'Hainaut en 1988, même si la condition contextuelle précisée par Houdé (1992) est maintenue dans la psychologie cognitive. Il faudra dix ans pour avoir une définition plus complète. Au XXIe siècle, principalement issue du développement des Sciences cognitives, la description de compétence est liée aux comportements potentiels, cognitifs, psychomoteurs et affectifs (Raynal et Rieunier, 2007). Ces comportements permettent à un individu de réaliser efficacement une activité considérée comme complexe. Mais les spécialistes du champ signalent l'acquisition des compétences comme non enseignables avec une exception pour les compétences langagières, en raison de l'imperméabilité de la volonté et de la conscience.

Le savoir-faire se construit à partir de l'expérience de l'individu dans une situation réelle. La compétence siège dans la mémoire humaine, classiquement dans la mémoire à long terme ou permanente (Anderson, 2000). L'activation de cette mémoire permanente engage un certain nombre de processus dont qu'il a été question plus haut dans la notion de mémoire en éducation.

1.2.6.3 Réflexion sur les liens entre technologie et éducation

En éducation, le paradigme des compétences est à la mode mais l'on s'aperçoit qu'elles restent difficiles à mettre en œuvre. Une première difficulté relève de l'intégration des savoirs affectifs dans les programmes de cours. Raynal et Rieunier (2007) ont identifié ces savoir-être comme la rigueur, le contrôle de soi, la persévérance, la confiance en soi, la motivation, la curiosité entre autres « connaissances ». Pour ces auteurs, ce sont des savoirs peu compréhensibles dissociés de leur composante conceptuelle. Cette dissociation des connaissances dans les pratiques pédagogiques peut expliquer une performance limitée. Une deuxième difficulté de l'évaluation des compétences dans l'éducation renvoie aux profils de compétences développés particulièrement dans les écoles

professionnelles. Il semble nécessaire d'aborder l'élaboration de tels profils lorsque ceux-ci répondent aux besoins de productivité. Cette situation n'apporte rien à la formation de personnes conscientes d'elles et satisfaites d'elles-mêmes.

Une autre situation est l'évaluation des compétences qui ne peut être reconnue qu'à travers des performances observées. Ces performances plus ou moins efficientes comptent avec des facteurs extralinguistiques tels que l'histoire personnelle et la disponibilité mentale de l'individu, qui ne sont pas nécessairement intégrés à l'évaluation. En effet, l'évaluation scolaire du jour renvoie au problème béhavioriste apparemment dépassé de l'observation du comportement des étudiants. Comme cela a été dit plus haut, le développement de la compétence passe par un changement d'efficience de la performance, alors que l'évaluation des performances situe l'individu sur une échelle qui va du novice à l'expert dans un domaine donné (Rossi, 1991). Dans ce cas, la compétence peut être considérée comme fixe, ou peut être envisagée comme agissant au cours du processus de résolution du problème et comme intervenant dans les relations sociales. Si elle est fixe, les résultats de l'apprentissage seront évalués rétrospectivement, sans tenir compte du niveau de départ. Dans le deuxième cas, le caractère « transférable » des compétences générales permettrait de concevoir l'« apprentissage » dans un sens prospectif et procédural. Ce qui implique la comparaison avec un niveau de connaissance préalable et la réalisation de tâches aussi nombreuses que variées.

Selon une perspective dynamique, il est possible de comprendre la maîtrise des compétences requises pour l'apprentissage comme la possibilité de transformer les performances expertes en nouvelles compétences. Si l'on ne peut les utiliser pour l'enseignement, les compétences sont potentialisées. Cette idée amène des conceptions formatrices véhiculées par le développement des attitudes d'anticipation et de créativité. Dans ce traitement, les compétences deviennent des nouvelles formes de résolution de situations problèmes. Lorsqu'elles se développent, les compétences de certaines personnes seront transférées vers d'autres champs d'action. Il sera alors nécessaire d'élaborer des algorithmes sur de telles expertises et sur les champs capables de mesurer l'actualisation des compétences lors de performances.

1.3 A propos des modèles technologiques

Ici l'objectif est d'examiner certains aspects de l'introduction des TIC dans l'éducation. Deux dimensions sont à la base de cette exposition. D'une part, le défi de maîtriser des objets technologiques implique un nouveau questionnement sur l'enseignement. Cependant, le risque d'oblitérer la dimension pédagogique par la technique, reste présent, d'autant plus que le contexte du numérique apparaît faussement acquis. D'autre part, nous sommes intéressée par le comportement dans les EIAH afin de développer des nouvelles compétences destinées à apprendre un contenu médiatisé. En raison du lien étroit entre l'usage pédagogique des technologies informatiques et notre travail de recherche, nous tenterons de décrire les notions de dispositif d'enseignement, scénario et trace.

1.3.1 Le dispositif d'enseignement

Le dispositif d'enseignement a la forme d'un artefact conçu pour répondre à une question pédagogique particulière. Toutefois, il suit un courant théorique (béhaviorisme, constructivisme, cognition située, cognition distribué) dans le cadre politique et idéologique du contexte. Ces décisions se combinent avec le curriculum qui a été conçu selon une théorie particulière. L'organisation de ces éléments dans l'artefact didactique actualise une explication à un problème donné.

Le dispositif se trouve entre deux économies, celle du pouvoir, inscrite dans le libéralisme où le pouvoir est sensé s'exercer sur le contexte d'une construction cognitive fonctionnelle, pratique et incarnée (Linard, 1996) et celle du savoir. Voici deux caractéristiques des dispositif : 1) ils font bien ce qu'ils font, 2) ils ont la capacité d'accueillir des idées moins acceptées dans les paradigmes institutionnelles. Leur double attribut à la fois technique et symbolique fait la force de leur capacité de médiation qui, de façon plus ou moins rigoureuse, organise un champ de relations fonctionnelles entre humains et outils, buts et moyens, intentions et actions (Linard, 2002). Leur caractère mixte a été décrit par Montandon (2002) comme un cadrage et un étayage. Ces deux caractéristiques renvoient aux significations d'ordre et de soutien. Ces derniers sont en lien avec la conception de systèmes. Un dispositif est avant tout un système.

1.3.1.1 Le dispositif d'enseignement et les Sciences de l'éducation

Parmi les dispositifs hypermédias, les plateformes d'apprentissage constituent un défi à la fois technique et pédagogique. Une plateforme d'apprentissage en ligne, appelée parfois *Learning Management System* (LMS), est un logiciel décrit comme un site Web qui héberge du contenu didactique et facilite la mise en œuvre du processus pédagogique. On trouve aussi les appellations de centre de formation virtuelle ou de plateforme e-*Learning* ou encore de FOAD. Les fonctions pédagogiques associées les plus utilisées sont le dépôt de documents, le travail en groupe, la consultation des ressources hyperlien et l'interaction avec les participants de la formation. Ces fonctions, ainsi que les fonctions administratives (par exemple, la consultation du calendrier ou le dépôt d'un document), sont habituellement présentées sous la forme d'icônes ou de fenêtres. Quant au contenu, il peut se présenter sous la forme de fonctionnalités hyperliens (par exemple, supports de cours, exercices ou pointeurs vers des ressources externes) et de fonctionnalités spécifiques (par exemple, outils de communication ou de suivi des apprenants).

L'un des éléments fondamentaux introduits par l'e-*Learning* réside dans les modalités d'enseignement et d'apprentissage asynchrones comparativement aux pratiques déjà répandues, comme le *Computer Supported Collaborative Learning* (désormais CSCL) qui s'appuie sur les technologies de systèmes distribués et qui facilite la communication et la collaboration entre usagers. Du fait qu'il recouvre quatre dimensions, pédagogique, sociale, administrative et technique (Ryan, 2000), le CSCL constitue le point de rencontre entre des travaux de recherche et des pratiques associant des éducateurs, des étudiants et des entreprises privées. Certains auteurs considèrent important de distinguer l'accès et la motivation, la socialisation, le partage d'informations, la construction des connaissances et le développement (Salmon, 2000). D'autres, comme Koschmann (2002), distinguent la construction collective de la réponse, la coordination des membres du groupe, la pré-structuration de la discussion et la motivation.

Trois types d'interactions dans un EIAH ont été décrits dans la théorie des situations (Brousseau, 1998) :

1. L'interaction pour la validation. L'EIAH est conçu pour donner l'occasion d'évaluer les connaissances impliquées dans le processus de résolution. Par exemple, juger la pertinence d'un geste ou d'un objet d'apprentissage et produire une réaction en conséquence.

2. L'interaction pour la formulation. Elle permet de communiquer la validité des connaissances. Cette communication est perçue dans les rétroactions et les outils de la communication doivent être accessibles pendant tout le processus de résolution. Elle a des exigences d'intelligibilité du message, dont l'attention doit être portée sur l'ambiguïté, la redondance, le manque de pertinence (des informations superflues) et l'efficacité (les caractères d'optimalité) (Brousseau, 1998). Mais la formulation n'a de sens que si elle a une référence partagée et « signifiante ».

3. L'interaction pour l'action. Cette interaction vise les actions et décisions directes du sujet sur l'objet d'apprentissage. Les EIAH doivent alors permettre cet accès par la création ou la consultation d'un objet et de ses caractéristiques, c'est-à-dire définir un système formel qui est un ensemble d'objets primitifs, un ensemble d'opérations élémentaires ainsi qu'un ensemble de règles exprimant la façon dont les opérations peuvent être mises en œuvre et associées. L'apprenant, à travers ses actions de création, transformation et suppression, doit pouvoir se les approprier. Le modèle doit offrir aussi une réaction suite aux actions produites par le sujet.

Les interactions sont conçues en fonction de l'objet de savoir en jeu, objet qui détermine la raison de l'interaction. Autrement dit, il est essentiel de considérer les disciplines dans l'apprentissage, qui font la cohérence de la didactique appliquée. Ces formes ont pour conséquence le modèle de navigation personnel, lequel se révèle varié. Arrêtons-nous sur ces formes appelées « de contrôle » :

Le contrôle de la situation (Grandbastien et Labat, 2006) :

- Contrôle exclusif de la machine (Cybernétique) : délégation de la tâche de contrôle sur la machine. La machine peut rationaliser un processus humain, subjectif et faillible (Bruillard, 1997).

- Contrôle exclusif de l'apprenant (I.A.) : la machine peut améliorer la capacité de diagnostic et la création des environnements d'apprentissage ouverts (micromondes, simulations, hyper-documents, etc.) où l'apprenant apprend en liberté, par la découverte, avec ses intérêts propres et selon un processus d'apprentissage par la découverte.

- Contrôle hybride : machine et humain (apprenant ou tuteur) où le système offre assistance aux usagers et où il se limite à fournir des informations permettant de superviser la situation d'apprentissage.

- Dispositif de formation : la notion de contrôle devient diffuse, et se répartit entre les différents acteurs des situations mises en place au sein des dispositifs (Linard, 2002).

1.3.1.2 Réflexion sur les liens entre technologie et éducation

Le choix d'un dispositif de formation requiert une analyse basée sur des critères variés. Parmi ceux qui on utilise en éducation, nous distinguons trois critères : l'identification du statut accordé aux connaissances, la représentation de l'apprentissage et le choix laissé aux apprenants (Burton et *al*., 2001). Ces critères sous-tendent l'équilibre entre les acteurs, les décideurs ou les usagers, ce qui peut développer un sentiment d'appartenance utile au profit du modèle pédagogique mis en place. Ils véhiculent la déclaration des contenus ainsi que le modèle de la connaissance choisie. Une telle explicitation permet de cibler de façon adéquate la réalisation des objectifs pédagogiques et sélectionner le dispositif d'enseignement le plus adapté.

Dans le même sens, des modèles symboliques sont à la base des décisions sur tel ou tel dispositif, les approches en jeu apparaissant appropriées. Selon Charlier, Bonamy et Saunders (2003), les démarches transmissive, individualiste et collaborative constituent des conceptions très différentes. La première démarche est en lien avec une pédagogie plutôt guidée, avec un but de reproduction de la connaissance. La deuxième répond au cadre de classement par le rendement qui peut aller vers une excellence pragmatique ou un pragmatisme tout court. La troisième démarche est contraire à la précédente. Elle requiert un modèle éducatif basé sur l'interaction des participants. De même, l'alternance théorie-pratique (Lameul, 2008) vise un équilibre cher aux systèmes éducatifs. Elle incite au travail non-guidé et à l'expérimentation des scénarios numériques dans le cours des tâches pédagogiques.

1.3.2 Le scénario

Le scénario a été défini comme un « artefact » qui permet de répondre aux necésités des usagers des ressources numériques. La conception de ces artefacts inclut les usages préexitants et la proposition de dispositifs susceptibles d’être adaptés aux besoins des usagers (Pernin et Lejeune, 2004).

1.3.2.1 Le scénario et les Sciences contributives de l'éducation

Pour De Rosnay (1997) l'Internet n'est pas une technique mais un système technologique de communication au même titre que la télévision, le téléphone et l'imprimerie qui, en leur temps, autour d'une technique, ont ouvert la voie à de nombreuses applications, parmi lesquelles l'éducation.

Étant donné la place qu'ils prennent, il est intéressant de citer le rôle des systèmes informatiques et de leurs représentations dans les EIAH (Tchounikine, 2002):

1. De présentation de l'information (un hypermédia, plateforme Web spécialisée),

2. De traitement de connaissances (un système à base de connaissances résolvant les exercices avec l'élève, un module pilotant l'interaction),

3. De communication homme-machine, ou entre hommes à travers la machine (systèmes de messagerie, *skype*).

1.3.2.2 Le scénario et les Sciences de l'éducation

Les écoles théoriques post-béhavioristes qui soutiennent la recherche en Sciences de l'éducation, le cognitivisme et le constructivisme, se différencient par leur approche dans la description des états intérieurs de l'individu. Le cognitivisme se sert du modèle de traitement de l'information et le constructivisme, de l'interaction du sujet avec son environnement. Le deuxième modèle est celui de l'épistémologie génétique piagétienne des années 1960-1970 (Piaget, 1988). Il considère la connaissance comme un processus d'organisation et de construction de l'individu, dont l'origine est un besoin d'équilibre biologique. Dans ce processus, l'organisme essaie de résoudre ce besoin à partir des états intérieurs (la motivation, les stratégies cognitives, les schémas, etc.) et en fonction d'un certain ordre (théorie opératoire).

Depuis, trois courants se sont développées : le *Situated learning*, la théorie des situations problème et la théorie des situations didactiques.

Tableau 1. Courants post-piagetiens

Courants	Auteurs	Commentaire
Situated Learning	Lave, 1988	considère l'influence des facteurs environnementaux
Théorie des situations problem	Vergnaud, 1991	analyse les algorithmes problème-solution
Théorie des situations didactiques	Brousseau, 1998	mesure l'impact du milieu social et de la médiation

Note : élaboré à partir de Grandbastien et Labat, 2006.

L'explication de l'orientation sur « l'approche vers l'action » implique le questionnement sur la construction de la connaissance, particulièrement sur l'élément déclencheur des connaissances. En pédagogie, il est nécessaire de distinguer l'environnement de ces constructions. C'est la raison pour laquelle depuis l'épistémologie génétique piagétienne on étudie le contexte dans lequel évolue l'apprentissage. Dans les cours, l'émergence des situations problèmes se présentent au quotidien sous la forme de conflits cognitifs, sociaux et affectifs. Dans un scénario numérique, on les étudie à partir des réflexions laissées par les étudiants dans les forums ou les espaces de production écrite comme les *blogs* ou les *wiki*.

Pour Grandbastien et Labat (2006) l'argument de nouveauté des scénarios numériques dédiés à l'enseignement est basé principalement sur deux aspects :

Les apports sont plus techniques que théoriques. Ils correspondent à des sortes d'instruments intermédiaires et locaux.

Les apports sont plus en lien avec les conceptions des chercheurs dans des disciplines contributives à l'éducation qu'avec des changements considérables sur les processus d'apprentissage humain (p. 28-29).

Les connaissances susceptibles d'être développées ont rarement été signalées dans la littérature. Nous essayons de les systématiser dans le tableau 2.

Tableau 2. Parallèle entre type de connaissance et support informatique

Connaissances	Usage dans l'apprentissage	Support informatique EIAH
DECLARATIVES Consensuelle, formalisée Valeur d'échange	Utilisées dans le discours expert ou entre expert et novice : corpus d'enseignement	Hypermédias
PERCEPTIVO-GESTUELLES Valeur ajoutée à la réduction des ressources dans la formation Valeur d'usage	Utilisées dans la transmission par ostension (imitation guidée)	Simulateurs
NON-PRESCRITES, THÉORIQUE- PRATIQUES Formalisée, mais aussi empirique Mixture entre valeur d'usage et valeur d'échange	Élaborées par l'expert pendant sa pratique (Vergnaud, 1991, « La théorie des champs conceptuels »)	Micromondes, simulateurs, tuteurs, CSCL (*Computer Supported Collaborative learning*)

Note : Élaboré à partir de Granbastien et Labat, 2006.

On peut soutenir que la part du travail pédagogique responsable des améliorations des systèmes dans les EIAH comme dans l'éducation en présentiel surgit de la réflexion sur la médiation requise. Pour Brousseau (1998), les composants de l'analyse des situations didactiques sont les connaissances antérieures, les matériels, l'organisation et le contrat didactique. En fait, la didactique cherche à définir les conditions de cette relation à partir de la construction des situations spécifiques qui donnent un sens aux actions de l'apprenant, relativement aux objets de connaissance, les enjeux de l'apprentissage, sur la base d'une étude épistémologique des contenus et d'une théorisation du système d'enseignement.

1.3.2.3 Réflexion sur les liens entre technologie et éducation

Le scénario pédagogique doit permettre à quiconque d'apprendre. L'application des principes pédagogiques et l'élaboration des algorithmes clairs et suffisants doivent considérer tous les modes de cognition et les styles d'apprentissage. L'interaction avec les tuteurs se présente comme un accompagnement de « médiation » (Vygotski, 1997) et de « médiatisation » (Peraya, 2000) dans le processus personnel.

La didactique d'un apprentissage doit être organisée conformément à la nature de cet apprentissage. Aussi l'impact des caractéristiques du support informatique sur le type de connaissance construite

est-il nécessaire à l'analyse des scénarios concernés (*cf.* tableau 2). « Du point de vue des contraintes didactiques à considérer lors de la mise en œuvre effective des EIAH dans un dispositif d'enseignement, l'organisation d'un apprentissage consiste à créer un environnement et à spécifier un problème qui permettront à l'apprenant d'engager un processus dont le résultat sera la construction de la connaissance visée » (Grandbastien et Labat, 2006, p. 54).

1.3.3 La trace

La trace est la marque de l'activité dans un espace informationnel, soit une plateforme, soit un ENT aussi appelé Environnement Virtuel de Travail (EVT), ou de campus numérique. Il s'agit de l'information brute générée par le serveur Web et stockée en format « texte » sur le même site où l'activité a été produite. Le stockage des traces d'utilisation est fait sous forme de « log » dont la signification est « connexion ».

En France, l'étude des traces à des fins éducatives débute en 2007, lors d'actions non concertées. Trois évènements marquent cette naissance : le numéro 14 de la revue STICEF 2007 dédié à l'Analyse des traces d'utilisation dans les EIAH ; la dixième édition du Réseau international de recherche en Education et Formation (REF) à l'Université de Sherbrooke où les Actes parlent d'un intérêt grandissant sur les usages du numérique. Un bref éventail de publications parues la même année autour de cette notion non encore formalisée, sous forme d'un recensement publié par Larose et Jaillet (2009) inclut sept articles d'auteurs francophones : l'article centré sur les forums pédagogiques d'Henri, Peraya et Charlier (2007) ; celui dédié aux processus cognitifs de Delozanne, Calvez, Merceron et Labat (2007) ; et celui contenant les regards sur l'utilisation et la conception d'un EIAH de Settouti, Prié, Marty et Mille (2007).

La trace est considérée par ailleurs comme le signe d'un langage, d'une grammaire.

1.3.3.1 La trace et les Sciences contributives de l'éducation

La connaissance linguistique est à la base des formalisations d'une langue algébrique. Par ce biais se

sont développé des automates contenant la fonction du langage (Turing, 1995). Un premier temps de la description d'une grammaire correspond aux contenus du *trivium*[13] médiéval, dont la grammaire fait partie. En passant par les efforts de description des langues particulières, initiée au XIIIe siècle et poursuivie dans les grammaires comparées du XIXe, l'aube des approches théoriques ressort de la dynamique créée par la Grammaire générale de l'école de Port-Royal du XVIIe siècle et des travaux annexes donnant les premiers postulats d'une langue unitaire :

- Le langage est la traduction de la pensée,
- Le mot est le signe de plusieurs idées,
- Le signe linguistique est arbitraire.

Dans un deuxième temps, les progrès concernant la description de la langue universelle comme système correspondent à la linguistique structurale du XXe siècle. Ces travaux proposent la langue et non la parole au centre de leurs intérêts. La langue est définie comme un ensemble de signes dont l'unité indissoluble comprend les aspects conceptuel (l'idée, le « signifié ») et matériel (le son, le « signifiant »). Ces signes fonctionnent par opposition aux autres unités du système linguistique et c'est dans ce sens qu'on les distingue comme des unités de signification (Saussure, 1916). La langue est non seulement un moyen de communication et de diffusion des savoirs, mais aussi un signifié et un signifiant d'un rapport avec le produit social. Pour Saussure, l'école de Prague et le structuralisme américain, la langue est considérée comme un système de relations ou, plus précisément, comme un ensemble de systèmes reliés les uns aux autres par des éléments (sons, mots, etc.). La langue est un produit social au sens où l'individu l'enregistre passivement ; cette partie sociale du langage est extérieure à l'individu, qui ne peut ni la créer ni la modifier (Dubois, Giacomo, Gespin, Marcellesi, Marcellesi et Mevel, 1999).

Dans un troisième temps, se sont distinguées la théorie des langages formels et la linguistique générative (Chomsky, 1971). Ces travaux prônent la formalisation des langues naturelles pour élaborer une langue universelle dont les traces correspondent aux composants de toutes les langues.

[13] Dans le système d'enseignement médiéval, le *trivium* constituait l'ensemble des arts libéraux de l'éloquence : la grammaire, la rhétorique et la dialectique. Il était le premier niveau d'études correspondant à la formation humaniste. Le deuxième niveau était destiné à l'étude des arts libéraux scientifiques : l'arithmétique, la musique, la géométrie et l'astrologie. Ces dernières matières étaient requises pour la formation en théologie. Dictionnaire encyclopédique de didactique (Mata, Rodriguez et Bolivar, 2004).

Quant à la psychologie, elle apporte une autre vue des traces. La trace mnésique que les représentations entendues comme « structures mémorisant l'information » laissent dans l'esprit a un caractère similaire et différent pour les objets techniques. La similarité ressort de sa permanence. La différence ressort de la non-transformation des objets techniques par le biais de l'inconscient. Son inscription dans l'étude du fonctionnement cognitif comportant les fonctions de conservation d'informations, de guidage et régulation des conduites et de planification de l'action (Dans *Vocabulaire de Sciences cognitives*), servent à l'installation d'un outillage expérimental destiné à l'explicitation des règles de fonctionnement.

1.3.3.2 Réflexion sur les liens entre technologie et éducation

Les traces de navigation dans un EIAH informent sur un comportement. L'analyse des caractéristiques liées directement à la description du comportement de navigation, les stratégies de navigation et le savoir-faire des usagers, permettent d'établir des indicateurs capables d'informer sur la manière personnelle d'apprendre. Ces indicateurs donnent la possibilité d'une observation directe de l'activité d'un usager particulier. Les distinctions de temporalité (date), d'espace de connexion (IP de l'ordinateur) et d'activité (fonctionnalité) résultent des dimensions de l'usage susceptibles d'être interprétées avec précision.

Les données laissées par les traces d'utilisation des sites Web de formation sont susceptibles de faire avancer la compréhension de l'activité numérique à des fins éducatives. Les résultats obtenus sont ceux examinés dans le chapitre sur la navigation.

1.4 Vers une problématique

Nous avons passé en revu dix concepts qui favorisent une réflexion sur notre champ de travail, les Sciences de l'éducation et en particulier sur le contexte de l'utilisation des EIAH.

Cette revue de littérature respecte l'affirmation de la pensée éducative actuelle (Dans *Dictionnaire encyclopédique de l'éducation et de la formation*) sur l'interaction bénéfique des Sciences appelées « contributives », et en particulier les Sciences cognitives, et contribue à la construction de la

pensée didactique. On en profitera pour mentionner l'histoire des Sciences et la Technologie éducative.

L'analyse de l'activité d'un l'apprenant tient compte de trois approches analytiques (Grandbastien et Labat, 2006). La première est didactique et requiert d'expliciter la conception à partir de laquelle se fonde le modèle. Cette conception part de la discipline dans laquelle le modèle se développe mais aussi de l'approche didactique qui peut être « praticienne » (réalisation de l'enseignement), « normative » (création et adaptation des contenus) ou critique et prospective (centrée sur la recherche). La deuxième approche concerne les actions de l'apprenant. Elle peut correspondre à l'analyse des caractéristiques d'une trace ou à une typologie que l'on peut inférer. L'analyse des actions de l'apprenant est l'intersection entre l'analyse didactique et l'analyse informatique. La troisième analyse est informatique. Elle s'intéresse aux interactions de l'apprenant dans l'environnement de travail, par exemple un EIAH. C'est à l'intersection de ces trois dimensions que se trouve le modèle épistémologique du comportement de l'apprenant, parce que c'est à travers ces actions qu'il est possible de déduire leur statut rationnel.

L'approche d'une réponse sur l'élaboration des concepts est épistémologique, mais le point d'appui des observations est le comportement. Il y a eu des avancées, mais « la diversité des disciplines enseignées et des types d'interaction est probablement un obstacle sérieux à l'émergence d'algorithmes transversaux, de même que la variété des options pédagogiques prises par les concepteurs » (Py, 1998, p. 138). Des questions subsistent à propos de l'activité de l'apprenant. Il s'agit de la boucle des interactions entre l'apprenant et le milieu en cours d'activité. Les phases de son action doivent être considérées à partir de trois axes : en cherchant à établir la validité ou la réfutation des faits et des assertions, en cherchant à se représenter et communiquer le problème et ses solutions, enfin en cherchant à décrire et expliquer une décision prise dans l'activité (répéter un exercice, changer de source, poser une question, préciser une thématique, choisir une fonctionnalité).

Chapitre III
Caractérisation de la navigation dans les EIAH

Rappel du plan

1. Introduction
2. Comportement et usage d'outils culturels
    2.1 La notion d'action
    2.2 La notion de comportement
    2.3 La notion d'usage
    2.4 La notion d'efficacité
    2.5 Conclusion
3. L'étudiant et les composantes de la situation pédagogique
    3.1 Caractérisation de l'usager des EIAH
        3.1.1 La stratégie de visite
        3.1.2 Le style d'apprentissage
        3.1.3 Le genre
        3.1.4 La filière d'études
        3.1.5 Conclusion
    3.2 Caractérisation de la situation d'apprentissage
        3.2.1 Le curriculum
        3.2.2 Le profil de l'enseignant
        3.2.3 Les processus d'apprentissage
        3.2.4 Conclusion
    3.3 Caractérisation du scénario pédagogique
        3.3.1 L'enseignement à distance (EAD)
            3.3.1.1 L'e-*Learning*
            3.3.1.2 Les plateformes d'apprentissage
                3.3.1.2.1 La plateforme Moodle
                3.3.1.2.2 Les dispositfs hybrides

3.3.2 Les environnements informatiques pour l'apprentissage humain (EIAH)
3.3.3 Conclusion
4. Paradigmes sur le comportement et l'usage
4.1 Les travaux sur les styles d'apprentissage
4.2 Les travaux sur l'apprentissage et la mémoire
4.3 Les travaux sur la motricité volontaire
4.4 Conclusion
5. Synthèse et critiques

1. Introduction

L'objectif de cette introduction est de présenter une revue de la littérature sur les connaissances actuelles relatives aux EIAH. De notre position de praticienne « en transit », nous partons d'un intérêt didactique des faits observés vers un intérêt de recherche pour la connaissance qui nous oblige à construire notre objet d'étude. En cohérence avec cela, dans le triple partage (pédagogie, didactique et Sciences de l'éducation)[14] que la place de l'éducation prend aujourd'hui, nous avons choisi de respecter les motivations qui ont permis d'inaugurer en 1967 la chaire des Sciences de l'éducation à Paris. Et cela sous l'un des quatre propos du programme de l'époque : l'exigence de la formation à la recherche en éducation de caractère interdisciplinaire[15] (Dans *Dictionnaire encyclopédique de l'éducation et de la formation*). Les situations que nous étudions restent pédagogiques (*cf.* Tchounikine, 2009). Nous allons revenir sur cet argument. Dans l'immédiat, nous proposons une courte description des scénarios numériques qui doit permettre de situer notre sujet : la navigation éducative. Pour ce faire, nous présentons séparément l'aspect éducatif et l'aspect technique.

Du côté éducatif, et selon une première approche, nous entendons la navigation dans les espaces numériques de formation comme l'expression du comportement de l'étudiant qui suit le programme (la route) proposé par l'enseignant et qui est limité par les conditions techniques des logiciels hypermédia utilisés (EIAH et plateforme). L'échantillon étudié est universitaire (*cf.* chapitre V, Méthodologie). L'activité proposée à l'étudiant comporte des choix sur les contenus présentés sous la forme de ressources (textes, images, vidéos) ayant pour objectif l'accomplissement d'une tâche pédagogique prescrite. Ces activités font partie de la conception du logiciel et sont plus ou moins proches des théories psychologiques en vogue : l'« épistémologie génétique » (Piaget, 1988), pour

[14] Pour une revue exhaustive des termes pédagogie (discipline centrée sur la relation éducative considérée dans sa globalité), didactique (discipline centrée sur les contenus et par extension sur les principes et méthodes de l'enseignement) et Sciences de l'éducation (discipline scientifique) consulter les ouvrages : *Dictionnaire encyclopédique de l'éducation et de la formation*, édition Retz (2007) et *Pédagogie : dictionnaire des concepts clés,* de Raynal, F., Rieunier, A. (2007).

[15] Les trois autres propos sont (1) la nécessité d'une formation pédagogique approfondie des enseignants à tous les niveaux, (2) les besoins qui s'expriment dans des milieux divers où se posent des problèmes d'animation de groupe, de communication et de relation dans des situations éducatives, et (3) les demandes d'éducation comparée.

laquelle la construction des structures mentales par le sujet en interaction avec son milieu se manifeste à travers des mécanismes d'assimilation et d'accommodation de l'organisme ; l'« apprentissage situé » (Lave, 1988) qui considère l'influence des facteurs environnementaux ; les « situations problème » (Vergnaud, 1991) rendant compte des conflits cognitifs et la « théorie des situations didactiques » (Brousseau, 1998) qui mesurent l'impact de la médiation. Cette dernière énonce une possibilité/exigence pour l'apprenant de s'approprier les concepts culturels à travers le dialogue avec autrui (les enseignants, les auteurs consultés) et ses propres idées. Le principe d'interaction sociale des situations didactiques assigne à l'apprenant le rôle de responsable de sa formation qu'il n'obtiendra que par la voie de son activité sociale consciente ; pour sa part, l'enseignant fait la même démarche mais en toute connaissance pédagogique ou didactique. La différence entre les deux consiste en ce que l'un prépare un scénario propice à ce type de dialogue (enseignant) que l'autre actualise (apprenant). En effet, centré sur des actes de communication et de négociation[16], Freire (1983) définit les éducateurs non pas comme des experts qui donnent des solutions toutes faites mais comme des médiateurs entre le contenu du cours et sa problématisation. C'est cette dernière qui importe.

Du côté technique, nous observons que les processus de production, d'incorporation et de recherche des TIC dans le champ de l'éducation, se sont plus ou moins développés dans tous les pays. Dans le contexte français, plusieurs formes d'appui à l'enseignement se sont succédées pendant les trente dernières années : principalement l'Enseignement Assisté par Ordinateur (EAO) ; les EIAH et les Espaces Numériques de Travail (désormais ENT). Les TIC, développées à partir des années 1980, ont permis l'élaboration de ces plateformes dont la tendance est de tendre vers l'équilibre entre la partie machine et la partie programme. D'après Marquet (2004, pp. 11-12), il est possible d'organiser ces conceptions chronologiquement : dans un premier temps, nous trouvons une conception « technicisée » à laquelle la technologie apporte une « *valeur ajoutée pédagogique* », puis la conception « médiatisée » qui contribue à la « *dématérialisation des contenus et de l'unité spatio-temporelle* » et enfin, la conception « instrumentée » où l'apport de la technologie s'effectue à partir de l'« *appropriation du système, du scénario et du contenu* ». Deux termes associés à cette description sont « cours traditionnel » et « cours virtuel ». En termes généraux, la

[16] Le terme « négociation » énonce une pratique discursive issue de la théorie constructiviste. Elle consiste à donner de sens aux contenus par le biais des processus cognitifs de contextualisation et de dialogue intrapsychique.

première notion fait allusion aux cours qui utilisent les TIC de façon complémentaire. Il s'agit de scénarios « synchrones » où les interactions sont faites dans le même espace/temps. La seconde notion est « asynchrone », c'est-à dire que l'espace/temps est différent. Une définition complémentaire de « virtuel » est proposée par Quéau (1993, pp. 13-14) : « *une base de données graphiques interactives, explorable et visualisable en temps réel sous forme d'images de synthèse tridimensionnelles de façon à donner le sentiment d'une immersion dans l'image. Dans ses formes les plus complexes, l'environnement virtuel est un véritable « espace de synthèse » dans lequel on peut avoir le sentiment de se déplacer « physiquement »*. Nous retenons cette définition capable d'expliquer la double structure d'un EIAH : d'une part, l'architecture informatique du site Web et de l'autre, le modèle cognitif de l'usager (*cf.* chapitre VI, Observation préliminaire).

Il s'agit donc d'une situation pédagogique qui présente tous les composants du type d'activités intentionnelles pragmatiquement et basées sur des consignes en cohérence avec les programmes de formation universitaire. Par conséquent, nous avons choisi de traiter séparément les éléments de la situation de navigation : celui qui agit, c'est-à-dire l'usager, l'espace dans lequel il agit, à savoir une plateforme numérique, et ce qu'il fait, naviguer. Ce chapitre introduit l'usager et son environnement dans les trois sections suivantes : (1) l'exploration du comportement et de l'usage d'outils culturels à travers le passage en revue d'un groupe de concepts autour de la notion de comportement ; (2) le sujet, à savoir l'étudiant, et les composants de la situation d'apprentissage, à savoir la caractérisation de la situation d'apprentissage et du scénario pédagogique ; (3) les principaux paradigmes sur les styles d'apprentissages couvrant 47 ans de recherche, un exposé sur l'apprentissage et la mémoire, et sur la motricité volontaire.

2. Comportement et usage d'outils culturels

L'objectif de cette sous-section est de passer en revue les termes autour du concept de comportement en nous intéressant à l'identification des conditions des activités situées et plus précisément au caractère contextualisé de ces dernières. Préalablement à l'examen critique du comportement et de ses outils dans la culture, il nous semble nécessaire de préciser la notion plus générale d'« action ». Celle-ci est à la base de travaux significatifs pour les Sciences Humaines et

Sociales (désormais SHS) dont la théorie de l'activité qui est souvent citée dans le domaine des TIC. Ensuite, nous présenterons la définition de « comportement » que nous avons retenue dans cette recherche. Enfin, nous conclurons la présentation des concepts par la notion d'usage et la notion d'efficacité d'un parcours que nous considérons comme les termes clés de notre travail.

2.1 La notion d'action

Afin de préciser le type d'usage que nous observons, il convient de distinguer l'« action motrice » de l'ensemble des actions dérivées des approches dont elle est le centre d'intérêt. En psychologie, l'action motrice montre le déroulement d'un geste effectué en trois étapes : la planification, la programmation et l'exécution. Les deux premières étapes font référence à l'univers mental de l'individu : concevoir une action (la représenter cognitivement) et activer le circuit moteur de sa réalisation. La troisième étape consiste en la réalisation de l'action à proprement parler. Pour ce faire, nous comptons sur une commande nerveuse située au niveau du cortex qui permet le traitement des informations « extéroceptives » (de l'espace externe) et « proprioceptives » (du corps). A un tout autre niveau, les gestes d'interaction habituels avec les objets comme l'ouverture et la fermeture de la main, font partie de la cinquantaine de gestes acquis dans la première année de vie du bébé et qui se développent plus tard par des actes moteurs dirigés (Dans *Vocabulaire des Sciences cognitives*). Nous avons relevé ces quelques notions pour deux raisons : (1) la nécessité de considérer l'individu qui agit, c'est-à-dire l'usager/étudiant, dont le mouvement physique/cognitif est à la base de l'analyse de son comportement ; (2) la nécessité de considérer les coordonnées d'espace et de temps dans lesquels se produit une action. En outre, il est important de noter que, dans le cadre préalable à la psychologie cognitive[17], le caractère volontaire d'une action est expliqué par les perceptions de l'individu; ce qui dans la psychologie actuelle, obéit à l'étude des mécanismes mentaux intégrant les perceptions, mais aussi le reste des processus qui jouent un rôle dans le comportement, dont la mémoire.

La théorie de l'activité initiée dans les années 1920 par Vygotsky et poursuivie par Léontiev et Engeström, propose une approche réunissant l'analyse du travail et des technologies. Selon cette

[17] Science dédiée à l'étude des processus et des structures de la cognition. Née à partir de la crise théorique de la psychologie comportementale (béhaviorisme) des années 1950-1960.

théorie, l'activité est définie suivant trois attributs : l'orientation vers un objet, la qualité collective et la médiatisation par des outils et des signes (Engeström, 1999). Ces postulats font remarquer qu'à l'origine de la production d'une action il existe la motivation d'une collectivité orientée vers un objet susceptible de satisfaire un besoin collectif. Les auteurs font la différence entre les actions spécifiques ayant des buts à court terme et les activités, comportant des efforts collectifs de longue durée. L'objet, quant à lui, passe par les trois étapes d'un projet : matériau brut, acquisition d'une signification et résultat. L'intérêt de cette théorie est l'identification des contradictions introduites par l'objet prenant la forme de perturbations et d'innovations des actions habituelles, et plus encore, dans le potentiel assigné à l'action d'analyse et à la re-conceptualisation collective de l'objet.

Engeström (2001) retient cinq principes de la théorie de l'activité :

1. Deux unités : (1) l'activité principale, collective, médiatisée et comportant une finalité et (2) les actions subordonnées, individuelles, guidées par des buts et des automatismes ;
2. Une communauté (système d'activité), source de perturbations et d'innovations ;
3. Une histoire contenant deux axes : (1) celle du système d'activité et de ses objets (local) et (2) celle des idées et outils (théorique) ;
4. Les contradictions dont le rôle est d'être le moteur de changements par le biais des conflits et des innovations qui surgissent ;
5. Les transformations expansives, dérivées des re-conceptualisations de l'objet et qui donnent lieu à des déplacements du système d'activité vers une zone proximale d'influence.

Les études sur la mécanique des gestes corporels permettent de décrire le travail humain impliquant la chaîne de symbolisations et d'activités associées. Dans les EIAH, ce travail correspond à un usage que nous estimons fondamental d'expliciter.

2.2 La notion de comportement

Traditionnellement, le comportement, ainsi que son synonyme « la conduite », font référence tant aux activités externes (sociales) de l'individu qu'à ses activités internes (émotions, pensées). Watson (cité par Tiberghien, 2002) définit le comportement de façon générale comme ce que fait ou dit un organisme. Cette affirmation repose sur les faits ayant la propriété d'être observables, ce que délaisse l'étude des phénomènes « internes ». Selon une autre approche psychologique, dont la

force est d'intégrer les facteurs intrinsèques et extrinsèques, le psychanalyste Daniel Lagache[18] réélabore la définition de Watson. Pour lui, la conduite est :

> « *L'ensemble des opérations matérielles ou symboliques par lesquelles un organisme en situation réalise ses possibilités et réduit les tensions qui mettent en péril son unité et qui le motivent* » (1982, p. 117).

Mise à part l'intégration des mondes interne et externe déjà énoncée, nous retenons de cette définition deux aspects particulièrement intéressants. Le premier renvoie à l'expression « *organisme en situation* ». Il se prête au type d'expérimentation que nous menons où nous avons besoin d'explorer le sujet en activité, *in situ* et *a posteriori*. Le second aspect de la signification vient de l'expression « *qui le motivent* ». Celle-ci s'applique parfaitement à l'échantillon observée, sensée réaliser une tâche pédagogique universitaire. Cette tâche requiert la motivation de l'étudiant qui doit outrepasser deux contraintes : d'une part, la réalisation de nombreuses micro-tâches du processus ; d'autre part, le délai assigné. L'efficacité va principalement dépendre des compétences de compréhension de la tâche et de l'expérience dans les environnements numériques.

Cependant, le comportement dans les EIAH implique la distinction d'aspects intimement liés au processus d'apprentissage. Tchounikine (2009) a identifié quatre dimensions : (1) ce qu'il est demandé à l'apprenant de faire : il s'agit de la tâche prescrite et des consignes. (2) la représentation de l'apprenant de ce qu'il doit faire : l'interprétation de l'étudiant répond à sa compréhension de la tâche et aux enjeux que cela représente. (3) Ce qu'il réalise effectivement et (4) ce qu'il pense qu'il fait ou a fait. Les trois derniers aspects constituent des dimensions dynamiques susceptibles de changer selon l'approfondissement de l'activité, ce qui est notamment lié autant à l'auto-perception de l'étudiant de ses capacités qu'à la difficulté de la tâche demandée. La quatrième dimension a un lien avec l'image que l'étudiant se fait de lui-même.

Un siècle de recherche nous permet de résumer sommairement le comportement humain comme un effort d'adaptation de l'individu à l'environnement par le biais de l'intervention et de l'usage de cet espace externe. Un défi qui a, dans les environnements informatiques, les mêmes contraintes d'adaptation que dans le reste des espaces, ce qui nécessite une explication détaillée. C'est le but de

[18] Daniel Lagache fut élu en 1937 à la chaire de psychologie de la Faculté des Lettres de l'Université de Strasbourg.

la sous-section suivante.

2.3 La notion d'usage

Les notions d'« usage » et d'« utilisation » sont parfois considérées comme synonymes. On situe généralement leur origine à la fin de la Seconde Guerre Mondiale, lors de la réinstallation des services publics. « Utilisation » renvoie à un emploi en lien avec un objet ; « usage » correspond à une pratique, à une manière de faire ancienne et fréquente ne comportant pas d'impératif moral, qui est habituellement et normalement observée par les membres d'un groupe social donné (Le trésor de la langue française [TLF]). Dans ce sens, « usage » réfère à une coutume, une habitude, une tradition, et ce, à la différence d'« utilisation » qui aurait un caractère occasionnel, voire conjoncturel. Une utilisation peut être isolée dans le temps alors qu'un usage nécessiterait une certaine stabilisation (Blondel et Bruillard, 2007). « Usage » a, de fait, un sens plus général et abstrait ; « utilisation » est synonyme d'usage pratique. Le contexte de post-banalisation de l'informatique et la diffusion des logiciels et machines multimédias de la fin des années 1990, en France, inaugurent l'importance des « usages ».

Un usage requiert un outil, ce qui nous oblige à introduire cette notion précédant celle d'usage. L'outil est considéré dans son sens général comme un instrument qui sert à exécuter une tâche. Les termes « objet », « artefact » et « instrument » lui sont associés à différents degrés. Dans le domaine de l'Internet et de l'informatique, les outils sont des moyens utilisés pour communiquer, travailler, et s'informer sur Internet (Gonon, 2011). Les TIC, quant à elles, sont un ensemble d'outils, habituellement de nature électronique, utilisés pour la gestion de l'information (la collecte, le stockage, le traitement, la diffusion et la transmission d'informations). Elles relèvent de la communication virtuelle, c'est-à-dire d'Internet, des jeux vidéo, des chats et des forums dont plusieurs auteurs soulignent les potentialités.

En ce qui concerne la production de connaissance, l'artefact cognitif dispose de trois composantes : le sujet (qui peut connaître), l'artefact (le moyen) et la tâche (l'activité). Les activités cognitives dérivent de la transformation de tâches premières assignées ou non aux artefacts (Norman, 1991). Dans le même ordre d'idée, Rabardel (1995) utilise l'instrument ou l'artefact à la différence d'outil. Il définit l'instrument comme un artefact en usage, c'est-à-dire un objet, tant matériel que

symbolique, susceptible d'être employé pour la fonction qui lui est assignée par ceux qui l'utilisent. Ce sens répond bien à celui d'« *affordance* » (Gibson, 1979), concept explicatif d'actions déterminées en même temps par les attributs physiques d'un objet et les capacités psychomotrices d'un sujet. Un objet bien conçu invite à une utilisation appropriée : un livre invite à l'ouvrir, une table à poser des objets. Une *affordance* permet à l'utilisateur de se servir d'un objet sans explication préalable de son usage. Ainsi une voie d'évaluation des sites de formation universitaire est de les juger sur les *affordances* présentées. Dans le cas particulier d'un logiciel, il y a deux choses à considérer, les potentialités et la réalisation des *affordances*. La première correspond au calcul, à la visualisation, à la manipulation de représentations externes et à la collaboration, la seconde dépendra des caractéristiques du logiciel et de la situation d'utilisation (De Vries, 2001). C'est la situation médiatrice entre sujet et objet qui donne la valeur sociale à l'instrument.

Quant à celui qui use, l'individu, il a été appelé « citoyen », « consommateur », ou bien encore « client », selon sa place dans le contexte socio-politico-économique. Pour Le Codic (1997), l'« usager » est la personne qui utilise un objet (système, produit, service) pour obtenir la satisfaction d'un besoin d'information. Cependant, il existe, surtout en informatique, une connotation plus technique, dérivée de la séparation des contenus symboliques de l'activité d'usage des environnements numériques. D'un côté, l'espace technologique est offert, voire imposé ; de l'autre, le rôle du consommateur ne convient pas à l'individu en question qui revendique un rôle plus créatif en contribuant à l'émergence de nouveaux modes d'utilisation. De plus, les usagers se caractérisent par la conscience d'appartenir à un groupe d'intérêt commun, doté de droits et de devoirs. Dans le domaine de la technologie, c'est la notion d'« interactivité » qui met l'accent sur la part de contrôle et d'initiative permise à l'usager (Baron et Bruillard, 1996). Ce que Bruillard sous-tend avant tout, c'est une « activité réelle » sur une machine, où la machine peut être le lieu, l'assistant, le guide ou le partenaire du sujet qui agit (Bruillard, 1997). L'interactivité humaine sur Internet fait référence aux services offerts sur le réseau (agenda de professionnels, cours en ligne, etc.) et à la communication interpersonnelle (via le net, les systèmes de vidéoconférence, etc.). Cette action peut être fonctionnelle (avec des logiciels) ou intentionnelle (avec un concepteur omniprésent dans l'outil), incidente ou non-incidente selon la modification que l'usager est invité à réaliser sur le contenu de l'application manipulée (Fontana et Tornay, 2006). L'interaction humaine avec les dispositifs numériques a été étudiée en informatique sous la notion d'« interface homme-machine », faisant référence à l'accès aux fonctions d'entrée de données et aux produits du

traitement généré par le système informatique qui aide l'usager dans l'accomplissement de tâches complexes, fonctionnelles, instrumentales et cognitives.

2.4 La notion d'efficacité

L'efficacité est un terme utilisé davantage dans l'évaluation des choses que des activités humaines. Elle énonce le fait d'obtenir une performance optimale avec un minimum d'effort. En éducation, le terme a permis de distinguer les critères et les indicateurs de situations multiples sur la forme de l'efficacité d'un manuel, d'une méthode et, au niveau macro, d'une réforme scolaire. Ces critères et indicateurs sont de la plus haute importance car ils apportent une appréciation aux situations. Le « critère » consiste à l'identification de ce qu'on veut mesurer. Par exemple, dans la situation du classement des établissements, le critère déclaré est l'efficacité de l'établissement. Quant à l'« indicateur », il énonce l'indice qui montre la valeur du critère. En fait, les indicateurs sont conditionnés à des facteurs de rationalité, (1) le cadre dans une conception théorique et, (2) le cadre dans un modèle testé préalablement (Raynal et Rieunier, 2007).

Les premières études sur l'efficacité d'un parcours de navigation ont dix-neuf ans. Elles ont été menées dans le champ de la documentation et ont apporté des indicateurs utilisés dans l'indexation de documents. Il s'agit des « taux de rappel » et des « taux de précision » (Buckland et Gey, 1994). Par la suite, plusieurs expérimentations ont appliqué ces mesures donnant lieu chaque fois à des nouveaux indices. Le recensement fait par Amadieu, Bastien et Tricot (2008) cite deux classifications parmi les indices, « le nombre d'ouvertures des nœuds » et « le temps passé sur chaque nœud » ou sur « un type particulier de nœud ». Le nœud est défini comme une unité documentaire pour laquelle les auteurs ont élaboré un code de neuf indicateurs afin de mesurer l'efficacité d'un parcours de navigation :

T: nombre total de noeuds ouverts consultés

F: nombre de noeuds ouverts plus d'une fois

D: nombre de noeuds différents ouverts

R: nombre de noeuds pertinents ou « cibles »

R': nombre de noeuds du parcours optimal (ceux qui sont suffisants)

O: nombre de cibles effectivement ouvertes

O': nombre de noeuds du parcours optimal effectivement ouverts

O'': nombre de noeuds du parcours optimal ouverts au moins une fois

U: nombre de noeuds non pertinents ouverts

Tableau 3. Taux et indices de l'efficacité d'un parcours

Auteur	Taux de Rappel	Taux de Précision	Indice de redondance	Indice de désorientation	Indice de temps
(Buckland & Gey, 1994).	O / R	O / R O/T			
Dee Lucas et Larkin (1995)			Relecture des nœuds d'un hypertexte		
Smith, 1996				R' dans un hypertexte (repose sur un indice de redondance D/T – 1 et un indice de précision R/D – 1).	
Dias & Sousa, 1997	O'/R'	O''/(O'' + U)			Transposition de l'indice de précision O'/T
McDonald & Stevenson, 1998		T	O Experts		
Tricot, Puigserver, Berdugo et Diallo, 1999		Économie D/T Taux d'accès R'/(R' + U)			
Stanton, Correia, & Dias, 2000	O/R'				
Ahuja & Webster, 2001		F			
Brinkerhoff, Klein,				Mesures	

& Koroghlanian, 2001				subjectives appliquées aux hypertextes	
Nilsson et Mayer, 2002				O	
Lin, 2003		T / F		O	
Rouet, 2003		O/(R + U)			
Müller-Kalthoff et Möller, 2003				Mesures subjectives appliquées aux hypertextes	
Padovani et Lansdale (2003)			(T-D) / T		
Downing, Moore, & Brown, 2004	O (quand R est fixe)				

Note: élaboré à partir d'Amadieu, Bastien et Tricot (2008)

Les indices énoncés dans le tableau 3 répondent aux définitions suivantes :

- Taux de rappel: fait que l'utilisateur sélectionne le plus possible de documents pertinents (Buckland et Gey, 1994).

- Taux de précision: fait que l'utilisateur sélectionne le moins possible de documents en général (documents non-pertinents) (Buckland et Gey, 1994).

- Indice d'économie : nombre de nœuds ouverts différents par l'utilisateur divisé par le nombre total de noeuds ouverts par les participants (D / T) (Tricot, Puigserver, Berdugo et Diallo, 1999).

- Indice de redondance: plus le nombre de noeuds différents ouverts est important, plus l'indice de redondance est faible (si D = T alors la valeur de l'indice est de 0) Padovani et Lansdale (2003).

- Indice de la désorientation: un état cognitif entrainant des difficultés de repérage d'organisation et des limites du document, amenant par conséquent la perte de son parcours et de sa position dans l'espace documentaire (Amadieu, Bastien et Tricot, 2008).

2.5 Conclusion

En partant du « comportement », on s'intéresse à l'action, à l'activité numérique et à l'outil, débouchant sur l'analyse des usages. Dans la sous-section *Comportement et usage d'outils culturels* qui vient d'être achevée, nous avons introduit la figure de l'usager des EIAH, point qui est traité plus en détail dans la section suivante. La notion d'usage s'avère centrale pour notre problématique car c'est dans l'usage que repose le comportement que nous observons. Pour l'instant, nous retenons deux types de propositions aptes à répondre à notre problématique. Le choix d'une définition du comportement nous a permis d'identifier notre population et de faire deux distinctions dans notre approche « située » (distinction 1) et empirique (distinction 2). Nous avons aussi identifié, en lien avec la deuxième partie de la définition du comportement de Lagache (1982), la tâche comme élément de référence des objectifs/motivations des usagers des EIAH. Le second type de proposition est l'identification des dimensions de notre observation en lien avec les séquences pédagogiques de notre outillage empirique. Nous avons également énoncé la partie d'expérience concernant l'efficacité dans la maîtrise d'un usage. Pour finir, nous avons introduit la notion d'expert à notre élaboration du protocole expérimental. Cette notion d'expert, suite à la délimitation des critères pertinents, peut nous conduire à placer un référent susceptible d'être comparé avec l'échantillon de l'étude.

Étant donnée leur importance, nous développons ci-dessous les dimensions énoncées plus haut. Pouvoir identifier les dimensions de notre objet nous permet de lui appliquer une première réduction méthodologique :

(1) la tâche prescrite et les consignes (ce qu'il est demandé à l'apprenant de faire),

(2) la compréhension de la tâche et ses enjeux (la représentation de l'apprenant de ce qu'il doit faire),

(3) l'activité proprement dite (ce qu'il réalise effectivement).

Nous allons retenir ces trois aspects de la classification de Tchounikine (2009) car ils correspondent

à la description des niveaux opérationnels de la séquence pédagogique que nous observons. C'est-à-dire l'assignation de la tâche (point de départ : consigne), la conceptualisation de la tâche et l'autoévaluation des compétences personnelles de l'étudiant (planification et organisation : aspect métacognitif), enfin la réalisation (processus : aspect observable). L'approche que nous avons choisie ne tient pas compte des perceptions, et c'est la raison pour laquelle les techniques d'ethnographie ou d'entretien qui seraient propices à une démarche auto-réflexive ne sont pas incluses dans les instruments de cette recherche.

3. L'étudiant et les composantes de la situation pédagogique

Ici, l'objectif est de présenter trois aspects centraux du contexte de notre recherche : (1) la caractérisation de l'usager des EIAH, (2) la caractérisation de la situation pédagogique, et (3) la caractérisation du scénario pédagogique. Nous estimons que cette obligation d'identification des aspects importants entourant notre question nous permettra de préciser la question que nous nous sommes posée au départ de cette recherche : Est-ce que les caractéristiques individuelles de l'usager influencent sur sa façon de naviguer ?

Il semble que modéliser le comportement de navigation en suivant le parcours exact d'un internaute puisse permettre d'analyser son style personnel pour essayer d'en tirer des conclusions sur ses réussites ou ses échecs. Ce travail exige de connaître l'espace-temps d'un EIAH. Ce que nous décrivons maintenant, précédé de la présentation de l'usager.

3.1 Caractérisation de l'usager des EIAH

Dans la revue de la notion d'usage (*cf.* section 1.2.3), nous avons décrit l'individu d'après son comportement de navigation. Cet usager a la particularité d'être étudiant d'une institution d'enseignement supérieur. Doté de ce statut, il a la possibilité d'agir à l'intérieur d'un espace-temps asynchrone sur une plateforme numérique. Comme nous l'avons énoncé plus haut, il s'agit des EIAH, programmes où les échanges résultent de la médiation interactive en ligne avec les autres participants du processus (enseignant, tuteur, collègues) et de la médiatisation des contenus

(Peraya, 2000). C'est-à-dire la relation dialogique (médiation) et l'organisation des programmes d'étude (médiatisation). Nous avons relevé quatre attributs utiles à la description d'un profil d'usager des EIAH, parmi lesquels, deux décrivent des compétences déployées lors de la réalisation des tâches d'apprentissage, à savoir la stratégie de visite et le mode d'apprentissage, et deux autres constituent des attributs généraux : le genre et la filière d'études. Dans les pages qui suivent nous allons développer ces aspects.

3.1.1 La stratégie de visite

Le comportement de navigation relève de compétences particulières appartenant à divers champs d'étude. Nous définissons ces comportements comme des mouvements volontaires habituellement guidés par une rationalité pragmatique. De Certeau (1990) étudie les cadres des activités quotidiennes comme par exemple celles de la communication, du jeu, du choix d'habitation et du déplacement en tant que stratégies de réappropriation. Pour cet auteur, ces activités obéissent à des séquences planifiées, de type compensatoire.

Veron et Levasseur (1991) proposent la notion de « stratégies de visite » d'une exposition dans un musée. Ces auteurs définissent ces déplacements en les comparant au comportement de quatre animaux : la fourmi, le poisson, la sauterelle et le papillon. Dans un musée, le poisson a le comportement d'un touriste pressé qui veut tout voir en peu de temps et qui jette un coup d'œil à l'exposition à partir de son centre. La fourmi se caractérise par le parcours le plus systématique. Elle suit soigneusement l'itinéraire de l'exposition. La sauterelle réalise la visite la plus éloignée de celle proposée. Son comportement est celui d'une personne qui fait une promenade, ponctuelle et subjective pour voir le tableau qui l'intéresse. Enfin, le comportement du papillon correspond à celui qui sait ce qu'il cherche et qui se débrouille de manière créative mais pragmatique sans perdre de vue le but de son déplacement. Ces constats montrent qu'il est important de considérer, comme le signale Bergadàa (2006), l'existence de stratégies qui guident les visites dans les musées. Comme par exemple, le design de l'exposition, la distribution de l'espace et les lumières. Cet aspect est aussi pertinent pour une page Web où le design, l'utilisation de la couleur et les formes, entre autres, font l'objet de nombreuses études, par exemple celles de Bertin (1999) (*cf.* § 2.3 *La représentation graphique de la navigation*).

Lorsqu'il parcourt un site Web, le poisson porte un regard panoramique qui lui permet d'explorer autant la page d'entrée du cours que le profil des autres participants. La fourmi suit en détail les instructions du cours en ligne. La sauterelle agit de façon très pragmatique, sélectionnant les textes qui l'intéressent et sortant rapidement du site. Pour sa part, le papillon assure la médiation entre le programme de formation proposé et les besoins actualisés des autres étudiants (Meza, 2008).

Dans un travail issu de la psychologie environnementale appliquée à l'expérience de magasinage, Bonnin (2003) a différencié les stratégies d'appropriation de l'espace (fonctionnelle, ludique active, ludique inactive et de rejet) et celles du déplacement (continue, discontinue, non continue et non discontinue). Cette distinction s'avère importante pour la description des parcours de navigation que nous nous proposons de représenter en lien avec la définition des profils d'usager des EIAH.

3.1.2 Le style d'apprentissage

La théorie des styles d'apprentissage, centrée sur des problématiques scolaires, surgit à la suite des études sur les styles cognitifs qui appréhendaient les différences individuelles à un niveau plus global et dans un contexte de « laboratoire ». Elle a été également liée aux études psychologiques sur le tempérament et plus tard aux types de personnalité de Jung (cité par Chevrier, Fortin, Théberge, Leblanc, 2000). Pour notre part, nous nous centrerons sur le postulat des différences individuelles en termes d'apprentissage. Parmi les multiples définitions associées, nous avons retenu celles des deux auteurs les plus cités, Keefe (1988) et Honey et Mumford (1992). Pour Keefe, les styles d'apprentissage sont des traits cognitifs, affectifs et physiologiques qui servent d'indicateurs relativement stables pour les perceptions, interactions et réponses environnementales des élèves. Pour Honey et Mumford, il s'agit d'une description des attitudes et des comportements qui déterminent la forme préférée d'apprentissage d'un individu. Cependant, il est aussi intéressant de signaler les méthodes d'apprentissage rassemblées par Murrel y Claxton (1987) qui citent trois travaux sur lesquels est basée la recherche sur les styles d'apprentissage. Le premier est celui de Dewey (1938) dont l'affirmation centrale est que les étudiants apprennent mieux par l'expérience ; le deuxième, de Lewin (1951), souligne l'importance de la méthode active; le troisième, de Piaget (1992), conclut que l'intelligence est un aspect du dynamisme entre l'apprenant et l'environnement

d'apprentissage. Curry (1987) recense treize recherches menées entre 1962 et 1987[19] décrivant les préférences environnementales, cognitives, sociales, physiologiques ou mixtes qui servent d'indicateurs relativement stables pour mesurer la conduite d'apprentissage des étudiants. Quelques années plus tard, Hickcox (1995) actualise et élargit l'inventaire de Curry centré sur la population des États Unis. Dans cette sous-section, nous présenterons succinctement les résultats du premier recensement, puis dans l'exposé des paradigmes (*cf.* § 1.4) nous allons inclure la liste des travaux avec une brève description.

L'une des classifications les plus répandues est le *Learning Style Inventory* (désormais LSI) qui établit les styles d'apprentissage convergent, divergent, assimilateur et accommodateur, conformément à l'attitude dominante (Kolb, 1984). Actuellement, quatre variations de ce modèle sont encore utilisées (McKenney et Keen, 1974 ; Gregoric et Ward, 1977 ; Marshall et Merritt, 1985 ; Honey et Mumford, 1992). Dans l'espace francophone circulent deux versions, celle de Berbaum (1991) appelée « Caractéristiques du mode d'apprentissage » (désormais CMA) et celle de Bonnard (2009) intitulée « Apprenti-Sage ». Dans ces tests psychotechniques standardisés, il est demandé aux étudiants de classer des séries de quatre mots qui décrivent leurs attitudes en situation d'apprentissage, comme par exemple, différencier, essayer, s'impliquer et être pratique. Ces séries correspondent respectivement aux facteurs dominants EC (expérience concrète), OR (observation réfléchie), CA (conceptualisation abstraite) et EA (expérimentation active). On obtient quatre scores indépendants et deux combinaisons de résultats tels que CA-EC, préférence de l'abstrait par rapport au concret et EA-OR, préférence de l'expérimentation par rapport à la réflexion. Un rapport sur ces styles présente quatre formes de réalisation de la tâche pédagogique.

Le style convergent privilégie la conceptualisation abstraite et l'expérimentation active. Ainsi, une personne de ce style contrôle ses émotions et réussit à exprimer concrètement ses idées. Sa pensée hypothético-déductive lui permet de se concentrer sur des problèmes spécifiques. Le style divergent privilégie l'expérience concrète et l'observation réfléchie. Ces personnes ont une forte imagination qui les incite à la création. À la différence du convergent, elles s'intéressent aux autres et expriment leurs émotions. Le mode divergent est caractéristique des personnes qui s'intéressent à la culture et

[19] Myers-Briggs, 1962 ; Kagan, 1964 ; Hunt, 1971 ; Kolb, 1971 ; Witkin, 1976 ; Dunn, Dunn et Price, 1987 ; Grasha et Rieshman, 1974 ; Rezier et Rezmovic, 1974 ; Schmeck et Ribich, 1977 ; Weinstein, 1983 ; Entwistle et Ramsden, 1983 ; Biggs, 1986 ; Keefe et Monk, 1989.

particulièrement à l'art. Les aptitudes d'apprentissage dominantes de l'assimilateur sont l'observation réfléchie et la conceptualisation abstraite, ce qui lui donne plusieurs possibilités, en particulier dans la création de modèles théoriques. Son raisonnement déductif joue en faveur de l'élaboration d'explications cohérentes face aux observations disparates. Très attaché aux concepts abstraits, l'assimilateur n'est intéressé ni par autrui ni par l'application pratique des théories. Enfin, le style accommodateur, à la différence du précédent, privilégie l'expérience concrète et l'expérimentation active. Il aime les expériences nouvelles, s'engage et prend des risques grâce à sa capacité d'adaptation. Il réussit à résoudre des problèmes en s'appuyant sur son intuition et sur l'information qu'il obtient des autres. Ces personnes sont à l'aise avec les autres mais elles peuvent être perçues comme autoritaires (Berbaum, 1991).

Dérivés du LSI, les travaux de Honey et Mumford (1992) utilisent une méthode basée sur des exercices et non sur des questions comme celles du LSI pour identifier les styles militant, théoricien, pragmatique et réflecteur. Leur test appelé *Learning Style Questionnaire* (LSQ) montre que sur une période d'au moins vingt ans cette variable reste importante. Sont également répandus les tests LSI de Dunn, Dunn et Price (1987), pour les scolaires, et le *Productivity Environmental Preference Survey* (1987) fondé sur les préférences instructives des adultes ; et celui appelé *Myers-Briggs Type Indicator* (1962) basé sur la typologie de la personnalité de Jung, validé pour les adolescents et présentant quatre échelles bipolaires. Pourtant, en raison du faible nombre de recherches expérimentales validant les tests du style d'apprentissage, des auteurs critiquent les résultats des recherches validant la corrélation entre style d'apprentisage/style cognitif et résultats académiques (Curry, 1990 ; Massa et Mayer, 2006 ; Pashler, McDaniel, Roher et Bjork, 2008). D'autres auteurs, en particulier dans le domaine des neurosciences, critiquent l'étiquetage, conséquence des mesures trop directives ou restreintes des caractéristiques de l'apprentissage, ainsi que les bases scientifiques douteuses des supports théoriques cités (Curry, 1990 ; Stahl, 2002).

Pour leur part, les défenseurs des styles d'apprentissage ainsi que plusieurs chercheurs confirment le rapport entre styles d'apprentissage et résultats académiques. Parmi eux, certains argumentent que l'information des tests permet d'apporter des modifications efficaces comme les réaménagements de la salle de cours et les contrats pédagogiques facilitateurs du processus (Dunn et Dunn, 1978). A partir des années 1990, les expérimentations contrôlées ont contribué à renouveler l'intérêt d'étudier l'impact du style d'apprentissage dans la construction des connaissances avec par exemple, la

relation entre le style d'apprentissage et d'autres variables comme la performance de lecture, la stratégie pédagogique et les résultats scolaires.

Le tableau ci-dessous récapitule ces travaux :

Tableau 4. Résumé des études citées dérivées du LSI

Classification	Auteur	Aspect central
Learning Style Inventory (LSI) (variations du modèle: Myers-Briggs, 1962 ; Dunn, Dunn et Price, 1974, 1987 ; McKenney et Keen, 1974 ; Gregoric et Ward, 1977 ; Marshall et Merritt, 1985Honey et Mumford, 1992)	Kolb, 1984	Attitude dominante (expérience concrète, observation réfléchie, conceptualisation abstraite et expérimentation active). Styles convergent, divergent, assimilateur et accommodateur
Caractéristiques du mode d'apprentissage	Berbaum (1991)	Adaptation française
Apprenti-Sage	Bonnard (2009)	Adaptation française en ligne
Learning Style Questionnaire (LSQ)	Honey et Mumford (1992, 2000)	Centrée sur l'expérience. Styles militant, réflecteur, théoricien et pragmatique

3.1.3 Le genre

Le genre correspond à la caractéristique culturelle qui considère la construction sociale des sujets. Il constitue une variable intéressante et nécessaire pour la description de la cognition humaine. Quelques études estiment que les cerveaux féminin et masculin sont différents, qu'ils sont le produit d'une organisation distincte à cause d'un processus de différentiation sexuelle précoce (Ohno, 1978).

Dès les premiers travaux de psychologie différentielle, l'élaboration d'échelles d'intelligence a montré des variations de mesure concernant certaines tâches effectuées par des individus, mais sans détermination de différences de genre (Minton et Schneider, 1985 ; Feingold, 1988 ; Jayme et Sau, 2004). Cependant, d'autres études ont présenté des variations significatives. Dans l'épreuve du

Wechsler Adult Intelligence Scale (WAIS), des items de similitudes et de vocabulaire sont observés en faveur des femmes et d'arithmétique en faveur des hommes (Fernandez et Navarro, 1984). Quant à l'intelligence générale ou « facteur g », certains travaux donnent un avantage aux hommes pour le facteur spatial et le raisonnement verbal-mathématique (Linn et Petersen, 1985). Cependant, le *Differential Aptitude Test* (Bennet, Seashore et Wesman, 1980) qui mesure les mêmes facteurs ne constate pas de différences dans l'intelligence des genres (Ankney, 1995), sinon un certain avantage masculin pour les capacités spécifiques telles que la compétence spatiale et la compétence mécanique. Le plus grand nombre de recherches sur l'intelligence des genres concerne les capacités verbale, mathématique et spatiale.

Il est donc important de se pencher sur le nombre d'inscriptions des filles aux études supérieures pour constater leurs capacités intellectuelles. Baudelot et Establet (1992) remarquent pour les inscriptions de 1985-1986, en France, un taux de présence des femmes plus élevé que d'habitude (54,4 % pour 1985) avec une fréquentation dans toutes les filières de l'éducation supérieure. Dans toute la France, le taux des filles représentait en 2005-2006, 57,5 % des effectifs.

Tableau 5. Évolution de la part des filles par discipline

Filières	1985	2000	2005-2006
Droit	54,4 %	62,0 %	65,0 %
Eco-AES	45,3 %	51,3 %	53,0 %
Lettres et SHS	69,1 %	69,9 %	71,0 %
Médecine	44,6 %	56,3 %	60,0 %
Odontologie		46,4 %	50,9 %
STAPS	44,8 %	32,9 %	31,5 %
Sciences	33,9 %	37,0 %	36,6 %

Sources : Baudelot et Establet (1992) ; INSEE-DRDFE (2002) ; Note d'information 06-24

Selon une autre étude (Fontanini, Costes et Houadec, 2008) réalisée en France en 2006, le taux des filles qui suivent des études en Lettres et Sciences humaines s'élève à 71 % et de 36,6% pour celles

qui sont en Sciences et Sciences fondamentales. Quant au niveau d'études, le nombre d'inscription en premier et deuxième cycles, toutes filières confondues, a globalement augmenté. Le taux était de 58,0 % en 1985 en premier cycle et de 57,5 % en 2006 ; au deuxième cycle, il passe de 53,0 % en 1985 à 56,5 % en 2006 (*cf.* Note d'information 06-24, Girardot, 2006). Ces résultats confirment que la diminution du taux d'inscription des filles en troisième cycle n'est pas liée aux capacités intellectuelles (Woel, 2007).

3.1.4 La filière d'études

Les Sciences exigent différentes compétences. Organiser l'expérience pour en faire un discours, c'est avant tout y découvrir une « rationalité », une direction, un ordre, une forme intentionnelle, voire une structure (Fontanille, 1999). Le discours de spécialité implique les usages de la langue qui sont propres à un domaine d'activité, essentiellement le discours scientifique (la chimie, la sociologie), les discours techniques (la pétrochimie, les télécommunications), les discours professionnels (l'horlogerie, le tourisme). Ce champ de recherches privilégie les genres de discours ritualisés ou l'étude des vocabulaires, c'est-à-dire les aspects susceptibles d'avoir des applications. C'est donc souvent dans une perspective de linguistique appliquée que l'on parle de discours de spécialité (Maingueneau, 1996).

Des travaux récents ont mesuré le comportement de l'étudiant et la performance d'exécution des travaux dirigés avec un hypermédia de 65 étudiants en post-licence. Les facteurs style cognitif et familiarisation avec les plateformes numériques expliqueraient à la fois les stratégies de navigation et la qualité de l'exécution (Ford et Chen, 2000). C'est ce que notre travail tend à montrer. Parmi d'autres champs d'étude, la sémiologie et la linguistique ont tenté d'expliquer l'activité du lecteur. Pour Barthes (1970), la structure narrative et le système culturel concourent à déterminer les parcours de lecture des individus. Cette condition explique d'une façon générale l'activité d'interprétation du lecteur sur le texte, laquelle ne revient pas à lui donner un sens, mais à apprécier de quels sens pluriels il est fait. Pourtant les activités d'interprétation dépendent de celles d'exploration. Cela situe la question de la lecture dans le cadre d'un double besoin descriptif et compréhensif. Par exemple, l'observation des activités des étudiants en didactique de l'Espagnol langue maternelle soulève des interrogations sur leur façon de lire. En effet, il est possible de

distinguer deux styles de lecture, l'un monologique et l'autre dialogique. Les étudiants qui ont un parcours antérieur en linguistique, en raison de leurs aptitudes analytiques, décomposeront les textes pour en connaître les éléments syntaxiques et sémantiques qui conforment le tout ; en revanche, ceux qui ont un parcours antérieur en littérature fonctionneront en construisant un dialogue avec l'énonciation du texte, afin d'élaborer une interprétation globale (Meza, 2009).

La pluralité des lecteurs équivaut à la diversité des lectures. Et le fait d'étudier la textualité électronique ne fait pas de différence (Baccino et Colé, 1995 ; Chartier, 2003). C'est ce que nous allons explorer dans le chapitre sur la navigation dans les EIAH.

3.1.5 Conclusion

L'étude des différences individuelles d'ordre psychologique a évolué avec l'attention prêtée aux aspects du tempérament, de la personnalité, de la cognition et, plus récemment, des formes d'apprentissage. Nous basant sur les travaux cités dans la sous-section *Caractéristiques de l'usager des EIAH*, nous estimons que l'exploration des caractéristiques individuelles constitue des aspects pouvant soutenir une description des parcours. Parmi ces travaux, nous avons choisi de valoriser les styles d'apprentissage compte tenu de l'intérêt que cette variable a suscité de la part de la communauté des Sciences de l'éducation et de la psychologie. Nous nous sommes intéressée également à l'utilisation des adaptations françaises des questionnaires de styles d'apprentissage compte tenu de l'échantillon observé. Quant aux caractéristiques associées, comme le genre et la filière d'étude, elles apportent des précisions sur les différences des populations dont nous remarquons l'importance. L'étude des déplacements nous semble également intéressante pour une caractérisation du comportement dans un EIAH. Les classifications découvertes sont susceptibles d'être adaptées à nos données et c'est ce que nous avons fait en utilisant les stratégies de visite de Veron et Levasseur (1991) pour un site Web. Relativement à cette dernière classification, nous avons séparé les travaux en deux groupes répondant à la logique des chapitres. La sous-section que nous venons d'achever contient les recherches qui ont été réalisées principalement dans des environnements non informatisés, alors que dans le chapitre III, les recherches présentées ont été réalisées dans des environnements informatisés.

3.2 Caractérisation de la situation d'apprentissage

La situation pédagogique exerce une influence supérieure sur les situations d'apprentissage particulières, parce qu'elle supporte l'organisation du dispositif d'enseignement. Traditionnellement, les rôles d'enseignant et d'apprenant (étudiant dans l'enseignement universitaire ; élève dans le système scolaire) correspondent respectivement aux concepteurs de la situation et aux bénéficiaires des dispositifs proposés. Ces derniers tiennent compte des composantes environnementales en lien avec les scénarios et les processus mis en place afin d'atteindre les objectifs éducatifs souscrits par les institutions et inscrits dans les programmes d'enseignement. Nous n'en faisons qu'une présentation générale étant donné que l'analyse des situations d'apprentissage est postérieure aux analyses menées dans cette recherche. Nous postulons que l'interprétation des situations pédagogiques repose sur la représentation adéquate des comportements de navigation. C'est ce que nous essayons de proposer au cours de cette recherche et que nous passons à examiner à partir des notions de curriculum, du profil de l'enseignant et du processus d'apprentissage.

3.2.1 Le curriculum

La recherche dans le domaine de l'éducation et de la technologie postule qu'une bonne intégration des TIC passe par un recours harmonieux sans être un ajout optionnel (Grave et Grave, 1996 ; Merrill, Hammons, Vincent, Reynolds, Cristiansen et Tolman, 1996 ; Reparaz, Sobrino et Mir, 2000). Cette intégration exige que les programmes d'enseignement s'adaptent aux TIC et non l'inverse (Dockstader, 1999), d'où l'importance du scénario et de la scénarisation de l'enseignement. Ainsi certains auteurs ont établi une relation entre la connaissance de l'apprenant et son environnement (Py, 1998 ; Vergnaud, 2001), ce qui leur permet d'identifier les éléments d'un savoir opératoire qui expliquent l'intérêt de l'interaction dans des procédures de résolution de problèmes. On peut comparer cette situation à l'image d'une fractale dans laquelle chaque partie d'un nouveau dispositif est représentative du tout (Morin, 1992).

La sélection des contenus éducatifs constitue un défi d'actualisation, d'organisation séquentielle et de granularité des contenus. Toutefois, elle répond aussi à la conception de la connaissance et de ce que l'individu est capable de découvrir/d'apprendre selon les apports de la psychologie. Dans ce qui suit nous allons présenter un résumé des écoles psychologiques qui ont influencé la pensée en

éducation afin de positionner notre recherche centrée sur le comportement des étudiants dans des scénarios informatisés.

La psychologie est la discipline dédiée à l'étude du comportement des individus et des groupes. De nombreux travaux rendent compte de l'effort des scientifiques pour comprendre ce comportement. On distingue trois grandes familles de théories. Dans un premier temps, nous présentons deux familles parmi les plus anciennes, afin de distinguer ces recherches de celles liées aux études récentes sur les programmes informatiques.

La première famille de théories s'intéresse au mentalisme, c'est-à-dire, aux phénomènes de conscience et d'intentionnalité. Mentionnons également la psychologie de la forme qui étudie la structure globale des objets nous permettant de reconnaître leur forme (Merleau-Ponty, 1964 ; Minsky et Papert, 1988). Les études sur l'inconscient de Freud et Lacan sont des cas à part qui explorent le même groupe de phénomènes. La deuxième famille met l'accent sur le comportement, donnant le nom à l'école béhavioriste initiée par John Watson en 1912. Ces travaux, connus aussi pour avoir fondé la psychologie expérimentale, posent leur regard sur les réflexes conditionnés découverts par Pavlov quelques années auparavant. La formule stimuli-réponse ne suffit pas pour expliquer les phénomènes complexes comme le langage et la conscience, caractéristiques propres du comportement humain. Les travaux de Skinner sur le langage (Skinner, 1968) postulent, à partir de la notion du « conditionnement opérant », que le comportement verbal dépend de l'environnement et consiste en une réponse différée à un stimulus précédent.

Les notions de l'école béhavioriste ont profondément marqué la connaissance sur l'apprentissage. Raison pour laquelle une exploration de ces notions phares de « conditionnement classique » et de « conditionnement opérant » est nécessaire. Dans la théorie du conditionnement classique de Pavlov, le principe est que deux stimuli simultanés évoquent des réponses similaires, même si au début un seul des stimuli provoquait une telle réponse. La méthode est le conditionnement dérivé de la pratique d'association de deux stimuli différents. Pour sa part, la théorie du conditionnement instrumental ou opérant de Skinner soutient que le principe est la récompense qui agit comme stimuli satisfaisant. Appliquée à une situation, l'association d'une récompense à une conduite amènera la reproduction de la conduite ; en sens inverse, une punition ou une désapprobation associée à une activité produira l'arrêt d'une action. La méthode mise en place est le renforcement

de la conduite à répéter ou à arrêter.

La troisième famille de théories correspond à la psychologie cognitive. Le premier aspect à noter est que, dans cette famille, la description des phénomènes mentaux se fait à partir de travaux associant d'autres disciplines, comme l'informatique. Dans un premier temps, la réflexion a été conduite par les cognitivistes sous la métaphore de « l'esprit-ordinateur ». Parmi eux, Johnson-Laird qui publie *L'ordinateur et l'esprit* (1998). Ensuite, le postulat a évolué dans une partie des recherches qui ont développé la simulation des fonctions cognitives. Ces travaux reprennent les recherches cognitivistes outillées par les techniques d'imagerie cérébrale basées sur des réseaux de neurones artificiels. Les travaux de Posner (cité par Houdé, 2003) reflètent l'intérêt des techniques connexionnistes développées en Intelligence Artificielle pour rendre visible l'activité mentale. C'est à travers ces derniers travaux que se développe l'intérêt pour les relations entre l'usager du numérique et les artefacts informatiques dans le contexte de l'éducation (*cf.* § 3.3, Caractérisation du scénario pédagogique des EIAH).

3.2.2 Le profil de l'enseignant

Dans le contexte des technologies hypermédia, il est désormais convenu que le rôle de l'enseignant s'adapte aux défis de ces nouveaux dispositifs. S'appuyant sur d'autres auteurs, une équipe de chercheurs colombiens et chiliens distingue trois nouveaux rôles chez les enseignants (Collazos, 2007) :

- Le médiateur cognitif qui élabore des dispositifs pédagogiques pour le développement métacognitif des étudiants, tenant compte des axes organisationnel, social et intellectuel. Ainsi, l'étudiant est placé en situation de conversation avec les autres étudiants pour partager ses solutions personnelles ;

- Le moniteur qui intervient pour entretenir le processus d'apprentissage et évaluer les dispositifs pédagogiques qu'il a dessinés pour développer à la fois la collaboration et les connaissances visées ;

- Le designer instructeur qui crée le matériel et l'atmosphère de travail. Il définit aussi le processus

avec ses modalités d'échange, de répartition du temps et de l'espace et il s'occupe des formes d'évaluation des activités proposées.

Cette équipe propose, en outre, quelques techniques pour guider les professeurs médiateurs cognitifs : l'une d'elles consiste à placer chaque étudiant en situation de discussion avec l'un ou l'autre de ses collègues à propos de ses solutions personnelles à un problème.

Les différentes écoles de pensée reposent sur des postulats différents. La perspective cognitive dont l'appellation renvoie au terme cognition (connaissance dans le sens de processus et de produit) privilégie l'étude du fonctionnement de l'intelligence, de l'origine de nos connaissances ainsi que des stratégies employées pour assimiler, retenir et réinvestir les connaissances. Elle s'intéresse essentiellement à la perception, au traitement en mémoire, au langage et ce, en regard du fonctionnement du cerveau. Quant au constructivisme, il fonde une partie de sa théorisation sur le principe que le nouveau savoir n'est effectif que s'il est reconstruit pour s'intégrer au réseau conceptuel de l'apprenant. Le constructivisme a pris son essor en réaction au behaviorisme qui limitait trop l'apprentissage à l'association stimulus-réponse. L'approche constructiviste de l'apprentissage met l'accent sur l'activité du sujet pour appréhender les phénomènes. La compréhension s'élabore à partir des représentations que le sujet a déjà. Aussi, dans cette perspective, les auteurs parlent-ils de restructuration des informations en regard des réseaux de concepts particuliers à chaque personne. Piaget (1992) postule que toute connaissance est le résultat d'une expérience individuelle d'apprentissage fondée sur deux processus biologiques d'adaptation au milieu. Centrés sur l'équilibration des organismes humains, ces processus assurent l'assimilation (incorporation par l'organisme des informations extérieures) et l'accommodation (modifications de l'organisme basées sur les informations incorporées).

3.2.3 Les processus d’apprentissage

Les processus d’apprentissage s'avèrent être des mécanismes mentaux. Ils énoncent deux branches connectées, celle de l’élaboration des savoirs conceptuels et celle de l’élaboration des savoir-faire. Les savoirs conceptuels, liés aux compétences de compréhension, conceptualisation, prise de conscience, permettent à l’individu d’interpréter la réalité. Ces savoirs dépendent de la production d’inférences, dérivées des constructions matérielles et symboliques préalables. Le dictionnaire

définit les savoir-faire, comme les compétences d'automatisation, procédure, adaptation, transfert et imitation, qui permettent à l'individu d'expérimenter les situations nouvelles (Tricot, 2007).

Bachelard (1972) affirme que le problème de la connaissance scientifique doit être posé en termes de conditions psychologiques et plus précisément d'obstacles. Les difficultés déclenchant les troubles et les lenteurs s'inscrivent dans l'acte même de connaître. Elles sont vécues par l'individu comme une sorte de réaction fonctionnelle à la difficulté et que Bachelard nomme « obstacles épistémologiques ». La notion est parallèle à celle d' « obstacle pédagogique », en lien à l'élaboration de la connaissance à l'école. Cette dernière notion a été explorée par l'analyse de l'erreur qui obéit aux préjugés nés de l'accumulation des connaissances empiriques du monde.

L'étude de l'activité mentale des internautes est encore récente. La navigation (Ghitalla, Boullier, Gkouskou-Giannalkou, Le Douarin et Neau, 2003) est avant tout une activité de manipulation, d'appropriation et d'interprétation. Cela impose de s'intéresser à la question de la lecture Web (Chartier, 2003) pour laquelle le lecteur, selon ses compétences, agit sur l'information et construit le contenu. Une classification de tâches inspirée de Guillevic (1991) est applicable aux sites Web. La tâche « prescrite » est celle offerte dans la classe virtuelle, et les travaux « exécutés » correspondent à ceux réellement effectués.

3.2.4 Conclusion

Dans l'observation matérielle et symbolique du sujet, Bruner (1999) affirme que toute conduite apparaît comme un compromis entre l'assimilation de la réalité aux schémas d'une action préexistante et l'adéquation des schémas d'action à la réalité. Pour ce psychologue qui inaugure dans les années 1950 l'approche culturelle de la cognition, le savoir se construit en s'adaptant aux règles d'une communauté car notre conduite acquiert du sens dans l'échange social. De la sous-section *Caractérisation de la situation pédagogique*, nous retenons les aspects d'une réflexion sur la médiation nécessaire dans ce compromis identifié par Bruner.

Le sujet apprenant utilise les savoirs conceptuels pour construire ses connaissances et les savoir-faire pour agir sur le monde. L'efficacité de ses actions dépend aussi bien des processus cognitifs,

perceptifs et informatifs que des processus régulateurs de la conduite. Dans le cadre d'un cours en présentiel qui n'utilise pas de plateformes numériques d'enseignement, le processus d'apprentissage est suivi à travers les dictées et mesuré par des examens qualifiants. L'activité de l'étudiant préalable aux périodes d'évaluation n'est pas mesurée car le manque de moyens limite cette possibilité. C'est la médiation effectuée par les collègues de cours et les enseignants qui facilite l'approfondissement des constructions cognitives. Cependant les évaluations du processus, c'est-à-dire les préalables aux examens, peuvent montrer l'état d'avancement des apprentissages.

3.3 Caractérisation du scénario pédagogique

Cette partie porte sur le scénario pédagogique au centre duquel se place notre objet d'étude, à savoir les traces d'utilisation.

3.3.1 L'enseignement à distance (EAD)

L'EAD a débuté en 1840 en Angleterre, via l'envoi postal. Ce n'est qu'en 1920 que les programmes éducatifs universitaires européens commencent à être radiodiffusés et que se créé, en France en 1939, le Centre National de l'Enseignement par Correspondance (CNEC). La deuxième vague correspond au télé-enseignement, avec la création en Espagne, en 1970, de l'Université Nationale d'Éducation à Distance (UNED). Cette dernière, basée sur le télé-enseignement, utilisait la télévision et la vidéo selon les principes de la psychologie béhavioriste. La troisième vague est l'enseignement à distance interactif apparu en 1970 sous la forme des premiers systèmes d'enseignement assistés par ordinateur, suivi par les systèmes d'interaction plus élevées ayant recours aux outils de communication et d'interaction (forums, messagerie, visioconférence). Cette période est marquée par la diversification des technologies, la convergence et la coexistence de méthodes d'enseignement en présentiel et en ligne et l'interactivité des outils éducatifs[20].

D'une part, l'EAD et les termes parallèles[21] évoquent l'interaction sur Internet entre un

[20] Pour une revue complète voir Nipper, 1989 et Happer et *al.*, 2004.

[21] FA (formation à distance) et en anglais e-*Teaching*, e-*Learning*, *on-line learning*, *Internet Learning*, *distributed learning*, *distance learning* et *networked learning*.

apprenant/sujet et un dispositif d'apprentissage. Les caractéristiques principales sont les technologies électroniques (Alavi et Leinder, 2001 ; Sambrook, 2003 ; Tastle, White et Shackleton, 2005 ; Imamoglu, 2007) et l'utilisation individuelle des médias numériques comme les ordinateurs, les CD-ROMS et à un autre niveau l'Internet, et les technologies sans fil (Homan et Macpherson, 2005 ; Wen Cheng, 2006 ; Imamoglu, 2007).

Une distinction doit également être faite entre les termes apprentissage et formation[22]. Ils sont à la base de la description de l'échantillon que nous observons (*cf.* § 1.3).

1. Le premier terme évoque le rôle actif de l'apprenant dans l'acquisition des connaissances et son autocontrôle (Zhang, Zhou, Briggs et Nunamaker, 2006).

2. Le second terme évoque la situation d'enseignement du point de vue de l'institution responsable du programme visant un diplôme, en accord avec les besoins du milieu professionnel.

D'autre part, il est nécessaire de distinguer dans l'EAD l'apprentissage de l'autre aspect avec lequel il est amalgamé, la technologie. Individuellement, ces termes sont liés à des champs disciplinaires très différents, l'éducation traditionnelle sans ordinateur et l'informatique. Le premier attribut qui ressort des deux notions est sa variété sémantique :

- La notion d'apprentissage comporte des connotations de savoir liées aux connaissances déclaratives et conceptuelles, et de savoir-faire liées aux connaissances contextuelles et procédurales. Le savoir- faire également appelé « apprentissage par l'usage », est connecté à l'« apprentissage interactif » et au développement des compétences. Pour la psychologie comportementale, l'apprentissage est observable par un changement stable du comportement d'un individu en raison d'une adaptation à l'environnement. A cette école psychologique influente jusque dans les années 1960 a succédé l'école cognitiviste qui porte principalement son attention sur les processus mentaux mobilisés pour les activités humaines. Pendant trois décennies, le mouvement cognitiviste va replacer l'apprenant au centre de la construction des connaissances sur la forme

[22] Ces termes sont habituellement utilisés comme synonymes mais en toute rigueur « apprentissage » est lié au milieu scolaire et « formation » au milieu universitaire. Notre population correspond au second cas. Les termes « apprenant » et « étudiant » sont dans une situation similaire. Nous les utilisons comme synonymes et s'agissant de nos observations, préférons le terme étudiant.

d’expertises et de résolution de problèmes (Newell et Simon, 1972 ; Piaget et Inhelder, 1966). Les années 1990 marquent un changement de paradigme perçu dans les travaux où la psychologie commence à montrer l’influence de l’informatique à partir de la simulation d’apprentissages particuliers, et où les neurosciences proposent l’étude des mécanismes neuronaux présents dans les divers apprentissages et leurs troubles.

- Les méthodes d’apprentissage sont envahies par les technologies du Web parmi lesquelles se trouvent d’une part les multimédias, supports qui intègrent des sources de texte, image, son, vidéo et animation, et d’autre part, les plateformes numériques. Cependant, les résultats de recherche sur les effets des supports sont contradictoires. Pour les multimédias, par exemple, des travaux montrent une amélioration de la performance en résolution de problèmes liée à l’effet des instructions faisant le lien entre les différents médias. Quelques auteurs montrent une amélioration des résultats des étudiants, qu’ils vont identifier comme un apprentissage efficace (Gross, 1998 ; Carville et Mitchell, 2000) ; d’autres montrent une équivalence entre les résultats dérivés de l’introduction de la vidéo dans un cours et ceux d'une classe sans cet outil (Zhang et Zhou, 2003). Enfin, certains encore montrent que les répliques et les notes ajoutées au visionnement d’un film, par exemple un *power point,* pouvaient déconcentrer certains élèves et diminuer leur interactivité (Hitz et Turoff, 2002).

3.3.1.1 L'e-Learning

L'application de l'Internet en éducation s’effectue à travers deux situations synonymes, l’e-*Learning* et l’e-*Training* (Tseng, Tsai, Hwang et Wu, 2007), entendus comme des activités pédagogiques dans des espaces virtuels et dont la spécificité de la formation correspond au second terme. L’ordinateur devient actuellement multimédia ; c’est-à-dire qu’il est capable de mémoriser et de restituer non seulement du texte, mais aussi des dessins et graphiques, des images et du son. Raccordé au réseau Internet, il met en relation ses utilisateurs avec une source infinie de données et de possibilités de communications (Lévy, 2000). L’e-*Learning* serait l’Apprentissage en ligne et l’e-*Training,* la Formation en ligne. Certains pensent que l’e-*Learning* surgit comme conséquence des activités virtuelles liées aux affaires et aux changements de l’entreprise et des relations de travail. Deux aspects montrent un nouvel environnement caractérisé par l’activité à distance : (1) l’intensification de l’externalisation de l’entreprise et de la sous-traitance de leurs activités qui deviennent parfois dématérialisées et (2) la médiatisation des relations quotidiennes des organisations, dorénavant

supportées par les TIC (Bloch et Pigneur, 1998). Le contexte des fonctions de l'entreprise est marqué par une triade de nouveautés : configuration, stratégie et attribution des postes comme les ressources humaines (Gunia, 2000). L'organisation du travail implique de compter sur des collaborations et l'assistance experte extérieure ainsi que des formes d'apprentissage efficaces et économiques. La concurrence des entreprises implique le développement du savoir et des compétences des travailleurs.

3.3.1.2 Les plateformes d'apprentissage

Nous pouvons considérer une plateforme d'apprentissage de diverses manières, soit comme un support (ce qui nous apporte une stabilité) de l'EAD, soit comme un pont (ce qui nous permet de passer d'un point à un autre) notamment avec les fonctionnalités de communication entre dispositifs en ligne et hors ligne. Ces caractéristiques se rejoignent en la définition de modèle de Bachelard (1979). Pour cet auteur, le modèle n'est rien d'autre que sa fonction ; et sa fonction est une fonction de délégation. Le modèle est un intermédiaire à qui nous déléguons la fonction de connaissance, plus précisément de réduction de ce qui est encore énigmatique, en présence d'un champ d'étude dont l'accès, pour des raisons diverses, nous est difficile. Selon Dumont (2007), il existe environ 300 types de plateformes de formation, d'où la difficulté de choisir la plus adaptée aux besoins d'une organisation. Nous nous limitons ici à donner leurs caractéristiques générales centrant notre attention sur Moodle, plateforme à partir de laquelle sont extraites les données de notre étude.

Les premières plateformes à visée éducative ont été créées en 1997. Il s'agit des plateformes commerciales WebCT (australienne) et de Blackboard (nord-américaine). Les premières de code source libre apparaissent en 2001 et 2002 ; ce sont Moodle (australienne) et Claroline (belge)[23]. La première, utilisée dans le cadre de notre recherche, est décrite plus en détail.

3.3.1.2.1 La plateforme Moodle

Moodle (*Modular Objet-Oriented*) est un logiciel libre et gratuit basé sur la conception des plateformes de gestion en affaires, anglais *Learning Management System* (LMS). Créé en 2002 et dépassant les 50 millions d'usagers dans le monde, la plateforme Moodle est habituellement utilisée comme un outil de création et de support de cours en ligne. Sa structure lui permet de gérer un seul

[23] Sites Web : http://www.moodle.org et http://www.claroline.net

utilisateur ou des milliers, que ce soit pour des usages particuliers ou des grandes bases de données. Par rapport aux environnements, cet outil propose à la fois des cours complets en ligne et un enseignement hybride ou mixte (aussi appelée *blended learning*). Les modules d'activité proposés font preuve de variété (outils de communication, comme le Forum et le Chat ; les outils de production, comme l'éditeur de texte Wiki; ou la recherche documentaire, comme les Glossaires ou les éventuels liens déposés par l'enseignant en Ressources).

Ces systèmes revendiquent également leur affiliation au socioconstructivisme, en ce que le sujet devient capable de faire et d'apprendre avec l'aide de l'autre, ce qu'il n'aurait pas réussi seul (Vygotsky, 1997, 2000). C'est l'affirmation pour l'apprenant (Freire, 2006 ; Grandbastien et Labat, 2006) de pouvoir s'approprier des connaissances à travers des interactions mêlant les idées des auteurs consultés à ses propres idées et à celles de ses pairs. L'étudiant devient responsable de sa formation et l'enseignant prépare un scénario propice au dialogue que l'autre actualise en lui donnant du sens. Il s'agit effectivement d'actions de communication et de négociation, dans lesquelles les enseignants ne sont plus des experts qui donnent des solutions toutes faites mais des médiateurs de la problématisation des contenus du cours.

3.3.1.2.2 Les dispositifs hybrides

Aujourd'hui, une deuxième interrogation s'ajoute à celle sur la qualité de l'EAD (aussi nommée « enseignement virtuel ») comparativement à l'enseignement en présentiel (aussi nommé « enseignement traditionnel »). Il s'agit des dispositifs « hybrides » (connus dans le monde anglophone comme *blended Learning* ou *b-Learning*). La qualité d'« hybride » des modèles liés à l'EAD s'attribue à la présence de dimensions innovantes comme l'accompagnement humain et le modèle mixte présence-distance (Charlier, Deschryver et Peraya, 2007) et le soutien d'un environnement technologique (Deschryver, 2008). Les enjeux des dispositifs hybrides dérivent du mode mixte mais principalement de leur qualité résumée par les auteurs en l'expression « techno-pédagogique », référant aux formes de médiatisation et de médiation mises en jeu (Meunier et Peraya, 2004 ; Peraya, 2010). Pour la médiatisation prise dans les sens de conception, production et exécution des dispositifs, les travaux identifient les aspects de contenu, de ressources ainsi que d'attributs des dispositifs de formation (De Vries, 2001 ; Gauthier, 2001 ; Paquette, 2007). Pour la médiation, dans le sens de la modification cognitive ou relationnelle produite par l'intermédiation des artefacts techniques, les travaux conceptualisent le rapport matériel et symbolique aux objets et

les conflits dérivés (Rabardel, 1995 ; Rabardel et Samurçay, 2001 ; Dessus et Marquet, 2003 ; Marquet, 2005). Un cours en *b-learning* demande une préparation semblable à n'importe quel cours : la représentation du dispositif pédagogique, l'élaboration des outils et des sources, l'appui de l'interaction sur la plateforme, la définition du tutorat, le développement d'une communauté réelle et virtuelle et enfin, l'évaluation du processus (Sánchez 2000 ; Fainholc, 2004).

Des recherches pionnières font remarquer que les effets positifs observés avec l'enseignement assisté par ordinateur (EAO) ne dérivent ni d'aspects technologiques ni d'aspects pédagogiques mais sont liés aux méthodes menées plutôt qu'aux résultats avec le logiciel (Kulik, Kulik et Cohen, 1980). Dans la même lignée, Morgan (2003) souligne l'attention à avoir lors d'impacts d'origine aléatoire. Ces effets qui ont été étudiés par la suite soulignent la nécessité de réunir des conditions variées pour l'obtention des performances : une pédagogie rigoureuse (Clark, 1994 ; Tardif, 1996), une cohérence pédagogique entre les éléments de la situation pédagogique (objectifs, méthodes, évaluations) (Biggs, 1996) et des outils technologiques (Lebrun, 2007), une articulation entre technologie, technique et objectifs pédagogiques (Kadiyala et Crynes, 2000). Un recensement effectué en 2011 réunissant sept équipes de chercheurs francophones (Burton, et *al.*, 2011) a établi une typologie des dispositifs hybrides de formation. Pour ce faire, ils distinguent les caractéristiques pédagogiques, organisationnelles et matérielles des dispositifs numériques et arrivent à une droite de développement ascendante de deux familles de dispositifs centrés soit sur l'enseignement soit sur l'apprentissage. La première famille réunit quatre types de dispositifs :

- d'acquisition de connaissances,
- de mise à disposition des ressources multimédias,
- de mise à disposition des outils d'interaction et
- tendant vers le support à l'apprentissage.

La deuxième famille réunit deux types de dispositifs ouverts centrés sur l'apprentissage :

- centré apprentissage (participation active de l'étudiant),
- soutenu par un environnement riche et varié.

Les résultats des recherches sur l'influence des dispositifs numériques sont d'un grand intérêt pour le transfert de compétences des domaines professionnels et personnels aux domaines académiques

(Charlier et Denis, 2002) et pour l'amélioration de l'auto-perception (Charlier, Nizet et Van Dam, 2006). De même, les travaux de Peraya et Campion (2007) constatent un effet de l'environnement numérique sur le comportement des usagers, autant sur le travail collaboratif que sur la performance individuelle. Par exemple, l'impact des interactions sociales et des variables personnelles de la perception du dispositif (Deschryver, 2008) donnent comme résultat une perception des dispositifs de nature active et interactive trois fois plus positive que des dispositifs transmissifs (Docq, Lebrun et Smidts, 2008). Pour Lebrun, Docq et Smidts (2009) la question est de clarifier si elles sont dues à l'effet d'une maîtrise progressive et attendue liée à l'expérience des technologies ou à la mise en place des ressources liées à la formation des enseignants.

Dans l'adoption d'un dispositif d'EAD, deux aspects ont été relevés : (1) l'approche pédagogique de l'enseignant et (2) le modèle d'accompagnement des étudiants (Burton et *al.*, 2011). Par rapport au premier, Charlier, Bonamy et Saunders (2003) identifient trois modèles : transmissif, individualiste et collaboratif. Lameul (2008) ajoute les approches constructives, liées à l'alternance de la théorie-pratique, au cognitif et à la transformation de la société. Le deuxième aspect, l'accompagnement des étudiants, a reçu une attention considérable étant donné l'impact sur la disposition des étudiants. Séparé des dimensions cognitive, affective et métacognitive (Dionne et *al.* 1999 ; Bernatchez, 2003), l'accompagnement relève du traitement des connaissances, du soutien à l'apprenant et de la réflexivité de l'étudiant sur son processus d'apprentissage.

3.3.2 Les environnements informatiques pour l'apprentissage humain (EIAH)

Les EIAH sont des logiciels qui ont pour objectifs de favoriser ou susciter des apprentissages, de les accompagner et de les valider. La recherche dans ce domaine est née avec l'informatique mais s'est surtout développée au sein de l'Intelligence Artificielle dans les années 1970. Le projet de l'*Instructional design* apparaît dans ce contexte et est basé sur la conception d'apprentissage de Gagné à partir de laquelle sont proposés deux modèles de représentation de la connaissance : (1) informatique soutenu par des systèmes de règles de production et des réseaux sémantiques et (2) de modélisation du raisonnement soutenu par les systèmes experts (Grandbastien et Labat, 2006). De nombreuses dénominations ont été utilisées. Le terme EIAH est né dans les années 1990 avec le souhait de souligner l'interaction entre les deux pôles source de la complexité du projet technologique et scientifique : l'informatique (avec la modélisation computationnelle qu'elle exige

et son inscription matérielle) et l'apprentissage humain (pour lequel on ne dispose encore que de modèles très partiels). Issue du premier de ces pôles, la notion de « situations pédagogiques informatisées » (SPI) proposée par Tchounikine (2009) fait une synthèse des enjeux des EIAH. Elle fait référence à la conception dualiste qui intègre les termes d'accessibilité (centrée sur le profil d'utilisateur) et de performance (centrée sur la tâche prescrite). Le premier des termes implique la mise à disposition des ressources en fonction de leurs attributs pédagogiques ; le second, suggère la sélection des tâches et de leurs procédures en fonction des objectifs éducatifs attendus.

D'après Grandbastien et Labat (2006), les modèles d'EIAH ont comme caractéristiques d'être :

- Anthropo-centrés : lorsqu'ils se situent autour des caractéristiques humaines.
- Technicisés : lorsqu'ils se situent autour des caractéristiques des objets techniques.
- Intégrés : incluant les deux caractéristiques.

Quant aux rôles, Baker (2000) les sépare en:

- Modélisation des situations d'enseignement ou d'apprentissage (proposer une situation d'apprentissage en posant des questions et attendant une réponse de la part de l'élève) (*stimuli*-réponse), informer de la correction des travaux (renforcement) et,

- Matérialisation des connaissances (usage des ordinateurs et des logiciels comme dispositifs éducatifs).

La recherche sur les EIAH est fondamentalement pluridisciplinaire. Elle fait appel à la coopération d'une variété de secteurs de l'informatique (génie logiciel, réseau, modélisation des connaissances, etc.), et des Sciences de l'homme et de la société (psychologie, didactique, ergonomie, Sciences de la communication, etc.). Tchounikine (2009) fait remarquer l'importance des disciplines et approches contributives dans le champ scientifique des EIAH par l'introduction de la notion de « X-discipline ». Elle permet de nommer les approches multiples du champ d'étude : pluridisciplinaire (contribution d'autres disciplines à une réflexion disciplinaire), interdisciplinaire (transfert et adaptation de méthodes d'une discipline à une autre) ou transdisciplinaire (intégration d'approches dépassant les cadres disciplinaires). La notion « écotone », du même auteur, souligne le champ scientifique des EIAH comme « un milieu qui a sa propre écologie » (p. 19).

Les EIAH, en tant que sites Web, peuvent être entendus comme l'ensemble de documents hypertextuels interconnectés en ligne à une adresse Web unique. Ce concept est lié à la cognition humaine à partir de la définition de « toile d'araignée » : l'expérience humaine fonctionne comme une toile d'araignée (*Web-like character*), avec des points d'intersection entre différents canaux sensoriels. Cette définition est expliquée par Minsky (1988) comme la seule voie grâce à laquelle une personne peut comprendre quelque chose de vraiment complexe est de la comprendre dans son contexte. Il utilise la métaphore de l'araignée, laquelle ne percevant que quelques fils de sa toile, est obligée de traverser pour voir le reste de la toile, pour signifier la construction de notre connaissance durement gagnée à partir des fragments localement intelligibles. La théorie de l'homme-araignée est un parfait corrélat du modèle de la pensée (ou de la connaissance) correspondant au mécanisme de la pensée (ou de la connaissance)[24].

Nous reprenons l'énonciation du débat sur l'adaptation du curriculum aux EIAH (*cf.* § 1.3.2.1) pour affirmer notre position inverse. Nous allons expliquer cet enjeu à l'aide des principes de la complexité de Morin, à savoir le dialogique, l'holo-grammatical et l'auto-organisation. Nous les présentons succinctement dans les lignes qui suivent.

- Le principe dialogique permet de mettre en relief deux aspects du problème. L'un, la tension entre l'environnement numérique et les nouvelles théories de l'apprentissage ; l'autre, la reproduction des connaissances visant la stagnation de la nouveauté. La relation entre ces processus de tension (potentialité) et de reproduction (stagnation) fait l'objet d'un conflit. Une négociation conceptuelle doit se produire pour que l'individu modifie son cadre de référence et mette en place de nouvelles structures cognitives. Dans l'opposé, il renforce *ce qu'il sait*.

Selon l'approche vygotskienne, l'interaction joue un rôle fondamental pour l'appropriation des connaissances (Vygotski, 1997). D'une part, comme étalage précurseur et d'autre part, comme rassurant émotionnel des nouvelles expériences. Si nos expériences éducatives sont pauvres en échanges sociaux, nous serons limités dans l'élaboration de nos connaissances.

[24] Notre traduction libre de l'anglais « For the only way a person can understand anything very complicated is to understand it at each moment only locally – like the spider itself, seeing but a few threads and crossing from each viewpoint. Strand by strand, we build within our minds these Webs of theory, from hard-earned locally intelligible fragments. The man – spider's theory is correct to the extent that the model in his head corresponds to the mechanism in his head ».

- Le principe holo-grammatical explique le rapport espace-dispositif numérique en tant que mouvement nomade. Le caractère holographique (image en 3 dimensions où la figure collective est une image suspendue en l'air) du cerveau humain permet d'accumuler les éléments d'un évènement à partir de sa règle de diffraction (déviation d'un phénomène en voisinage d'un obstacle). Nous observons l'activité de l'internaute qui agit de façon asynchrone selon sa disponibilité spatio–temporelle, mais aussi selon une architecture plus profonde de ce qui fait sens pour lui (Kaufmann, 2004).

Selon un autre groupe d'études, la figure du nomade montre que le personnage ne va d'un point à un autre que par nécessité. En principe, les points sont pour lui des relais dans un trajet donné (Deleuze et Guattari, 1987). Les fonctionnalités sur la plateforme numérique Moodle ont la forme de modules de travail. Ils sont pensés dans le but de collaborer à la réalisation d'une tâche (Guillevic, 1991) donnée dans le contexte d'une formation professionnelle. Fonctionnalités et trajectoires réunies constituent l'univers préparé pour stabiliser un objectif éducatif où l'internaute nomade va explorer les différents territoires sans se limiter à l'espace proposé. Il va parcourir la page et éventuellement la quitter.

- Le principe d'auto-organisation sous-tend l'idée d'un désordre qui est désormais compris comme nécessaire. Appliqué à l'existence d'un ou des plusieurs espace/s et dispositifs éducatif/s, le principe d'auto-organisation impliquerait le recours à une connaissance construite intentionnellement à partir de divers contextes (musique, sport, mode, photographie, etc.). Dépassant le principe d'entropie (mesure interne à un système, du degré de désordre par rapport à son état initial) qui considère que le désordre vient toujours après l'ordre, on affirme que la multiplicité des langages et des objets est prise comme un désordre apparent et nécessaire à l'apprentissage.

3.3.3 Conclusion

Notre travail porte sur l'analyse de traces d'utilisation des environnements informatiques. La sous-section *Caractérisation du scénario pédagogique* nous a permis d'approfondir notre réflexion sur les espaces numériques. Étant donné que les plateformes numériques partagent avec les EIAH leurs dispositifs logiciels, les espaces numériques correspondent aux matériaux pédagogiques

susceptibles d'être choisis pour aménager une situation pédagogique. Les traces vont refléter deux choix, l'un intentionnel pour l'accomplissement d'une tâche assignée, l'autre guidé par l'objectif d'apprentissage. Ces choix montrent les enjeux pragmatiques des formations universitaires d'où l'intérêt de notre démarche pour leur interprétation. Ils nous posent parallèlement un défi considérable par rapport aux méthodes d'analyse adaptées aux données de type traces Web.

Selon les approches théoriques actuelles, un scénario pédagogique virtuel est défini de deux manières, soit comme un objet d'apprentissage orienté vers une instrumentation cognitive (Paquette, 2007), soit comme un espace de synthèse qui donne le sentiment d'une exploration réelle au travers d'images graphiques (Quéau, 1993). L'une des faiblesses résiduelles de l'e-*Learning* est que les scénarios dominants restent centrés sur la transmission du contenu. Les scénarios d'apprentissage, quels qu'ils soient, n'assurent pas la qualité d'un cours et il reste nécessaire de comprendre comment s'organise l'activité mentale de l'apprenant.

En fait, la question du modèle d'apprentissage sur le Web peut s'aborder sous au moins deux angles. Premièrement, il faut savoir si un site Web est prédestiné à un type de lecteur/navigateur ou si un type particulier d'usager va mieux profiter d'un tel site. C'est notre question sur l'efficacité académique relative au profil d'apprentissage. Deuxièmement, même s'il ne s'agit pas d'une variable que nous avons retenue, le style d'apprentissage des concepteurs d'un site Web éducatif peut être considéré comme une empreinte. Nous retenons cet aspect étant donné son impact indirect mais non-mesuré dans notre recherche. Les concepteurs ont différentes visions des usages éducatifs du Web et il est légitime de se demander s'il n'y a pas de correspondance privilégiée entre le modèle mental de l'étudiant et la structure du site qui favorise le traitement du contenu sur la plateforme de formation.

Dans la section suivante nous allons examiner quatre groupes de travaux qui ont révolutionné la connaissance des apprentissages en ligne.

4. Paradigmes sur le comportement et l'usage

L'objectif de cette sous-partie est de présenter les réflexions autant que les résultats des recherches sur le comportement et l'usage d'outils numériques. Ces travaux, nés fondamentalement dans les SHS, explorent les thématiques connectées des styles d'apprentissage, de l'apprentissage, de la mémoire et de la motricité volontaire.

4.1 Les travaux sur les styles d'apprentissage

Les systèmes d'apprentissage numériques ont fait l'objet d'une adoption rapide due à leur flexibilité favorisant la construction de stratégies individuelles de réussite (Wang, Hawk et Tenopir, 2000). Néanmoins la question sur l'efficacité de ces systèmes requiert l'examen de la relation entre comportements de navigation et résultats d'apprentissage. Les recherches montrent que les styles cognitifs holistique et sériel des étudiants affectent leur comportement de navigation. Toutefois, elles ne montrent pas de rapport entre résultats d'apprentissage et comportement de navigation. Le style holistique développe une navigation panoramique tandis que le sériel préfère une navigation détaillée (Pask, 1976 ; Lee, Grill, Sanchez, Murphy-Ryan et Poss, 2005). Ce style peut se concentrer parallèlement sur plusieurs aspects (Jonassen et Grabowski, 1993) en se construisant une carte hiérarchique de l'information (Mareover et Ford, 1993) à la différence du sériel qui choisit un seul focus d'attention et préfère l'organisation alphabétique des contenus. D'autres chercheurs axent leurs travaux sur la performance, examinant directement les outils les plus adaptés à un apprentissage donné (Minetou et *al.*, 2008).

D'autres travaux font remarquer la pertinence de certaines variables dans les résultats scolaires comme l'utilisation des méthodes d'enseignement variées afin de considérer toutes les formes cognitives (Saarikoski, Salojärvi, Del Corso et Ovcin, 2001) et la considération du style prédominant (Alonso, Gallego et Honey, 1999). Enfin, d'autres signalent que les styles d'apprentissage varient avec l'âge (Spoon et Schell, 1998).

Tableau 6. Relation de certains systèmes de mesure proposés du modèle cognitif des styles d'apprentissage (adapté de Curry, 1987)

Références	Préférence des conditions environnementales	<– Mixtes -->	Préférences des conditions sociales	Niveau typique d´engagement	Préférence de traitement cognitif des informations
1. Biggs, 1986		Décrit 4 types de motivation			
2. Dunn, Dunn et Price, 1974, 1987	Bruit,lumière, température, design,nourriture,saison mobilité		Groupe de pairs, autorité	persistance	Réponse / réaction perceptive
		Niveau de motivation générale			
3. Entwistle et Ramsden, 1983		Décrit 4 types de motivation			
4. Hunt, 1971			Maturité interpersonnelle		Complexité conceptuelle
5. NASSP (Keefe et Monk), 1989	Son, lumière, température, saison, mobilité, posture, manipulation		regroupent	Risque de persistance verbale	Éléments cognitifs(8) Réponse perceptive
6. Grasha et Rieshman, 1974		Indépendant – dépendant, participante – non-participante, collaboratif - compétitif			
7. Kagan, 1964					Réflexion - impulsion
8. Kolb, 1971, 1981, 1985, 1987					Expérience concrète vs observation réflexive, conceptualisation abstraite vs expérience active
9. Myers - Briggs, 1962				Extraversion-introversion, sens - intuition, réflexion sentiment, jugement perception	

10. Rezler et Rezmovic, 1974			Individuel vs interpersonnelle, étudiant vs structure de l´enseignant		Abstrait - concret
11. Schmeck et Ribich, 1977	Décrit la motivation général : Méthodes d´étude et conservation des faits				Synthèse, analyse élaboration, traitement
12. Weinstein et *al*., 1983	Anxiété, attitudes, motivation			concentration	Traitement de l´information, planification, idée principale, autoévaluation, aide à l'étude, test de stratégies
13. Witkin, 1976					Dépendance en fonction du champ vs indépendance

Néanmoins les defenseurs du rapport entre les styles d'apprentissage/styles cognitifs et la forme d'apprendre, des auteurs signalent que les recherches ne montrent pas des données suffisantes pour affirmer l'existence d'une corrélation entre le « maillage pédagogique » énonçant le rapport entre l'adaptation des scénarios au style d'apprentissage des étudiants et des résultats académiques (Curry, 1990 ; Massa et Mayer, 2006 ; Pashler, McDaniel, Roher et Bjork, 2008).

4.2 Les travaux sur l'apprentissage et la mémoire

La fonction humaine d'adaptation à l'environnement a été traitée en psychologie sous la forme de deux concepts : l'apprentissage et la mémoire (Schacter, 1999 ; Klein, Cosmides, Tooby et Chance, 2002). Concernant l'apprentissage, c'est au début du XX^{e} siècle que le béhaviorisme introduit l'étude de l'apprentissage à la place de la mémoire. Cette séparation a été corrigée un siècle plus tard par la proposition d'approche intégrée sous l'hypothèse de fonctionnement inhibiteur de la mémoire (Anderson, 2000). Selon cette approche, pour apprendre, il est nécessaire que l'apprenant oublie les souvenirs inutiles à la situation ciblée (Bastien, 1997). Des recherches portant sur la limitation humaine à traiter de nombreuses informations nouvelles font apparaître une distinction entre apprentissages explicites et implicites (Perruchet et Nicolas, 1998). Elle obéit à l'exploitation intentionnelle (explicite) ou non (implicite) des documents par l'apprenant. Pour Tricot (2007), les

documents numériques correspondent à l'exploitation non intentionnelle. Les résultats de l'une des recherches menées par cet auteur à l'URFIST (Unité Régionale de Formation à l'Information Scientifique et Technique) de Toulouse valident la nécessité de l'usage des fonctionnalités de recherche documentaire préalablement à la formation sur ces fonctionnalités. Ces résultats indiquent que les étudiants peuvent utiliser de façon acceptable un outil sans avoir connaissance ni des fonctionnalités ni de la distinction des outils parallèles tels que les moteurs de recherche, les portails et les annuaires (Tricot, 2003). Ces résultats ne s'opposent pas à la thèse d'Anderson mais ils ouvrent une place à l'inclusion de l'apprentissage par la découverte.

Les conduites d'apprentissage ont été étudiées en neurosciences avec les mémoires implicites (souvenirs inconscients) et explicite (mémorisation intentionnelle). Cette première famille d'apprentissages implique la modification de la situation initiale par le biais d'un entraînement. La mémoire associée est aussi citée comme « mémoire outil » étant donnée sa capacité à agir automatiquement. Elle bénéficie de l'effet de familiarité déclenché lors d'une exposition perceptive indirecte. Le deuxième type d'apprentissage, appuyé manifestement par le langage, se voit limité par le fonctionnement des structures cérébrales de l'individu. La mémoire associée, également appelée « épisodique » à cause de sa propriété évocatrice, est décrite en termes d'élaboration et de reconstruction mentales.

Selon une autre catégorie de propositions, les théories sur la gestion des ressources attentionnelles ont contribué à la modélisation des processus d'activation/inhibition qui expliquerait l'efficience de nos actions. Trois modèles en rendent compte : un « administrateur central », responsable de l'organisation d'une liste de tâches par ordre de priorité (Kahneman, 1973) ; un « exécutif central », coordinateur et intégrateur des représentations (Baddeley, 1986) ; et un « système attentionnel superviseur », assurant une flexibilité cognitive et la détection d'anomalies (Norman et Shallice, 1980). Les fonctions communes à ces trois modèles sont la propriété inhibitrice des informations externes à l'activité ainsi que des routines inappropriées (Camus, cité par Houdé, 2003). Suivant une autre approche théorique, les travaux classiques sur le « conflit cognitif » sont pionniers et portent sur l'attention. Vygotsky désigne le « conflit cognitif » comme stimulant intellectuel pour le progrès dans la zone de développement proximal (désormais ZDP). Cette dynamique s'exprime dans la conception selon laquelle l'apprentissage précède le développement et le stimule (Vygotsky, 2000). Selon l'auteur russe, le conflit cognitif permet d'élargir les compétences individuelles entre

deux niveaux de la ZDP, l'un de développement réel, l'autre, de développement potentiel. Les situations de conflit constituent des « instruments » organisés socialement.

Dans le même éventail de concepts proches de l'« attention », la théorie de la charge cognitive peut être définie de façon générale comme le surcoût cognitif dérivé des saturations et redondances de l'information à traiter. Trois dimensions de charge sont identifiables : intrinsèque (informations stockées en mémoire de travail), extrinsèque (interférence de traitements cognitifs parallèles) et essentielle (construction des schémas) (Sweller, 2003). Cette théorie sert à expliquer de façon très complète le surcoût en mémoire de certaines tâches complexes, notamment celles en connexion avec les documents numériques préalablement étudiés par Anderson (2000). L'un de ses avantages est de proposer un modèle explicatif de l'apprentissage en reprenant des modèles cognitifs classiques intégrant la mémoire permanente (capacité de stockage réduite) (Baddeley, 1986), et la mémoire de travail à long terme (capacité de traitement illimité des informations préalablement apprises) (Ericsson et Kintsch, 1995).

4.3. Les travaux sur la motricité volontaire

Le paradigme cognitif introduit en psychologie les tous derniers apports sur le contrôle de l'action. D'une part, en neuroscience cognitive, quatre niveaux de traitement sont identifiés : (1) l'élaboration, à partir d'informations mémorisées, d'une représentation de l'action sous forme d'intention d'action et de ses conséquences possibles, (2) la communication de la représentation aux niveaux de l'exécution, qui fonctionne à partir des programmes d'action, (3) les signaux qui remontent au premier niveau afin de vérifier la cohérence du processus, et (4) la comparaison du résultat final avec les niveaux de représentation et de programmation du processus ayant comme conséquences, la stabilisation du système si cohérence ou son itération si manque de cohérence (Jeannerod, 2002). D'autre part, la représentation de l'action correspond à un autre paradigme, dont l'origine est souvent citée en lien avec les travaux sur la mémoire de l'ordinateur. Des travaux pionniers apparus récemment montrent un modèle de simulation d'états fonctionnels externes et internes à la machine. Un modèle qui ne représente pas seulement ces états mais qui est aussi capable de corriger des trajectoires a été créé à la fin des années 1990. Il compte deux processus, le premier simulant l'action à partir de l'état instantané du système et de la commande motrice déclenchée par la représentation ; le second, simulant les réactions sensorielles provoquées par la

première opération de simulation. La correction des éventuelles erreurs de trajectoire s'ajoutent lors de la comparaison entre l'opération réellement effectuée et sa simulation (Wolpert, Ghahramani, Jordan, 1995). Parallèlement, et grâce aux méthodes d'imagerie neuronale et motrice, des travaux sur des zones du cerveau se sont développés. L'un de ces travaux a été effectué sur des régions médianes du cortex frontal et montre que la région s'active chaque fois que le sujet est en situation d'effort et qu'il risque de commettre des erreurs (Carter, Braver, Barch, Botwinick, Noll, et Cohen, 1998). Une autre étude a testé l'activation des régions motrices primaires du relais spinal chargées de la contraction des muscles lors d'états d'action interrompue. Les résultats de ces travaux ont permis d'identifier des circuits nerveux communs aux intentions et à l'exécution d'une tâche (Jeannerod, 2001). Suite aux recherches sur le mouvement des yeux, en particulier sur les saccades oculaires, Jeannerod a exploré la vitesse du mouvement de la main montrant une accélération initiale et un ajustement près de l'objet cible. Le contrôle de la direction de l'action, de son amplitude, de la durée et de l'effecteur (main droite/gauche), permet de mieux comprendre le geste dupliqué sur l'écran d'un ordinateur (Dans *Vocabulaire des Sciences cognitives*).

4.4 Conclusion

Dans cette sous-partie *Paradigmes sur le comportement et l'usage* nous avons exploré trois familles de recherches qui montrent le lien étroit entre notre sujet d'étude (la navigation à des fins pédagogiques et le profil d'usager) et la psychologie cognitive. Les débats sur la qualité computationnelle de la machine de Turing, les effets de l'hypertexte pour le traitement de l'information et la part de construction-reproduction de la connaissance ont repositionné la question sur les effets de l'enseignement à l'aide des hypermédias. Toutefois, la rupture spatio-temporelle propre à l'enseignement à distance et la désynchronisation fondamentale entre les activités d'enseignement et d'apprentissage placent les processus de médiatisation et de médiation à la base des conflits produits dans les EIAH (Peraya, 2000). De fait, l'analyse de ces conflits requiert autant d'outils facilitateurs de la visualisation que d'interprétations sur l'organisation des trois composantes du problème, à savoir le profil de l'étudiant, le comportement d'usage et le parcours d'expert. Nous avons ainsi identifié le problème que nous souhaitons résoudre. Cependant, ces outils nous manquent. Dans cette recherche, nous proposons notamment l'élaboration d'une méthode contribuant à cette résolution. Les graphiques produits par le biais de cette méthode pourront

montrer la disposition des composants de l'activité numérique pouvant se constituer en instruments d'aide aux décisions pédagogiques sur les EIAH.

Les thèses exposées apportent des éclaircissements aux aspects d'une observation des comportements. En grande partie, elles font référence aux dimensions cognitives qui répondent indirectement à la question que nous nous posons : existe-t-il une relation entre mode de navigation et caractéristiques personelles de l'usager ?

Nous nous intéressons aux recherches qui identifient les différences individuelles des apprenants afin de reconstruire les profils de navigation des usagers[25]. Nous partons de la premise que ces différences existent et qu'elles déterminent les résultats académiques ce que nous oblige à explorer le comportement en ligne et essayer de faire des graphiques conséquentes. Le style d'apprentissage provenant du LSI est l'un des attributs du profil usager qui compte des catégorisations issues de test standardisés permettant de séparer les groupes pouvant les observer et identifier des traits particuliers selon les groupes. Également significative est la permanence de cet attribut dans la recherche en éducation. L'attitude d'apprentissage dominante décrite par le test de Kolb (1984) nous intéresse car elle reconnait le caractère d'expérimentation lequel peut correspondre à un profil proche à l'usage des outils numériques comme les EIAH. D'autres variables constituant le profil d'usager sont plus difficiles de tester et de formaliser étant donné la manque d'outils permettant de séparer de forme juste les groupes à étudier. C'est notamment le cas des stratégies de visite.

Un autre problème collatéral est l'obtention des autorisations d'usage des traces Web dans des institutions comme les universités qui d'une part, comptent avec leurs propres équipes de recherche et d'autre, gardent soin du filtrage d'information non-désiré. La maitrise des plateformes pose aussi une difficulté dérivé de l'usage hétérogène des institutions.

La méthodologie se veut exploratoire ayant comme exigence de créer et d'adapter des outils à fonction graphique dont les caractéristiques de facilité d'usage pour les non informaticiens comme c'est le cas d'une majorité d'enseignants et d'accessibilité sur la même plateforme du cours.

[25] Une ampliation des choix épistémologiques et méthodologiques est présenté à la fin de la partie théorique (*cf.* Présentation de la problématique).

5. Synthèse et critiques

La conceptualisation des situations pédagogiques informatisées implique la compréhension de ce que les environnements informatiques apportent aux situations d'apprentissage. Cependant, l'articulation des dimensions pédagogique et informatique ne suffisent ni à expliquer ni à évaluer la qualité des environnements, les deux étant issues de situations externes aux EIAH. La dimension pédagogique dispose d'objectifs et d'approches élaborés en principe dans des situations d'enseignement non informatisées et qui ne comptent pas d'adaptations significatives aux EIAH. La dimension informatique, est encore en majorité éloignée des équipes éducatives. Tchounikine (2009) a fait remarquer une troisième dimension, l'analyse de l'activité et l'apprentissage. C'est celle qui, nous pensons, requiert des outils préalables proposant des graphiques susceptibles d'être interprétés. Ce n'est qu'après la construction d'outils facilitant l'analyse des activités produites dans des environnements informatiques que nous pourrons répondre à cette troisième dimension.

L'objectif de la présente recherche est d'apporter notre contribution à la connaissance sur le comportement des usagers universitaires dans les EIAH. Une revue de littérature montre que les travaux existants sur le sujet permettent de répondre partiellement à cette problématique (Depover, Giardina et Marton, 1998 ; Marquet et Coulibaly, 2007 ; Dessus et Marquet, 2009 ; Caterino, Chibout et Meza, 2011). Effectivement, les travaux sur les plateformes numériques montrent qu'il existe un effort de représentation du comportement de l'usager sous la forme d'échelles de préférence et de permanence sur un site. Cependant, ces plateformes ne favorisent pas l'observation directe de l'activité sur le site. Nous avons besoin de représenter cette activité pour que les enseignants puissent compter sur un outil lisible et profitable aux interprétations pédagogiques. Pour répondre à ces besoins, il est nécessaire d'aborder deux types de problématiques :

- la difficulté d'élaborer des instruments de traduction des données stockées sur les sites numériques, car à l'heure actuelle nous disposons d'une accumulation de données que nous ne pouvons pas exploiter ;
- la nécessité de proposer une syntaxe des parcours de navigation qui permette de comparer les parcours réels avec ceux attendus.

Si les synergies comportementales peuvent permettre de les localiser et d'y faire un tableau des fonctionnalités, nous pouvons, à partir de ce moment-là, reconstruire le modèle d'une action. Nous pouvons donc, aussi, les anticiper. Ce qui revient, dans un processus éducatif, à adapter l'enseignement à l'étudiant.

Chapitre IV
La représentation de la navigation dans les EIAH

Rappel du plan

1. Introduction
2. La navigation numérique
    2.1 L'hypermédia
    2.2 Les stratégies de navigation
    2.3 Les hyperliens
    2.4 La lecture électronique
        2.4.1 Les documents numériques
        2.4.2 L'hypertexte
    2.5 Le parcours et la trace
3. La représentation graphique de la navigation dans les EIAH
    3.1 La théorie de l'image visuelle
    3.2 La représentation
        3.2.1 La carte
        3.2.2 Le réseau
        3.2.3 Le graphe
4. Composants d'une grammaire de la navigation dans les EIAH
    4.1 Notions de linguistique
        4.1.1 Le signe linguistique
        4.1.2 Une langue universelle
        4.1.3 La syntaxe
        4.1.4 Une syntaxe du numérique
5. Synthèse et Critiques

1. Introduction

Cette introduction aborde l'état de l'art de la navigation éducative à l'époque du *Global Positioning System* (GPS). L'analogie que cet outil de localisation permet de faire entre l'espace de notre entourage et l'espace Web semble fertile (Collard, 2009). On peut toutefois se demander si ces deux espaces sont similaires. L'objectif de cette section est de définir la navigation dans une famille hypermédia particulière, les EIAH, et de situer le cadre susceptible de répondre à cette question. La navigation implique l'appréhension d'un espace numérique dont le résultat permet d'en maîtriser l'instrument.

De plus, aujourd'hui, l'ubiquité des technologies intégrées à l'éducation impose l'exigence d'une ingénierie pédagogique performante. Il y a un travail considérable à réaliser au niveau des outils d'interprétation des activités dans les logiciels associés à l'éducation. En effet, le problème n'est pas de produire des sites ou d'intégrer tel ou tel instrument technique sinon celui de mesurer l'impact de l'outil sur différents profils d'étudiants.

Waterman, auteur de « *Animal navigation* » (1989), décrit très simplement notre besoin de déplacement. En mettant l'accent sur le temps que ces déplacements prennent, l'auteur énumère certaines des actions impliquées : nager, voler, marcher, ramper, creuser, trotter, courir, galoper et se propulser d'un endroit à l'autre. Plus récemment, dans le champ des neurosciences, Macquart (2008) a étudié le suivi de route des fourmis et introduit le terme « animal mobile ». L'attribut principal des animaux mobiles dont fait partie l'espèce humaine est d'avoir un habitat composé de sous-habitats entre lesquels ils font des allers-retours. Nous nous intéresserons à la description de ces trajectoires tout en restant consciente de la différence des objectifs avec les trajets de notre échantillon.

Selon la définition de Bruillard (1997) que nous avons également retenue, l'action de naviguer est la capacité à effectuer des connexions rapides entre plusieurs pages contenant des blocs de textes. Cette définition, intimement liée à la navigation hypertexte, n'est pas étrangère aux sites Web d'apprentissage. Elle suppose trois conditions applicables aux hypermédias dont les EIAH :

- La compétence à agir dans un espace technique, à savoir, un scénario pédagogique soumis à des règles ayant leurs fonctionnalités propres.
- La rapidité exprimant implicitement une efficacité requise (délai du dépôt d'une tâche)[26].
- Le contenu (thème du cours) dont l'organisation en un ensemble énonce la granularité plus ou moins importante selon le sujet traité et les objectifs suivis.

Dans les espaces éducatifs informatisés la navigation est souvent présentée de façon générale. Plusieurs expressions énoncent les figures « parcours dans un scénario balisé informatiquement », « suite de décisions et d'actions » (Amadieu et Tricot, 2006, p. 12). Dans cette recherche, la navigation sera envisagée sous la notion d'activité de parcours intentionné pédagogiquement dans un espace sémiologique et cognitif de réalisation d'une tâche. Cette notion fait référence à deux extensions, d'un coté le clic de la souris qui permet de se connecter à l'interface de l'ordinateur et de l'autre, le trait que cette action produit. Un trait qui fait partie d'un flux et exprime une intentionnalité éducative, est initié dans l'aménagement du cours par l'enseignant et actualisé à travers la réalisation des activités par l'étudiant. Dans ce sens, on nomme « parcours de navigation » la situation pédagogique (Tchounikine, 2009) où l'étudiant choisit une stratégie pour accomplir la tâche prescrite dans la formation.

Dans le champ des TIC, Proulx (2002) remarque que la navigation figure comme l'une des trois connaissances de la culture technique qu'il est nécessaire d'évaluer. Les deux autres connaissances sont l'identification de la place de la technique dans notre société et l'apprentissage de différents types de communication électronique. Cet enjeu fait remarquer l'importance soutenue des EIAH dans notre société.

Cette recherche a pour but de proposer un modèle capable de représenter une navigation type qui apportera des éléments explicatifs sur l'efficacité des parcours des usagers. L'exploration de ces parcours dans le cadre de cinq cours universitaires permet d'établir des comparaisons entre les étudiants d'un même cours accompagnés par un expert de la matière proposée.

[26] Pour une description en détail de la notion de « dépôt d'une tâche » voir la section V3.3.2

Cette étude a la particularité de réunir les thématiques du comportement de navigation et de la représentation d'une telle activité sous la forme d'un questionnement qui pose l'existence d'un comportement de navigation plus efficace qu'un autre. Cette question soulève la place prépondérante de la représentation comme outil conceptuel transdisciplinaire dans les Sciences de l'éducation et en tant que pont avec la sémiotique, l'informatique et la géographie. Cette place permet d'établir un lien entre les disciplines consultées pour répondre à la question de recherche sur s'il existe un comportement de navigation, et s'il est susceptible d'être représenté sur une carte afin de mesurer par la suite leur efficacité pour les différents styles d'apprentissage.

Il y a donc deux thèmes à développer, la navigation et la représentation de la navigation. Par conséquent, nous avons choisi de diviser ce chapitre (*Caractéristiques de la navigation dans les EIAH*) en deux sections. La première section approfondit la caractérisation des situations pédagogiques présentées dans le premier chapitre, en se centrant sur le comportement étudié (*La navigation numérique*). La seconde s'occupe d'explorer les notions utiles à l'élaboration d'une carte des activités observées (*La représentation graphique de la navigation dans les EIAH*). La première section débute par une exploration de deux notions attachées à l'activité numérique : la lecture électronique et le parcours de navigation. On y parle ensuite de la représentation graphique des parcours de navigation : l'image visuelle, la carte, le réseau et le graphe.

2. La navigation numérique

L'origine de l'expression « navigation » correspond au domaine maritime où elle s'utilise comme une forme de circulation des bateaux et comprend une série de termes familiers dont itinéraires, lignes et compagnies. Dans le même sens métaphorique, la figure du flâneur[27] explique en partie le phénomène qui se produit lors de l'activité dans les espaces numériques. Elle répond bien à l'idée de promenade et de voyage. Un examen des caractéristiques similaires et différentes montre la précision de cette comparaison.

[27] Terme assigné à ce qui se promène sans but précis ; par extension, ce qui perd son temps. Très utilisé dans la littérature romantique, par exemple chez Baudelaire et Balzac.

2.1 L'hypermédia

Un EIAH est un hypermédia. Il contient des textes voire des hypertextes, sons, images et animations (*cf.* § 1.3.3.1.3). Dans un hypermédia, le lecteur peut non seulement cliquer sur les mots pour circuler entre les multiples composantes textuelles du document, mais encore faire de même avec des portions d'image ou des segments de bande sonore (Pouts-Lajus et Riché-Magnier, 1998).

A. Deux différences entre les espaces numériques d'un hypermédia et l'espace physique : le but et le caractère spatio-temporel.

- Le but : les EIAH se donnent un but principal d'intention pédagogique. L'étude de l'activité numérique dans les dimensions d'un espace donné (le scénario de formation) et d'un espace acquis (la navigation pédagogique) ressort du mouvement de la main, métaphore de notre action dans le monde. En effet, la main nous ouvre la porte des univers perceptif et symbolique contenus dans le couple « homme-machine » qui nous prépare à apprendre.

- La dimension spatio-temporelle : la comparaison de Boechler (2001) des espaces physique et informatique nous permet d'examiner la dimension spatio-temporelle à partir de deux des axes qu'il décrit : les modèles métriques de l'espace et les fondements spatiaux.

- La dimension euclidienne est déterminée par la direction et la distance entre les points de repère du monde physique. Dans l'espace bidimensionnel de l'hypermédia cette propriété peut s'appliquer à la direction (des pages consultées, par exemple) mais non à la distance qui compte dans le virtuel des paramètres inapplicables au monde physique, et vice versa.

- Les fondements spatiaux impliquent l'identification de quatre attributs (identité, lieu, ampleur et temps). Il semble difficile d'appliquer ces attributs aux hypermédias à cause des propriétés asynchrones et d'ubiquité et à cause de la taille/ampleur imprécise d'un document numérique.

En revanche, Shum (cité par Collard, 2009) postule qu'à partir des attributs de distance et de direction, l'espace physique se projette sur l'hypermédia. Dans ce cas, l'expérience de l'usager dans

le premier espace apportera des supports à la navigation.

B. Deux similitudes entre les espaces numériques d'un hypermédia et l'espace physique : la représentation mentale et l'expertise de l'usager.

- La représentation mentale (*cf.* fig. 2) implique la connaissance conceptuelle et procédurale des espaces (Boechler, 2001). Cette propriété est applicable à la navigation hypermédia où elle est nécessaire avec la maîtrise technique et les fins d'interaction avec l'ordinateur. L'espace mental sous-tend des programmes de comportement similaires dans les hypermédias et le monde physique.

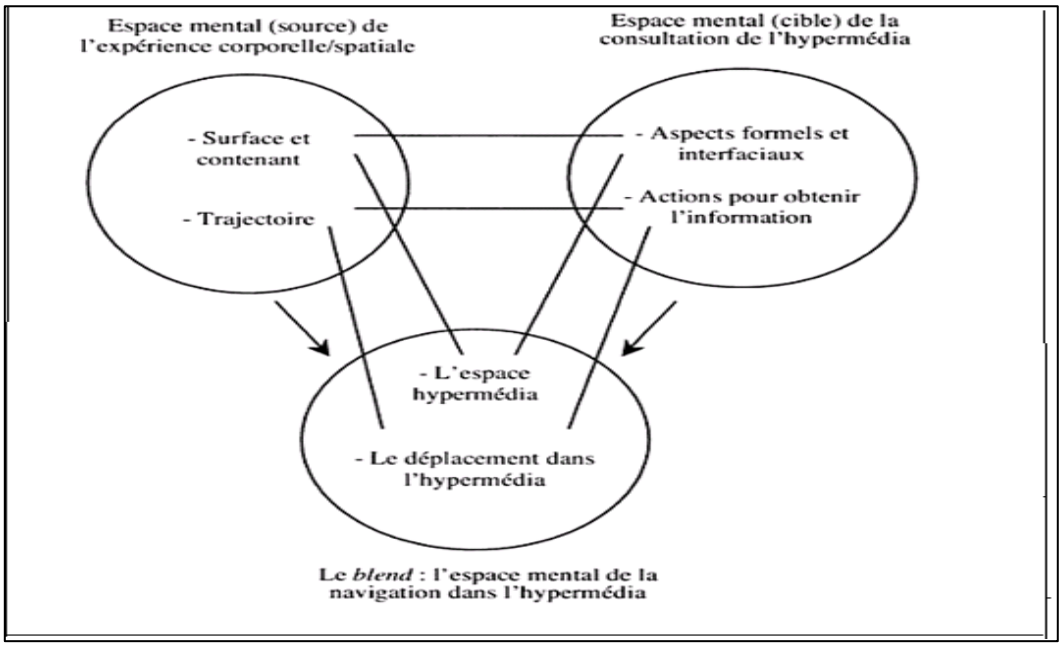


Figure 2. L'espace mental de la navigation dans l'hypermédia (Collard, 2009, p. 102)

La figure 2 fait état des trois dimensions de l'espace mental avec les connaissances et compétences corporelle/spatiale de l'individu qui agit vers un but d'interaction avec le dispositif hypermédia.

Padovani et Lansdale (2003) reconnaissent deux formes d'activité de la navigation :

le déplacement entre nœuds d'information et,

le processus de médiation entre l'utilisateur et la machine.

Ces formes de navigation relèvent du degré d'expertise de l'usager avec les dispositifs numériques. Cet attribut, applicable à toutes les interactions humaines avec la technologie, permet d'identifier les

médiations qui sont les plus adaptées aux profils des étudiants.

2.2 Les stratégies de navigation

Les travaux sur la performance de la navigation montrent des résultats apparemment contradictoires. Par exemple, certaines recherches concluent que les novices éprouvent plus de difficultés que les experts à se repérer dans les documents hypertextuels, notamment lorsque le nombre de possibilités de déplacement à leur disposition est important : lecture et compréhension (Russo, Colombi et Baccino, 2003), tâches d'apprentissage (Tricot, 1993). Cela implique une diminution des ressources pour éviter la surcharge cognitive produite sur un nombre d'élèves par des informations exigeant un traitement simultané. Mais d'autres auteurs (Colombi et Baccino, 2010) montrent que les novices utilisent les accès directs aux niveaux de profondeur 2 et 3 sans faire davantage de détours. Une explication des auteurs relève du type de tâche. Selon eux, en ce qui concerne la recherche d'information, les risques de surcharge sont moindres que le contenu à apprendre. La nécessité d'améliorer les interfaces a permis de centrer *les* recherches sur les caractéristiques des usagers. Deux stratégies principales ont été décrites depuis la dernière décennie : spatiales et conceptuelles (Coulet, 1998 ; Foucault et Coulet, 2001) :

- les stratégies spatiales, aussi appelés *Data driven*, relèvent des processus focalisés sur les « endroits ». Il s'agit des informations disponibles sur l'écran qui sont adaptées au niveau de la connaissance des structures hypertextes d'un novice.

- les stratégies conceptuelles, aussi appelés *Goal driven*, relèvent des processus de focalisation sur les concepts. Il s'agit de l'information disponible sur le modèle du réseau et énoncent la connaissance acquise.

Comme cela a été souligné par Collard (2009), l'usager perçoit l'hypermédia comme un espace comprenant une double perspective physique (interface) et sémantique (contenu). Définie par Ebersole (1997, cité par Collard, 2009 p. 21), l'interaction obéit aux choix de l'usager qui « détermine la réponse du système à l'information d'entrée et l'information suivante qui lui sera présentée ». Ce mode, appelé client serveur, correspond au mode de fonctionnement de la navigation sur Internet. L'internaute, grâce au navigateur, émet à partir de son ordinateur une

requête au serveur du site Internet qu'il consulte. Le serveur lui envoie en réponse les informations sollicitées empruntées aux fichiers de la page Web consultée (Dans *Glossaire Interstices*). En nous basant sur la classification des méthodes de butinage de McAleese (cité par Le Crosnier, 1999), il est possible de distinguer cinq stratégies pour lire un hypertexte :

- le balayage (*scanning*) qui correspond à une lecture globale,
- le butinage (*browsing*) qui permet la recherche d'information jusqu'à sa satisfaction,
- la requête (*searching*) qui est déterminée dans un but précis,
- l'exploration (*exploring*) qui correspond à une recherche exhaustive,
- le vagabondage (*wandering*) qui sert à une lecture sans but précis.

2.3 Les hyperliens

Les liens hypertextuels déploient une forme multiple ayant des dimensions graphiques, linguistiques et pragmatiques (Colombi et Baccino, 2003). Les recherches dans ce domaine associent l'étude informatique avec celle des parcours oculaires (Baccino et Colombi, 2001 ; Baccino, 2004) produisant une classification centrée sur l'usager. Quatre dimensions de la navigation sont établies à partir des paramètres de la situation (tâche prescrite) ou des paramètres du système (destination, texte et mise en forme des liens).

D'autres liens d'exploration visuelle sont l'accès direct et le « pas à pas ». Les experts font une navigation rapide en raison de leur connaissance du dispositif ; les novices agissent méthodiquement en raison de leur expérience minime avec le dispositif. Ces derniers montrent un parcours d'allers-retours entre l'index et le contenu. Plutôt connectés avec la recherche des parcours oculaires, les travaux sur la direction de l'exploration visuelle (verticale et horizontale) déterminés par l'organisation du contenu et du format (Léger, Baccino et Tijus, 2003 ; Colombi et Baccino, 2003) montrent une importante activité.

2.4 La lecture électronique

La navigation est une activité personnelle. Dans les espaces virtuels, elle a été définie à partir de la notion d'hypertexte dont la définition classique est celle d'une représentation de l'information en nœuds enlacés où des millions d'usagers suivent de façon simultanée les connexions d'un texte en croissance permanente (Nelson, 1990). Ainsi, dans les sites de formation en ligne l'usager agit-il comme un lecteur-navigateur. Il fait une lecture non-séquentielle des réceptions multiples provenant également de plusieurs auteurs. Cette forme de lecture, intensifiée par l'arrivée de l'Internet, a comme effet le changement du paradigme de la lecture dont les deux caractéristiques principales sont la rupture de la dépendance auteur-lecteur et une nouvelle conception du livre : électronique et hypertextuel. Dans cette thèse, nous utilisons le terme « navigation » plutôt que « lecture » à cause du mouvement qui illustre l'idée de « marche », d'« avancement ». Aussi les termes « exploration » et « parcours » sont-ils similaires. Dans les pages qui suivent, le terme « lecture » sera utilisé dans les cas où il sera question de relever le contenu parcouru.

La « lecture » est également une activité personnelle ; dans les espaces virtuels, elle a été définie à partir du concept d'« hypertexte » (cf. § chapitre IV, 2.4.2). Mais le concept renvoie aussi à un « dispositif électronique », celui qui transforme l'information d'un dispositif déterminé en un autre type de signal, afin de permettre un traitement informatique ou de reproduction. Quant à la « lecture », le dictionnaire de la RAE la définit comme l'« interprétation du sens d'un texte ». En informatique, l'activité de lecture énonce l'accès à une information contenue dans la mémoire de l'ordinateur. Dans le cas de la lecture en ligne, l'activité implique d'adapter la capacité de lire les textes imprimés dans les versions électroniques ou numériques d'un document. Les formats les plus communs sont « .doc », « .lit » et « .pdf ». L'hypertexte permet de structurer l'information à travers des liens ou « hyperliens » qui font partie de l'interface avec l'usager.

Selon Baccino (2004), l'activité de lecture est envisagée comme un ensemble de processus cognitifs qui transforment l'information visuelle des mots d'un texte en une représentation cognitive intégrant à la fois les nouvelles connaissances et les connaissances déjà mémorisées par le lecteur. Les premières étapes de transformation concernent les aspects de visibilité et de lisibilité des mots présentés sur écran ainsi que les mécanismes qui extraient l'information lumineuse afin d'en isoler une forme identifiable et porteuse de sens. Ensuite, et parfois simultanément, interviennent les

étapes de traitement plus complexes dont le but final est d'intégrer cette information identifiée à une connaissance plus globale propre au lecteur. C'est la compréhension et cela englobe les étapes de traitements syntaxique, sémantique et référentiel du texte ainsi que les objectifs, l'état des connaissances préalables du lecteur et les stratégies de lecture qui diffèrent selon la situation ou le type de documents. L'objectif de la lecture est d'aboutir à cet état final constitué d'une représentation cognitive construite à partir des informations du texte et des informations déjà connues du lecteur.

La recherche sur la récupération de l'information à partir des fixations et saccades, *scanpath* (Baccino, 2004) a permis d'identifier la séquence des opérations mentales dans l'activité de lecture. En même temps, ces recherches apportent des descriptions sur les éléments de texte et images consultés par le lecteur et des clés pour l'élaboration d'une carte du processus de lecture. La description des stratégies de navigation supportées par les hyperliens profite à la description des outils autant qu'à celle des programmes de médiation pédagogique.

2.4.1 Les documents numériques

Le terme « document » vient du latin *doceo* (instruire) et s'applique à un objet à la fois matériel et informationnel. Le récepteur transforme cet objet en document selon l'intérêt qu'il a à s'instruire dans un contexte d'importance grandissante de l'information. Deux faits marquants sont l'apparition de la notion de « documentation » à la fin du XIX^{e} siècle constituant la bibliothéconomie (*library science*) en allusion au domaine des livres et bibliothèques, et l'entrée à l'université en 1969 de la discipline avec le nom de Sciences de la Communication et de l'Information (SIC). Depuis, le champ documentaire a développé des outils de plus en plus performants pour faciliter l'usage de l'information. Les thésaurus, par exemple, ont modifié la recherche de l'information orientant l'usager à partir de vocabulaires normalisés, aujourd'hui automatisés par les moteurs de recherche

Transmettre le savoir écrit est aujourd'hui une exigence. Particulièrement sensible dans un contexte de concurrence dans l'acquisition des connaissances, la publication scientifique prend une place significative dans le développement d'outils d'évaluation et de diffusion des savoirs. Dans l'enseignement supérieur, la consultation de documents numériques fait partie de l'activité quotidienne d'un étudiant. Raison pour laquelle les services des bibliothèques, revalorisés suite au

rapport Miquel (1989), sont particulièrement dynamiques, offrant, entre autres, le libre accès aux documents, la centralisation de l'information, l'accès aux supports informatisés et éventuellement, la formation à la recherche documentaire.

Les études des TIC sont passées d'une approche « machine » à une approche « usage », tout en laissant encore en retrait les aspects personnels, à savoir les intérêts et les compétences des usagers. Réunis à la dimension sociale des interactions (Audran, Coulibaly et Papi, 2008), ces aspects servent à caractériser le comportement des apprenants sur la toile. Le groupe partage le contrôle des activités communes (Linard, 2002), c'est pourquoi il est important à nos yeux de s'appuyer sur les typologies à la fois des étudiants et de leurs activités, en commençant par une meilleure connaissance de leurs parcours de navigation.

La théorie du traitement de l'information s'inspire du modèle de fonctionnement de l'ordinateur pour expliquer comment la mémoire recueille, traite et emmagasine les nouvelles informations et repère, par la suite, ces informations. Dans cette optique, on considère les processus mentaux comme responsables de cette succession d'étapes du traitement. Leurs principes généraux sont : (1) la structure cognitive en place : notion de connaissances antérieures, (2) les processus qui font appel aux récepteurs sensoriels et aux diverses formes de la mémoire : mémoire à court et long terme et (3) la supposition qu'une organisation hiérarchique des connaissances s'effectue au niveau de la structure cognitive. Gagné (1974) a élaboré un modèle fondé sur les différents principes du renforcement et sur des éléments de base de la théorie de l'information. Concernant l'information, il propose la présence de cinq catégories principales : l'information verbale (apprendre le vocabulaire d'un livre), les capacités intellectuelles (le calcul), les stratégies cognitives (le raisonnement inductif), les capacités motrices (envelopper un cadeau) et les attitudes (donner sa place dans le tram). Pour sa part, Ausubel (1968) accorde la priorité aux relations entre la structure cognitive du sujet, les intentions de l'apprenant, le contenu à acquérir et les modalités de transmission des connaissances. Il décrit deux types de structure cognitive, celle en place via celle à mettre en place selon un processus interactif entre les apprentissages significatifs (liens avec ce que l'élève sait déjà) et mécaniques (sans liens).

2.4.2 L'hypertexte

L'Internet introduit un nouveau type de structure : l'hypertexte. Il s'agit d'une structure qui organise l'information de façon non linéaire. La structure hypertexte permet de sauter d'un point à un autre dans un texte, ou à d'autres textes, à travers des liens. Au lieu de lire le texte en forme linéaire, certains termes sont liés à d'autres par des relations à travers des liens. Cela permet aux lecteurs ou utilisateurs d'un hypertexte d'accéder directement à l'information qui les intéresse ou de la rechercher en fonction de leurs propres intérêts sans avoir à parcourir le texte par étapes ou par séquences. Ce qui transforme un texte en hypertexte est l'énorme capacité des liens au sein d'une structure de branches multiples. Ce type de structure et cette façon d'organiser l'information ne sont possibles que grâce à l'utilisation d'un milieu numérique, la seule façon possible de réaliser et de donner forme à un hypertexte s'effectuant par les ordinateurs. La confusion terminologique entre système, outil, logiciel ou document hypertexte tient au fait que l'hypertexte peut être utilisé comme un terme générique et comme un terme spécifique. En tant que terme générique, il a cette qualité de permettre de décrire un modèle conceptuel pour organiser l'information. En tant que terme spécifique, il est utilisé de deux manières différentes: comme un outil numérique et comme un logiciel pour créer, gérer et mettre en œuvre ce modèle conceptuel, et comme un document généré à partir dudit logiciel ou l'outil.

Inventé par Nelson, promu par Engelbart et Bush, le concept d'hypertexte a vite acquis une grande popularité dans le milieu de l'informatique, puis au sein du grand public. Dans un hypertexte, le lecteur construit son parcours de lecture en choisissant, parmi les multiples bifurcations et circulations possibles, celles qu'il souhaite, celles qui lui conviennent, celles grâce auxquelles il donne sens au message (Pouts-Lajus et Riché-Magnier, 1998). Une autre caractéristique est la représentation de l'information en nœuds enlacés, ce qui permet la coexistence de plusieurs auteurs et rompt la dépendance auteur–lecteur. Ainsi, le lecteur fait une « lecture non séquentielle » dans laquelle il est possible d'amplifier l'information de façon presque illimitée et de créer des lectures multiples (Nelson, 1990). La lecture hypertexte est la capacité à effectuer des branchements rapides des blocs de textes (Bruillard, 1997).

Quant aux sémiologues, ils attribuent aux hypertextes une rupture épistémologique, un changement de paradigme. Prensky (2001) précise l'origine du changement du modèle de lecture. Ce changement est dû à la mutation que les nouveaux processus d'interaction inscrivent aux concepts classiques d'œuvre, d'auteur et de lecteur, changeant le rôle des protocoles interprétatifs des consommateurs (lecteur et auteur). Del Villar (2003) propose une analyse sémiotique du numérique à partir de la détection des déséquilibres de fonctionnement entre les structures cognitives des récepteurs et les multimédias pragmatiques concrets. Van Oostendorp (1999, cité par Del Villar, 2003) attribue l'inefficacité de la navigation et le manque d'orientation à la fragmentation et l'incohérence structurale de la majeure partie des hypertextes. Le même auteur répond à la suggestion d'incorporation d'un sommaire ou d'une interface de la structure globale de la page (Nielsen, 1995) comme appui pour améliorer autant la vitesse que le repère de l'activité. Pour lui, l'expansion progressive des pages d'information, contribuant davantage à la fragmentation du document, augmente la surcharge cognitive liée aux problèmes de performance cités, affectant spécialement ceux qui ont l'expérience d'une lecture séquentielle et non hypertextuelle comme c'est le cas des étudiants de littérature et des autres disciplines des SHS. Selon un autre point de vue, Papert (1980), s'appuyant sur ses recherches sur l'apprentissage des concepts de la mathématique scolaire, signale la création d'outils personnalisés, accueillant une gamme de styles intellectuels, comme la plus grande contribution des TIC.

Comme le résume Rovira (2002) dans *Précisions terminologiques*, le terme hypertexte est souvent lié à 3 concepts différents :

- Un modèle théorique d'organisation non-séquentielle de l'information ;
- Un outil numérique qui permet de lire et d'écrire des documents hypertextes ;
- Un document numérique qui profite de la « computation » pour permettre l'accès non séquentiel à l'information. En ce sens, un hypertexte signifie le contenu des informations, y compris les fragments d'informations et de liens entre ces fragments, quel que soit le système utilisé pour lire ou écrire un tel document.

Finalement, du point de vue de son architecture technique, l'hypertexte peut être considéré comme un dispositif à trois niveaux. La première couche est constituée par les informations organisées en base de données, la seconde par l'hypertexte conceptuel et la troisième par l'interface utilisateur.

Selon ce schéma, c'est évidemment la couche de l'hypertexte conceptuel qui est la plus caractéristique et qui justifie l'appellation de « technologie intellectuelle » car en organisant les données selon un système qui les lie entre elles, elle leur donne sens et produit une information nouvelle qui n'était pas contenue dans la première couche (Clément, 2007).

2.5 Le parcours et la trace

Nous utilisons le terme de parcours pour désigner le choix des ressources proposées pour leur qualité pédagogique et nous distinguons les parcours réels des parcours d'expert. L'analyse du parcours fait appel à deux types de définitions techniques et pédagogiques. Les définitions techniques concernent les notions de nœud, lien et graphe.

Un nœud est égal à un module de fonctionnalités telles qu'un forum, un éditeur de texte et un quiz. Les liens permettent de distinguer la relation et l'orientation entre les modules. La réunion de ces nœuds et liens donne forme à un graphe qui permet de représenter les parcours réels sur la base des parcours d'experts. Les définitions pédagogiques permettent de distinguer les types de tâches prescrites des types de tâches réalisées. La tâche prescrite concerne la déclaration d'objectifs dans une temporalité donnée ; la tâche réalisée, l'exécution de ces objectifs. Cet ensemble s'avère essentiel pour la description de la grammaire d'un site Web à fins éducatives. Il permet de visualiser tous les chemins possibles entre un usager et l'accomplissement de la tâche prescrite dans le cadre d'un cursus universitaire ; un travail particulièrement productif est celui qui a permis de comparer les parcours novices entre eux et avec ceux des experts[28].

Le tableau montre sept indicateurs de la mesure d'un parcours (Amadieu, Bastien, et Tricot, 2008).

[28] La notion d'usage a été traitée dans le chapitre 2 de ce document sous le titre La notion d'usage (*cf.* § 2.2.3).

Tableau 7. Principales mesures utilisées dans l'analyse des parcours

Taux de rappel	Mesure le fait que l´utilisateur sélectionne le plus possible de documents Pertinents
Taux de précision	Mesure le fait que l´utilisateur sélectionne le moins possible de documents non pertinents
Économie	Mesure le fait que les documents sélectionnés par l´utilisateur sont différents (*i.e.* qu'il n´ouvre pas plusieurs fois le même)
Redondance*	Mesure le fait que l´utilisateur sélectionne plusieurs fois certains documents
Temps	Mesure le temps passé à sélectionner des documents pertinents, rapporte au temps total passé à réaliser l´activité (parfois cette seconde mesure est utilisée seule)*
Désorientation*	Mesure la distance entre le parcours réalisé et le parcours optimal ; cette mesure peut être pondérée par le poids des liens actifs
Efficience	Mesure la réussite de la tâche principale (par exemple, apprentissage) rapportée au coût de l´activité de navigation

Note. Les * indiquent que la mesure est inverse : plus la valeur est grande, moins la performance est élevée.

Dans le cadre de la maîtrise de nouvelles applications de l'ordinateur, le modèle GOMS (*Goals, Operators, Methods and Selection Rules*) (Card, Moran et Newell, 1983) se illustre l'aspect physique et mental des actions (Lerch, Mantei et Olson, 1989 ; Nielsen, 1993) au lieu de se centrer sur les processus cognitifs (Lohse, 1991) et sur l'interaction perceptive-motrice (Kieras et Meyer, 1997)[29]. Le GOMS est considéré comme un modèle classique qui, entre autres éléments, identifie le "*cognitive engineering time parameters*", ce qui nous intéresse particulièrement pour distinguer les paramètres cognitifs mais aussi physiques du comportement au cours de la navigation.

D'autres études présentent les stratégies de visite dans un musée. Elles ont été étudiées par Veron et Levasseur (1991) dans le cadre d'une exposition. D'après ces auteurs, les visites d'un musée ressemblent au comportement de quatre animaux : la fourmi, le poisson, la sauterelle et le papillon. Nous avons utilisé cette classification pour l'appliquer aux quatre manières de naviguer sur une page Web[30]. Dans une autre étude, la représentation spatiale des fourmis a été étudiée par Macquart

[29] Une description détaillée est présentée dans le chapitre II de ce document sous le titre Variables du profil d'usager (*cf.* § 1.3.1.1).

[30] Une description détaillée est présentée dans le chapitre II de ce document sous le titre Variables du profil d'usager (*cf.* § 1.3.1.1).

(2008). L'auteur présente deux modèles d'observation, le « *snapshot* » et le « *sketchmap* » dont les principales caractéristiques correspondantes sont les valeurs métriques entre les repères et l'insecte (angles, distances) et les relations topologiques entre les repères et le but. Les opérations effectuées sont une règle de déplacement par calcul vectoriel (*snapshot*) et une localisation dans l'espace du but du déplacement (*sketchmap*). Les conséquences fonctionnelles respectives sont l'utilisation de routes stéréotypées et l'utilisation flexible de l'espace.

Il est à noter que la notion de flux est synonyme de celle de parcours. Dérivée, d'une part, de la théorie des réseaux et, d'autre part, de la géographie, la notion de flux a été utilisée pour les échanges commerciaux (« flux financiers ») et le trafic d'une autoroute (« flux véhiculaire »), ou encore pour montrer le déplacement des populations (« flux migratoire »). Le concept permet de nommer des réalités en mouvement permanent. L'association au domaine de la cartographie dynamique (Cauvin et *al.* 2005 ; Mustiere, 2006) donne des représentations utiles à la prise de décisions. La cartographie traverse une large variété de champs, en particulier en aérospatiale (Agence spatiale européenne [EUROSTAT]), avec les cartes de l'information (Ingénierie de l'information scientifique et technique [INIST]) et le système de positionnement (GPS). Dans l'EAD, et en particulier dans les EIAH, nous observons des éléments communs aux domaines précédents tels que des données nombreuses, et le besoin d'une information précise visant à la prise de décisions.

3. La représentation graphique de la navigation dans les EIAH

L'objectif de cette section est de réunir les notions et concepts capables de permettre une représentation de la navigation éducative. En effet, le mot latin *representatio* énonce une sorte d'outil conceptuel qui sert à « mettre devant les yeux » une chose difficile à concevoir. Prenons, par exemple, la subjectivité des usages des dispositifs de formation. Notre travail porte sur un aspect de cette subjectivité, à savoir l'expérience de navigation sur un site Web éducatif à l'université. Un prototype des parcours réels superposés aux parcours experts constitue l'intérêt de cette recherche. L'élaboration du modèle compte deux étapes. D'abord, celle concernant l'individu : une information structurée, stockée, existant en principe dans la mémoire d'un sujet qui navigue.

Ensuite, celle concernant l'imitation de l'activité de l'individu : l'organisation des traces de visite et leur représentation en un graphe permettra de bâtir une carte de navigation éducative.

Pour naviguer, il faut une carte et les bons instruments de mesure des marées et des vents. Pour ce faire, on utilise la « carte marine ». Choisir la bonne carte, et savoir la déchiffrer, est indispensable pour assurer sa propre sécurité en mer, mais aussi pour choisir les routes les plus courtes et les mouillages les plus tranquilles. Dans un autre contexte, la navigation aérienne est l'ensemble des techniques permettant à un pilote de maîtriser ses déplacements. Dans la navigation sur Internet, le terme utilisé est navigation en réseau (*Net Surfing*). Dans le champ du dessin, nous comptons deux familles : le « dessin d'art » (ou « graphisme ») et « la graphique » (Bertin, 1977). Une représentation graphique (un graphique ou un graphisme) est la transcription de concepts ou d'idées sous la forme codée d'un système de structures visuelles (les signes). La graphique correspond à la construction d'images à partir d'une grammaire qui s'appuie sur les lois de la perception visuelle, perception universelle. L'étude et la mise en œuvre de ces règles, nommées « sémiologie graphique» par Bertin (1999) ont permis de comprendre et d'exposer la différence fondamentale entre graphisme et graphique (Tricot, 2006).

Une première définition de la notion de représentation que nous avons retenue est reprise dans les termes suivants du *Vocabulaire technique et analytique de l'épistémologie* : « toutes les façons par lesquelles les objets de pensée ou les objets concrets peuvent être présents à l'esprit ». Cette définition appelle la nécessité d'un traitement intermédiaire entre les objets, abstraits et concrets dans leurs particularités, et son actualisation à l'esprit, ce qui exige des observations précises et des méthodes adaptées. Plus particulièrement dans notre travail, la représentation de la navigation dans un EIAH répond à une nécessité de précision des interprétations de l'activité d'usager. Par conséquent, pour faire une représentation de l'activité d'un usager des EIAH, nous avons choisi la fabrication d'algorithmes reconstructifs des déplacements des étudiants faits à partir des traces de connexions stockées sur la plateforme de travail.

Dans la sous-section suivante, nous présentons les concepts que nous pensons utiles à la conception d'une carte des parcours.

3.1 La théorie de l'image visuelle

En philosophie, le concept et l'image n'ont pas le même statut. L'abstraction conceptuelle essentielle à l'épistémologie pré-moderne donne une place secondaire à l'image. Cette dernière, considérée comme « sensible », commence à être reconnue ontologiquement à partir des images de synthèse contenues dans la mémoire des ordinateurs en forme de tableaux de nombres binaires. L'information encodée à partir d'une image mentale est sensée apporter plus que la figure, la représentation des couches internes (scanner) ou à échelle (maquette) des objets. Dans ce cas, elle correspond à une représentation non-reproductive apportant une information latente susceptible de se transformer en moyen de connaissance de l'objet (Auroux et Weil, 1991). Ainsi, la cartographie, par exemple, s'est développée à l'aide des champs disciplinaires complémentaires liés à la mesure des objets physiques (géométrie, géographie, calcul) et à la conception d'objets symboliques (sémiologie, génie).

Les théories sur l'image sont complétées par les recherches sur la perception. Il s'agit d'une part, des questions du champ philosophique sur la conscience et la sensation, parmi lesquelles : Où se passe la perception ? Qui perçoit ? Qu'est-ce qui est perçu ? Qu'est-ce qu'on connaît quand on perçoit ? (Merleau-Ponty, 1964) ; et d'autre part, celles sur la structure du système nerveux retenues par les Sciences cognitives, en particulier les recherches sur la vision et certains éléments neuronaux des machines, dont les « perceptrons » de Rosenblatt (Minsky et Papert, 1988).

En informatique, un élément de base de la représentation est l'icône. Symbole graphique qui apparaît sur l'écran d'un ordinateur pour représenter une action spécifique à réaliser par l'usager (exécuter un programme, lire une information, imprimer un texto, etc.) ou bien un document, un dispositif, un état du système, etc.[31] (Dans *Glosario basico de Internet*).

3.2 La représentation

D'un point de vue général, la représentation est associée à un système de référence de ce qui est

[31] Notre traduction de l'espagnol.

difficile à observer directement, soit parce que les données informent de faits trop petits ou trop grands, ou non perceptibles par l'œil humain, soit parce qu'elles sont trop nombreuses et leur représentation difficile à synthétiser. Le sens d'utilité d'une représentation supporte des modèles et des classifications dans des domaines divers qui vont de l'échelle microscopique des virus à l'échelle macroscopique de l'univers. En psychologie cognitive, la représentation identifie deux mondes attachés à la personne. L'un au niveau du sujet proprement dit et l'autre à son environnement. Il s'agit en bref d'une entité interne, celle du monde conceptuel individuel qui prend les informations du monde externe, ce qu'on appelle « la réalité » (Houdé, 2003). Ces univers complémentaires de la perception humaine ont donné lieu à divers travaux rendant compte des modèles de la pensée (Pylyshyn, 1981 ; Fodor, 1983 ; Kosslyn, 1983 ; Le Ny, 1985 ; Pinker, 2000). Pour les éducateurs, les représentations externes se révèlent importantes car elles fonctionnent comme catalyseurs des signes de l'activité des étudiants. Plusieurs disciplines se sont penchées sur ce projet dont la linguistique, et plus tard la psychologie.

De même que la représentation, le signe est défini comme ce qui incarne autre chose (Eco, 1988, 1997). Plus précisément, le signe linguistique est constitué de trois composants, le « signifiant » (une image acoustique, un mot), le « signifié » (un concept) et le référent (objet, chose représentée), (Saussure, 1916). Une troisième définition provenant de la philosophie énonce la notion de signe comme la fonction que possède un objet, un événement ou une propriété de renvoyer à un autre objet, événement ou propriété. Pour d'autres chercheurs, il s'agit d'un fragment d'information structurée, stockée, existant en principe dans la mémoire d'un sujet ; les percepts, les significations de mots, les notions ou concepts, les connaissances sont des classes de représentations (Le Ny cité par Sigan, 1987). Dans le même sens, Anderson (2000) postule l'importance de la mémoire dans le traitement des images et des perceptions venant de l'expérience (*cf.* § 1.4.3, Paradigmes sur le comportement et l'usage).

La définition de Peirce (1978) du signe, antérieure à plusieurs autres, distingue un objet qui a une signification pour quelqu'un en raison d'un motif personnel et des caractéristiques qu'il attribut à l'objet. Ce signe est double, le premier réunit l'objet, ses attributs et son « représentamen » c'est-à-dire la représentation liée aux caractéristiques de l'objet. Le second est la représentation mentale du sujet qui interprète. On doit souligner le fait que le second signe, appelé « interprétant » est apparu comme la conséquence de la réunion des trois premiers éléments. L'auteur distingue trois types de

concepts liés au signe : l'indice, le symbole et l'icône. Le premier est une trace de l'objet comme la flamme l'est du feu. Le deuxième, en raison de son analogie avec l'objet représenté, n'a pas besoin de sa présence, comme la colombe rappelle la paix. Le troisième réfère à l'objet représenté en vertu de ses caractéristiques propres comme un symbole graphique sur l'écran d'un ordinateur représentant une fonctionnalité susceptible d'être activée par un clic sur un périphérique comme la souris.

Le concept de modèle s'associe à celui de représentation. La notion de modèle est définie en mathématiques comme la valeur d'une formule du calcul des prédicats de premier ordre dans la réalisation d'un langage. Elle comporte deux significations à savoir celle du mathématicien et celle du physicien. La première est située dans l'univers de la théorie des ensembles et la seconde est utilisée pour réduire, décrire, étudier le monde sensible. C'est ce deuxième usage, le plus répandu, qui est utilisé dans les Sciences nommées expérimentales (biologie, génétique, botanique) y compris les Sciences humaines (psychologie, linguistique, économie). La construction d'un modèle exige non seulement la connaissance du sujet mais encore la précision des concepts utilisés (Dans *Encyclopédie Universalis*). Un modèle mathématique est la représentation d'un système, biologique ou autre, par un ensemble de variables et de relations mathématiques entre ces variables, comme des équations différentielles. Un modèle simplifie par définition la réalité mais préserve les aspects importants pour étudier un phénomène donné (Dans *Glossaire Interstices*).

Les neurosciences s'accordent pour définir le concept de modèle comme représentation formelle d'un ensemble de phénomènes (Bachelard, 1979). Leur objectif principal est la construction d'un modèle du système cognitif normal. En effet, le sujet se trouve confronté à la complexité suivante : connaître une classification semble séparer les objets en différentes catégories ce qui permet alors de construire une progression de l'action ou de la pensée.

Un autre aspect à considérer pour notre propos est celui des états de connaissance qui ont comme éléments la disponibilité correspondant à la mémoire à long terme et l'actualité correspondant à l'activation.

Bien que ces précisions outillent la définition de notre modèle de la syntaxe de navigation, pour bien comprendre la représentation d'un espace numérique, des concepts supplémentaires doivent

être mobilisés. Nous avons retenu ceux de réseau, trace et graphe.

3.2.1 La carte

Avec la découverte du « Nouveau Monde », la carte acquiert le sens géographique et compte diverses définitions parmi lesquelles nous retiendrons celles d'une représentation géométrique, d'un modèle construit impliquant une réduction ou une sélection d'un modèle iconique, ou d'un graphique utilisant des signes (Joly, 1976 ; Cauvin et *al*., 2006 ; Cauvin, Escobar et Aziz, 2007). Dérivée de la carte, la cartographie est l'ensemble des études et des opérations scientifiques, artistiques et techniques intervenant à partir de résultats d'observations directes ou de l'exploitation d'une documentation en vue de l'élaboration et de l'établissement de cartes, plans et autres modes d'expression, ainsi que de leur utilisation (Joly, 1976).

La fonction primaire d'une carte est la visualisation de ce qui est difficile à appréhender et dont une représentation proportionnelle permet de faire un portrait selon une échelle idéale. Pour cela, deux conditions sont nécessaires : d'une part, la connaissance approfondie et préalable du phénomène à représenter et d'autre part, la coordination des spécialistes classiques (le cartographe et le mathématicien) et contemporains (l'informaticien et le sémiologue). Leur travail consiste à localiser les objets (fonctions topographique et mathématique) et à les caractériser (fonction thématique). A cet effet, sept variables visuelles ont été décrites par Bertin (1999) la forme, la taille, la couleur, la valeur, l'orientation, la texture ou trame et le grain.

Tricot définit la cartographie sémantique comme la cartographie de l'espace informationnel d'une organisation répondant à ses besoins. Aussi devient-elle une activité essentielle à la gestion des connaissances, permettant ainsi d'exploiter toute la richesse des informations de l'organisation. Associées à la cognition externe (*External cognition*) (Scaife et Rogers, 1996), les cartes sont des supports pour assister la pensée précise, comme un tableau, une feuille de papier (Tricot, 2006).

La similitude des cartes topographiques avec la modélisation des parcours de navigation réside d'abord dans le respect du modèle. Les premières suivent le modèle physique de la terre, les secondes, celui du comportement dans les espaces numériques de formation. En informatique, la

fonction de la carte est de faciliter la compréhension spatiale des objets, concepts, processus ou événements dans le monde humain.

La cartographie des connaissances est un système de gestion de connaissances (SGC) utilisé principalement dans le secteur des ressources humaines, et défini comme l'identification du patrimoine des savoirs d'une organisation. C'est une information représentée pour prendre une décision (Aubertin, Boughzala et Ermine, 2003). Trois acteurs : le concepteur, le consultant/chercheur et l'utilisateur (Cossette et Audet, 1994). Il existe cinq types de cartes selon leur finalité:

- Les *Knowledge Source Maps* représentent les expertises par lesquelles l'entreprise veut être reconnue,
- Les *Knowledge Asset Maps* répertorient le nombre de spécialistes d'un nombre de domaines donnés (du patrimoine d'expérience),
- Les *Knowledge Structure Maps* représentent les besoins de connaissance d'un domaine particulier,
- Les *Knowledge Application Maps* représentent une liste des dysfonctionnements opérationnels potentiels et enfin,
- Les *Knowledge Developpement Maps* représentent les connaissances à acquérir pour développer une nouvelle activité (Eppler, 2001).

Ces cartes utilisées pour synthétiser les données d'une organisation et non pour l'apprentissage, posent la même nécessité de visualiser l'information comme un besoin que la technique doit résoudre. Dans le contexte professionnel, la cartographie des connaissances devient un outil de planification, d'évaluation et de communication des organisations contemporaines. Savoir gérer la connaissance cumulée devient autant un facteur de certitude dans l'interprétation des besoins que de la mise en œuvre de nouveaux dispositifs. Il est intéressant de souligner que la représentation des données est indissociable des schèmes cognitifs et contextuels des concepteurs des cartes (les acteurs en question) ce qui représente un intérêt central pour l'apprentissage.

3.2.2 Le réseau

Un réseau est constitué de nœuds reliés par des liens, et souvent modélisé par un graphe. Par exemple, des routeurs peuvent être reliés par des fibres optiques (Dans *Glossaire Interstices*).

En tant que cartes, les réseaux héritent de deux notions essentielles de la tradition géographique : la notion de proximité et la notion de limite. Bien sûr, ces deux notions sont profondément redéfinies par l'analyse des réseaux. À la différence des cartes géographiques, les graphes ne sont pas des projections sur un fond de carte prédéterminé. Dans un réseau, la position d'un nœud n'est pas définie par des coordonnées spatiales. C'est au contraire l'espace même du graphe qui est défini par les relations qu'il contient. Néanmoins, afin de maximiser la lisibilité et minimiser les croisements des arcs, la plupart des logiciels de visualisation de graphes sont conçus pour rapprocher les nœuds connectés et éloigner les nœuds non-connectés. Les algorithmes de spatialisation fonctionnent en attribuant une force de répulsion aux nœuds (chacun d'eux tend à se distancier le plus possible des autres) et une force d'attraction aux arcs (qui, comme des élastiques, rapprochent les nœuds qu'elles connectent). Les réseaux sont des objets hybrides qui rassemblent tous les avantages que présentent les graphes, les cartes et les interfaces. En tant que graphes, les réseaux ont l'avantage de focaliser l'attention des chercheurs sur le phénomène élémentaire de la vie collective : l'association et la dissociation des acteurs sociaux. Dans ce sens, l'analyse des réseaux réalise l'invite de la Théorie de l'Acteur-Réseau à refonder la sociologie comme science des associations (Latour, 2005). Au lieu de prendre pour acquise l'existence des groupes, des institutions, des structures sociales, l'analyse de réseau ne postule que l'existence d'acteurs (nœuds ou sommets) et leur capacité à s'attacher ou se détacher (arcs ou arêtes) (Venturini, 2010).

Le réseau mondial des réseaux Internet est un réseau de réseaux : chaque organisation disposant d'un réseau peut connecter son réseau à Internet, en connectant certains de ses routeurs à des routeurs d'autres réseaux déjà actifs sur Internet. Des accords bilatéraux avec les organisations possédant ces routeurs définissent la manière dont ce nouveau réseau va s'intégrer. Le plan d'adressage IP (*Internet Protocol*) permet de rendre cohérent cet enchevêtrement de réseaux. Ces réseaux sont construits selon un protocole. Le protocole est une spécification de la façon dont doivent fonctionner et communiquer les nœuds d'un réseau. Un protocole spécifie en particulier les formats des messages échangés au bit près et la façon dont ces messages doivent être traités. Les

réseaux transmettent des paquets d'informations, celles qui circulent sur un réseau sont scindées en paquets de données de petite taille. Un paquet est l'unité élémentaire d'information pouvant être envoyée d'un routeur à un autre. Un flux important de données doit donc être découpé en une multitude de paquets pour pouvoir être acheminé dans un réseau. Chaque paquet contient, en plus des données, les informations nécessaires à sa circulation sur le réseau. On parle de routage de paquets pour l'opération qui consiste à les véhiculer d'un ordinateur à l'autre sur un réseau. Le terme topologie prend un sens différent de son sens géométrique lorsqu'il s'agit de réseau. La topologie est une science qui étudie les propriétés géométriques invariantes d'un objet quand celui-ci est étiré, tordu ou rétréci de manière continue. Un cube et une boule sont ainsi « topologiquement » équivalents, mais pas un tore (une chambre à air ou un beignet) puisqu'il y a un trou. Un tore et une tasse sont équivalents. La topologie d'un réseau désigne la façon dont ses nœuds sont interconnectés (en anneau, en étoile, etc.). Elle est modélisée par le graphe d'interconnexions (Dans *Glossaire Interstices*).

L'expression « Web sémantique » (*Semantic Web Activity* [W3C]) désigne un ensemble de technologies visant à rendre le contenu des ressources du Web accessibles et utilisables par les programmes et agents logiciels, grâce à un système de métadonnées formelles, utilisant notamment la famille de langages développés par le W3C. Les langages et technologies du Web sémantique sont parfois présentés comme des outils de représentation de connaissances adaptés à l'environnement Web, permettant de transformer automatiquement les données en information, et les informations en savoir. Le Web sémantique est entièrement fondé sur le Web et ne remet pas en cause ce dernier. Le Web sémantique s'appuie donc sur la fonction primaire du Web « classique » : un moyen de publier et consulter des documents. Mais les documents traités par le Web sémantique contiennent non pas des textes en langage naturel (français, espagnol, chinois, etc.) mais des informations formalisées pour être traitées automatiquement. Ces documents sont générés, traités, échangés par des logiciels. Ces logiciels permettent souvent, sans connaissance informatique de : générer des données sémantiques à partir de la saisie d'information par les utilisateurs ; agréger des données sémantiques afin d'être publiées ou traitées ; publier des données sémantiques avec une mise en forme personnalisée ou spécialisée ; échanger automatiquement des données en fonction de leurs relations sémantiques ; générer des données sémantiques automatiquement, sans saisie humaine, à partir de règles d'inférences (Dans *Wikipedia*).

3.2.3 Le graphe

Le graphe est défini par ses relations et une relation est définie par les nœuds qu'elle connecte. Dans un graphe, il y a une organisation à la fois locale et globale. Plus important encore, les graphes permettent une économie conceptuelle. Notre approche méthodologique est inspirée de la théorie des graphes d'Euler. Nous tenons compte de l'exploitation des tests sociométriques de Moreno (1954) appliqués à des modèles de choix aléatoires (Peaucelle, 1974) pour expliquer l'attraction des étudiants du même style d'apprentissage. Mais nous nous limitons à identifier la constitution de groupes et observons les cas isolés de leur groupe d'appartenance.

Le nœud de l'hypertexte est constitué de données verbales et non-verbales (des textes, des images fixes ou animées, des sons). Nous pouvons lister ces caractéristiques :

- Un nœud n'a ni contrainte de structure, de contenu ou de taille.
- Un nœud doit être discret, c'est-à-dire non divisible.
- Chaque nœud est une entité d'informations fondamentalement indépendantes.
- Chaque nœud a une valeur informationnelle propre, indépendamment de son appartenance à l'hypertexte.
- Chaque nœud est dispersé dans un espace virtuel.
- Un nœud peut être connecté à un ou plusieurs autre(s) nœud(s).
- Généralement un nœud d'informations est affiché à l'écran dans une fenêtre; cette zone matérialise l'unité d'informations.

En d'autres termes, un nœud est une entité du réseau. Il peut être par exemple un téléphone ou autre objet symbolique (module de fonctionnalité) ou matériel (ordinateur).

Comme nous l'avons vu, un hypertexte est constitué d'hyperliens. L'effet est celui d'une connexion entre deux nœuds du réseau, par exemple une fibre optique, une liaison radio, une connexion ADSL (dans *Glossaire Interstices*). Un lien est un connecteur entre des entités d'information. Leurs caractéristiques – flexibilité spatiale, multidirectionnelle et automatisme – offrent une utilisation dynamique de l'information contenue dans les nœuds qu'ils connectent. Selon la direction, un lien peut être : monodirectionnel (sans possibilité de retour au nœud de départ), bidirectionnel (avec

possibilité de retour au nœud de départ) ou multidirectionnel (connecte plusieurs nœuds et offre la possibilité bidirectionnelle). Ces potentialités sont activées par l'utilisateur internaute qui est le vrai créateur du réseau textuel. Le réseau est entendu comme toutes les possibilités de lien du texte.

Les graphes ont permis le développement de puissantes applications mathématiques, grâce auxquelles l'analyse des graphes peut s'appliquer à une multitude de phénomènes différents : des dynamiques sociales aux réseaux biologiques, des réactions chimiques aux forces physiques (Barabási, 2003). Cela a encouragé le développement d'un espace de collaboration multidisciplinaire, en favorisant l'échange des algorithmes, des logiciels et des pratiques d'analyse. Les réseaux et particulièrement les réseaux sociaux, amplifications d'un graphe, ont leur expression la plus réussie à travers les cartes (Venturini, 2010).

4. Composantes d'une grammaire de la navigation dans les EIAH

L'un des projets scientifiques les plus stimulants est de trouver le schéma commun à toutes les langues. Cela revient à élaborer une grammaire de la pensée. Un contenant d'idées, un texte dont la syntaxe reflèterait notre qualité humaine. L'objectif de cette section est d'examiner les théories et les notions de la linguistique afin de pouvoir conceptualiser/élaborer une syntaxe de la navigation.

4.1 Notions de linguistique

Toute langue a trois composantes :
- Une composante syntaxique qui étudie les relations entre les catégories grammaticales.
- Une composante sémantique qui étudie le sens des mots.
- Une composante pragmatique qui étudie l'usage des mots.

Cette troisième composante s'intéresse aux interactions communicatives des « énoncés » (Ducrot, 1984). Dans l'apprentissage, les « énonciations » peuvent être considérées comme des paroles mais ainsi comme des actions/activités (Austin, 1979 ; Searle, 2001).
Par exemple, le journal de terrain réalisé par un étudiant dans un espace blog ou wiki répond à deux fonctions :

1. Parole : le contenu du texte a des significations en lien avec l'expérience de l'étudiant pour son stage professionnel.
2. Action/activité : le journal est un « outil de production » (Baron et Brouillard, 1996), c'est-à-dire une « élaboration », une « réponse » à une tâche.

4.1.1 Le signe linguistique

D'emblée, nous saisissons tout langage comme signe. Aucun signe n'est naturellement reçu comme la réalité matérielle qu'il est, mais comme la manifestation d'un sens étranger à cette matérialité (Auroux et Weil, 1991). L'interprétation de ce signe requiert la proposition d'un argument basé sur un mécanisme d'inférence. La solution à cette inférence sera la « règle de signification » du signe. Cela nous amène à examiner notre argument selon les processus d'induction, de déduction et d'abduction. L'argumentation déductive implique l'application de règles générales d'inférence à des cas particuliers. Ainsi une conclusion s'avèrera vérifiée si les prémisses sont vraies (tautologie), ce qui ne constitue aucune information nouvelle. L'argumentation inductive, quant à elle, est utilisée pour rechercher les règles générales à partir d'éléments communs à des cas particuliers. L'induction exige d'aller chercher plus loin des données dans les conclusions élaborées et d'élaborer une loi à partir des observations.

Étudiée par Chomsky depuis 1957, la grammaire générative est composée de deux types de règles, les unes, de structure syntagmatique, construisent un arbre de structure profonde (« compétence ») ; les autres, de transformation, déplacent les syntagmes dans la structure profonde pour produire un arbre de structure de surface (« performance »). Un syntagme est un groupe de mots qui se comporte comme une unité dans une phrase et qui a par définition un sens cohérent. Par exemple, l'unité « dans le sud de l'Amérique » fixe le lieu dans lequel peut éventuellement se trouver le protagoniste de la phrase. Quant à la syntaxe, elle fait partie de la grammaire qui ordonne les mots en « syntagmes » et en phrases (Pinker, 1999). La position spécifique à la périphérie d'un syntagme s'appelle « spécifieur ». Pendant de nombreuses années, on a pensé que la position de « spécifieur » d'un syntagme nominal contenait le déterminant, mais le consensus actuel dans la théorie de la grammaire générative de Chomsky veut qu'on place le déterminant dans un groupe qui lui est propre (syntagme déterminant). La structure syntagmatique donne des informations sur les

catégories syntaxiques des mots dans une phrase, sur la manière dont ces mots sont groupés en syntagmes et dont ces syntagmes sont groupés en syntagmes plus grands ; on la représente en général sous la forme d'un arbre (Pinker, 1999).

L'approche logico-formelle du langage des années 1950 et 1960 a permis de contribuer à l'inauguration du paradigme cognitif. A partir des propositions de Chomsky sur les structures syntaxiques (Chomsky, 1959), la conception skinnérienne du « comportement verbal » (Skinner, 1957) ancrée dans la psychologie béhavioriste, n'est plus soutenable. Un riche courant interdisciplinaire appelé psycholinguistique a réuni des psychologues, des linguistes et des spécialistes de la communication dont les travaux ont décrit des propositions mathématiques et des règles du raisonnement expliquant le langage humain. La création de l'ordinateur, outil de traitement et de stockage structuré de l'information, impulse deux groupes de travaux de soutien des TIC. Les uns, sur la notion de « traitement humain de l'information » (Lindsay et Norman, 1977) sous la métaphore du fonctionnement computationnel du cerveau. Les autres, sur la représentation numérique du raisonnement humain « raisonnements sur machine », déclenchent de nouvelles disciplines de l'intelligence artificielle, la représentation des connaissances et du champ de l'interaction homme-machine (IHM).

Suite à cela, une deuxième vague de travaux a porté sur la cognition considérée comme activité symbolique dont le modèle est la logique, et sa réalisation, le langage (Pylyshyn, 1981 ; Fodor, 1983 ; Pinker, 1999). Le « langage de la pensée » et « la modularité de l'esprit ».

La syntaxe correspond aux règles d'association du langage formel. A partir de leur qualité de fixation, elles forment une base de connaissances linguistiques explicites. Selon les règles de la sémantique formelle, la représentation cohérente correspond à l'identification d'une situation de l'univers de référence booléenne (vrai/faux dans cet univers) pour chaque expression syntaxique et amène deux possibilités :

-le résultat de représentation est cohérent si chaque expression syntaxique est vérifiée dans l'univers de référence,
-il est complet si toutes les expressions vérifiées de l'univers de référence sont représentables dans le formalisme.

4.1.2 Une langue universelle

Parmi les travaux post-structuralistes les plus notables, on a distingué la théorie des langages formels et la linguistique générative. Chomsky (1971) explicite la qualité formelle des langues naturelles à partir desquelles, par combinaison de traces répétées, nous obtenons toutes les phrases d'une langue. L'ensemble des règles de construction de cette langue particulière pourraient être considérées comme une grammaire formelle de cette langue. L'origine logique de cette conception est à la base de la construction algébrique de certains langages. Selon ce postulat, un automate peut produire une grammaire se basant sur les règles d'écriture et le vocabulaire de la langue représentée. On donne des consignes de production de phrases à partir des composantes de type syntagme de sujet ou nominal (SN) et syntagme de prédicat ou verbal (SV) sur la base du vocabulaire d'une langue donnée. Intégrant les flèches « -->» à la structure décrite afin de placer le nouveau terme à droite et l'ancien à gauche, on peut écrire la structure complète de cette langue. Par exemple, dans la phrase « Ana est amoureuse », « Ana (SN) est amoureuse (SV) --> » attends la nouvelle phrase. Cette formule, appelée grammaire générative, peut se rattacher aux autres langues pouvant créer la grammaire transformationnelle. Les universaux linguistiques séparent les composants phonétique, syntaxique et sémantique de leurs premières propositions, débouchant sur les thèses relatives à la modularité de l'esprit. Le module est une capacité différenciée impliquant la production du langage dans une région identifiable du cerveau (Fodor, 1983).

4.1.3 La syntaxe

Le dictionnaire de philosophie définit la syntaxe comme la théorie des rapports formels entre les signes (Auroux et Weil, 1991). L'aspect pragmatique du langage concerne les caractéristiques de son utilisation (motivations psychologiques des interlocuteurs, types socialisés de discours, objet du discours) par opposition à l'aspect syntaxique (propriétés formelles des constructions linguistiques) et sémantique (relation entre les entités linguistiques et le monde) (Dubois, 1973).

La structure de surface (structure-s) est un arbre de structure syntagmatique élaboré quand des transformations de déplacement s'appliquent à des structures profondes. Grâce aux traces, les structures de surface contiennent toutes les informations nécessaires pour déterminer le sens de la

phrase. Á part certains ajustements mineurs (effectués selon les lois de la « stylistique » et de la phonologie), ces structures-s correspondent au véritable ordre des mots émis par un individu. La structure profonde (structure-d) correspond à un arbre formé par les règles de structure syntagmatique, dans lequel les mots se branchent de manière à satisfaire aux exigences des mots portant sur les syntagmes voisins. Contrairement à ce que l'on croit souvent, la structure-d n'est pas la même chose que la grammaire universelle, le sens d'une phrase ou les relations grammaticales abstraites sous-jacents d'une phrase (Pinker, 1999).

4.1.4 Une syntaxe du numérique

Parallèlement, deux découvertes contribuent à l'idée d'une syntaxe du numérique : l'identité de structure entre un circuit électrique et un calcul logique proposée par Shannon en 1938, ainsi que la conception abstraite et mathématique de « machine » de Turing (1995). La première découverte postule la correspondance entre un état du circuit (suite de conducteurs élémentaires munis d'interrupteurs) et une proposition complexe (produit d'une pensée logique). La circulation du courant met en marche le calcul donnant un résultat sous forme binaire. La seconde découverte présente un dispositif de trois composants : une unité centrale capable de contenir des états E1, E2…, un ruban divisé en cases et contenant les données à traiter rangées formellement sous un langage L1, L2, … prédéfini, et un espace d'édition opérant de case en case afin de remplacer les symboles lus par les nouveaux symboles et déplacer le ruban à gauche ou à droite. Du traitement surgissent des propositions. Créée suite à la recherche sur le traitement séquentiel des informations symboliques de Von Neumann en 1951, la machine de Turing est le premier prototype d'ordinateur actuel.

Cette machine correspond à un mécanisme virtuel exécutant une procédure bien définie en changeant le contenu des cases d'un tableau infini. C'est un modèle abstrait de tous les ordinateurs actuels. Il en fournit une définition précise et est largement utilisé pour étudier la complexité des algorithmes (Dans *Glossaire Interstices*). Associé à la conception de la machine de Turing, le lambda-calcul, défini par Church dans les années 1930, est une formalisation de la notion de calcul. Toute fonction calculable par une machine de Turing peut également être formulée et calculée au moyen du lambda-calcul, et réciproquement : c'est la thèse de Church-Turing qui affirme que ces

deux modèles de calcul sont équivalents. Le lambda-calcul peut être aussi considéré comme un langage de programmation abstrait et, à ce titre, il appartient aux fondements théoriques de la programmation, notamment pour la définition des langages de programmation fonctionnels (Dans *Glossaire Interstices*).

Les règles logiques booléennes correspondent aux règles de calcul, inventées par George Boole en 1854, qui traduisent une pensée logique sous forme mathématique : « vrai/faux », « oui/non », «circuit ouvert/fermé » et, en binaire, « 0/1 ». Aujourd'hui, ce nombre est un « bit » (*binary digit*), «chiffre binaire », unité élémentaire d'information qui peut prendre deux valeurs : 0 ou 1. C'est la plus petite quantité d'information que peut mémoriser un ordinateur (Dans *Glossaire Interstices*).

Le composant de base de tous les circuits intégrés est appelé « porte logique ». Elle est composée de quelques transistors et assure toutes les fonctions élémentaires logiques (ET, OU, NON). À partir de ces briques de base, on construit des éléments plus ou moins complexes comme une mémoire ou une unité arithmétique et logique. Un microprocesseur intègre plusieurs dizaines de millions de portes logiques (Dans *Glossaire Interstices*).

La théorie du langage formel de Carnap implique la formalisation d'une représentation linguistique. Elle donne lieu à la représentation et manipulation d'une base d'énoncés explicites correspondants à une langue. La constitution de la syntaxe se fait à partir de l'activation des règles d'association de la langue. Cependant le cadre sémantique surgit d'une opération de comparaison logique à partir des valeurs de vérité vrai/faux ou de l'intervalle réel [0, 1]. L'identification d'une situation de l'univers de référence booléenne (vrai/faux dans cet univers) pour chaque expression syntaxique amène deux possibilités : le résultat de la représentation est cohérent si chaque expression syntaxique est vérifiée dans l'univers de référence ; il est complet si toutes les expressions de l'univers de référence sont représentables dans le formalisme (Sabah, 2002).

En résumé, la grammaire générative de Chomsky, les langues formelles de Carnap, Turing et le système logique de Boole (ET, OR, NON) donnent lieu à des syntaxes proches. Des structures apparaissent dérivées de l'arrangement de fonctions propositionnelles, connecteurs logiques, variables et quantificateurs dont les postulats ont une origine dans la notion de « principia » de Rusell.

La trace[32] est un signe, une empreinte. Elle reflète le mouvement de la main sur la souris d'un module /a/ vers un module /b/. Ces modules représentent des signes de l'activité dans un cours donné. Les traces de connexion sont stockées dans l'espace de l'administrateur du site. En effet, elles correspondent au choix partiel fait par un étudiant d'une fonctionnalité de travail sur un parcours stratégique plus long. L'activité sur le site Web constitue la référence de la trace que nous étudions en tant que comportement, elle est orientée vers un but éducatif.

Le choix doit répondre à un acte volontaire. Les actes que le sujet n'est pas en mesure d'accomplir et ceux qu'il n'aperçoit pas ne donnent pas lieu à un choix. Cette volonté est une impulsion à l'action qui a comme caractéristique d'être contrôlée. La définition philosophique classique relève quatre moments de l'acte volontaire : (1) La conception qui est la représentation abstraite d'une fin souvent éloignée dans le futur, (2) La délibération, moments où sont mis en balance les motifs ou les mobiles de d'agir, (3) Le choix ou la décision et (4) L'exécution qui distingue la volition de la velléité (Auroux et Weil, 1991).

5. Synthèse et Critiques

Comme nous l'avons dit au début de ce chapitre, l'objectif des définitions proposées est de les utiliser comme source d'une description des parcours de navigation parallèle aux règles de la grammaire de la langue. Pour ce faire, nous devons élaborer et adapter des outils de représentation dont l'une des difficultés, loin d'être mineure, consiste à créer une solution pour montrer la séquence d'un parcours.

Le chapitre *Caractéristiques de la navigation dans les EIAH* nous permet d'identifier un certain nombre d'objectifs opérationnels. Nous les exposons dans les lignes suivantes :

1. Prendre en compte la nécessité de définir et d'analyser les balises des sites qui font partie de

[32] Pour une description plus large de trace voir la sous-section 2.4 dans ce même chapitre.

l'expérimentation. Nous postulons que les ressources mises à disposition des étudiants font partie de ces balises à identifier. Concernant ces dernières, nous avons recensé deux types de difficultés :

- La diversité des ressources choisies par les enseignants. D'un côté, la quantité de ressources peut complexifier l'analyse. Il faudra en effet compter sur des observations aisées pour ne pas confondre les informations. D'un autre côté, la diversité des ressources ne peut pas être analysée au même niveau. Par exemple, il sera nécessaire de séparer les fonctionnalités administratives des pédagogiques observées.
- La distinction des termes lecture et navigation. Il est important d'éviter la confusion de ces termes car ils associent des liens avec le contenu et les activités sur la page. La spécification de la lecture électronique a aidé à la réduction méthodologique des termes.

2. Considérer que la qualité pédagogique des dispositifs numériques va dépendre des ressources en informatique appelées également fonctionnalités. Il s'agit des documents et de l'ensemble des outils mis à disposition de l'usager des sites. En ce qui nous concerne, nous utiliserons la définition d'hypertexte en tant que document numérique. Cette classification nous intéresse en raison de la fonction des hyperliens correspondants aux contenus des informations, y compris les fragments d'informations et de liens entre ces fragments, quel que soit le système utilisé pour lire ou écrire un tel document.

3. Nous appuyer sur les termes d'un réseau défini *a priori* suivant un objectif pédagogique mais étudié *a posteriori.* L'analyse des parcours permet de mieux comprendre la performance mesurée *a posteriori.* Les raisons sont d'une part, la possibilité d'avoir une vision panoramique des processus et d'autre part, l'objectivité qui permet la séparation temporelle du phénomène observé.

4. Identifier les enjeux de la création d'une carte ou algorithme d'un parcours de navigation. La production d'une carte suit une démarche expérimentale (Cauvin, Escobar et Aziz, 2007). Tandis que le traitement des variables fait appel à des méthodes (standardisation, interpolations, etc.), les divergences montrent que leur expression graphique fait appel à des procédés qui font l'objet de la sémiotique à laquelle les auteurs répondent. Cette traduction nécessite un mode de représentation précis, sous forme de modèle, et un formalisme, pour être transmissible et compréhensible par de

multiples intervenants (Durand, 1997). L'intégration des concepts de représentation et de signe est nécessaire dans la conception des dispositifs méthodologiques des observations.

5. Se centrer sur l'usager. Pour Depover, Giardina et Marton (1998), l'individu qui apprend doit être doté de possibilités multiples de navigation, d'accès et de cheminement à travers l'univers artificiel défini par le concepteur. Les indices fournis à l'apprenant pour lui permettre d'accéder à l'information en allant là où elle se trouve (par exemple, un détail d'une image) approfondissent encore le concept d'interactivité par la création de moyens d'échanges, d'interfaces plus transparentes et plus conviviales. L'interactivité représente l'élément qui devrait permettre à l'apprenant de manipuler ou de transformer les objets que le concepteur aura définis dans telle ou telle situation d'apprentissage interactif en construisant une compréhension et un cheminement personnels. Dans notre travail, c'est la graphique des parcours qui va permettre d'identifier les comportements de navigation. Ce graphique aura besoin de la distinction des définitions des composants et d'une formalisation des règles de fonctionnement. Les premiers composants sont la définition des limites d'un parcours :

- Début : un premier clic coïncidant avec le choix du premier module du parcours de référence,
- Fin : dernier clic coïncidant avec le troisième module du parcours de référence et,

Nous sommes d'accord pour dire que les concepteurs de systèmes hypermédia doivent tenir compte des exigences du système pour les utilisateurs dotés de styles cognitifs différents.

L'étape suivante nous amène à exposer notre problématique de recherche.

Présentation de la problématique

Rappel du plan

1. Dimensions de l'objet d'étude

2. Problème consécutif à la question de recherche : Cartographier pour visualiser, visualiser pour interpréter et interpréter pour anticiper

3. Choix théoriques

4. Choix épistémologiques

5. Choix méthodologiques

1. Dimensions de l'objet d'étude

Notre objet d'étude est l'ingénierie des traces dans un EIAH. Leur traitement consiste à en reconstruire la situation pédagogique à travers la transformation des traces d'utilisation[33] en traces d'observation. Une seconde étape concerne l'analyse du comportement de l'usager, un étudiant universitaire, dans l'environnement numérique de l'un des cours de sa formation. D'un point de vue opérationnel, nous cherchons à comprendre les mécanismes de la navigation à des fins d'apprentissage. Les caractéristiques propres au comportement étudié représentent les stratégies de navigation et la qualité du savoir-faire. Les résultats de modélisation de l'objet pédagogique construit seront principalement destinés aux équipes responsables de l'enseignement universitaire. Néanmoins, ils pourront être adaptés aux différents niveaux du système scolaire.

Les traces peuvent être observées à partir des logs Web. Ces données sont issues d'une tâche pédagogique dont les périodes d'observation s'étalent sur plusieurs semaines (de 2 à 6). L'observation s'effectue en trois temps : extraction, préparation et représentation graphique. Ces opérations exigent la création d'un outil de traduction de données et l'adaptation d'un logiciel de visualisation de graphes utilisé en TIC[34].

Notre recherche se veut une contribution au champ d'étude du comportement des étudiants, usagers captifs des espaces numériques. Elle veut pallier un manque d'information quant à la compréhension de leurs comportements. Dans l'état actuel de notre connaissance sur ce sujet, nous constatons que les usages prévus sont, en majorité, distants des usages réels, et que les outils susceptibles d'aider les enseignants et leurs étudiants pour l'analyse des activités restent très imparfaits. Cependant, l'enseignement dans les EIAH compte avec une richesse inexploitée qui est la conservation des traces d'activité sur le même espace du site de travail. L'accès à ces traces contient la solution pédagogique aux problèmes créés dans les formations à condition que ces marques d'activité puissent être lisibles. La recherche en Sciences de l'éducation peut bénéficier de l'accès aux fichiers logs Web. Une autre dimension importante de cette recherche est le croisement des activités avec un ensemble de caractéristiques individuelles formant un profil d'usager.

---

[33] Selon le numéro spécial "Analyse des traces d'utilisation dans les EIAH" de la revue Sciences et technologies de l'information et de la communication pour l'Éducation et la Formation (STICEF), 2007.

[34] Pour une description détaillée, voir le chapitre Méthodologie.

Nous avons décidé de laisser de côté la conduite des enseignants même si on en reconnaît l'importance. Leur rôle de garant du processus pédagogique (Brousseau, 1998) complète l'activité d'apprentissage de l'étudiant, qui reste l'acteur central. Cette recherche centrée sur la navigation dans les espaces numériques ne traite ni des interactions entre les étudiants, ni des contenus. En effet, l'interaction entre les étudiants a été souvent étudiée dans la littérature d'inspiration socioconstructiviste sous la forme d'un apprentissage collaboratif. Une collaboration implique de distinguer les usages individuels de façon à pouvoir comprendre les aspects implicites des comportements dans le groupe. En outre, notre approche ne tient pas compte du contenu car ce qui nous intéresse sont les caractéristiques du comportement des individus pouvant apporter des informations tangibles pour l'évaluation d'un site éducatif. L'apprentissage, bien qu'il apparaît dans le contexte des actions observées, ne sera pas traité non plus parce qu'il a recours à la dimension cognitive bien éloignée encore de notre travail de représentation et de cartographie des parcours. Enfin, nous n'avons pas considéré les aspects psycho-cognitifs de la conduite parce que les attitudes ainsi que les conceptions et l'évaluation des savoirs, aspects de la conduite, ne sont pas des composants de la conduite spécifique de navigation.

Les données de base de la recherche sont donc des traces de connexion et non des résultats académiques. D'après notre analyse, il est possible d'affirmer que l'origine d'un manque de cohérence entre résultat académique et usage des TIC est l'absence d'application de la connaissance des parcours de lecture des usagers. Par conséquent, si nous arrivons à définir les propriétés qui favorisent un cours Web destiné à différents types d'individus, nous pourrons proposer des cours pertinents aux étudiants selon leurs profils d'apprentissage.

2. Problème consécutif à la question de recherche : Cartographier pour visualiser, visualiser pour interpréter et interpréter pour anticiper

La question qui guide notre réflexion consiste à savoir s'*il existe un lien entre le profil de l'usager d'un EIAH et le mode de navigation.*

Au regard de la revue de la littérature, nous faisons l'hypothèse générale que *les profils d'apprentissage ont une influence sur les modes de navigation dans un environnement d'apprentissage en ligne*. Cette hypothèse implique la construction de quatre hypothèses supplémentaires présentées en détail ci-dessous (*cf.* § V, Choix méthodologiques) : la première sur le profil des apprenants ; la deuxième sur les composantes et conditions d'une comparaison entre l'étudiant en action et l'expert du contenu qui assigne une tâche à réaliser ; la troisième sur les facteurs de l'efficacité des profils d'apprentissage ; et la quatrième sur les règles des choix d'une fonctionnalité sur la plateforme EIAH support des données observés.

On constate la difficulté qu'il y a à interpréter la représentation d'un parcours éducatif. Cette situation limite la lecture correcte des comportements affectant principalement la médiation pédagogique et l'évaluation adéquate des formations dans les espaces numériques de travail à l'université. À la différence des recherches qui portent sur le regard des internautes contemporains (Baccino et Colombi, 2001 ; Léger, Baccino, Tijus, 2003 ; Baccino, 2004 ; Colombi et Baccino, 2010), nous nous concentrons sur « ce que les gens font » et non sur « ce que les gens regardent ». La différence réside dans l'orientation de leurs activités cognitives, « comportementales » relativement aux stratégies d'apprentissage, et « visuelles » où l'objectif de la navigation peut varier depuis les jeux numériques jusqu'à la recherche documentaire et l'apprentissage. L'aspect similaire avec les autres recherches réside dans le contenu pulsionnel des deux démarches (Merleau-Ponty, 1964 ; Del Villar, 2005) qui reste en arrière plan de notre observation empirique.

Nous aborderons le problème de recherche selon trois axes :

Le premier, d'ordre technique, est en lien avec le système informatique de la plateforme (langage, fonctionnalités, facilité de l'interface). Certains outils d'interprétation de données ont été inclus dans les résultats de recherche (ex. : graphique de fréquence d'usage ajouté à Moodle). Cependant, ceux-ci se sont avérés insuffisants pour une interprétation adéquate des données.

Le deuxième axe est d'ordre didactique et étudie la granularité du contenu (programme du cours, transposition et séquence des contenus). La thématique a intéressé les chercheurs.

Le troisième axe est d'ordre pédagogique (type de tâche, requis, évaluation).

Représenter la navigation pour la rendre pédagogiquement exploitable

- Représenter la navigation des étudiants d'un cours en ligne

- La représenter à l'aide d'une carte thématique

Il est d'abord nécessaire de distinguer le « visible » (lié au réel) du « visualisé » (fabriqué à partir d'une modélisation). Ensuite, il faudra faire la distinction entre ce qui est « visualisé » et ce qu'il est « utile de visualiser » dans un but éducatif. Effectivement, en l'absence d'une représentation des navigations adaptée à une explication des processus cognitifs, il nous arrive de confondre les deux aspects suivants : d'une part, l'« usage » (travail en action) et la « compétence » (capacité à utiliser une fonction) ; d'autre part, la « tâche » (devoir du cours) et le « scénario » (espace de réalisation du devoir).

Afin de tester nos hypothèses, nous avons procédé avec la méthode d'analyse de traces. Nous avons proposé l'élaboration d'une carte thématique qui rend compte tant de l'ensemble des outils pédagogiques sous un EIAH que de leur usage par les étudiants d'un cours donné. La revue de la littérature centrée principalement sur les Sciences de l'éducation, la psychologie cognitive, la sémiologie (incluant la linguistique), les TIC et la géographie exige d'adapter le concept de « navigation » provenant des disciplines nautiques, aériennes et géographiques. Il s'agit dans tous les cas d'un tracé de routes qui permet d'organiser les balades sur un espace donné. Plus précisément, nous définissons le terme « navigation » dans le contexte des EIAH comme l'usage des chemins possibles en accord avec la réalisation d'une tâche d'un cours en ligne. Désormais, un outil capable de convertir les données de connexion en données à représenter s'impose dans notre recherche tout comme l'adaptation d'un deuxième outil permettant de visualiser les données converties en graphes des parcours.

Le couple de concepts signifiant – référent appliqué par le groupe μ (1992) vient en aide pour expliquer notre modèle. Le signifiant, conçu en tant que modèle théorique élaboré par un code perceptif, est applicable à la carte d'une ville ; dans notre cas, il correspond à la carte de navigation sur les sites Web que nous présentons.

3. Choix théoriques

A l'origine de notre intérêt pour les effets des TIC sur l'apprentissage, nous avons été interpelée par le postulat emprunté à Vygotsky (1997) sur la corrélation entre le développement cognitif humain et l'interaction avec les artefacts. Cette affirmation nous a poussée à nous interroger sur la nature des activités que nous avions proposées à nos étudiants. En nous appuyant sur Rabardel (1995), nous avons cherché à décrire la performance dans les EIAH de la façon suivante. Pris dans leur ensemble, les processus cognitifs constituent une unité complexe, structurelle et fonctionnelle orientée vers la solution du problème posé. Ils sont coordonnés et au cours de l'activité, définis par l'instrument ; ils forment un nouvel état connu comme le concept d'« acte instrumental. L'activité doit se référer à l'utilisation des outils, aux formes supérieures de comportement c'est-à-dire aux moyens qui permettent aux personnes de maîtriser le processus de leur propre comportement. D'autres auteurs suggèrent l'importance de reproduire les signes de l'activité. Selon ces derniers, lorsqu'on résout des problèmes avec l'interaction sociale et ses artefacts, on développe la cognition. A la différence de l'évolution des espèces animales déterminée par la voie du biologique, l'évolution humaine se fait par la voie de la fixation des acquis de l'espèce au sein des phénomènes externes de la culture matérielle et intellectuelle. Dans le même ouvrage, Léontiev est cité pour avoir souligné que les outils de la vie quotidienne doivent être découverts activement dans leurs qualités spécifiques pour signifier que l'activité humaine reproduit les traits de l'activité cristallisée dans l'objet. C'est ce qui, pour Gibson (1979), correspond à une *affordance,* un acte rassemblant les attributs physiques d'un objet et les capacités psychomotrices d'un sujet dans un instrument (un objet qui sert à réaliser une action) qui contient l'empreinte de son usage.

Les objets contiennent l'avancée culturelle de l'espèce. La médiation pédagogique implique des contextes d'apprentissage dont le concept central se caractérise par :

• un processus culturel, impliquant aussi bien la médiation d'autrui que l'interaction avec des artefacts culturels comme le langage (Vygotsky, 1997), l'écriture, les vidéos, les stratégies d'apprentissage, les ordinateurs, entre autres.

• une « connaissance distribuée » initiée par le processus culturel, c'est-à-dire, partagée avec les autres et avec l'environnement sous forme d'artefacts symboliques et physiques.

Nous avons identifié dans la littérature quatre axes de recherche sur lesquels nous nous appuierons.

I) La théorie des signes graphiques et la syntaxe visuelle ; la théorie des graphes et la visualisation graphique (Bertin, 1999 ; Peirce, 1978 ; Groupe µ, 1992 ; Cauvin, Escobar et Aziz, 2007).

II) La comparaison entre la linguistique et la cartographie (Ratajski, 1978 ; Schlichmann, 1985 ; Beguin et Pumain, 1994 ; Zarycki, 1998).

III) La lecture électronique (Richaudeau, 1999 ; Manovich, 2001 ; Souchier et Jeanneret, 2002 ; Broadbent et Cara, 2003 ; Ghitalla, Boullier, Gkouskou-Giannalkou, Le Douarin et Neau, 2003 ; Scolari et Del Villar, 2004 ; Baccino, 2004) et les stratégies de navigation (Le Crosnier, 1999 ; Chen et Macredie, 2002 ; Macquart, 2008).

IV) La théorie des réseaux, flux, algorithmes, hyperlien (Buhl, Gautrais, Reeves, Sole, Valverde, Kuntz et Theraulaz, 2006 ; Cardillo, Scellato, Latora, Porta, 2006 ; Porta, Crucitti et Latora, 2006), choix, probabilités.

4. Choix épistémologiques

A partir de la didactique des langues, discipline à la fois différente et éloignée épistémologiquement des TIC, nous avons commencé par identifier les objets et les méthodes d'enseignements qui s'appuient sur la technologie d'Internet en les soumettant à une observation systématique. Notre objectif est de passer d'une position praticienne à une position critique et prospective, notamment scientifique. La nature de cette étude est « X-disciplinaire » et « écotone », dans le sens de Tchounikine (2009). La complexité des EIAH, à la fois technique et pédagogique, exige de considérer les aspects opérationnels côté machine sans délaisser les aspects abstraits grâce auxquels il est possible d'élaborer une modélisation des solutions pédagogiques adaptées. Cette exigence implique, dans le cadre de cette recherche, une réflexion pédagogique qui intègre des apports conceptuels divers de la sémiotique, l'informatique, la psychologie cognitive et la géographie. Voici exposé ce que nous avons emprunté à ces diverses disciplines :

- La sémiotique[35], considérée par certains comme le « paradigme symbolique » des recherches cognitives, sera consultée dans le cadre de cette recherche en raison de la proposition d'une de ses conceptions liées aux structures fondamentales des systèmes non-linguistiques. Elle propose en effet un ensemble de principes pouvant régir tous les systèmes de signes (Hjelmslev, 1943). Nous avons adapté cette proposition aux signes accessibles sur le Web. Pour notre propos, la linguistique constitue le support épistémologique de la didactique de langue et c'est en elle que nous cherchons les fondements d'une syntaxe des parcours dégagée des EIAH.

- Nous avons eu recours à l'informatique dans le sens large des TIC comme notion de base des environnements étudiés. Dans un sens volontairement synthétique, il s'agit du « milieu » répondant à la conception technologique des logiciels EIAH. Cependant, l'informatique répond aux tâches de construction d'un outil de traduction de données et à l'introduction et l'adaptation d'un logiciel de visualisation de graphes.

- La psychologie cognitive offre un cadre post-béhavioriste centré sur l'exploration des mécanismes de la cognition.

- Enfin, nous avons fait appel à la géographie pour identifier les traits d'une carte, ce qui a donné la possibilité d'adapter ces outils aux fins d'une carte de parcours pédagogiques.

Ces différentes approches permettent d'avancer des interprétations sur l'usage des dispositifs et donc se centrent sur l'activité des étudiants qu'elles peuvent représenter avec l'adaptation d'outils d'autres champs scientifiques et interpréter dans le sein des Sciences de l'éducation sous un regard visant des interprétations pédagogiques et didactiques.

Du côté des choix pédagogiques, nous avons souscri à la notion de « situation pédagogique informatisée » (SIP) de Tchounikine (2009) :

[35] Terme anglo-saxon utilisé pour nommer la science générale des signes et adopté en 1969 par l'Association internationale de sémiotique. Il est parfois confondu avec le terme sémiologie introduit par Saussure (1916) et maintenu dans les études en communication. Les traditions de « sémiotique » et « sémiologie » se différencient dans la reconnaissance de leur discipline fondatrice, la logique philosophique pour la sémiotique et la linguistique pour la sémiologie.

> « Une situation pédagogique est une situation conçue pour amener un apprenant à développer une activité favorable à l'atteinte d'un ou de plusieurs objectifs pédagogiques précis » (p. 32).

Selon cette définition, l'activité d'apprentissage est « conçue pour », dans le sens de sa nature intentionnelle. Elle consiste en un mouvement vers un objectif défini socialement, « objectifs pédagogiques précis », vers une relation orientée positive, entre l'enseignement, la connaissance et l'apprentissage.

Notre méthode s'inspire de la psychologie cognitive. Les tests LSI permettent de faire une classification de styles d'apprentissage et constituent un outil de recueil des données pour cette recherche.

Cependant, à partir du moment où, dans les EIAH, il reste des aspects à traiter, la définition s'avère imprécise. Nous résumons cela avec l'affirmation suivante, point de départ de notre étude : avant d'enseigner, il faut connaître l'apprenant. Pour Bachelard (1972), il ne s'agit pas de penser une « pédagogie de la connaissance » sinon une « pédagogie du connaître ». Nous ajoutons qu'il ne suffit pas d'instaurer la philosophie du connaître, il est nécessaire de montrer son fonctionnement, c'est-à-dire, les mécanismes de *ce* connaître.

Les travaux actuels abordent la question des usages des ressources numériques soit à travers les profils d'usagers soit à travers les aspects sémantiques des matériaux pédagogiques. Si les deux approches visent une optimisation de l'acquisition des connaissances par un système technique interposé, elles privilégient de fait soit des modèles de la cognition soit des modèles de la conception de sites Web. Il est possible de trouver différentes conceptions concernant l'apport de l'*e-Learning* dans le contexte de l'éducation supérieure : pour les uns, cet outil a révolutionné l'éducation supérieure (Harasim, 1989) ; pour les autres, il ne donne pas encore de résultats meilleurs que ceux de l'éducation traditionnelle (Sánchez, 2003 ; Dessus et Marquet, 2003).

5. Choix méthodologiques

Le choix sur l'objet d'étude et les cadres théoriques et épistémologiques conduisent à la méthodologie que nous avons jugée la plus adaptée :

Notre démarche de recherche exige la combinaison des approches :

- Inductive : les données sont produites sur le terrain des environnements informatiques
- Déductive : les théories du champ disciplinaire propre à la pédagogie et à la didactique suggèrent des points inexplorés ou ayant besoin de vérifications supplémentaires.
- Abductive : l'élaboration d'hypothèses successives .

Le lien avec la méthodologie de recherche quantitative est de trois sortes :

1. Par rapport à la position épistémologique, nous considérons les données comme des faits observables que nous essayons d'expliquer avec le regard le plus objectif possible.

2. Notre méthode est expérimentale, sous l'implémentation d'un protocole d'observation du phénomène de l'interaction des traces de connexion.

3. Les instruments d'observation mis en place sont des logiciels basés sur des algorithmes.

Nous parlons de la construction d'une modélisation dans le sens de donner une image de l'activité observée (représentation) et de l'organiser (distribution) de façon à la rendre lisible. Les données correspondent à des traces de connexions. Nous avons établi les indicateurs issus des traces utiles à l'observation des parcours intentionnés à des fins éducatives.

Plusieurs termes qualifient l'analyse des traces du comportement numérique, à commencer par le terme anglophone "*data analysis*" terme classique utilisé pour nommer l'exploitation des données des champs des réseaux informatiques et des populations. Il existe des synonymes tels que « analyse des réseaux », « analyse de trafic Web », « analyse de flux », et des termes plus génériques, « analyse des traces de connexion » et « analyse des traces d'activité ». Nous retiendrons le terme « analyse des traces d'utilisation » (*cf.* chapitre III, 1.3.3). Cela nous a permis d'identifier le champ

d'étude qui nous intéresse.

La syntaxe des scénarios pédagogiques de type EIAH peut être expliquée en suivant trois phases d'observations, chacune ayant sa propre démarche.

Observation préliminaire : On pose la question de l'existence des profils d'usagers des espaces numériques dédiés à la formation universitaire. Des travaux récents mettent en évidence la relation existant entre la structure d'un site Web et le style de navigation des internautes. Les recherches sur la structure Web se séparent en deux groupes de thèmes :

1 d'une part, le réseau Internet étudié en économie de l'information (Porat, 1977 ; Apte et Nath, 2004) et en Sciences cognitives (Kintsch, 1998 ; Rayner et Riding, 1998 ; Baccino et Colombi, 2001 ; Del Villar, 2005) et les travaux sur l'hypertexte (Bush, 1945 ; Wenger et Payne, 1996 ; Shapiro et Niederhauser, 2004 ; Clément, 2007) prennent une place importante dans l'interprétation des déplacements des usagers de sites numériques ;

2 d'autre part, la lisibilité et l'ergonomie des sites (Reuchlin, 1981 ; Adelson, 1993).

Une seconde distinction sur le style d'apprentissage permet d'identifier trois catégories thématiques: la stratégie d'enseignement, le traitement de l'information et le style cognitif (pour un recensement de ces recherches, voir Curry, 1990), (Honey et Manford, 1992 ; Ghitalla, Boullier, Gkouskou-Gianalcou, Le Douarin et Neau, 2003).

Malgré la proximité thématique et l'intérêt des résultats des recherches analysant les espaces numériques, nous ne disposons pas encore d'un profil d'usagers des espaces dédiés à la formation. A partir de ce constat, nous nous sommes limitée à certains résultats comme la fréquence d'usage, ce qui s'avère insuffisant pour alimenter la rationalité des médiations pédagogiques. Cela nous conduit à combiner l'exploration des variables retenues par les recherches antérieures avec de nouvelles caractéristiques aboutissant à l'hypothèse que la stratégie de visite, le style d'apprentissage, le genre et la filière d'étude des étudiants seraient des caractéristiques du profil de navigation. Un site Web éducatif se prête à des styles de navigation qui sont définis par ces quatre variables.

Première observation : On peut modéliser la navigation sur un site Web éducatif. Les travaux relatifs à cette affirmation proviennent des disciplines scientifiques et techniques comme l'informatique et les Sciences de l'information et de la communication (SIC). Ils examinent les problèmes de gestion de connaissances et apportent des solutions par le biais du génie logiciel.

Les travaux sur l'hyperlien, dont la composante informatique est l'hypertexte, exigent de centrer l'attention sur deux axes : l'architecture des pages visitées et les recherches sur le signe visuel (Bertin, 1999 ; Groupe μ, 1992 ; Eco, 1997). Ces deux aspects convergent sur la conception graphique des comportements de navigation numérique. D'autres axes disciplinaires, dont la géographie déjà mentionnée, et en particulier la cartographie (Card, 1983 ; Cauvin, Tricot, 2006 ; Ghitalla, 2009) doivent être considérés. Il en est de même pour la théorie des réseaux (Bastian, Heymann et Jacomy, 2009 ; Venturini, 2010). En combinant ces différentes approches, nous faisons l'hypothèse que l'activité de l'apprentissage peut être modélisée sur la base des parcours d'usage. C'est la raison pour laquelle nous proposons une étude des représentations des traces de navigation à partir des traces log.

Deuxième observation : La revue bibliographique nous introduit aux profils et aux parcours de navigation. Elle montre des études sur l'efficacité des choix de navigation que nous avons retenus, mais elle ne parle pas d'une efficacité en lien avec la possibilité d'anticiper un choix de navigation. Suite à la revue de littérature, nous faisons l'hypothèse que les étudiants ayant un profil d'apprentissage basé sur l'expérimentation et l'expérience plutôt que sur l'abstraction et l'observation devraient effectuer des navigations plus efficaces. Nous postulons également que connaissant le style d'apprentissage et un premier choix de fonctionnalité d'un internaute, il est possible de mesurer sa performance et d'anticiper un nouveau choix dans son parcours.

Partie 2. Méthodologie

V Modèle méthodologique général
VI Observation préliminaire. Profils d'usager
VII Première observation. La représentation des parcours de navigation
VIII Deuxième observation. Analyse des choix de fonctionnalités
IX Deuxième observation. Anticipation d'un choix

Chapitre V
Méthodologie générale

Rappel du Plan

1. Problématique et objectifs

2. Formulation générale

3. Méthodologie

3.1 Choix de l'échantillon

3.2 L'objet d'étude

3.3 Les paramètres généraux à observer

3.3.1 Les traces

3.3.2 Les modules

3.3.3 Les tâches

3.4 Les paramètres spécifiques à observer

3.4.1 Importance de chaque variable

3.4.2 Les outils

3.5 La méthode

3.5.1 Construction des catégories à observer

3.5.2 Procédure générale de traitement des données

4. Protocole général de la recherche

4.1 Traitement préliminaire des données

4.2 Présentation des observations

4.2.1 L'observation préliminaire. Profils d'usager

4.2.2 La première observation. La représentation des parcours de navigation

4.2.3 La deuxième observation. Analyse des choix de fonctionnalité

1. Problématique et objectifs

Dans la première partie, nous avons opté pour la définition suivante du comportement qui a permis de définir notre échantillon : « *L'ensemble des opérations matérielles ou symboliques par lesquelles un organisme en situation réalise ses possibilités et réduit les tensions qui mettent en péril son unité et qui le motivent* » (Lagache, 1982, p. 117). Nous avons également identifié trois conditions pour l'approche la mieux adaptée à l'analyse des traces que nous avons réalisée pour définir le sens de l'expérience d'usage d'un individu. Cette analyse doit être située, c'est-à-dire, ancrée dans la situation d'apprentissage (distinction 1) afin de pouvoir observer les comportements d'usage et empirique (distinction 2) en vue de vérifier nos hypothèses. Une troisième condition est nécessaire, à savoir l'analyse *a posteriori* (distinction 3) des traces. Selon cette définition et le concept de comportement retenu, la tâche a été considérée comme l'élément de référence des objectifs/motivations des usagers des EIAH. De même avons-nous relevé dans la première partie l'importance de l'expérience concernant l'efficacité dans la maîtrise d'un usage, ainsi que la notion de parcours expert. Cette dernière notion se positionne comme un référent susceptible d'aider à la comparaison avec l'échantillon de l'étude.

Rappelons également que nous avons identifié les dimensions des traces de l'activité afin d'appliquer la réduction méthodologique suivante :

(1) la tâche prescrite et les consignes (ce qu'il est demandé à l'étudiant de faire),
(2) la compréhension de la tâche et ses enjeux (la représentation de l'étudiant de ce qu'il doit faire) et,
(3) l'activité proprement dite (ce qu'il réalise effectivement).

L'objectif du travail empirique a d'abord consisté à repérer le problème à résoudre, à savoir l'existence ou l'absence d'une relation entre efficacité de parcours de navigation et style d'apprentissage. En d'autres termes, existerait-il un profil de navigation plus efficace qu'un autre. Il semblerait qu'en suivant le parcours exact d'un internaute, la modélisation du comportement de

navigation peut effectivement permettre d'analyser son style personnel pour essayer d'en tirer des conclusions sur ses réussites ou ses échecs.

Nous cherchons tout d'abord à répondre à la question concernant l'existence d'une prédestination d'un site Web pour un certain type de lecteur/navigateur. Ensuite, les concepteurs ayant différentes visions des usages éducatifs du Web il est légitime de se demander s'il existe une conduction des parcours lors de la sélection des ressources pédagogiques offertes. Toutefois, notre but est exploratoire et cherche à identifier les éléments facilitant l'élaboration d'une carte de navigation.

Ce chapitre est composé de trois sections : la formulation générale, la méthodologie et les matériaux de la recherche. Ces outils centrés sur les traces d'utilisation de cinq EIAH, permettront d'organiser et d'exécuter le protocole de la recherche des observations présentées dans les chapitres VI, VII, VIII et IX.

2. Formulation générale

Nous cherchons à déterminer la relation entre style d'apprentissage et mode de navigation dans le but de décrire l'efficacité de l'accomplissement d'une tâche pédagogique dans un EIAH de formation universitaire. L'efficacité est mesurée en référence au parcours d'un expert et répond au principe selon lequel le chemin le plus court pour arriver à l'accomplissement de la tâche est considéré comme le plus efficace.

En langage formel, cela donne :

E = parcours le plus efficace défini par un expert

nE = nombre de clics nécessaires pour parcourir E

S = style d'apprentissage et ;

T(S) = parcours d'une tâche accomplie en fonction de S

nT(S) = nombre de clics nécessaires pour faire T(S)

Si nT(S) = nE

alors : T(S) = E

Littéralement : « Si le nombre de clics nécessaires pour faire T(S) est égal au nombre de clics nécessaires pour parcourir E, alors le parcours d'une tâche accomplie en fonction de S est le parcours le plus efficace défini par un expert ».

Nous posons **l'hypothèse générale** que *les profils d'apprentissage ont une influence sur les modes de navigation dans un environnement d'apprentissage en ligne.* Pour vérifier cette affirmation, nous proposons notamment l'élaboration d'une méthode.

La navigation éducative est définie ici comme *l'activité du parcours attendu pédagogiquement à l'intérieur d'un espace sémiologique et cognitif de réalisation d'une tâche.* L'activité de parcours est un type d'activité que nous voulons désigner comme suit. Le parcours est l'unité d'une navigation et l'activation d'une route balisée informatiquement. L'intentionnalité pédagogique renvoie au substrat pragmatique de cette action inscrite dans les programmes institutionnels d'éducation. Elle vise la réalisation des objectifs d'enseignement, dans les délais impartis et avec les ressources fournies par le biais d'une tâche d'apprentissage. L'espace sémiologique énonce un scénario de signes qui représentent les fonctions de communication sociale tant au niveau macro, conformément aux décisions de formation nationale et internationale qu'au niveau des relations du micro-groupe du cours. L'espace cognitif correspond à un scénario aménagé afin de permettre l'apprentissage. Selon un tel scénario, l'interaction pédagogique résulterait de deux mouvements : la proposition d'enseignements faite par les équipes de spécialistes dans la thématique du cours, ici nommés les « experts du contenu » ; l'activation du programme par l'étudiant. Les rôles de l'expert et de l'étudiant sont inscrits dans le contexte des enseignements universitaires.

Nous proposons un plan de représentation d'une navigation type susceptible de montrer l'efficacité d'un parcours compte tenu des différences individuelles centrées sur le style d'apprentissage des acteurs. Nous cherchons à décrire les parcours de navigation des usagers pour expliquer certaines des causes de leur efficacité. Tenant compte du fait que la variable testée dès la première

observation est le style d'apprentissage, ces causes seront en lien avec les caractéristiques d'un style particulier combiné dans la seconde observation avec le choix de module. Inversement, nous devrions obtenir les causes de la non-efficacité dans l'accomplissement des tâches assignées et dans l'usage des fonctionnalités.

Plus précisément, six objectifs opérationnels sont poursuivis :

*Identifier les caractéristiques de la navigation éducative qui déterminent les profils d'usager à l'aide d'un test de style d'apprentissage et de la modélisation des stratégies de visite adaptées aux sites Web,

*Explorer les logs (connexions) Web et identifier leurs composants,

*Faire une conversion des traces d'utilisation et les représenter sous forme de graphes de la navigation individuelle,

*Comparer les parcours réels avec le parcours d'un expert,

*Élaborer des tableaux de choix de fonctionnalité et,

*Décrire la syntaxe des espaces étudiés.

Cette recherche vise la description mais aussi la compréhension des interactions avec un EIAH, c'est-à-dire des comportements d'usage qui s'appuient sur des stratégies de navigation des usagers. Aussi repose-t-elle sur une observation systématique des traces et utilise-t-elle une méthode mixte dans laquelle la partie quantitative s'appuie sur une analyse statistique simple et la partie qualitative sur une description de l'observation directe et *a posteriori* de l'activité sur cinq cours EIAH.

La démarche générale en bref

Démarche centrale : observation conduisant à l'explication des faits pour aboutir à une caractérisation ou une typologie de parcours de la « navigation éducative ». L'approche est « inductive » car elle part des faits qui, convertis en données, constituent la base de l'observation des comportements d'usage sur un EIAH. Elle est aussi « abductive » car elle essaie de vérifier des hypothèses.

Hypothèse générale : Les profils d'apprentissage ont une influence sur les modes de navigation dans un environnement d'apprentissage en ligne.

Cette hypothèse nous amène à construire quatre hypothèses supplémentaires (*cf.* § 3.4 Traitement des données). La première porte sur le profil de navigation des apprenants testés par 4 attributs. La deuxième sur la modélisation d'un parcours pédagogique. La troisième sur la relation entre l'efficacité de la navigation et les styles d'apprentissage. La quatrième sur deux dimensions : 1) la mesure de l'efficacité d'un parcours pédagogique réel et, 2) les règles des choix d'une fonctionnalité sur la plateforme EIAH, support des données observées.

Notre objectif est de proposer une carte du comportement de navigation dans les EIAH observés. Nous estimons que les résultats pourront être généralisables après une nouvelle recherche sur une population plus importante. L'observation se veut dé-contextualisée et objective, appuyée par des théories rendant compte des faits observés. Elle combine des caractéristique individuelles comme les styles d'apprentissage mesurés par le test *Learning Style Inventory (*désormais LSI), les stratégies de visite et de catégories prises de l'extérieur comme le genre et la filière d'études.

Il s'agit de décrire le comportement de navigation sans manipulation de variables indépendantes et par une analyse *a posteriori* des traces d'utilisation sur un EIAH.

3. Méthodologie

L'objectif de cette section est de décrire le protocole suivi. Nous détaillons les choix de l'échantillon et les données des trois observations (*cf.* Annexes I et II).

3.1 Choix de l'échantillon

L'échantillon a été choisi à partir de quinze cours analysés en raison du nombre de réponses au test LSI et des caractéristiques requises pour l'observation. Ces dernières correspondent à des tâches individuelles non guidées et à la diversité des fonctionnalités pédagogiques proposées dans le cours.

L'échantillon comprend cinq cours, un cours pour les étudiants hispanophones et quatre cours pour les étudiants francophones. S'agissant d'une observation des parcours de navigation, ni la langue ni le contenu ne sont considérés parmi les caractéristiques observées. Tous les parcours de navigation sont considérés égaux indépendamment de la nationalité ou de la langue de l'usager.

Échantillon :
- 5 cours (63 étudiants universitaires) codifiés C1, C2, C3, C4 et C5
- Institutions : Institut Universitaire de Technologie (IUT) de Troyes (1), Université de Strasbourg (3), Université du Chili (1),
- Niveaux : Licence (4), Master (1)
- Spécialités : SHS (2), Sciences (3)

Le premier cours est un master 1 de première année des Sciences de la terre. L'échantillon de C1 est rendue anonyme et codifiée d'E1C1 à E12C1. Son activité compte 12 fichiers logs, soit 998 lignes de registre sur six semaines.

Le deuxième est un cours de 3ème année de licence en langue. L'échantillon est codifiée d'E1C2 à E13C2. Son activité compte 13 fichiers logs, soit 338 lignes de registre sur quatre semaines.

Le troisième est un cours régulier de Formation des ingénieurs en informatique d'une université française. Les étudiants sont codifiés d'E1C3 à E20C3. Leur activité compte 20 fichiers logs, soit 1 883 lignes de registre sur deux semaines.

Le quatrième est un cours d'accompagnement à la formation en didactique de la langue castillane post-licence d'une université chilienne. Il s'agit d'un dispositif associé au stage professionnel intermédiaire de pédagogie en éducation secondaire. Les étudiants sont codifiés d'E1C4 à E10C4. Leur activité compte 10 fichiers logs qui ont été utilisés dans leur forme complète pour l'étude

préliminaire, soit 3 882 lignes de registre sur 18 semaines et dans leur forme abrégée pour les observations 1 et 2, soit 1 014 lignes de registre sur cinq semaines. Ce cours a reçu le nom de DLC dans l'observation préliminaire et de C4 dans les première et deuxième observations.

Le cinquième est un cours de licence professionnelle en Sciences. L'échantillon est codifiée d'E1C5 à E8C5. Son activité compte 8 fichiers logs, soit 404 lignes de 3 semaines.

3.2 L'objet d'étude

Les parcours de navigation déduits à partir des traces d'utilisation d'un EIAH sont identifiés comme unités d'observation suite à un travail de réduction de la complexité du phénomène où deux facteurs sont amalgamés et faciles à confondre. Ce sont la séparation du facteur le plus général, le comportement de navigation ; et du facteur le plus particulier, la trace.

Observer les traces d'utilisation (Y) d'un EIAH est la façon la plus appropriée pour observer les parcours de navigation (X) des étudiants sous les conditions suivantes :

- L'attention est portée sur Y ; Y est produit par X,
- Y change de la même façon que X lorsque X change et,
- Y est déterminé par X.

L'observation du parcours individuel permet :

- de faire un graphique du parcours x ;
- d'élaborer des graphes : un graphe global, un graphe comparé entre l'étudiant et un expert, les autres étudiants, les autres profils ;
- de déterminer le nombre de clics, les modules préférés, l'accomplissement de la tâche ;
- de comparer avec d'autres cheminements l'existence ou l'absence d'un parcours plus court/long qu'un autre ;
- d'identifier les stratégies de navigation par style d'apprentissage ;
- d'interpréter et de savoir si l'étudiant a suivi une route cohérente vers la tâche, s'est perdu ou a fait des allers-retours répétés ;

- de connaître la durée moyenne de réalisation de la tâche, pour chaque étape du chemin.

L'observation par étudiant est en moyenne de 3 heures et 19 minutes. Le temps total observé est de 208 heures et 25 minutes.

3.3 Les paramètres généraux à observer

Trois paramètres constituent la base des observations : les traces, les modules et les tâches. Ils sont décrits dans les lignes qui suivent.

3.3.1 Les traces

Les traces consistent en l'information brute générée par le serveur Web et stockée au format « texte » sur le site où l'activité a été produite. Le stockage des traces d'utilisation est fait sous forme de logs Web (fig. 3) dont chaque ligne informe sur l'activité d'un clic.

mar 28 de agosto de 2007, 17:01 200.7.24.231 wiki view Trabajo

Figure 3. Ligne de registre log Web

Les traces Moodle se caractérisent par cinq types d'information. Dans la figure 3 nous pouvons apprécier leur variété. La case vide correspond au nom de l'usager rendu anonyme par nos soins.

1. la date et la durée de l'action
2. l'identifiant du poste de travail (direction IP)
3. le nom de l'étudiant inscrit dans le cours
4. le module utilisé
5. le descriptif de l'activité

Les traces traitées sont (*cf.* tableau 8) :

- 4 637 lignes de registre réduites à partir de 7 505 lignes de registre totaux
- 63 fichiers logs Web sur une période de 20 semaines

Tableau 8. Nombre de traces analysées

Cours	Fichiers log Web	Lignes de registres
C1	12/44	998
C2	13/45	338
C3	20/28	1 883
C4	10/11	3 882
C5	8/24	404

Dans ce tableau, nous remarquons que dans la colonne Fichiers log Web les différences entre les logs étudiés et les logs totaux s'expliquent par la double condition affectant les données de notre étude. Les fichiers sélectionnés ont été conditionnés pour montrer une activité régulière et correspondre à un étudiant ayant répondu correctement au test LSI. Par exemple, dans la première ligne, 12/44 énonce 12 logs sur 44 qui font apparaître sur le site Web une activité d'au moins une connexion par semaine. Ces logs correspondent à 12 étudiants qui ont répondu au test LSI.

3.3.2 Les modules

Le composant traces que nous venons de décrire est le résultat de l'activité des étudiants sur les modules de travail afin d'accomplir une tâche pédagogique. Il s'agit des ressources proposées sur la plateforme Moodle et sélectionnées par les enseignants (*cf.* chapitre III).

Nous les avons groupées par similarité afin de réduire le nombre d'attributs et de cibler le choix. Puis, nous les avons classées (*cf.* tableau 9). Les types de modules sont séparés par compétence :

- aperçu : exploration de la page
- administratif : gestion du cours
- pédagogique : tâches académiques

Tableau 9. Typologie des fonctionnalités

Module	Fusion des modules	aperçu	administratif	Pédagogique
M1 Cahier des charges	course view, guidelines	X		
M2 Profils	user view, user view all	X		
M3 Glossaire	glossary view, glossary view all			X
M4 Blog	blog view, wiki info, wiki view all, wiki links			X
M5 Forum	forum view, chat view, forum view all, forum views, forum view forum/s, forum search, forum news, forum view discussion			X
M6 Exploration des Depots	data view, data view all, assignment, assignment view, assignment view all	X		
M7 Téléchargement	download, book print		X	
M8 Ressources	resource view, book view, resources view all			X
M9 Dépôt du travail	data add, data base, assignment upload, upload upload		X	
M10 Ajout au Glossaire	glossary add, glossary add entry			X
M11 Commentaire dans le Forum	forum add discussion, chat talk, forum add post, forum add forum, discussion			X
M12 Écriture	wiki edit			X

La classification implique la nécessité de supprimer certains modules à cause de leur qualité hors cours. Ils correspondent aux mises à jour et à l'inscription/désinscription sur la page :

course enrol

course recent

discussion mark read

forum mail blocked

user change password

report, update, subscribe, unsubscribe et delete.

Ne montrant pas d'activité, le module administratif de téléchargement n'est pas représenté dans les tableaux de résultats.

La gestion du cours sur la plateforme Moodle considère un ou plusieurs administrateurs. Ces derniers choisissent des activités basées sur la s élection des ressources disponibles sur la plateforme. Voir ci-dessous une description qui inclut les modules groupés (*cf.* tableau 9) dans le traitement préliminaire des données. Nous présentons les modules selon la typologie mise en place.

1) Modules d'aperçu

- Exploration de la page (M1) : il s'agit d'une vue panoramique des ressources proposées. Normalement, ce module contient les consignes du travail assigné et son délai de dépôt.

- Exploration des dépôts (M6) : permet d'examiner les collaborations et les devoirs rendus par les autres participants du cours.

- Profil (M2) : les étudiants sont encouragés à mettre en ligne un Profil incluant une photo et une description personnelle. Les adresses de courriel peuvent être protégées (pas d'affichage) au besoin.

2) Modules pédagogiques

- Ajout d'un terme au glossaire (M10) : c'est une activité de production qui complète celle de la lecture du Glossaire. Elle permet de proposer des définitions pouvant être soumises à approbation. Les articles du Glossaire peuvent être automatiquement liés aux autres contenus de Moodle. Le Glossaire peut être affiché suivant plusieurs formats (dictionnaire, FAQ, liste, etc.).

- Blog (M4) : ce module dont le nom original est Weblog (mot-valise issu des mots anglais « Web » et « log ») est un site Web sur lequel une ou plusieurs personnes s'expriment librement, sur la base d'une certaine périodicité. Cela veut dire que la fonction Blog permet de poster des billets thématiques qui enregistrent l'historique des contributions. Nous avons gardé la fonction lecture de ce module.

- Commentaire dans le forum (M11) : il permet d'écrire des messages et de poser des questions à l'ensemble de participants. Afin de faciliter le trafic, les copies des messages peuvent être reçues par courriel et l'enseignant peut autoriser ou non les réponses, par exemple pour les Forums d'annonces. Dans les cas requis, il est possible de restreindre les évaluations des messages postés dans un intervalle de temps spécifié. Est inclus dans ce cas le Chat qui consiste techniquement à une fenêtre et dont l'image du profil, permettant l'interaction synchrone souple par écrit, supporte l'intégration d'URLs, de binettes, de HTML, d'images, etc.

- Écriture (M12) : elle est l'outil d'édition de texte qui permet la rédaction de documents de façon partagée. Parmi ses différentes fonctions, cet outil permet de lier des fichiers aux pages et conserve l'historique des pages modifiées.

- Forum (M5) : techniquement, il s'agit de la lecture des discussions affichées et emboîtées, à plat ou en fils de discussion, avec les messages les plus anciens ou les plus récents en tête de liste. Différents types de Forums sont disponibles : par exemple, ceux gérés par les enseignants et ceux dédiés aux discussion entre utilisateurs. La photo du Profil de l'intervenant est affichée chaque fois sur son commentaire et il est possible de stocker d'autres images dans le message. Les sessions sont enregistrées et sont susceptibles d'être consultées synchroniquement et à plusieurs reprises. Ce module inclut le Chat.

- Glossaire (M3) : ce module permet de consulter les listes des définitions proposées par l'enseignant et les étudiants. Il est complété par le module Ajout d'un terme au glossaire.

- Ressources (M8) : il s'agit des contenus qui peuvent afficher tout type de documents électroniques, par exemple des documents PDF, Word, Powerpoint, animations Flash, séquences vidéo, sons, etc., ainsi que le passage des données aux applications Web externes. Les contenus existant sur le Web peuvent être liés ou inclus de manière transparente dans l'interface du cours. Les fichiers sont déposés et gérés sur le serveur, ou alors créés à l'aide de formulaires Web (texte ou HTML).

3) Modules administratifs

- Téléchargement (M7) : il permet d'accéder aux matériaux du cours pour leur sauvegarde dans l'ordinateur ou un périphérique ou pour leur impression.

- Dépôt de travail (M9) : il sert aux étudiants pour déposer leurs devoirs (tous formats de fichiers) sur le serveur. La date du dépôt est enregistrée. Une note peut être assignée ainsi qu'un commentaire de l'enseignant dont une notification est envoyée par courriel. Est inclus dans ce module les Bases des données qui permettent la collecte et la soumission d'informations structurées sur un modèle défini par l'enseignant.

3.3.3 Les tâches

Un paramètre fondamental pour la conception des parcours est la tâche. Elle informe sur le sens du trajet permettant de limiter la période à représenter. Les tâches sur une page de formation correspondent à la gestion du contrat didactique passé entre l'enseignant et ses étudiants dans le cadre du contrat pédagogique. Deux types de tâches sont différentiables, prescrites et réalisées. Le premier type correspond à la déclaration d'objectifs dans une temporalité donnée, le second est l'exécution de ces objectifs.

Tableau 10. Tâches par cours

Cours	Tâche	Modalité	Début	Fin	Durée
C1	Rapport de synthèse anglais	binôme	08/09/10	19/10/10	6 semaines
C2	Bibliographie FLE	individuelle	21/01/11	18/02/11	4 semaines
C3	Indexer un outil du Web 2.0	Individuelle, notée	07/10/10	21/10/10	2 semaines
C4	Réflexion écrite du processus de stage	individuelle	18/03/07	22/04/07	5 semaines
C5	Étude d'un usage d'informatique	Individuelle, notée	01/12/11	21/12/11	3 semaines

Les tâches sélectionnées pour l'observation appartiennent, d'une part, au cadre des capacités linguistiques et, d'autre part, à la sélection et à la classification thématique. Concernant les premières, elles exigent de lire et rédiger dans une langue étrangère (C1) et de rédiger un manuscrit critique (C4 et C5). Quant aux secondes, elles visent une recherche documentaire suivie de l'organisation des informations trouvées (C2 et C3). Il s'agit de tâches dont l'objet est le traitement de l'information et le savoir disciplinaire.

Tableau 11. Contenu des modules

Cours	Module 1 Cahier des charges	Module 2 Profils	Module 3 Glossaire	Module 4 Blog	Module 5 Forum	Module 6 Exploration des dépôts	Module 7 Télécharge ment	Module 8 Ressources	Module 9 Dépôt de travail	Module 10 Ajout d'un terme au glossaire	Module 11 Commentai re dans le forum	Module 12 Ecriture
C1	1.Plan du cours 2.Consignes	1.Etudiants 2.Enseigna nt			✓	✓		1.Audiovidé o cours 2.Symposiu m	✓			
C2	1.Plan du cours 2.Consignes	✓			✓			Ppt				
C3	1.Plan du cours 2.Consignes	1.Etudiants 2.Enseigna nt	Définitions	✓	1.Nouvelles 2. Pédago gique	BDD de suggestions		Webograph ie Mindmap	BDD des présentatio ns	✓	✓	
C4	1.Program me de stage 2.Consignes	1.Etudiants 2.Enseigna nt		Réflexions personnelle s sur le stage	Commentai res et questions collectives			Critères Test de connaissan ces			Commentai res et questions collectifs	Production sur l'éditeur
C5	1.Program me de stage 2.Consignes	1.Etudiants 2.Enseigna nt			Commentai res et questions collectives	✓		✓	✓		✓	

Les tâches sélectionnées contiennent quatre types d'activités :

- L'exploration de la page et de ses modules (M1,M2 et M6),
- La lecture du profil des autres participants (M2),
- La lecture (M3, M4, M5, M8),
- L'écriture (M10, M11 et M12),
- Le téléchargement des tâches et des ressources (M7 et M9).

3.4 Les paramètres spécifiques à observer

L'étude empirique permet d'examiner certaines caractéristiques des étudiants pour faire émerger une façon de faire (comment les sujets naviguent). Les dimensions observées sont :

- Catégories formelles extérieures : Genre et filière d'études,
- Style d'apprentissage test LSI (Kolb, 1984, adaptations françaises CMA et ApprentiSage),
- Stratégie de visite (Veron et Levasseur, 1991),
- Choix de fonctionnalité (interface Moodle),
- Parcours réel et parcours expert.

3.4.1 Importance de chaque variable

Genre : globalement, sur toute la France, les femmes représentaient en 2005-2006, 57,5% des inscriptions universitaires. En 2006, le pourcentage des femmes qui suivaient des études en SHS était de 71% et de 36,6% pour celles qui étaient en Sciences de la vie et de la matière (Girardot, 2006 ; Fontanini, Costes et Houadec, 2008). Au Chili, en 2006, la population féminine dans les universités publiques correspondait à la moitié des effectifs. Le pourcentage des femmes qui suivaient des études en SHS était plus élevé que celui de celles qui avaient choisi les autres Sciences, avec 55% et 29% respectivement (CRUCH, 2006). Le genre permet de faire une distinction parmi les usagers.

Filière d'études : en 2007, en France, il y avait 36,6% d'inscriptions en SHS et 29% en Sciences de la vie et de la matière (Goulard, 2007). En 2006, au Chili, 27% des inscriptions correspondaient aux SHS et 39% aux Sciences de la vie et de la matière. Quant au niveau d'études, en 2005-2006 60,2% des inscriptions dans l'enseignement supérieur français étaient en licence et 34,6% en Master (Note d'information 10-08). Au Chili, les études au niveau de la licence étaient suivies par 89% de la population universitaire et celles du master par 5% (CRUCH, 2006). Comme la précédente, cette caractéristique informe sur les particularités d'un parcours lié à la répartition des étudiants dans les spécialités des Sciences ou des SHS.

Style d’apprentissage : cette caractéristique cognitive permet de montrer une préférence des étudiants pour l'expérimentation (accommodateurs et divergents) ou pour l'abstraction (assimilateurs et convergents). Le style d'apprentissage compte un test standardisé qui permet d'obtenir des données objectives. Son caractère anonyme favorise le retour des tests.

Stratégie de visite : sert à identifier les habitudes des usagers en montrant leur préférence pour une fonctionnalité ou une autre. Certains utiliseront davantage les modules de communication comme le Forum, d’autres ceux d'expression plus intime comme l'Éditeur de texte ou encore ceux des contenus disciplinaires comme le Glossaire et les Ressources. La stratégie de visite renseigne aussi sur l'expérience de l'usager avec les dispositifs techniques.

Choix de fonctionnalité : les ressources sont choisies par les étudiants afin de réaliser une tâche pédagogique. Elle fonctionne comme un indicateur de l'activité effective des étudiants ce qui permet de mesurer les traits du processus comme la fréquence d'usage et l'efficacité dans la réalisation de la tâche. Les choix de fonctionnalité permettent aussi de comparer l'activité des étudiants des différentes filières. Son origine dans les fichiers logs assure tant la confiance dans la collecte des données que la richesse des traces à exploiter.

Parcours : il y a deux types de parcours, réel et expert. Le premier montre le trajet d'un étudiant lors de la réalisation de la tâche prescrite dans son cours. Le second, reflète la séquence la plus efficace, voire la plus courte, pour accomplir la tâche pédagogique. Il a été énoncé par l’enseignant de chaque cours (*cf.* Annexe, Fiche de l’enseignant). Il se base sur des modules qui représentent les fonctionnalités de travail. Les parcours facilitent l'établissement de côtes d'observation du comportement d'usage sur un EIAH.

Pour plus de précision, il faut noter que les variables de stratégie de visite, genre et filière d'études ont été utilisées seulement pour l'observation préliminaire. Celles du parcours expert et du choix de fonctionnalité ont été utilisées pour la première et la deuxième observation.

3.4.2 Les outils

Les procédés méthodologiques de prélèvement des traces d'utilisation sont en cohérence avec la technique d'observation externe. Les outils de recherche répondent à deux fonctions, (a) l'extraction et l'exploration et, (b) la validation des données :

a) Extraction et exploitation :

Le test LSI est un test psychotechnique standardisé qui mesure la manière d'apprendre d'un individu toute abstraction faite de ses aptitudes,

Le convertisseur de traces .txt en GEXF (*Graph Exchange XML Format*),

Le logiciel GEPHI.

b) Validation

L'étude statistique simple (tableau de données de choix)

L'étude de la probabilité conditionnelle

3.5 La méthode

La méthode de l'étude est empirique par observations combinées :

- directe,
- indirecte par un test de styles d'apprentissage et un graphique des parcours experts et,
- systématique (selon une préparation des données).

La technique utilisée est l'analyse des traces d'utilisation : observation, statistique et graphique qui consiste au traitement de conversion de traces de texte .txt à langage GEXF.

3.5.1 Construction des catégories à observer

Deux catégories principales sont présentées : les styles d'apprentissage et les parcours de navigation. Elles sont dévéloppés dans les observations 1 et 2.

a) Les styles d'apprentissage

Ils correspondent à l'orientation relative aux 4 facteurs liés à la forme d'apprentissage : l'expérience concrète (EC), l'observation réfléchie (OR), la conceptualisation abstraite (CA) et l'expérimentation active (EA). De leur combinaison dérivent les modes assimilateur, accommodateur, convergent et divergent, que nous présentons (*cf.* tableau 12) suite à la passation du test et à la collecte des réponses.

La classification des styles d'apprentissage dérive du test LSI (Kolb, 1984) étendu aux adaptations francophones mentionnées plus haut. Les arguments en faveur du choix de cet instrument obéissent d'une part, à la reconnaissance internationale du test durant les quatre dernières décennies et d'autre part, à la facilité de son application. Ce deuxième aspect est en lien avec la disponibilité des tests en français mais aussi avec leur format concis et, dans le cas d'Apprenti-Sage, en ligne. Voici de façon détaillée deux cours (C4 et C5) qui répondent au format du CMA et trois (C1, C2 et C3) à celui de l'Apprenti-Sage.

Tableau 12. Styles d'apprentissage de l'échantillon

Sujet	Style d'apprentissage	Sujet	Style d'apprentissage
E1C1	Divergent	E8C3	Accommodateur
E2C1	Divergent	5E9C3	Accommodateur
E3C1	Accommodateur	E10C3	Convergent
E4C1	Divergent	E11C3	Assimilateur
E5C1	Assimilateur	E12C3	Assimilateur
E6C1	Assimilateur	E13C3	Accommodateur
E7C1	Convergent	E14C3	Divergent
E8C1	Assimilateur	E15C3	Assimilateur
E9C1	Assimilateur	E16C3	Assimilateur
E10C1	Convergent	E17C3	Divergent
E11C1	Assimilateur	E18C3	Assimilateur
E12C1	Assimilateur	E19C3	Assimilateur
E1C2	Divergent	E20C3	Divergent
E2C2	Divergent	E1C4	Assimilateur

E3C2	Divergent	E2C4	Assimilateur
E4C2	Accommodateur	E3C4	Assimilateur
E5C2	Divergent	E4C4	Convergent
E6C2	Convergent	E5C4	Divergent
E7C2	Assimilateur	E6C4	Divergent
E8C2	Divergent	E7C4	Convergent
E9C2	Divergent	E8C4	Assimilateur
E10C2	Assimilateur	E9C4	Divergent
E11C2	Divergent	E10C4	Assimilateur
E12C2	Divergent	E1C5	Accommodateur
E13C2	Divergent	E2C5	Divergent
E1C3	Assimilateur	E3C5	Accommodateur
E2C3	Assimilateur	E4C5	Divergent
E3C3	Divergent	E5C5	Convergent
E4C3	Assimilateur	E6C5	Convergent
E5C3	Divergent	E7C5	Convergent
E6C3	Divergent	E8C5	Convergent
E7C3	Convergent		

Les totaux chiffrés sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 13. Effectifs par Style d'apprentissage

Style d'apprentissage	C1	C2	C3	C4	C5	Totaux
assimilateurs	6/12	2/13	9/20	5/10	0/8	22
accommodateurs	1/12	1/13	3/20	0/10	2/8	7
convergents	2/12	1/13	2/20	2/10	4/8	11
divergents	3/12	9/13	6/20	3/10	2/8	23

b) Les parcours

La notion de parcours désigne l'activité de l'usager des EIAH étudiés. Deux parcours sont identifiables, le réel et l'expert. Le parcours réel est celui réalisé par les étudiants lors de leur

activité sur la page. Les parcours sont stockés numériquement dans le même espace du cours mais sans en faire partie. Le parcours expert consiste à identifier la séquence la plus efficace selon l'enseignant du cours (expert du contenu) pour accomplir la tâche pédagogique. La notion de choix de parcours est liée aux trajets disponibles parmi lesquels les usagers choisissent leur parcours (*cf.* § 3.1 Calcul des choix de fonctionnalité). L'étude considère la période de 10 clics pour ces trajets.

Les données observées contenant les traces de cinq cours présentent des similitudes telles que la durée des trois clics du parcours expert. Les parcours sont codifiés de la manière suivante :

MD = Module de départ (premier clic)

MI = Module intermédiaire (deuxième clic)

MF = Module final (troisième clic)

Le point de départ est commun en C1 et C2 et en C3 et C4 ; le dernier module constitue le dépôt de la tâche prescrite. Les modules MI et MF constituent les deux choix de module envisagés dans l'analyse du parcours expert.

Le parcours expert par cours est :

C1 : M1 > M8 > M9

C2 : M1 > M8 > M5

C3 : M8 > M6 > M9

C4 : M8 > M5 > M12

C5 : M5 > M8 > M6

3.5.2 Procédure générale du traitement des données

Dès la première observation on voit apparaître une procédure de traitement des données en trois étapes. Premièrement, la réduction, le nettoyage et la fusion des données. Deuxièmement, la traduction et l'envoi à un logiciel de construction de graphes. Enfin, la sélection des outils de design et les statistiques de visualisation pour la représentation de l'image des parcours de navigation.

La figure 4 illustre ces étapes et les outils utilisés : le format Notepad++, le logiciel convertisseur des traces .txt en langage de visualisation graphique et le logiciel GEPHI.

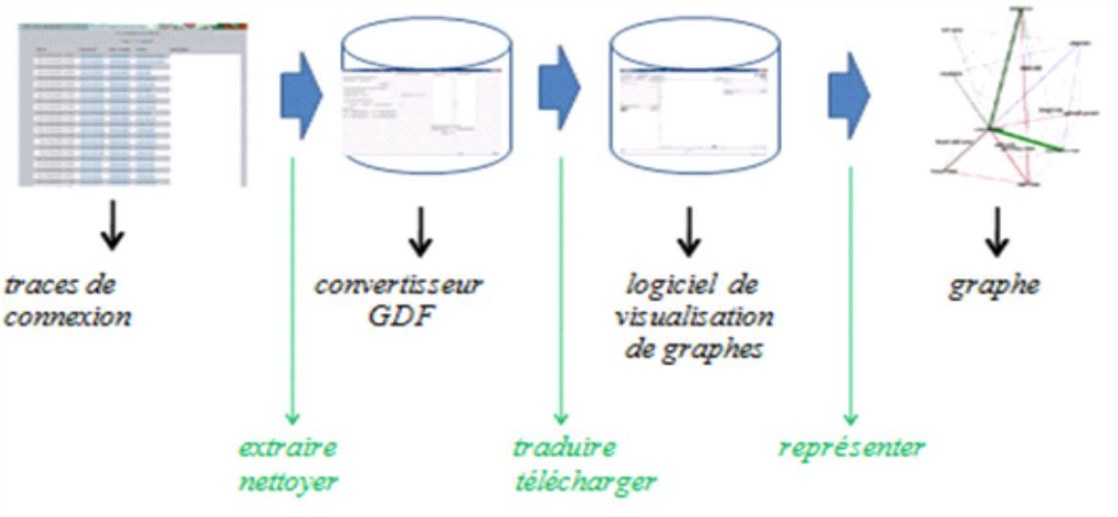


Figure 4. Processus de préparation des données

Ces processus seront examinés en détail dans la section suivante.

4. Protocole général de la recherche

Dans cette sous-partie nous décrivons la procédure d'exploitation des données et présentons les données observées. Nous nous centrons sur la présentation des procédures de l'analyse préliminaire des données. Le traitement des données sera développé dans les chapitres destinés aux observations.

4.1 Traitement préliminaire des données

Les données requièrent un traitement préalable dont la première tâche est celle d'obtenir l'autorisation d'usage des traces et de diffusion du Test de styles d'apprentissage. Les cours de cette étude ont été choisis sur la base de requêtes informatiques destinées à identifier les typologies d'activités et les ressources utilisées. Cette étape commence par la vérification des fichiers mentionnant les types d'activités et les ressources des cours sélectionnés. Les cours sélectionnés ont les caractéristiques suivantes:

- d'avoir une activité assez régulière : des connexions d'une à deux fois par semaine,
- d'être au moins une deuxième version du cours,
- de proposer une grande variété de modules : proposer des fonctionnalités pédagogiques de production et de réception des contenus,
- d'avoir une tâche d'une durée de 2 à 6 semaines : nombre de traces stockées susceptibles d'être analysées et,
- que l'enseignant accepte d'être interviewé.

L'entretien avec l'enseignant sert à préciser les points suivants :

- les types d'activités et de ressources identifiées dans leurs espaces,
- les modalités de diffusion du Test LSI aux étudiants,
- l'information sur les procédures d'utilisation des traces qui seront mises en œuvre dans le cadre de la recherche et,

- le parcours que l'enseignant considère comme étant le plus adapté à la réalisation de la tâche assignée aux étudiants (parcours expert).

Ce n'est qu'après la demande d'autorisation d'utilisation des données et les entretiens avec les enseignants *(cf.* Annexe II) que commencent les processus de réduction, d'extraction et d'organisation des données. Il s'agit d'une phase préliminaire à l'analyse dont les étapes sont les suivantes :

- Traduction du test en espagnol pour l'un des cours,
- Collecte des données des EIAH,
- Stockage au format .txt.

Nous présentons le détail des tâches d'extraction des données adaptées d'après Tufféry (2007).

1°) Recueil

Logs Web : identification des données selon la séquence « participants → historique de l'activité » de chaque cours.

Test LSI : enregistrement des réponses au Test LSI récupérées dans deux sources : serveur SQL (C1, C2 et C3) et mail (C4 et C5) dans des dossiers séparés.

2°) Première traduction

Logs Web : transfert des traces sur un fichier de texte afin de les rendre intelligibles. Nous avons séparé les données et les avons incluses dans des fichiers classés par cours. Par précaution nous conservons les données car les traces d'activité sont susceptibles d'être perdues suite à la fermeture ou à l'actualisation du site d'accueil.

Test LSI : les réponses envoyées par mail sont stockées dans un tableau ; celles stockées dans le serveur sont gardées en l'état.

3°) Organisation des données

Logs Web : ordonnés en colonnes susceptibles d'être lues plus facilement. L'anonymat dans la colonne du nom de l'étudiant doit être respecté. Il faut aussi prendre la précaution d'effacer le nom

des collègues de l'espace « nom de l'activité » trouvé lors d'une recherche dans Profils. Les informations des colonnes sont de quatre types :

- temps : jour, mois, année, heure, minutes. Exemple : lun. 14 février 2011, 17:24.
- code d'étudiant : E1 à E20 incluant le code du cours (C1, C2, C3, C4 ou C5). Exemple : E20C3 étudiant 20 du cours C3).
- fonctionnalité : il y a 12 modules (*cf.* Classification des fonctionnalités Moodle). Exemple : Glossaire.
- nom de l'activité : c'est l'identification de l'activité par un titre donné par le premier intervenant. Exemple : « Espace de discussion »

Test LSI : unification des formats de stockage et anonymat des formulaires qui en ont besoin.

4°) Vérification des sauvegardes

Logs Web : il s'agit de la conception des graphes des parcours d'activité. Lecture par un convertisseur de traces afin de traduire les données « texte » (.txt) dans le langage de visualisation des graphes (*Generic Data Framework* GDF] pour la Version 1 et *Graph Exchange XML Format* [GEXF] pour la Version 2). Cette étape requiert un traitement préalable de programmation html afin de définir les composantes des images à représenter sur le logiciel GEPHI. Les fonctions du convertisseur sont stockage, nettoyage, unification des modules, choix du parcours et de la période à représenter (*cf.* détail § chapitre VII).

Test LSI : calcul des réponses reçues par mail ; le reste se fait automatiquement et en ligne.

5°) Modélisations

Logs Web : conception des algorithmes. Calibrage des graphes à partir des variables visuelles de la forme, la taille, la couleur, la valeur, l'orientation, la trame et le grain (Bertin, 1999). Cette étape prolonge la précédente où sont définis les composants à représenter sur GEPHI, version 0.8.2 (2012).

Test LSI : constitution de quatre groupes selon le style d'apprentissage assimilateur, accommodateur, convergent et divergent.

6°) Généralisation du modèle

Logs Web : le modèle est susceptible d'effectuer un traitement sur un nouvel échantillon afin de prouver la qualité du modèle. D'un point de vue technique, le traitement doit être stabilisé et permettre des améliorations, comme la possibilité d'actualiser les données successives.

Test LSI : test du modèle avec un nouvel échantillon. Il est nécessaire de garder la flexibilité des formes variées de diffusion du test afin d'obtenir le plus grand nombre de réponses.

7°) Mise en relation des informations du Tests et des logs Web.

4.2 Présentation des observations

Nous avons réalisé trois observations qui répondent à une première étude exploratoire et à deux études principales et que nous venons de décrire.

Ci-dessous un résumé des études :

Tableau 14. Variables selon l'observation visée

Observation préliminaire	Première observation	Deuxième observation
Echantillon E1C4 - E10C4	Echantillon E1C1 – E12C1 E1C2 – E13C2 E1C3 – E20C3 E1C4 – E10C4 E1C5 - E8C5	Echantillon E1C1 – E12C1 E1C2 – E13C2 E1C3 – E20C3 E1C4 – E10C4 E1C5 - E8C5
4 paramètres (stratégie de visite, style d'apprentissage, genre et filière d'études)	5 paramètres (stratégie de visite, style d'apprentissage, genre, filière d'études et logs Web)	3 paramètres (style d'apprentissage, choix de fonctionnalité et parcours)
3 882 lignes de registre	4 637 lignes de registre	4 637 lignes de registre
10 Tests LSI	63 Tests LSI	63 Tests LSI
5 semaines	20 semaines	20 semaines

Dans les pages suivantes, nous présentons l'enchaînement des observations avec leurs hypothèses et leurs méthodes générales.

4.2.1 L'observation préliminaire. Profils d'usager

Hypothèse 1. La stratégie de visite, le style d'apprentissage, le genre et la filière d'études des étudiants sont des caractéristiques du profil de navigation. Un site Web éducatif se prête à des styles de navigation qui sont définis par ces quatre variables.

La revue de littérature fait apparaître l'existence de profils de navigation. Les caractéristiques identifiées sont : le style d'apprentissage, l'utilisation de l'espace, le modèle de déplacement (*cf.* § chapitre 2 État de l'art).

La méthode de vérification de l'hypothèse proposée est le croisement des quatre caractéristiques identifiées comme composantes du style de navigation avec une typologie des tâches. Le résultat attendu est l'obtention des profils de navigation des usagers.

La technique de recherche est l'exploration par observation : comptage « à la main » des choix sur une classification de tâches.

4.2.2 La première observation. La représentation d'un parcours de navigation

Hypothèse 2 : L'analyse de l'activité et de l'apprentissage sur un EIAH peut être modélisée sur la base des parcours d'usagLa revue de la littérature fait apparaître le fait qu'on peut modéliser la navigation sur un site Web éducatif. Les travaux relatifs à ce postulat proviennent des disciplines telles que l'informatique, le *computationnel design* et les TIC. Les travaux qui s'en réclament examinent les problèmes de gestion des connaissances et apportent des solutions par le biais du génie logiciel.

Les recherches sur les hypertextes exigent de se focaliser sur deux aspects : l'architecture des pages visitées et les signes visuels. Ces deux aspects convergent vers la visualisation graphique des comportements de navigation numérique. D'autres approches disciplinaires, comme la géographie, et en particulier la cartographie (Card, 1999 ; Cauvin, Tricot, 2006 ; Ghitalla, 2009) doivent être prises en compte. Il en est de même pour la théorie des réseaux (Bastian, Heymann et Jacomy, 2009 ; Venturini, 2010). En combinant ces différentes approches, nous soutenons notre hypothèse 2 et proposons une représentation des parcours de navigation à partir des traces logs Web.

La méthode de vérification utilisée est la traduction des traces de connexion stockées dans les fichiers logs Web sous forme de traces capables d'être représentées sur un logiciel de visualisation de graphes. Le graphe obtenu représente les parcours de navigation avec lesquels on peut réaliser un graphique par profil d'usage (style d'apprentissage, filière d'étude, cours) et que l'on peut comparer avec d'autres parcours du même groupe ainsi qu'avec le parcours d'un expert du contenu.

La technique de recherche est l'exploration par observation des fichiers logs Web soumis à un protocole de transformation de traces.

4.2.3 La deuxième observation. Analyse des choix de fonctionnalité

Cette observation développe deux hypothèses :

Hypothèse 3 : *Les étudiants ayant un profil d'apprentissage basé sur l'expérimentation et l'expérience plutôt que sur l'abstraction et l'observation devraient effectuer des navigations plus efficaces.*

La revue de la littérature sur les styles d'apprentissage propose plusieurs classifications. Parmi elles nous avons choisi d'analyser les facteurs de l'expérience concrète, l'expérimentation active, l'observation réfléchie et la conceptualisation abstraite (LSI).

La méthode proposée est : l'analyse des logs Web.

La technique de recherche est l'exploration par observation du choix de fonctionnalité selon le style d'apprentissage.

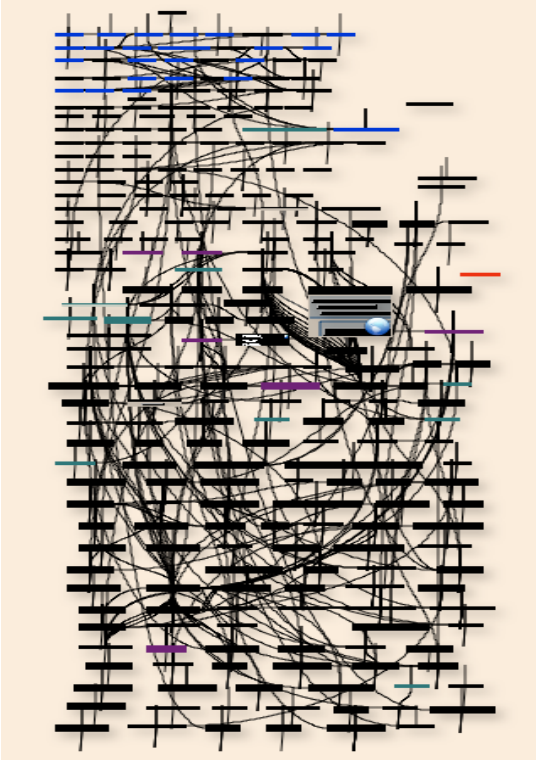
Hypothèse 4 : Connaissant le style d'apprentissage et un premier choix de fonctionnalité d'un internaute, il est possible de mesurer sa performance et d'anticiper un nouveau choix dans le même parcours.

La bibliographie examiné fait apparaître l'existence de profils d'apprentissage et de parcours de navigation. Parmi eux nous trouvons des études sur l'efficacité de la navigation, nous nous proposons de construire les supports graphiques à partir d'une méthode d'exploration de logs.

La méthode d'exploration proposée est : (1) La comparaison des parcours réels avec ceux d'un expert et, (2) L'élaboration d'un tableau de choix pris sur des fichiers logs Web. Le résultat attendu est la performance sur la page. A partir d'elle, nous pouvons anticiper la suite du parcours de l'usager.

La technique de recherche est la vérification par observation du choix de fonctionnalité à partir d'un tableau des données et d'une formule des probabilités conditionnelles.

Chapitre VI
Observation préliminaire. Profils d'usager



Traces de la lecture d’un hypertexte. Image : *Creative Commons*

Rappel du Plan

1. Problématique et objectifs

2. Matériel et méthodes

2.1 Variété de matériels

2.1.1 Matériel informatique

2.1.2 Fonctionnalités

2.1.3 Matériel du test LSI de styles d'apprentissage

2.1.4 Stratégies de visite

2.1.5 Synthèse des caractéristiques étudiées

2.2 Dispositif de l'étude

2.2.1 La typologie des tâches de navigation

2.2.2 L'indice de proximité

2.3 Protocole de l'étude

2.3.1 Traitement préliminaire des données

2.3.1.1 Calcul des résultats du test LSI

2.3.1.2 Procédure de classification des fonctionnalités

2.3.3 Traitement des données

3. Analyses

3.1 Usage des fonctionnalités sur la page

3.2 Analyse intégrée des variables

4. Résultats

4.1 Classification des profils de navigation

4.1.1 Profil A : la fourmi pure

4.1.2 Profil B : la fourmi-papillon

4.1.3 Profil C : la fourmi-poisson

4.1.4 Profil D : le poisson-fourmi

4.2 Indice de proximité

4.3 Synthèse des résultats

5. Conclusion

5.1 Limites de l'étude

5.2 Perspectives

1. Problématique et objectifs

Dans la première partie, nous avons insisté sur le fait que l'exploration des caractéristiques individuelles constituait un aspect pouvant soutenir une description des parcours de navigation dans les EIAH. Les classifications découvertes sont effectivement susceptibles d'être adaptées à nos données et c'est ce que nous avons fait en ce qui concerne les notions de tâches de navigation et d'indice de proximité. Elles se sont avérées nécessaires pour décrire les parcours dont la visée éducative renforce la nécessité d'élaborer un profil d'usager. Certaines recherches définissent le comportement sur une plateforme à partir de la notion de « conflit instrumental » (Nissen, 2004 ; Marquet, 2005) et de la distance par rapport au discours de l'enseignant (Salomon et Clark, 1977 ; Bouchard, 2000 ; Dessus et Marquet, 2003).

Des traits généraux tels le genre et la filière d'étude sont intéressants en tant qu'éléments du contexte. Un certain nombre de recherches font référence au modèle mental des usagers des sites Web correspondant à un modèle de lecture de textes, y compris des pages Web (Manovich, 2001 ; Chartier, 2003 ; Scolari et Del Villar, 2004). Ce modèle de lecture permet de décrire les attitudes et les comportements qui déterminent la manière d'apprendre d'un individu. Enfin, s'agissant des traces, nous les interprétons en nous inspirant des stratégies de visite proposées par Veron et Levasseur (1991), définies pour le public d'un musée. Nous appliquons ces stratégies de visite que nous transformons en stratégies de navigation sur le site Web. Ainsi, tel parcours de navigation peut alors être relié à tel style d'apprentissage.

Nous disposons maintenant de tous les éléments pour formuler l'hypothèse suivante : La stratégie de visite, le style d'apprentissage, le genre et la filière d'étude des étudiants seraient des caractéristiques du profil d'usager. Un site Web éducatif se prête à des modes de navigation qui sont définis par ces quatre variables.

Nous cherchons à prouver que les étudiants du cours DLC sont influencés dans leur navigation par leurs caractéristiques personnelles liées aux quatre attributs indiqués.

Dans notre travail, nous analysons à la fois les actions de lecture de textes numériques et la navigation sur les sites Web. Ce choix méthodologique répond principalement à l'association entre le processus de décodification du contenu d'un texte et les déplacements stratégiques que le lecteur est censé faire sur la page de son cours. Cette étude est donc l'occasion de nous interroger sur les deux aspects essentiels de la formation à distance, le modèle de formation virtuel mis en œuvre sur un site et les caractéristiques des apprenants confrontés à un tel modèle dans leur formation.

Ainsi nous présentons ci-après notre étude préliminaire à caractère exploratoire réalisée sur une population universitaire.

2. Matériel et méthodes

2.1 Variété des matériels

Les données réunies présentent un caractère double. Les traces issues des logs Web associent des fonctionnalités et des tâches. Les résultats du test LSI associent les facteurs dominants d 'expérience-expérimentation et d'abstraction-observation.

2.1.1 Matériel informatique

Il consiste en des traces d'utilisation issues de 3 882 lignes de registre. Il s'agit d'un d'accompagnement au cours de didactique de langue castillane (DLC2007-1, désormais DLC) fourni par la plateforme Moodle de l'Université du Chili (*cf.* fig. 5). Les étudiants licenciés en littérature et en linguistique entrent directement en deuxième année de pédagogie et font le stage professionnel intermédiaire *qui correspond à s'intégrer à un cours de l'enseignement secondaire de sa spécialité*. Les données du fichier log ont été recueillies au Chili en septembre 2008 (*cf.* § 3.3.5, Méthodologie générale). Les trajets ont fait l'objet d'un suivi personnalisé.

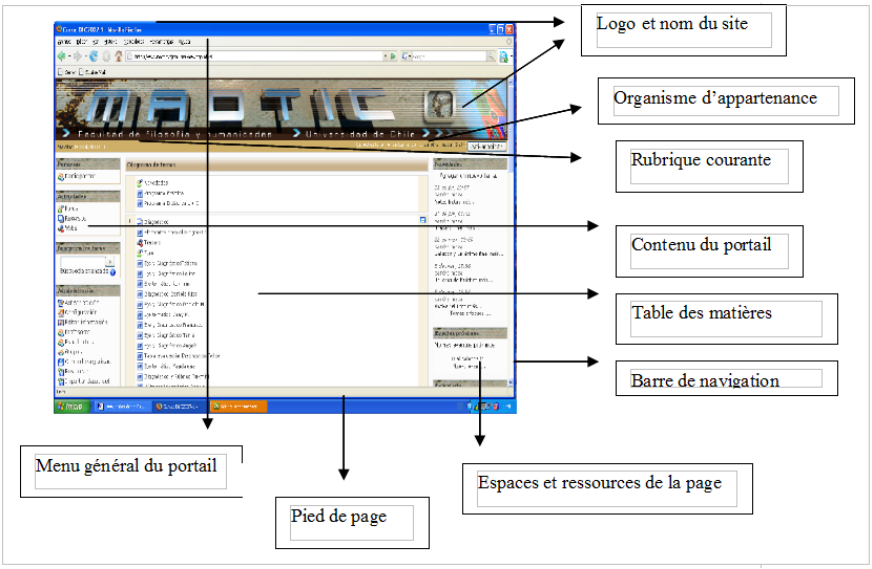


Figure 5. Page d'accueil de DLC

L'analyse des traces a été réalisée à partir de l'identité des tâches que ces traces représentaient (*cf.* fig. 6) et qui sont reconnaissables : leur date (dimanche le 22 avril de 2007), adresse IP (164.77.241.200), nom de l'étudiant sur anonymat (E3), action (*wiki view*) et information sur l'activité (réflexions sur l'intervention).

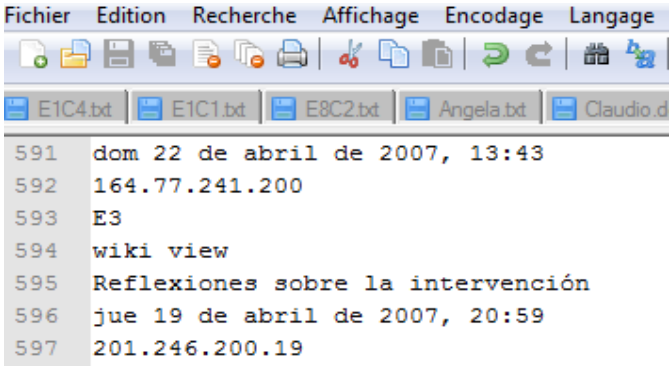


Figure 6. Information stockée sur un log Web

Les données de l'étude correspondent à 1 178 connexions récupérées sur DLC pour un semestre de 18 semaines. Dans le tableau 15, nous avons organisé les connexions de 16 semaines en tenant compte des particularités d'une première semaine de mise en activité et d'une dernière semaine de finalisation d'activités. Cependant, pour l'observation nous avons tenu compte du total des connexions sur un semestre.

Tableau 15. Connexions semestrielles

Semaines Étudiant	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°	13°	14°	15°	16°	17°
E1	**1**	16	14	28	6	14	12	12	**3**	1	25	12	1	3	3	**1**
E2	**1**	13	6	28	13	8	7	8	**7**	2	2	3	0	1	0	**0**
E3	**1**	2	24	18	14	5	6	6	**2**	0	1	0	0	6	0	**3**
E4	**0**	4	9	11	10	9	8	1	**8**	4	4	2	2	4	4	**0**
E5	**0**	0	13	20	10	13	2	17	**20**	3	2	13	2	5	1	**2**
E6	**0**	13	17	39	37	22	6	10	**4**	9	6	3	1	1	5	**3**
E7	**3**	19	6	16	27	8	15	21	**10**	2	7	2	10	5	0	**0**
E8	**1**	6	12	29	9	4	7	7	**7**	3	6	5	0	2	1	**1**
E9	**5**	3	13	9	13	7	10	5	**7**	3	3	4	3	4	3	**0**
E10	**0**	0	0	0	5	1	6	0	**0**	0	0	0	0	0	0	**0**
Total	**12**	76	114	198	144	91	79	87	**68**	27	56	44	19	31	17	**10**

Sous-total Connexions sur 16 semaines : 1 073

2.1.2 Fonctionnalités

Les fonctionnalités ont été regroupées par similitude de fonctions en 12 modules (*cf.* § 3.3.2, Méthodologie générale).

M1 course view (guidelines)

M2 user view (user view all)

M3 glossary view (glossary view all)

M4 blog view (wiki info, wiki view all, wiki links)

M5 forum view (chat view, forum view all, forum views, forum view forum/s, forum search, forum news, forum view discussion)

M6 data view (data view all, assignment, assignment view, assignment view all)

M7 download (book print)

M8 resource view (book view, resources view all)

M9 data add (date base, assignment upload, upload)

M10 glossary add (glossary add entry)

M11 forum add discussion (chat talk, forum add post, forum add forum, discussion)

M12 wiki edit

Les ressources sur DLC (*cf.* tableau 16) sont des grilles d'évaluation de compétences *diagnostico* et de la programmation des activités pédagogiques *Eje tematico* (première colonne). Le nombre de visites *vistas* (deuxième colonne) est indiqué par la fréquence et la date (troisième colonne).

Tableau 16. Ressources sur DLC

Diagnóstico		4 vistas		jueves, 22 de marzo de 2007, 22:35 (336 días 11 horas)
Elementos para el Diagnóstico		2 vistas		miércoles, 21 de marzo de 2007, 21:00 (337 días 12 horas)
Trabajo		-		
Foro		2 mensajes		miércoles, 4 de abril de 2007, 19:12 (323 días 14 horas)
Eje y Diagnóstico E2		2 vistas		domingo, 1 de abril de 2007, 17:37 (326 días 16 horas)
Eje y Diagnóstico E5		4 vistas		domingo, 1 de abril de 2007, 17:43 (326 días 16 horas)
Eje temático E8		2 vistas		domingo, 1 de abril de 2007, 17:38 (326 días 16 horas)
Diagnóstico E1		1 vistas		sábado, 31 de marzo de 2007, 12:27 (327 días 21 horas)
Eje y Diagnóstico E3		2 vistas		miércoles, 4 de abril de 2007, 19:02 (323 días 14 horas)
Eje temático E1		4 vistas		lunes, 2 de abril de 2007, 02:03 (326 días 7 horas)
Eje y Diagnóstico E7		-		
Eje y Diagnóstico E4		4 vistas		miércoles, 4 de abril de 2007, 19:02 (323 días 14 horas)

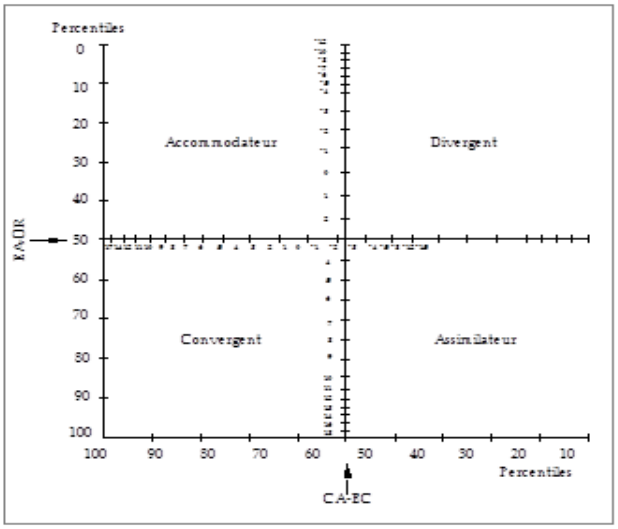
2.1.3 Matériel du test LSI de styles d'apprentissage

Les résultats du test LSI correspondent à 40 valeurs. Nous en déduisons les styles d'apprentissage qui sont l'assimilateur, l'accommodateur, le convergent et le divergent. Dans le test LSI, il est demandé aux étudiants de classer des séries de quatre mots décrivant leurs attitudes en situation d'apprentissage, comme par exemple, différencier, essayer, s'impliquer et être pratique.

Ces séries correspondent respectivement aux facteurs dominants EC (expérience concrète), OR (observation réfléchie), CA (conceptualisation abstraite) et EA (expérimentation active). On obtient quatre scores indépendants et deux combinaisons de résultats tels que CA-EC, préférence de l'abstrait par rapport au concret et EA-OR, préférence de l'expérimentation par rapport à la réflexion (*cf.* tableau 17).

Tableau 17. Facteur dominant

Style d'apprentissage	Facteur			
	Expérience concrète	Observation Réfléchie	Conceptualisation Abstraite	Expérimentation Active
Convergent			X	X
Divergent	X	X		
Assimilateur		X	X	
Accommodateur	X			X



Le graphique suivant montre comment ces facteurs dominants sont organisés :

Figure 7. Graphique Test LSI

2.1.4 Stratégies de visite

Les attributs liés au déplacement des étudiants sur la page proviennent de la classification de quatre animaux (le poisson, la fourmi, la sauterelle et le papillon) (Veron et Levasseur, 1991) qui représentent l'activité des visiteurs d'un musée (*cf.* § 3.3.2, Méthodologie générale). Voir figure 8 :

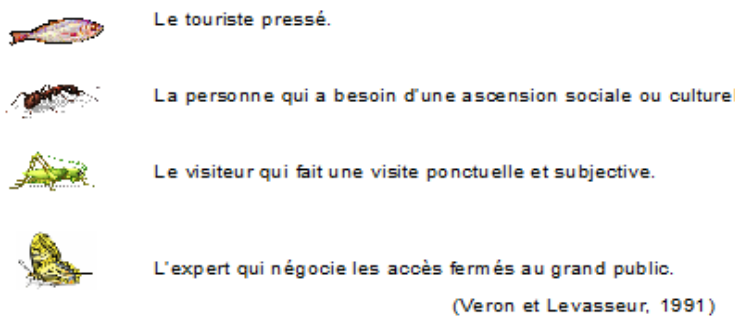


Figure 8. Stratégies de visite

2.1.5 Synthèse des caractéristiques étudiées

Le tableau 18 présente l'ensemble des caractéristiques étudiées sur les logs : le style d'apprentissage, la stratégie de visite, le genre et la filière d'étude (*cf.* § Méthodologie générale).

Tableau 18. Variables

Étudiant	Styles d'apprentissage	Stratégies de visite	Genre	Filière d'étude
E1	Assimilateur	Fourmi	F	Littérature
E2	Assimilateur	Fourmi - papillon	F	Littérature
E3	Assimilateur	Fourmi - poisson	F	Linguistique
E4	Convergent	Fourmi	F	Littérature
E5	Divergent	Poisson - fourmi	H	Littérature
E6	Divergent	Poisson - fourmi	F	Littérature
E7	Convergent	Poisson - fourmi	H	Littérature
E8	Assimilateur	Fourmi - poisson	F	Linguistique
E9	Divergent	Poisson - fourmi	F	Littérature
E10	Assimilateur	Fourmi - poisson	H	Littérature

2.2 Dispositif de l'étude

Le but de cette étude consiste à déterminer les types de lecteurs/navigateurs du site Web étudié. Elle permet aussi de s'interroger sur l'existence d'un parcours très utilisé qui identifierait une navigation particulière ou encore sur l'existence d'une navigation plus efficace qui déterminerait un usager idéal. Afin de répondre à ces questions, nous nous référerons au concept d'« *index* » (Peirce, 1960) pour introduire la notion d'indice de proximité qui correspond à la distance entre les caractéristiques de l'usager et la structure du site Web consulté. De plus, à partir des concepts de tâche prescrite et tâche réelle (Guillevic, 1991), nous proposons une typologie des tâches d'apprentissage requises par le site Web examiné.

2.2.1. La typologie des tâches de navigation

Nous distinguons différents types de tâches qui consistent en la combinaison du travail réalisé et des fonctions proposées sur la plateforme Moodle. Le regroupement que nous faisons donne quatre types de tâches parmi lesquelles deux sont des tâches de familiarisation avec la plateforme : elles permettent une prévisualisation des ressources et du cours (*cf*. fig. 9). Elles correspondent aux fonctions « vue panoramique » (Type 1) et « vue périphérique » (Type 3). Les deux autres sont des tâches spécialisées en lien avec le contenu du cours : elles correspondent aux fonctions « vue lecture » (Type 2) et « vue écriture » (Type 4). Cette typologie nous sera utile plus loin pour l'analyse des résultats au moment de proposer des profils de navigation.

Tâches d'aperçu
Type 1 : **Vue panoramique** - elle correspond à des tâches d'observation du cours sur la plateforme (*course view, search*) et à l'examen du profil des participants (*user view*).
Type 3 : **Vue périphérique** - elle correspond au téléchargement de documents (*upload et download*) ; les navigations sont courtes et les connexions répétées dans la même journée.
Tâches pédagogiques
Type 2 : **Vue lecture** - elle correspond à la consultation et au déchiffrage des textes du forum (*forum view*), au processeur d'écriture (*wiki view, wiki info*), à la révision des textes du cours ou aux schémas didactiques proposés par les autres étudiants (*resource view*).
Type 4 : **Vue écriture** - elle correspond aux tâches de production (*forum add post, wiki edit*), ainsi qu'à l'ouverture d'un thème (*forum add discussion, ressource add*).

Figure 9. Typologie des tâches

2.2.2. L’indice de proximité

Nous définissons l’« indice de proximité » comme ce qui sépare deux structures : la structure cognitive du lecteur et la structure de la page Web. Cela correspond, en quelque sorte, à la distance entre ces deux structures produisant un comportement de lecture très proche (TP), proche (P) ou peu proche (PP). Sur un site Web éducatif, l’indice de proximité rend ainsi compte de l’affinité entre un usager et les tâches qui lui sont proposées. Le parcours très proche correspond au comportement le plus actif concernant la lecture et la réalisation des tâches prescrites ; le parcours proche correspond à une activité moyenne dans le cours ; le parcours peu proche correspond au comportement le plus passif dans le cours.

2.3 Protocole de l'étude

2.3.1 Traitement préliminaire des données

2.3.1.1 Calcul des résultats du test LSI

La détermination du style d’apprentissage est basée sur 40 valeurs numériques qui apparaissent de la façon suivante. Nous donnons un exemple de calcul pour le style d’apprentissage convergent :

Tableau 19. Valeurs par facteur Test LSI

EC	OR	CA	EA
2	2	3	3
1	1	4	2
1	1	3	2
1	1	4	3
1	3	4	1
3	2	4	3
Totaux			
9	10	22	14

EC : Expérience concrète.
OR : Observation réfléchie.
CA : Conceptualisation abstraite.
EA : Expérimentation active.

CA – EC : 22 – 9 = 13
EA – OR : 14 – 10 = 4

CA – EC : 22 – 9 = 13

EA – OR : 14 – 10 = 4

Le calcul permet d'obtenir les valeurs suivantes :

Tableau 20. Résultats du Test LSI

Étudiant	EC	OR	CA	EA	CA-EC	EA-OR	Style d'apprentissage
E1	10	20	18	16	8	-4	Assimilateur
E2	9	15	18	17	9	2	Assimilateur
E3	14	17	20	15	6	-2	Assimilateur
E4	9	10	22	14	13	4	Convergent
E5	16	17	15	18	-1	1	Divergent
E6	14	15	16	12	2	-3	Divergent
E7	7	11	22	21	15	10	Convergent
E8	14	15	18	13	4	-2	Assimilateur
E9	16	15	16	14	0	-1	Divergent
E10	13	16	16	8	3	-8	Assimilateur

2.3.1.2 Procédure de classification des fonctionnalités

L'analyse a consisté à faire un comptage des fonctionnalités et à les identifier par tâche. Le traitement des données a été réalisé en tenant compte de toutes les traces sans les sélectionner *a priori*, mais en les classant en quatre types de tâches à partir desquelles une typologie a été élaborée. Parmi ces quatre types, deux correspondent aux tâches de familiarisation avec la plateforme : vue panoramique et vue périphérique, les deux autres correspondant aux tâches spécialisées en relation avec la spécialité de langue : vue lecture et vue écriture (*cf.* fig. 9).

On s'attend à ce que le résultat du test LSI corresponde à des tâches privilégiées en fonction du facteur dominant ou non dominant dans la navigation de chaque étudiant. Nous avons utilisé deux outils élaborés spécialement pour cette recherche : la typologie des tâches et la classification des fonctionnalités Moodle. *A priori*, il est possible d'affirmer que les styles d'apprentissage divergents et accommodateurs privilégiant l'expérience concrète, effectueront des tâches de tous les types, et que les convergents et les assimilateurs privilégiant la conceptualisation abstraite, réaliseront davantage des tâches de vue lecture et de vue écriture. Il n'est pas possible de situer les tâches de

vue panoramique en tant que reconnaissance du contexte du cours sans les combiner avec un autre type de tâche.

2.3.2 Traitement des données

Les typologies des stratégies d'appropriation de l'espace fournissent une base susceptible de faciliter l'élaboration des modèles descriptifs des parcours de navigation. Toutefois, ces descriptions exigent simultanément l'organisation des données, ce qui, dans le cas d'une plateforme numérique, implique les tâches suivantes :

- L'identification des fonctionnalités pédagogiques, distinctes des fonctionnalités administratives ou des mises à jour. Cette activité exige de séparer du log les fonctions :

course enrol

course recent

discussion mark read

forum mail blocked

user change password

toute fonction ajoutant report, subscribe, unsubscribe, update ou delete.

- La sélection des fonctionnalités adaptées aux variables à observer donne 12 modules (*cf.* § 2.1.2 Fonctionnalités).

- L'enregistrement des fichiers sur une page de texte et le processus d'anonymat des données exploitées.

Tableau 21. Fraction de log Web

Tiempo	Dirección IP	Estudiante	Acción	Información
mar 28 de agosto de 2007, 18:02	200.7.24.231	E11	wiki view	Trabajo
vie 17 de agosto de 2007, 10:06	190.82.14.120		course view	DLC2007-1
jue 16 de agosto de 2007, 15:48	200.89.69.122		resource view	Diseño 4a semana
jue 16 de agosto de 2007, 15:48	200.89.69.122		course view	DLC2007-1
jue 16 de agosto de 2007, 15:47	200.89.69.122		resource view	Diseño 4a semana
jue 16 de agosto de 2007, 15:47	200.89.69.122		wiki view all	
jue 16 de agosto de 2007, 15:46	200.89.69.122		course view	DLC2007-1
dom 29 de julio de 2007, 19:33	190.22.96.232		forum view discussion	Notas
dom 29 de julio de 2007, 19:33	190.22.96.232		forum view forum	Novedades

Le tableau 21 informe sur la date (*tiempo*), l'adresse IP (*direccion* IP), le nom de l'étudiant (*estudiante*), l'action (*accion*) et l'information (*informacion*). Dans le tableau, nous pouvons observer un exemple de l'analyse où il est possible d'apprécier un fragment de l'activité de l'étudiant E11. En quatre jours, E11 se connecte cinq fois, dont deux le 16 août (*agosto*) identifiables par l'entrée sur la page à partir de la même adresse IP. Le dimanche 29 juillet, il lui reste une minute pour lire les messages sur le forum. Le jeudi 16 août, il lui reste 2 minutes en première connexion pour explorer la page dont les consignes, pour lire le contenu de l'éditeur de texte et parcourir les ressources ; puis une minute en seconde connexion est utilisée à passer par la vue panoramique de la page et l'examen des ressources. Les deux derniers jours, le vendredi 17 août et le mardi 28 août, nous connaissons l'heure d'entrée sur le site mais n'avons pas d'information sur la durée de la connexion. Les activités de ces jours sont, respectivement, la vue panoramique de la page et la lecture de l'éditeur appelé travail (*trabajo*).

La tâche étudiée a consisté en une réflexion écrite du processus de stage professionnel intermédiaire, sur dix-huit semaines, comme nous l'avons mentionné plus haut.

3. Analyses

3.1 Usage de fonctionnalités sur la page

Entre les semaines 7 à 11, les fréquences de l'activité sur la page se déroulent normalement. Les graphiques suivants présentent pour chaque étudiant observé la répartition des 12 fonctions accessibles sur la page de formation en didactique de langue. Les fonctions sont reliées à deux tâches de familiarisation avec la page (aperçu) et deux tâches spécialisées (pédagogiques) en cohérence avec la formation préalable en littérature ou linguistique des étudiants usagers. Les types de tâche sont différenciés selon le code de couleur indiqué dans la légende.

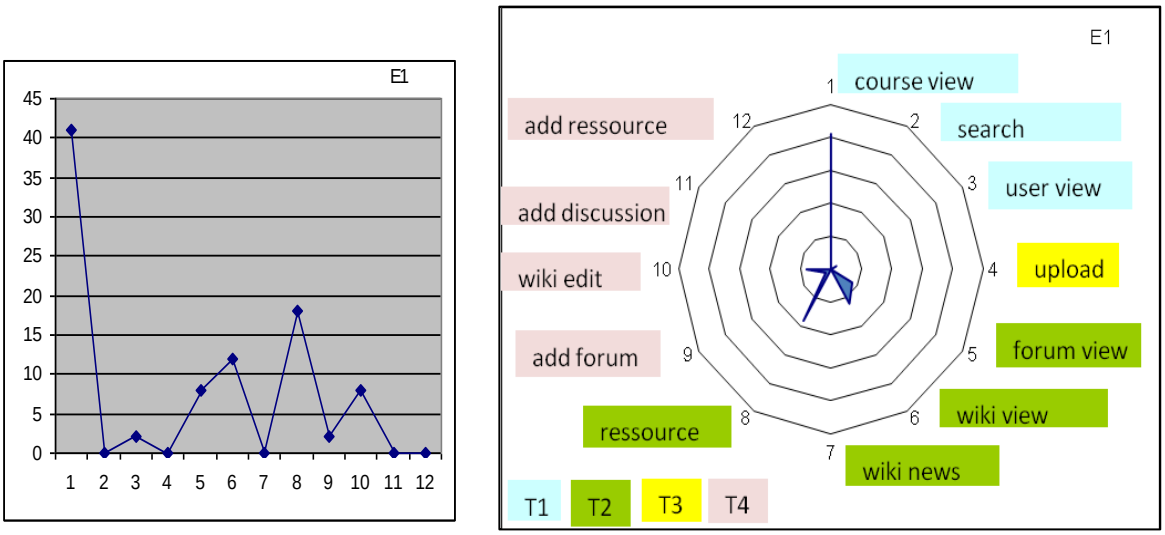


Figure 10. Graphiques de l'activité d'E1

E1 (assimilateur, fourmi, femme et diplômé en littérature) effectue 91 connexions. Ses fréquences d'activité les plus hautes correspondent à l'exploration de la page, fonction *course view* (1) et à la lecture des matériaux disponibles, fonction *ressource view* (8). Les fréquences les plus basses correspondent à la vue du profil des autres participants, fonction *user view* (3) et à l'ajout d'un nouveau sujet, fonction *add forum* (9). On ne trouve aucune activité pour les fonctions de recherche (2), téléchargement de documents (4), lecture des thèmes de l'éditeur de texte (7), écriture d'un

commentaire (11) et ajout d'un texte en lien avec la thématique pédagogique (12) ; fonctions *search, upload, wiki news, add discussion et add ressource,* respectivement.

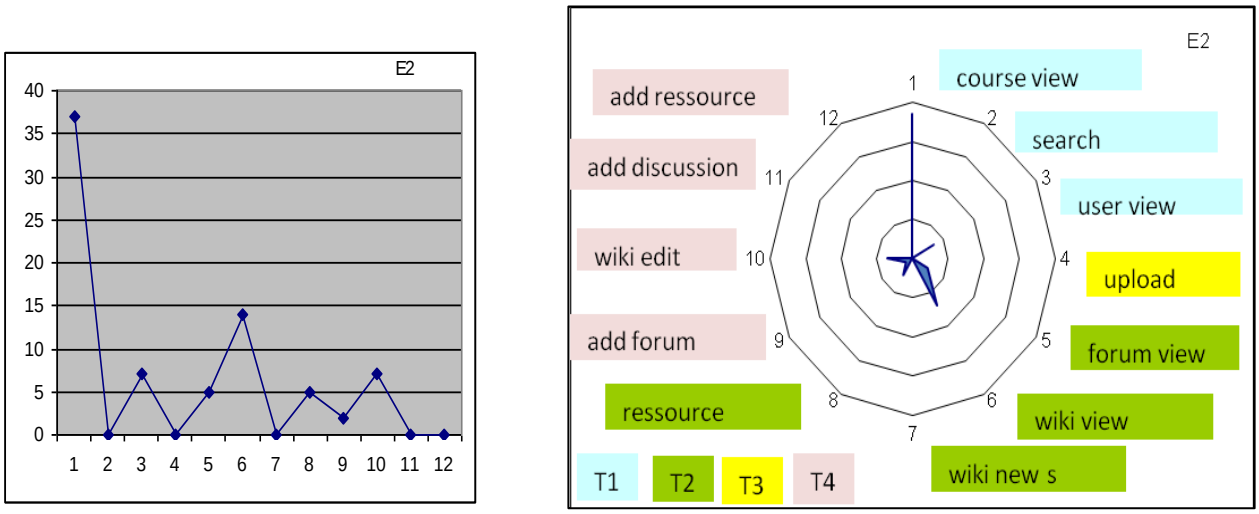


Figure 11. Graphiques de l'activité d'E2

E2 (assimilateur, fourmi-papillon, femme et diplômé en littérature) effectue 77 connexions. Ses fréquences d'activité les plus hautes correspondent à l'exploration de la page, fonction *course view* (1) et à la lecture de l'éditeur de texte, fonction *wiki view* (6). La fréquence la plus basse correspond à l'ajout d'un nouveau sujet, fonction *add forum* (9). On ne trouve aucune activité pour les fonctions de recherche (2), téléchargement de documents (4), lecture des thèmes de l'éditeur de texte (7), écriture d'un commentaire (11) et ajout d'un texte en lien avec la thématique pédagogique (12) ; fonctions *search, upload, wiki news, add discussion et add ressource,* respectivement.

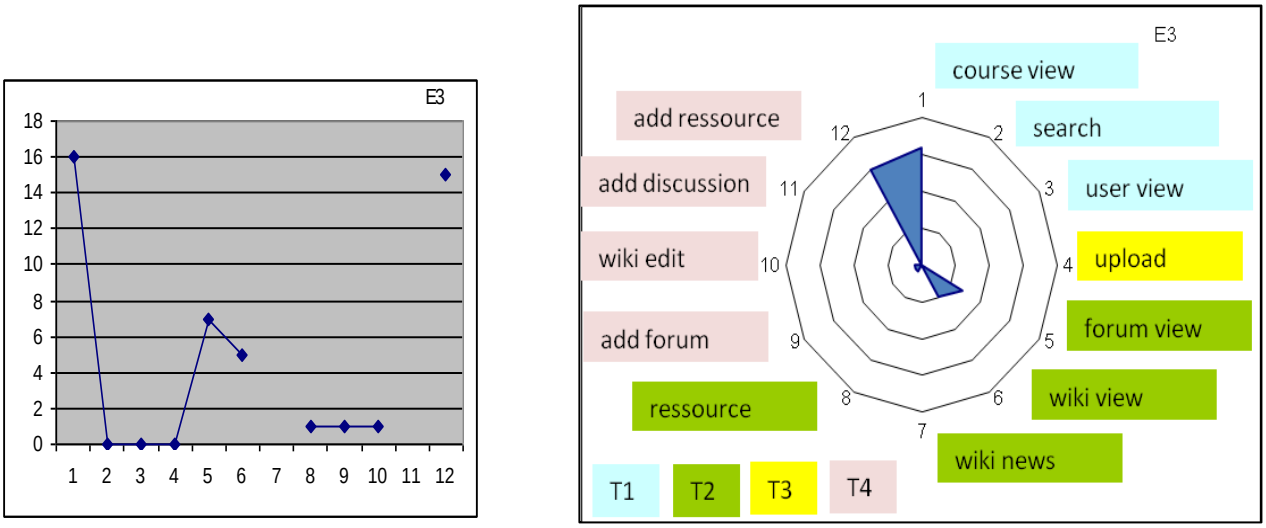


Figure 12. Graphiques de l'activité d'E3

E3 (assimilateur, fourmi-poisson, femme et diplômé en linguistique) effectue 46 connexions. Ses fréquences d'activité les plus hautes correspondent à l'exploration de la page, fonction *course view* (1) et à l'ajout d'un texte en lien avec la thématique pédagogique, fonction *add ressource* (12). Les fréquences les plus basses correspondent à la lecture des matériaux du course, fonction *ressource view* (8), à l'ajout d'un nouveau sujet, fonction *add forum* (9) et à l'utilisation de l'éditeur de texte, fonction *wiki edit* (10). On ne trouve aucune activité pour les fonctions de recherche (2), vue du profil des autres participants du cours (3), téléchargement de documents (4), lecture des thèmes de l'éditeur de texte (7) et écriture d'un commentaire dans le forum (11) ; fonctions *search, user view, upload, wiki news* et *add discussion,* respectivement.

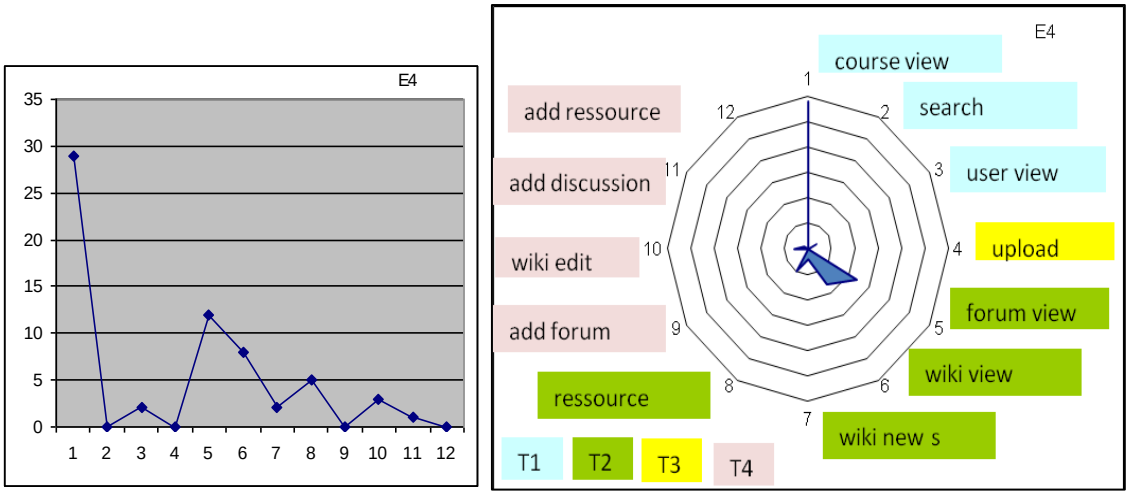


Figure 13. Graphiques de l'activité d'E4

E4 (convergent, fourmi, femme et diplômé en littérature) effectue 62 connexions. Ses fréquences d'activité les plus hautes correspondent à l'exploration de la page, fonction *course view* (1) et à la lecture dans le forum, fonction *forum view* (5). Les fréquences les plus basses correspondent à la vue du profil des autres participants du cours, fonction *user view* (3), à la lecture des thèmes de l'éditeur de texte, fonction *wiki news* (7) et à l'écriture d'un commentaire, fonction *add discussion* (11). On ne trouve aucune activité pour les fonctions de recherche (2), téléchargement de documents (4), ajout d'un sujet au forum (9) et texte en lien avec la thématique pédagogique (12) ; fonctions *search, upload, wiki news, add forum et add ressource,* respectivement.

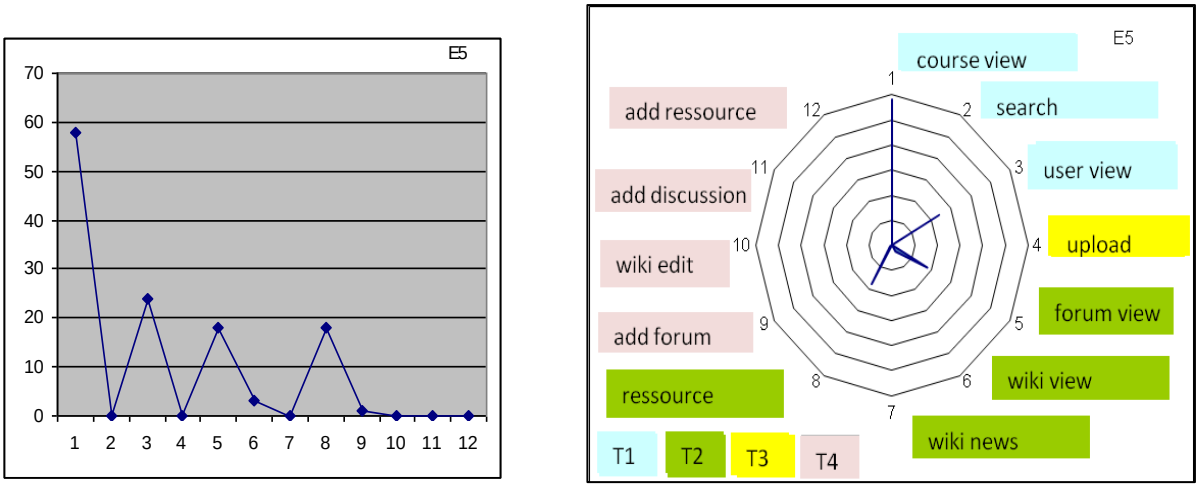


Figure 14. Graphiques de l'activité d'E5

E5 (divergent, poisson-fourmi, homme et diplômé en littérature) effectue 122 connexions. Ses fréquences d'activité les plus hautes correspondent à l'exploration de la page, fonction *course view* (1) et à la vue du profil des autres participants du cours, fonction *user view* (3). La fréquence la plus basse correspond à l'ajout d'un nouveau sujet, fonction *add forum* (9). La fonction de recherche (2) n'a pas d'activité, ainsi que le téléchargement de documents (4), la lecture des thèmes de l'éditeur de texte (7), l'écriture dans l'éditeur de texte (10), l'écriture d'un commentaire dans le forum (11) et l'ajout d'un texte en lien avec la thématique pédagogique (12) ; fonctions *search, upload, wiki news, wiki edit, add discussion et add ressource,* respectivement.

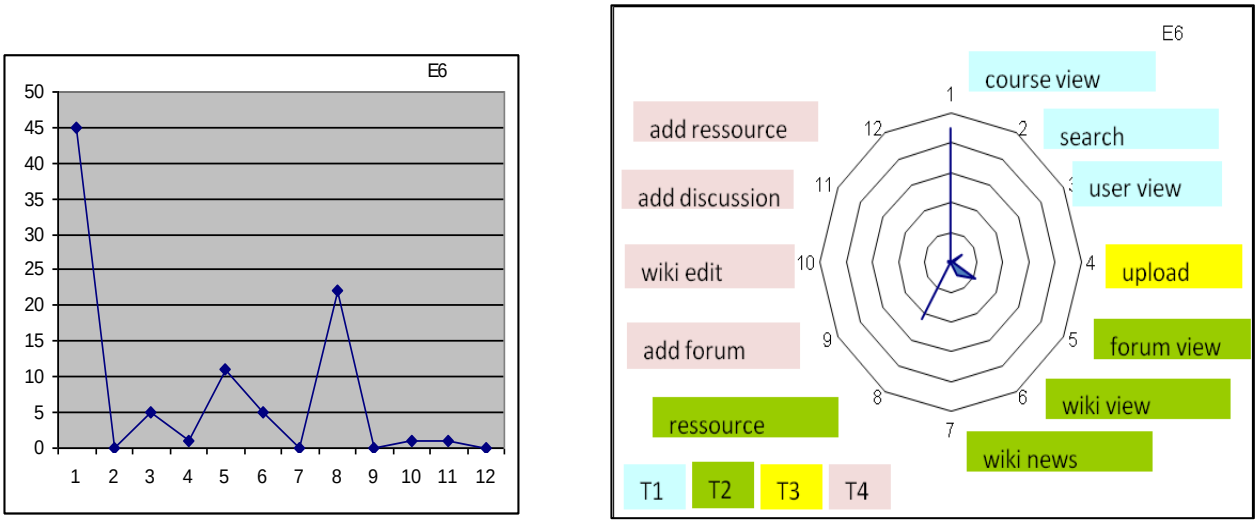


Figure 15. Graphiques de l'activité d'E6

E6 (divergent, poisson-fourmi, femme et diplômé en littérature) réalise 91 connexions. Ses fréquences d'activité les plus hautes correspondent à l'exploration de la page, fonction *course view* (1) et à lecture des matériaux disponibles, fonction *ressource view* (8). Les fréquences les plus basses correspondent au téléchargement de documents, fonction *upload* (4), l'écriture dans l'éditeur de texte, fonction *wiki edit* (10) et dans le forum, fonction *add discussion* (11). Il n'existe pas d'activité dans la recherche (2), la lecture des thèmes de l'éditeur de texte (7), l'ajout d'un nouveau sujet (9) et d'un texte en lien avec la thématique pédagogique (12) ; fonctions *search, wiki news, add forum et add ressource,* respectivement.

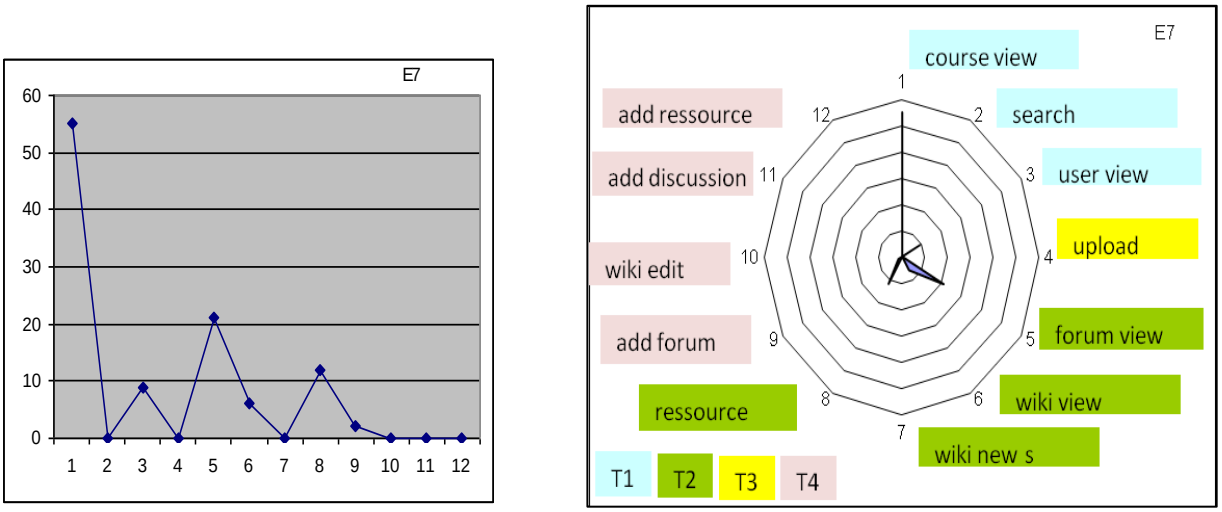


Figure 16. Graphiques de l'activité d'E7

E7 (convergent, poisson-fourmi, homme et diplômé en littérature) réalise 105 connexions. Ses fréquences d'activité les plus hautes correspondent à l'exploration de la page, la fonction *course view* (1) et à lecture du forum, fonction *forum view* (5). La fréquence la plus basse correspond à l'ajout d'un nouveau sujet, fonction *add forum* (9). On ne trouve aucune activité pour les fonctions de recherche (2), téléchargement de documents (4), lecture des thèmes de l'éditeur de texte (7), écriture dans l'éditeur de texte (10), forum (11) et ajout d'un texte en lien avec la thématique pédagogique (12) ; fonctions *search, upload, wiki news, wiki edit, add discussion et add ressource,* respectivement.

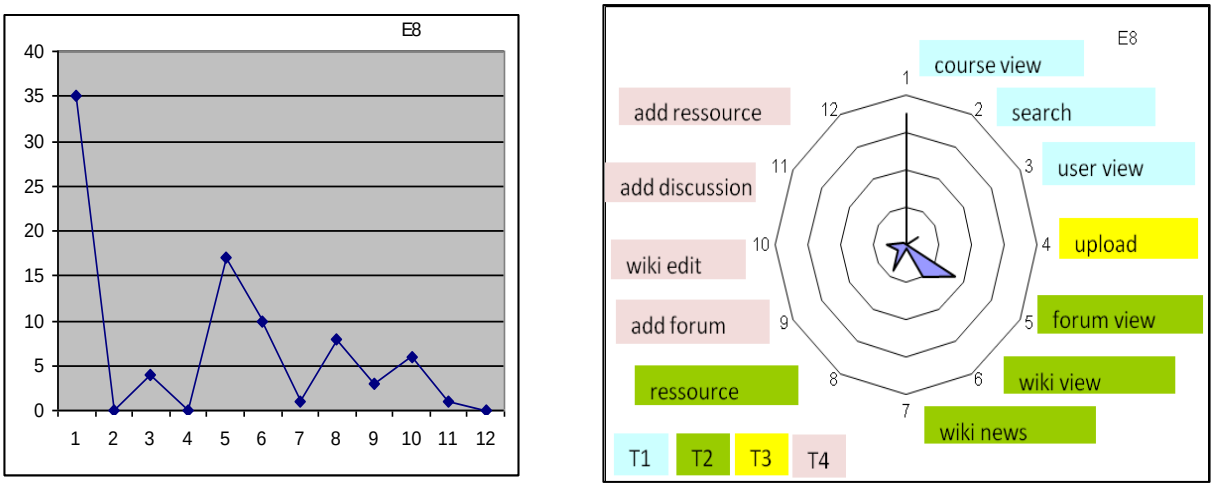


Figure 17. Graphiques de l'activité d'E8

E8 (assimilateur, fourmi-poisson, femme et diplômé en linguistique) réalise 85 connexions. Ses fréquences d'activité les plus hautes correspondent à l'exploration de la page, fonction *course view* (1) et à lecture du forum, fonction *forum view* (5). Les fréquences les plus basses correspondent à la lecture des thèmes de l'éditeur de texte, fonction *wiki news* (7), l'écriture d'un commentaire dans le forum, fonction *add discussion* (11). On ne trouve aucune activité pour les fonctions de recherche (2), téléchargement de documents (4), et ajout d'un texte en lien avec la thématique pédagogique (12) ; fonctions *search, upload et add ressource*, respectivement.

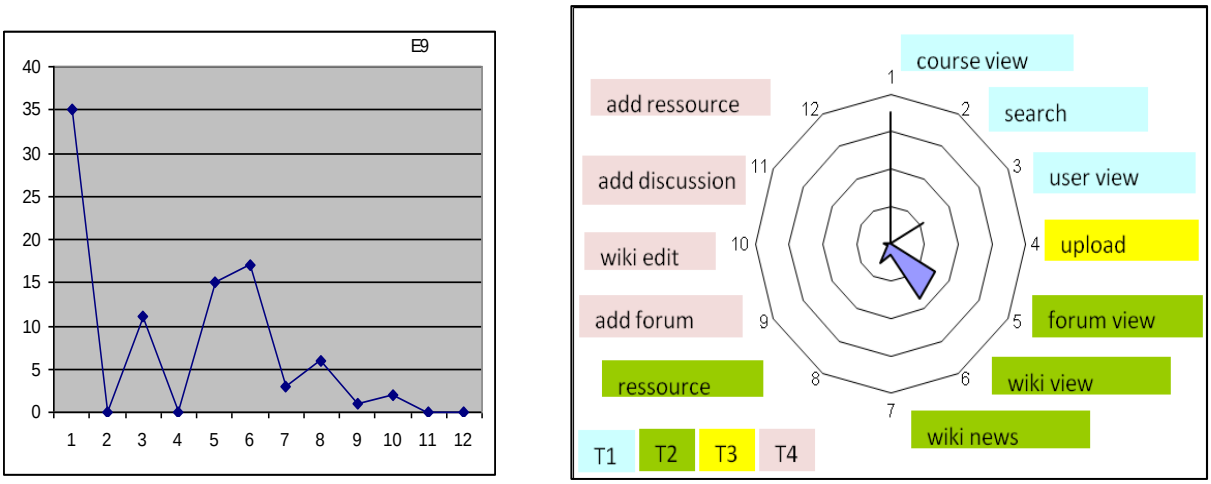


Figure 18. Graphiques de l'activité d'E9

E9 (divergent, poisson-fourmi, femme et diplômé en littérature) effectue 90 connexions. Ses fréquences d'activité les plus hautes correspondent à l'exploration de la page, fonction *course view* (1) et à lecture de l'éditeur de texte, fonction *wiki view* (6). Les fréquences les plus basses

correspondent à l'ajout d'un nouveau sujet, fonction *add forum* (9) et à l'écriture dans le processeur de texte, fonction *wiki edit* (10). On ne trouve aucune activité pour les fonctions de recherche (2), téléchargement de documents (4), écriture d'un commentaire (11) et ajout d'un texte en lien avec la thématique pédagogique (12) ; fonctions *search, upload, add discussion et add ressource,* respectivement.

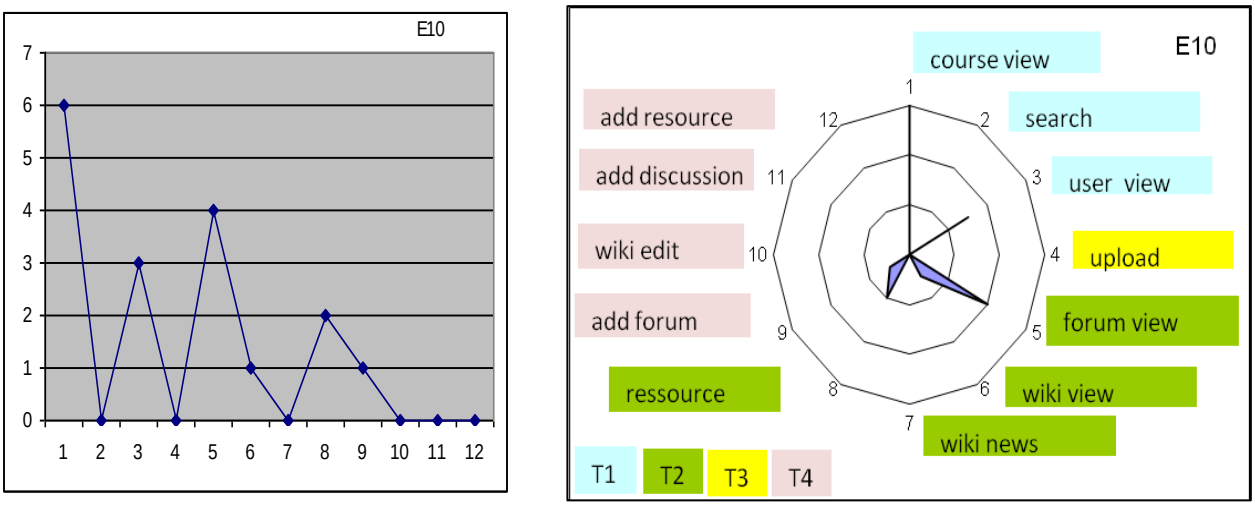


Figure 19. Graphiques de l'activité d'E10

E10 (assimilateur, fourmi-poisson, homme et diplômé en littérature) réalise 17 connexions. Ses fréquences d'activité les plus hautes correspondent à l'exploration de la page, fonction *course view* (1) et à lecture du forum, fonction *forum view* (5). Les fréquences les plus basses correspondent à la lecture de l'éditeur de texte, fonction *wiki view* (6), à la lecture d'un texte du cours, fonction *ressource view* (8) et à l'ajout d'un nouveau sujet, fonction *add forum* (9). On ne trouve aucune activité pour les fonctions de recherche (2), téléchargement de documents (4), lecture des thèmes de l'éditeur de texte (7), écriture dans l'éditeur de texte (10), ajout d'un commentaire (11) et ajout d'un texte en lien avec la thématique pédagogique (12) ; fonctions *search, upload, wiki news, wiki edit, add discussion et add ressource,* respectivement.

Le graphique représente les scores de 10 étudiants sur les 12 modules :

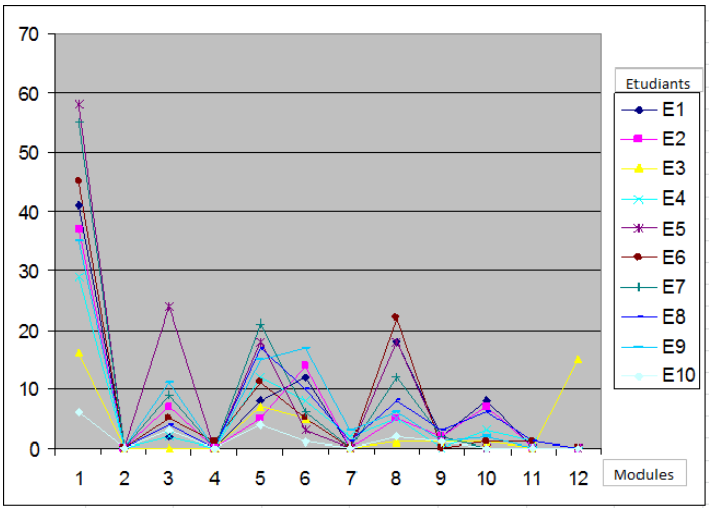


Figure 20. Fréquence d'usage des modules

Les résultats partiels (*cf.* fig. 20 et fig. 21) sur les fonctionnalités montrent que le module 1 (*course view*) a la fréquence la plus élevée suivi par les modules 3 (f*orum view*), 5 (*resource*) et 8 (*add resource*).

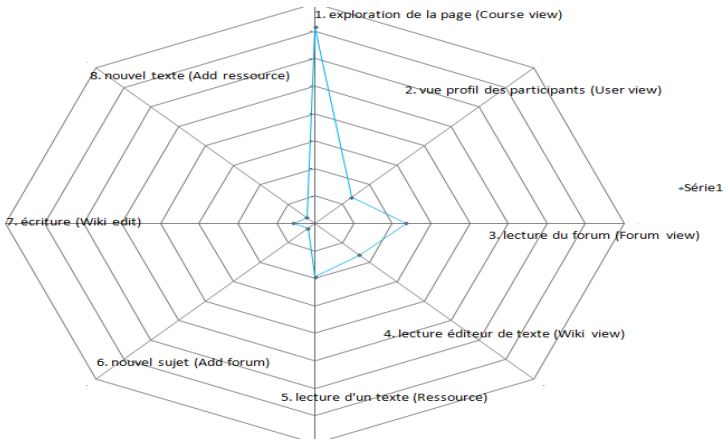


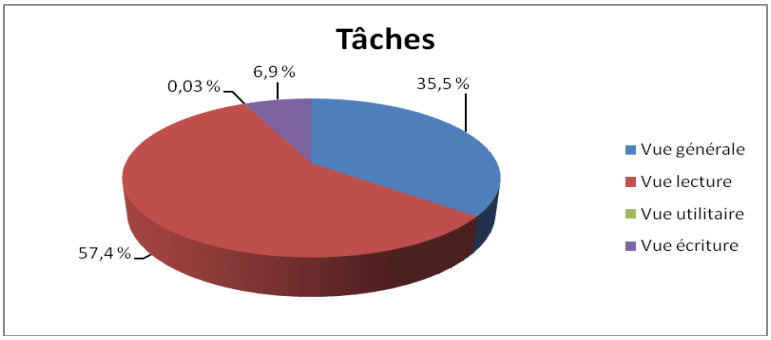
Figure 21. Synthèse de l'activité sur DLC

Ces scores seront commentés plus loin dans la sous-section Résultats.

3.2 Analyse intégrée des variables

La classification des tâches montre quatre types de navigation que correspondent aux stratégies de visite. Elles ont été décrites en fonction des tâches préférées (*cf*. Analyse des logs en Annexes). Pour les tâches de familiarisation, les internautes effectuent une navigation de surface évoquant le comportement des poissons (tâche de type 1) et des sauterelles (tâche de type 3). Pour les tâches spécialisées, ils adoptent des démarches plus méticuleuses, s'apparentant au comportement des fourmis (tâche de type 2) et des papillons (tâche de type 4).

Il ressort des traces qu'un parcours est plus utilisé que les autres : c'est le parcours fourmi. Si nous additionnons la forme pure et la forme combinée du parcours fourmi, celui-ci représente 60 % des parcours. Le parcours le moins utilisé est celui de la sauterelle qui correspond à 0,03 % des parcours. L'analyse des types de tâches montre que la vue utilitaire ou périphérique (tâche de type 3) qui correspond au téléchargement de documents, est minime sur la plateforme, tandis que la vue lecture (tâche de type 2) est dominante (*cf*. fig. 22). Le score de la vue panoramique est significatif ce qui montre que l'activité de familiarisation avec la page est important pour les étudiants.



Note: les vues générale et utilitaire correspondent respectivement aux vues panoramique et périphérique.

Figure 22. Graphique de l'activité sur DLC par type de tâche

Ainsi, on peut établir une relation entre le style d'apprentissage et le parcours de lecture. Des trois styles d'apprentissage, le groupe qui privilégie l'abstraction correspond aux apprenants qui suivent de près les instructions et utilisent souvent ou de façon récurrente le wiki ou le forum, les fonctionnalités d'échange et d'analyse des pratiques professionnelles. Les convergents réalisent les activités du cours mais d'une façon moins systématique que les précédents **:** soit ils consacrent un

temps important à la vue panoramique de la page, soit ils consacrent la plus grande partie du temps à la lecture du forum ou de l'éditeur de texte sans utiliser les autres modules. Enfin, les divergents réalisent clairement un parcours non systématique guidé par des motivations propres ; _ils parcourent le cours en tant que première et dernière activité. Cette constatation implique que les étudiants de style assimilateur ont, par rapport aux convergents et divergents**,** la possibilité de mieux suivre la structure du cours.

Nous pouvons postuler que le genre et la filière d'étude ne sont pas des facteurs déterminants pour le choix d'une navigation sur DLC. Néanmoins, nous pouvons faire des constatations importantes. Par exemple, les 3 hommes de l'échantillon correspondent à la discipline littérature et les 2 étudiants de linguistique sont des femmes. Parmi les 3 hommes, 2 réalisent un parcours poisson-fourmi et 1 un parcours fourmi-poisson. Parmi les 7 femmes, 2 correspondent à la discipline linguistique et le reste à littérature. Toujours parmi les 7 femmes, 5 réalisent un parcours principalement fourmi. Par ailleurs, les styles d'apprentissage des hommes sont répartis équitablement entre les types : assimilateur, convergent et divergent ; alors que parmi les femmes, 4 reflètent un style assimilateur, 1 est du style convergent et 2 divergent. Il est intéressant de remarquer que le style d'apprentissage accommodateur n'est pas représenté dans l'échantillon.

L'indice de proximité rend compte de la performance sur la page et permet d'observer les caractéristiques croisées des quatre variables. Le calcul est fait compte tenu de la quantité de travail effectué sur la page. Ainsi, les étudiants qui font le plus de travail se rapprocheront d'autant plus de la structure du site Web, même s'ils restent plus longtemps sur la page à cause des difficultés de compréhension. Ceux qui réalisent moins de travail seront considérés les moins proches dû à leur détachement de la structure Web proposée (*cf.* tableau 22).

Tableau 22. Variables associées aux différents indices de proximité

Indice de Proximité	Caractéristiques du profil
TP	Stratégies de visite : 2 sont fourmis et 1 est fourmi-papillon Style d'apprentissage : 2 sont assimilateurs et 1 convergent Genre : 3 sont des femmes Filière d'études : 3 sont de littérature
P	Stratégies de visite : 3 sont fourmis-poissons Style d'apprentissage : 3 sont assimilateurs Genre : 2 sont des femmes et 1 est un homme Filière d'études : 2 sont de linguistique et 1 de littérature
PP	Stratégies de visite : 4 sont poissons-fourmis Style d'apprentissage : 1 est convergent et 3 sont divergents Genre : 2 sont des femmes et 2 sont des hommes Filière d'études : 4 sont de littérature

Ici, l'indice de proximité révèle trois comportements de navigation. Le comportement très proche qui correspond aux assimilateurs, fourmis et fourmis-papillons de la filière littérature. Le comportement proche qui correspond aux assimilateurs, fourmis-poissons de la filière linguistique. Et le comportement peu proche qui correspond aux divergents, poissons-fourmis de la filière littérature. Cet ensemble de résultats permet de définir différents profils d'usagers que nous allons détailler.

4. Résultats

4.1 Classification des profils de navigation

L'ensemble de ces données nous permet de proposer quatre profils généraux de navigation :

Profil A: fourmi, assimilateur-convergent, femme, littérature

Profil B: fourmi-papillon, assimilateur, femme, littérature

Profil C: fourmi-poisson, assimilateur, femme-homme, linguistique-littérature

Profil D: poisson-fourmi, convergent-divergent, homme-femme, littérature

Ces profils sont basés sur l'activité des usagers décrite dans le tableau 23 :

Tableau 23 : Résultats des tâches par profil

Profil	Tâches préférées (> 20 %)	Tâches méprisées (< 10 %)
A (fourmi, assimilateur-convergent, femme, littérature)	T2 (80 %) M5 Forum M6 Exploration des dépôts M7 Téléchargement M8 Ressources	**T3 (0)** M4 Blog **T4 (9 %)** M9 Dépôt du travail M10 Ajout d'un terme au glossaire M11 Commentaire dans le forum M12 Écriture
C (fourmi-poisson, assimilateur, femme-homme, linguistique, littérature)	**T2 (60 %)** M5 Forum M6 Exploration des dépôts M7 Téléchargement M8 Ressources **T1 (33 %)** M1 Cahier des charges M2 Profils M3 Glossaire	**T3 (0)** M4 Blog **T4 (5 %)** M9 Dépôt du travail M10 Ajout d'un terme au glossaire M11 Commentaire dans le forum M12 Écriture
D (poisson-fourmi, convergent-divergent, homme-femme, littérature)	**T1 (61 %)** M1 Cahier des charges M2 Profils M3 Glossaire **T2 (37 %)** M5 Lecture du forum M6 Exploration des dépôts M7 Téléchargement M8 Vue des ressources	**T3 (0)** M4 Blog **T4 (0)** M9 Dépôt du travail M10 Ajout d'un terme au glossaire M11 Commentaire dans le forum M12 Écriture

Note : les pourcentages sont utilisés sans décimale

4.1.1. Profil A : la fourmi pure

Les activités des fourmis pures représentent 52,1 % du total des parcours fourmis. La mesure de leurs activités donne une moyenne de 414 tâches pendant le semestre de 18 semaines, pour une durée de 23 heures et 41 minutes en moyenne (*cf.* tableau 24). Ce temps rapporté à une semaine donne 1h23 (1 421/18) de travail sur le cours. Ou encore, une activité de type fourmi prend en moyenne 1,7 minute (1 421/828).

Les tâches préférées des fourmis sont plutôt exécutives, avec un pourcentage élevé pour la vue lecture (80 %). Cependant, ces internautes réalisent aussi des tâches vue panoramique (10,2 %) et vue écriture (9,6 %). En premier lieu, ils suivent méticuleusement les instructions données dans le site. En second lieu, ils consultent les activités pédagogiques proposées dans les programmes par d'autres étudiants pour les adapter à leurs propres cours de stage.

Tableau 24. Profil A : fourmi, assimilateur-convergent, femme, littérature

Étudiant	Nombre jours	Temps total (min)/Activité Totale	Nombre connexions	T1 Temps/ Activité	T2 Temps/ Activité	T3 Temps/ Activité	T4 Temps/ Activité
E1	50	1113 - 523 = 2, 1	152	95 - 174 8,5%	882 - 310 79,2%	0 - 1 ---	136 - 34 12,2%
E4	51	308 - 305 = 1	180	51 - 86 16,5%	256 - 198 83,1%	0 - 1 ---	1 - 10 0,3%
Total	101	1421 – 828 = 1, 7	332	146 - 260 10,2 %	1138 – 508 80 %	0 - 2 0 %	137 - 44 9,6 %

Note : le zéro correspond à l'activité de moins d'une minute

Un deuxième élément à relever dans le parcours fourmi pure est la combinaison des caractéristiques de deux styles d'apprentissage assimilateur et convergent. Les conditions d'abstraction et d'observation du caractère assimilateur s'ajoutent au sens pratique des convergents, nécessaires aux activités. Ces compétences permettent d'une part, de comprendre les notions spécifiques du cours et

leur transposition didactique, et d'y réfléchir ; d'autre part, elles permettent de concevoir et d'appliquer des programmes pédagogiques et de résoudre des situations didactiques quotidiennes. Un troisième élément, le genre, montre que les femmes suivent des parcours fourmi. Ce qui pourrait sans doute être mis en relation avec le dévouement associé à la profession de professeur. Enfin, les fourmis sont principalement des étudiants de littérature.

4.1.2. Profil B : la fourmi–papillon

Les fourmis–papillons totalisent 26 % de l'ensemble des parcours fourmi sur la page du cours. La mesure de ces activités donne un total de 382 tâches au cours du semestre de 18 semaines, sur 13 heures et 36 minutes (*cf.* tableau 25). Ce temps rapporté à une semaine donne 0h51mn (816/18) de travail sur la page du cours. Ou encore, une activité de type fourmi-papillon nécessite 2,1 minutes (816/382).

Les tâches préférées des fourmis-papillons sont pratiques mais aussi créatives, avec un pourcentage élevé consacré à la vue lecture (62,6 %). Cependant, ces usagers réalisent aussi des tâches vue panoramique (13,7%) et vue écriture (23,6 %). Premièrement, les fourmis-papillons respectent méticuleusement les consignes du cours avec leurs propres apports, notamment formulés à travers le forum. Deuxièmement, ces sujets consultent le programme du cours proposé par les autres étudiants pour leurs propres stages et écrivent leur journal de bord dans l'éditeur wiki.

Tableau 25. Profil B : fourmi-papillon, assimilateur, femme, littérature

Étudiant	Nombre jours	Temps total (min)/Activité Totale	Nombre connexions	T1 Temps/ Activité	T2 Temps/ Activité	T3 Temps/ Activité	T4 Temps/ Activité
E2	44	816 - 382 = 2, 1	104	112 - 147 13,7%	511 - 183 62,6%	0 - 9 ---	193 - 41 23,6%

Un deuxième élément à relever dans le profil fourmi-papillon est la présence d'assimilateurs. Les conditions d'abstraction et d'observation des assimilateurs s'expriment bien dans ce parcours

combiné, car le papillon favorise la capacité de construction de modèles de l'assimilateur. Ces compétences permettent d'utiliser la théorie pour observer les faits et formuler des explications cohérentes ou créer de nouveaux dispositifs, comme cela est nécessaire pour la pratique des professeurs. Un troisième élément, le genre, montre, comme dans le profil précédent, que les femmes réalisent des parcours fourmi-papillon. Finalement, la filière littérature/linguistique du profil B coïncide aussi avec le profil A, avec une majorité d'étudiants de la filière littérature.

4.1.3. Profil C : la fourmi-poisson

Le pourcentage des activités des fourmis-poissons est de 28,6 % du total des parcours fourmi sur la page. La mesure de leurs activités donne une moyenne de 266 tâches au cours du semestre de 18 semaines, sur une durée de 36 heures et 25 minutes (*cf.* tableau 26). Ce temps rapporté à une semaine donne 2h01 (2 185/18) de travail sur la page du cours. Ou encore, une activité de style fourmi-poisson nécessite 2,7 minutes (2 185/800).

Les tâches préférées des fourmis-poissons sont plutôt exécutives avec un grand pourcentage de vue lecture (60,8 %). Cependant, ces internautes réalisent aussi des tâches vue panoramique (33,4 %) et vue écriture (5,6 %). Le nombre de tâches vue périphérique est peu important (0,09 %). Ce groupe se conforme assez bien aux consignes données dans le programme avec la consultation de la page de présentation du cours et les profils des participants. De plus, ils consultent les activités pédagogiques proposées par leurs camarades, mais n'écrivent que très peu dans les espaces communs.

Tableau 26. Profil C : Fourmi-poisson, assimilateur, femme-homme, linguistique-littérature

Étudiant	Nombre jours	Temps total (min)/Activité Totale	Nombre connexions	T1 Temps/ Activité	T2 Temps/ Activité	T3 Temps/ Activité	T4 Temps/ Activité
E3	36	283 - 292 = 0, 9	87	100 - 97 35,3%	182 - 188 64,3%	---	1 - 5 0,3%
E8	44	1885 - 463 = 4	100	623 - 131 33,0%	1138 - 301 60,3%	2 - 5 0,1%	122 - 25 6,4%
E10	3	17 - 45 = 0, 3	12	8 - 18 47,0%	9 - 20 52,9%	0 - 1 --	0 - 1 --
Total	83	2185 - 800 = 2, 7	199	731 - 246 33, 4 %	1329 – 509 60, 8 %	2 - 6 0, 09 %	123 - 31 5, 6 %

Un deuxième élément intéressant dans le profil fourmi-poisson est la présence d'assimilateurs. Les conditions d'abstraction et d'observation des assimilateurs s'expriment bien dans ce parcours combiné, du fait que le parcours complémentaire du poisson favorise la capacité de construction de modèles. Un troisième élément, le genre, montre qu'il n'y a pas de prépondérance d'hommes ou de femmes dans le profil C. En revanche, les deux seuls étudiants de la filière linguistes figurent dans ce groupe.

4.1.4. Profil D : le poisson-fourmi

Les poissons-fourmis représentent 35,5 % du total des parcours. La mesure de leurs activités donne une moyenne de 443 tâches au cours du semestre de 18 semaines, sur une durée de 36 heures et 27 minutes (*cf.* tableau 27). Ce temps rapporté à une semaine donne 2h08 (2 218/18) de travail ou encore, une activité de type poisson-fourmi nécessite 1,2 minute (2 218/1772).

Parmi les tâches, la préférée des poissons-fourmis est la vue panoramique (61,8 %). Cependant, ils réalisent aussi des tâches vue lecture (37,8 %). Le nombre de tâches vue écriture est insignifiant

(0,3 %). Ce groupe combine assez bien la consultation générale du cours et la réalisation des consignes données dans le programme. De plus, le groupe des poissons-fourmis consulte les activités pédagogiques proposées par les autres étudiants dans leurs programmes de stage, mais n'écrivent que très peu dans les espaces communs.

Tableau 27. Profil D : poisson-fourmi, convergent-divergent, homme-femme, littérature

Étudiant	Nombre jours	Temps total (min)/Activité Totale	Nombre connexions	T1 Temps/ Activité	T2 Temps/ Activité	T3 Temps/ Activité	T4 Temps/ Activité
E5	46	455 - 366 1, 2	123	348 - 189 76,4%	106 - 170 23,2%	----	1 - 4 0,2%
E6	48	824 - 533 = 1, 5	176	511 - 228 62,0%	310 - 268 37,6%	0 - 5 ---	3 - 9 0,3%
E7	53	673 - 514 = 1, 3	150	346 - 208 51,4%	324 - 265 48,1%	0 - 2 ---	3 - 10 0,4%
E9	43	266 - 359 = 0, 7	94	166 - 137 62,4%	99 - 193 37,2%	---	1 - 3 0,3%
Total	190	2218 - 1772 = 1,2	543	1371 - 766 61,8 %	839 - 896 37,8 %	0 - 7 ---	8 - 26 0,3 %

Un deuxième élément à relever dans le profil poisson-fourmi est la combinaison des caractéristiques des styles d'apprentissage convergent et divergent. Le sens pratique des convergents se complète avec la capacité d'observation réfléchie des divergents. De plus, la capacité conceptuelle des premiers et l'imagination des seconds favorisent la création de programmes pédagogiques innovants. Un troisième élément montre qu'aucun des genres n'est prédominant dans le profil D. Finalement, les poissons-fourmis sont en majorité des étudiants de littérature.

4.2 Indice de proximité

Cette valeur est le résultat de la distance entre les caractéristiques des 4 profils et la structure de l'EIAH. Ils donnent trois proximités (*cf.* fig. 23) :

- Très proche (TP) : Profils A et B
- Proche (P) : Profil C
- Peu proche (PP) : Profil D

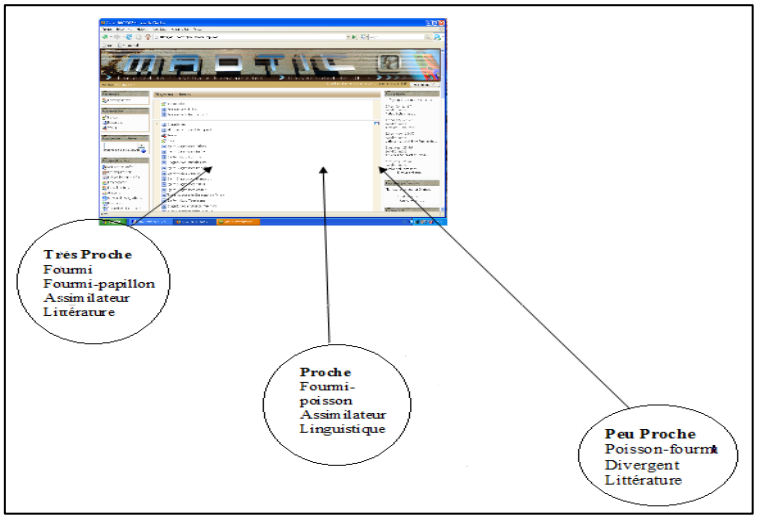


Figure 23. Indice de proximité sur DLC

4.3 Synthèse des résultats

Il ressort de cette analyse qu'une absence de connaissance des parcours de lecture des usagers est susceptible de nuire aux résultats académiques. Si nous arrivions à détecter les éléments favorables à l'apprentissage sur une page Web destinée à des types d'individus différents, nous pourrions proposer des sites plus pertinents à nos étudiants. Mais si l'intégration des TIC dans l'éducation n'a pour seul objectif que de se substituer aux technologies antérieures, les résultats d'apprentissage n'ont alors aucune raison de s'améliorer, parce que le problème des méthodes pédagogiques et surtout de l'évaluation des connaissances reste le même que dans les cours traditionnels. Reste à savoir si une intégration des TIC peut profiter davantage aux étudiants.

Il existe de nombreux usages qui n'apportent pas nécessairement de bénéfices. Par exemple l'usage comme outil de communication permet certes des échanges tout comme l'usage comme outil de recherche d'information permet d'accéder à des ressources, mais ne permettent pas forcément d'apprendre.

5. Conclusion

L'observation préliminaire a pour but d'identifier les attributs utiles aux observations 1 et 2. Parmi les deux attributs les plus parlants relevés dans ces résultats, nous avons consrvé les styles d'apprentissage. L'analyse des logs permet d'autre part l'élaboration d'un modèle méthodologique à tester lors de la première observation.

L'analyse amène à dire que :

(1) Il existe effectivement 4 profils de navigation basés sur les attributs : style d'apprentissage, stratégie de visite, genre et filière d'étude déterminant la correspondance entre la structure de la page Web et les caractéristiques des usagers,

(2) Deux familles d'attributs sont identifiables. La première famille, très marquée, réunit le style d'apprentissage et la stratégie de visite ; la deuxième, moins marquée, réunit le genre et la filière d'étude.

(3) Il existe deux profils dont l'activité sur la page est plus importante (« très proche »). Ce sont les profils A (fourmi, assimilateur - convergent, femme, littérature) et B (fourmi – papillon, assimilateur, femme, littérature). Le profil « peu proche » de la structure de la page est le profil D (poisson - fourmi, convergent - divergent, homme - femme, littérature).

Toutefois, ces résultats n'expliquent pas le phénomène énoncé dans l'hypothèse. Il s'agit de la description d'une relation causale et il faut signaler les autres attributs permettraient de décrire de façon plus complète la complexité du mode de navigation. Il est donc nécessaire d'élargir la population et de poser de nouvelles hypothèses.

Nous résultats suggèrent que le parcours de lecture, le style d'apprentissage, le genre et la filière d'étude sont des variables qui interviennent dans le mode de navigation. La combinaison de ces

variables nous permet de définir trois types de distances entre les caractéristiques des usagers et les activités proposées dans DLC.

Il est intéressant de commenter les profils extrêmes :

1°) Très proche, qui correspond à la fourmi pure, fonctionne en raison d'un bon équilibre entre les aspects pédagogiques, administratifs et technologiques : la maîtrise de l'aspect pédagogique suggérée par la performance de la fourmi implique une adhésion aux objectifs du cours, laquelle n'est pas mesurée dans l'étude mais est décrite en tant que tendance observée dans le volume des tâches réalisées : 52,1 % du total des tâches prescrites sur la page (comparaison avec tous les parcours sur la base d'un total de 1 014 données) ainsi que 89,6 % des « tâches spécialisées » (comparaison avec le parcours propre). La maîtrise de l'aspect administratif se manifeste à travers le respect des procédures, des dates de remise, etc. La maîtrise de l'aspect technologique s'observe dans le contrôle de la plateforme Moodle et notamment des fonctionnalités de communication, lesquelles peuvent être illustrées par une bonne utilisation des espaces communs comme les forums là où les fourmis pures représentent le groupe le plus actif après les papillons.

2°) L'autre extrême, peu proche, correspond au parcours poisson-fourmi qui a un comportement assez superficiel. C'est ce que montre le volume des tâches réalisées, soit 35,5 % du total des tâches prescrites (comparaison avec tous les parcours en raison de 1 014 données) parmi lesquelles 61,8 % sont des tâches de familiarisation avec la page (comparaison avec le parcours propre).

Il est important de dire que le parcours sauterelle n'est pas représenté sur la page. De même, le style accommodateur n'est pas représenté et cette absence apparaît surprenante. En fait, ce style se caractérise par son potentiel dans le travail pratique, comme celui du professeur. Cette absence soulève la question de l'importance de l'expérience dans la formation des professeurs, en particulier si ces derniers ont un style d'apprentissage qui privilégie les facteurs d'expérience concrète et d'expérimentation active au-dessus de l'abstraction et de l'observation réfléchie.

En outre, il est important de relever le petit nombre de tâches d'écriture observées. Cela peut s'expliquer pour deux raisons : le pragmatisme d'un cursus universitaire et le manque de connaissance approfondie de l'enseignant dans la façon d'élaborer une page Web au moment de la

concevoir. En effet, la combinaison des variables choisies permet d'identifier des traits d'un profil d'usager des sites éducatifs. D'après nos résultats, deux familles de facteurs déterminent la correspondance entre la structure de la page Web et les caractéristiques des usagers : deux facteurs principaux qui sont le style d'apprentissage et le parcours de lecture ; et deux facteurs secondaires qui sont le genre et la filière.

Cette analyse répond également à trois questions secondaires. La première concerne l'existence ou l'absence d'un parcours plus utilisé qui renvoie à une lecture caractéristique des pages Web de formation. Nous constatons en effet qu'il existe un parcours de lecture caractéristique de la page étudiée, le parcours fourmi. La seconde question consiste à se demander si un déplacement est plus efficace qu'un autre. Notre réponse provisoire serait également affirmative avec une restriction. Parmi les tâches réalisées, c'est la fourmi qui exécute le plus efficacement le parcours en profitant le mieux des activités proposées. Les activités du parcours fourmi sont des tâches vue lecture et correspondent à 52,1 % des activités totales des quatre parcours, tandis que le temps dédié par la fourmi au travail sur la page du cours est de 21 % du temps total. En revanche, le temps dédié au même travail par des fourmis-poissons et des poissons-fourmis est plus important avec 32,1 % et 33,4 % respectivement, mais avec une activité plus restreinte, respectivement 28,6 % et 35,5 % (*cf.* fig. 24).

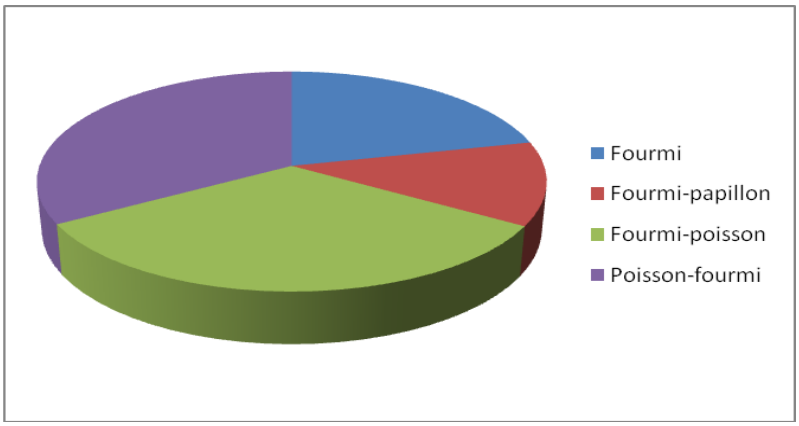


Figure 24. Graphique du temps d'activité par stratégie de visite

L'explication se trouve probablement dans la variable filière. Les étudiants qui appartiennent à la filière littéraire sont les plus nombreux de l'échantillon et la nature de leurs études peut être à

l'origine de leur intérêt pour la vue lecture plutôt que pour les autres tâches proposées. Nous constatons que les littéraires et assimilateurs (profils A et B) effectuent les tâches vue lecture avec des résultats atteignant 80 % et 62,6 % respectivement. Ils diffèrent de la combinaison convergent-divergent (profil D) où les sujets de la filière littérature réalisent surtout des tâches vue panoramique correspondant à 61,8 % du total des tâches. D'après nos résultats, nous ne trouvons pas de profils purs linguistes. En revanche, dans le groupe qui comprend une minorité de littérateurs, les linguistes atteignent également un haut pourcentage de tâches de lecture, à savoir 60, 8 % du total.

Quant à notre question sur la relation entre styles d'apprentissage et tâches réalisées, nous pouvons affirmer une tendance. Les styles d'apprentissage qui privilégient l'expérience concrète, à savoir divergents et accommodateurs ne se tournent pas vers les tâches vue utilitaire, lesquelles correspondent au type le plus minoritaire parmi les activités sur la page. En revanche, ces styles d'apprentissage qui ont été considérés comme impossible à situer avec les couples décrits, se tournent vers des tâches vue panoramique.

Quant à notre troisième question secondaire, à savoir s'il y a ou non un lecteur idéal de sites Web éducatifs, nous restons également prudente. Le lecteur idéal de DLC qui profite au mieux des tâches prescrites est la fourmi. Son affinité avec le dispositif pédagogique proposé peut être déterminée par les caractéristiques du professeur-concepteur. Conformément à notre hypothèse, nous pouvons souligner que le style d'apprentissage assimilateur du professeur-concepteur du cours coïncide avec ce qui privilégie le site. Il reste à savoir si le profil de l'enseignant coïncide avec le profil le plus actif sur la page. Compte tenu de l'importance d'une telle relation entre le concepteur et les parcours des étudiants, nous pensons qu'il est nécessaire d'étudier ce facteur dans DLC ainsi que dans d'autres pages comparables.

5.1 Limites de l'étude

Il est nécessaire de relever que, même si la quantité de traces laissées par les étudiants sur la page issues de 3 882 lignes est importante, la taille de l'échantillon reste, quant à elle, une des principales faiblesses de l'étude. Néanmoins, il est possible de garantir la représentativité de l'échantillon tant par la répartition des genres que par la distribution des disciplines d'étude, ce qui répond aux

caractéristiques de la promotion observée. Une prochaine étude devra comporter une analyse statistique des traces, avec un accroissement de l'échantillon comme corollaire. D'autres variables peuvent s'ajouter à la description du comportement sur une page Web, par exemple l'expérience de l'usager, les caractéristiques du ou des concepteurs, les choix de fonctionnalité, entre autres.

5.2 Perspectives

L'analyse des variables étudiées ainsi que les résultats obtenus dans cette recherche permettent d'affiner la méthodologie proposée. Les remarques d'évaluation du cours, non considérées dans cette étude, peuvent apporter des informations sur la motivation des étudiants quant à leur participation au cours : l'intérêt des étudiants de linguistique est supérieur à celui des étudiants de littérature. Un tel intérêt peut être exploré par une technique de type analyse des discours. Une nouvelle mise à jour des variables de la lecture numérique, mettant en avance la relation entre navigation et styles d'apprentissage, déboucherait sur un apport de connaissances complémentaires à notre étude.

Il nous est apparu tout au long de notre réflexion sur les sites éducatifs une plus grande nécessité de vérifier si un tel espace constituait une structure distincte d'une page Web non pédagogique. Nous pensons que ces sites sont différents selon leur qualité éducative, mais il reste à découvrir les composantes de cette particularité afin de pouvoir nous interroger sur leur efficacité. L'approfondissement de la connaissance sur la sémantique des sites Web éducatifs est nécessaire dans le sens où notre société se trouve dans les premières phases d'une nouvelle écologie de l'apprentissage (Brown, 2000). La question sur ce qu'un professeur doit connaître à propos de l'apprentissage dans les environnements virtuels exige un projet systématique et rigoureux. Une partie de cette question concerne l'analyse de l'hypertexte éducatif, lequel n'est pas encore classé. Pour une telle exploration, nous pensons que notre expérience d'enseignant peut être utilisée dans le but de produire un outil qui entre dans le débat de cette problématique.

Chapitre VII
Première observation. La représentation des parcours de navigation



Boussole Bézard grand modèle 1910. Image : *Creative Commons*

Rappel du Plan

1. Problématique et objectifs

2. Matériel et méthodes

2.1 Matériel informatique

2.2 Dispositif de l'étude

2.3 Protocole de l'étude

2.3.1 La collecte de traces

2.3.2 L'utilisation d'un convertisseur

2.3.3 L’utilisation du logiciel Gephi

3. Analyses

3.1 Conception d'un parcours de navigation pédagogique

3.2 Présentation de l’outil de traduction des traces

3.3 L’interface

3.4 Analyse des graphiques 2D

3.4.1 La représentation d'un parcours selon le type de tâche

3.4.1.1 Les assimilateurs

3.4.1.2 Les accommodateurs

3.4.1.3 Les convergents

3.4.1.4 Les divergents

3.4.1.5 Conclusion

3.4.2 Test de la représentation de la navigation pédagogique

3.4.2.1 Les parcours des assimilateurs

3.4.2.2 Les parcours des accommodateurs

3.4.2.3 Les parcours des convergents

3.4.2.4 Les parcours des divergents

3.4.2.5 Conclusion

3.5 Analyse des graphiques 3D

3.5.1 Examen par fonctionnalité

3.5.2. Examen par style d'apprentissage

4. Résultats

4.1 Résultats du convertisseur de traces

4.2 Résultats de la représentation d’un parcours

5. Conclusion

1. Problématique et objectifs

Dans la sous-section *Comportement et usage d'outils culturels* de la première partie (*cf.* § 1.2), nous avons insisté sur les points centraux de l'activité d'usage et du rôle de l'usager dans la description des actions sociales. Qu'elle soit plus ou moins active ou créative, l'activité de l'usager demeure principale dans l'analyse du comportement sur les EIAH. L'activité de navigation a été définie comme des activités de manipulation, d'appropriation et d'interprétation (Ghitalla, Boullier, Gkouskou-Giannalkou, Le Douarin et Neau, 2003). Ainsi, la manière de lire une page Web (Chartier, 2003) réfère à la compréhension des objectifs et des enjeux d'une formation en ligne. Cela implique le fait de s'intéresser au comportement de lecture qui, pour nous, est synonyme, de la navigation Web.

Nous avons vu dans la première partie qu'une représentation comptait deux types de signe. D'une part, elle réfère à l'image de l'objet (premier signe) et d'autre part, à l'interprétation du lecteur de l'image (second signe) (Peirce, 1978). L'interprétation des attributs des objets peut amener à des erreurs dues aux outils de lecture ou à la perception des individus. Par exemple, un malade qui hallucine n'aura pas la même perception que celle d'un sujet en bonne santé, de même un thermomètre qui présente des fuites de mercure ne donnera pas les mêmes résultats qu'un objet en bon état. L'interprétation que les étudiants font de leurs cours dépend en partie des tâches proposées et des ressources offertes. Aussi, la notion de stratégie de visite a été utilisée de la même façon qu'elle l'a été pour visiter une exposition dans un musée (Veron et Levasseur, 1991. Dans une description de recherche documentaire, les notions de lecture électronique et de stratégie de visite semblent synonymes.

Les travaux existants permettent de répondre partiellement à la problématique de la représentation des parcours de lecture. En effet, les travaux sur les plateformes numériques montrent qu'il existe un effort de représentation du comportement de l'usager (Depover, Giardina et Marton, 1998 ; Marquet et Coulibaly, 2007 ; Dessus et Marquet, 2009 ; Caterino, Chibout et Meza, 2011). En fait, ces plateformes proposent des outils sous la forme d'échelles de préférence et de permanence sur un

site. Cependant, ces outils ne suffisent pas pour une interprétation pédagogique complète et suffisamment rapide pour prendre des décisions de médiation des apprentissages. Deux éléments sont identifiables pour l'avancement d'une représentation des parcours : l'architecture des pages visitées et les signes visuels (Bertin, 1999 ; Groupe μ, 1992 ; Eco, 1997). Ces deux éléments convergent vers la visualisation graphique des comportements de navigation numérique. D'autres approches disciplinaires, comme la géographie, et en particulier la cartographie (Card, 1999 ; Cauvin, Tricot, 2006 ; Ghitalla, 2009), doivent être considérées. Il en est de même pour l'analyse des réseaux (Bastian, Heymann et Jacomy, 2009 ; Venturini, 2010) afin de fixer la méthodologie de la recherche.

L'offre de formation en ligne s'avère être un complément de l'éducation classique. Cependant, nous constatons une difficulté d'interprétation du comportement des usagers des sites Web éducatifs liée à la mauvaise qualité des représentations que nous avons des parcours de navigation sur ces sites. Nous avons pu soustraire trois résultats de notre observation préliminaire : (1) l'existence de profils de navigation basés sur les attributs : style d'apprentissage, stratégie de visite, genre et filière d'études déterminant la correspondance entre la structure de la page Web et les caractéristiques des usagers. (2) L'identification de deux familles d'attributs. La première famille, très marquée, réunit le style d'apprentissage et la stratégie de visite ; la deuxième, moins marquée, réunit le genre et la filière d'études. Et (3) l'existence de deux profils dont l'activité sur la page est plus importante, définie dans la proximité « très proche ». Ce sont les profils A (fourmi, assimilateur-convergent, femme, littérature) et B (fourmi-papillon, assimilateur, femme, littérature). Le profil « peu proche » de la structure de la page est le profil D (poisson-fourmi, convergent-divergent, homme- femme, littérature). Le profil C (fourmi-poisson, assimilateur, femme-homme, linguistique- littérature) se situe entre ces extrémités, avec un niveau « proche ».

La combinaison de ces différentes approches nous permet de postuler que *l'analyse de l'activité et de l'apprentissage peut être modélisée sur la base des parcours d'usage.* Ainsi, l'objectif de la première observation est de construire une représentation des parcours de navigation à partir des traces logs Web.

Dans le champ de l'analyse des « traces d'utilisateurs », de nouvelles distinctions sont apparues ces dernières années. Le champ soulève divers intérêts, tant sur l'analyse du comportement de navigation des usagers que sur l'observation de la fréquence d'utilisation d'un module de travail. Aujourd'hui encore la visualisation du parcours sur une page Web pose des problèmes pour l'analyse des traces. Néanmoins, dans les sites Web et plus particulièrement dans ceux dédiés à la formation, il y a un grand intérêt à modéliser ces comportements pour prendre des décisions adaptées à chaque style d'apprentissage. La conception des plateformes y font preuve d'efforts avec la présentation de multimédias renouvelés et d'*open source* comme c'est le cas pour Linux et Moodle, dont les usagers comptent par millions dans le monde.

L'originalité de cette démarche est d'apporter un outil capable d'aider à la représentation des parcours de navigation pédagogique. Pour notre propos, il est important d'utiliser les résultats de cette recherche afin de faciliter l'interprétation des activités de formation numérique à l'université.

2. Matériel et méthodes

2.1 Matériel informatique

Des données extraites des traces de connexion issues de 4 637 lignes du registre des EIAH portant sur cinq cours universitaires ont été utilisées pour cette expérience. Parmi ces registres, le fichier log Web de l'un des cours a été construit au Chili en septembre 2008, les données de trois autres l'ont été entre avril et août 2011 et les dernières, entre décembre 2011 et mai 2012. La composition de ces fichiers a été décrite avec précision dans le chapitre sur la Méthodologie générale (*cf.* § 3.1, chapitre V).

Les logs comprennent les lignes de registre et l'information de chaque activité ordonnée chronologiquement. Une tâche par cours a été choisie comme thème de l'expérience de navigation en raison de son importance et de sa place dans le programme. Elle a été examinée *a posteriori.* Un résumé des données est présenté dans le tableau 28 :

Tableau 28. Données de la première observation

Cours	Logs Web	Lignes de registre	Population de l'étude	Type de tâche	Tâche	Début de la tâche	Fin de la tâche	Parcours expert
C1	12	998	6 femmes 6 hommes	binôme	Rapport de synthèse anglais (binôme)	8 sept. 2010	19 oct. 2010 (6 sem.)	Cahier des charges > Ressources (audio videocours /pdf, symposium > Dépôt de travail
C2	13	338	12 femmes 1 homme	individuelle	Bibliographie FLE	21 janvier 2011	18 fév. 2011 (4 sem.)	Cahier des charges > Ressources (ppt, notions) > Forum
C3	20	1883	5 femmes 15 hommes	Individuelle, notée	Indexer un outil du Web 2.0	7 oct. 2010	21 oct. 2010 (2 sem.)	Ressources (liens) > Exploration des dépôts > Dépôt du travail
C4	10	1014	7 femmes 3 hommes	individuelle	Réflexion écrite du processus de stage professionnel	18 mars 2007	22 avril 2007 (5 sem.)	Ressources (évaluation diagnostique) > Forum > Ecriture (wiki)
C5	8	404	8 femmes	Individuelle, notée	Etude d'un usage d'information	01 déc. 2011	21 déc. 2011 (3 sem.)	Forum > Ressources > Exploration des dépôts

Les traces Moodle se caractérisent par cinq types d'information :

1. le temps : la durée de l'action
2. la direction IP : l'identification de l'activité
3. l'étudiant : l'usager de la plateforme qui est inscrit dans le cours
4. l'activité : le module utilisé
5. l'information : le descriptif de l'activité

Le tableau ci-dessous présente l'échantillon par profil d'apprentissage. Les colonnes montrent le nombre d'étudiants appartenant à un style déterminé, pour un cours donné.

Tableau 29. Effectifs des différents cours par style d'apprentissage

LSI	C1	C2	C3	C4	C5	Totaux
Assimilateurs	6/12	2/13	9/20	5/10	0/8	22
Accommodateurs	1/12	1/13	3/20	0/10	2/8	7
Convergents	2/12	1/13	2/20	2/10	4/8	11
Divergents	3/12	9/13	6/20	3/10	2/8	23

2.2 Dispositif de l'étude

Pour répondre à notre problématique concernant la représentation d'une navigation éducative, nous avons conçu un modèle pilote (*cf.* fig. 25). Cette phase comprend les étapes d'extraction, de traduction et de représentation des traces (*cf.* § 2.3, Protocole de l'étude, pour une description détaillée). Il a été nécessaire de créer un outil de conversion de traces de connexion ainsi que d'adapter un deuxième logiciel. Ces deux outils sont indispensables pour la visualisation du comportement d'un usager des sites Web en ligne.

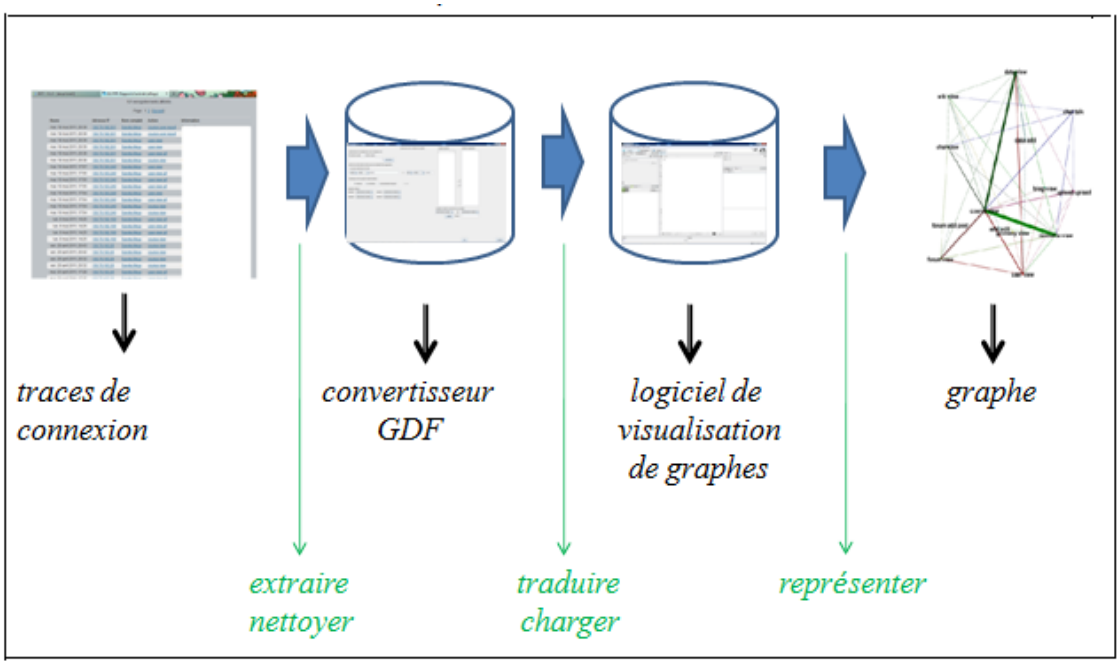


Figure 25. Dispositif de la représentation d'un parcours de navigation

La distinction des parcours experts sont identifiés afin de les comparer aux trajets réels des usagers. Dans tous les cas, les trajets font l'objet d'un suivi individuel.

Tableau 30. Notation des parcours experts

Cours	Module 1 Cahier des charges	Module 2 Profils	Module 3 Glossaire	Module 4 Blog	Module 5 Forum	Module 6 Exploration des dépôts	Module 7 Téléchargement	Module 8 Ressources	Module 9 Dépôt de travail	Module 10 Ajout d'un terme au glossaire	Module 11 Commentaire dans le forum	Module 12 Ecriture
C1	1	✓			✓	✓		2	3			
C2	1	✓			3			2				
C3	✓	✓	✓	✓	✓	2		1	3	✓	✓	
C4	✓	✓		✓	2			1	externe		✓	3
C5	✓	✓			1	3		2	✓		✓	

Type de Module : d'aperçu, administratif, pédagogique

Le tableau 30 représente pour les cinq cours et leurs modules les parcours experts indiqués par numéros de 1 (départ) à 3 (fin) selon l'ordre du clic. Les puces indiquent les autres tâches du cours, non inscrites dans le parcours expert.

Cette étude devrait conduire à la possibilité de comparer les parcours référents et réels, et l'analyse des comparaisons devra être le support de la description de la syntaxe des sites Web de formation.

2.3 Protocole de l'étude

La représentation des parcours individualisés a exigé de distinguer les composants d'un graphe de la navigation sur un EIAH. Les nœuds ont été définis comme des modules contenant les fonctionnalités de travail ; les arcs signalent le choix et la direction vers un nouveau module.

2.3.1. La collecte des traces

Celle-ci requiert une analyse des logs Web en vue de sélectionner les étudiants qui montrent une activité majeure. Cette première sélection est suivie d'un entretien avec les enseignants pour leur demander deux choses essentielles : leur autorisation d'utilisation des traces du cours et l'explicitation du parcours de référence. Puis une lettre est adressée aux étudiants de chaque cours,

leur demandant leur consentement pour l'utilisation des traces de leur travail sur la plate-forme, la passation d'un test de style d'apprentissage (*cf.* § V, Méthodologie générale).



Figure 26. Exemple de log avec l'information d'un usager

2.3.2. L'utilisation d'un convertisseur

La fonction du convertisseur est de traduire les traces en format texte. Ces traces ont été relevées à partir des pages étudiées en données et prêtes au traitement sur un logiciel de représentation de graphes. Cette traduction est nécessaire parce que le format texte ne peut pas être visualisé sous la forme d'un parcours, même si le format représente ce parcours. Le langage de représentation (.net, *Generic Data Framework* [GDF] ou *Graph Exchange XML Format* [GEXF]) est particulier aux outils comportant la fonction design (*cf.* § 3, Analyses). Notre première version de l'outil a été réalisée en GDF, puis la seconde version en GEXF.

2.3.3. L'utilisation du logiciel Gephi

Nous avons utilisé le logiciel gephi, www.gephi.org, versions 0.8.1 et 0.8.2 beta. C'est un outil libre et gratuit, conçu pour la représentation de l'information scientifique (*cf.* § 3, Analyses). Suite aux adaptations détaillées plus bas, nous l'avons utilisé pour représenter un graphe des parcours de navigation.

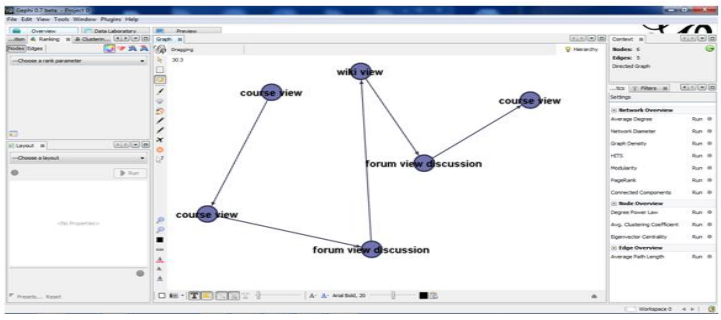


Figure 27. Page de travail de Gephi

3. Analyses

3.1 Conception d'un parcours de navigation pédagogique

La conception de la navigation numérique pédagogique impose de distinguer les composants et leurs fonctions. En premier lieu, on distingue la page. Elle contient des modules dont les contenus sont les ressources proposées afin d'aider l'étudiant à l'accomplissement de la tâche prescrite. Ensuite, on distingue les acteurs et leurs activités donnant lieu à des parcours. Enfin, il est également important d'identifier les possibilités de trajets en forme de routes proposées à l'usager du EIAH.

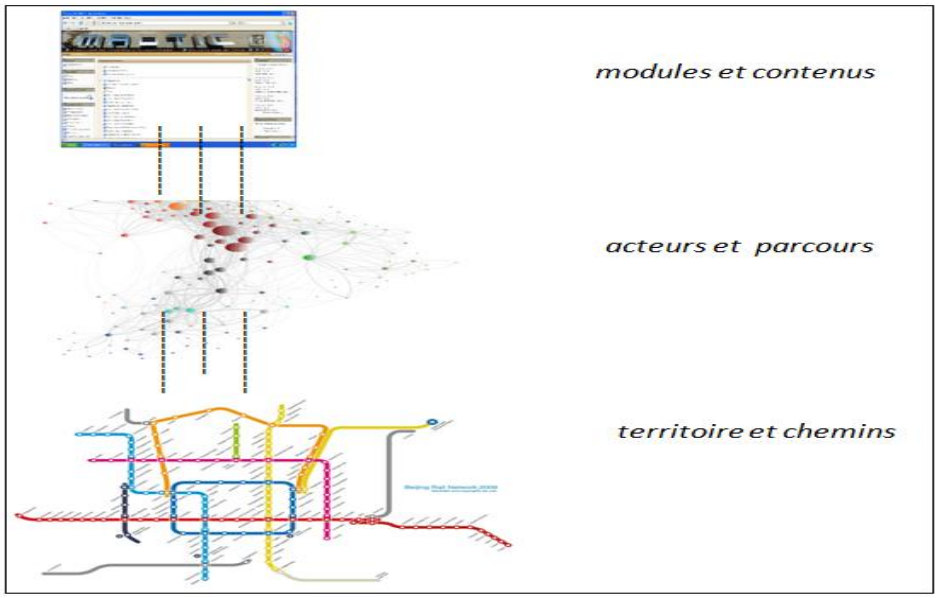


Figure 28. Les composants d'une navigation

Une fois les composants identifiés, reste le problème de les représenter visuellement. Pour ce faire, nous comptons sur la structure des pages. Afin d'élaborer un modèle de graphe, nous proposons une métaphore comparative des objets de la page et ceux du logiciel de visualisation de graphes (*cf.* Tableau 31).

Tableau 31. Comparatif d'objets de la page et du graphe de la navigation

Page Web	Graphe	Navigation
Module, ressources	Nœud	Arrêt, chemins
Transition entre modules	Lien, arc	Distance, temps
Tâche prescrite	Flèche	Trajet, direction
Tâche réalisée	Graphes personnel, graphe total	Parcours réel, parcours expert

Désormais, un nœud correspond à un module contenant une fonctionnalité ; l'ensemble des nœuds rend compte des ressources proposées dans le cours. Suite au traitement décrit précédemment (*cf.* § chapitre 5, Méthodologie générale), les fonctionnalités sont groupées en douze modules. La taille d'un nœud peut être agrandie pour montrer une fréquence d'usage élevée. Un deuxième élément du graphe, l'arc, représente la connexion entre les modules. Il peut être agrandi pour indiquer la quantité de passages sur un ensemble module-arc-module. L'enchainement d'arcs et de nœuds permet d'observer la séquence d'usage des ressources d'une page.

3.2 Présentation de l'outil de traduction des traces

Dans un but de confort, le convertisseur a été conçu afin de lire les formats texte des traces d'utilisation Web et de les traduire dans un langage susceptible d'être représenté (.net, GDF, GEXF). L'outil permet d'afficher autant d'étudiants que l'on souhaite comparer, d'afficher le graphe moyen de tous les étudiants sélectionnés et de réaliser le graphe moyen des modules utilisés selon le style d'apprentissage des étudiants. C'est dans ce sens que notre outil de représentation du comportement sur un site Web de formation est plus adapté à notre question de recherche que les outils parallèles, à savoir les outils cartographiques des bases de données scientifiques ou ceux des représentations géographiques.

Le créateur de graphes se présente en 3 temps :

• un première unité est consacrée à la lecture de plusieurs fichiers de données pour les stocker ;

• une deuxième unité utilise les données pour les analyser. Cela permet de reconstruire les parcours utilisateurs et d'extraire les sessions selon un filtre (par dates, par tâches). Ces analyses débouchent sur des statistiques qui informent sur la fréquence d'utilisation d'un module entre un instant T et un autre, et dans la globalité du parcours ;

• une troisième unité génère les graphes correspondants aux analyses effectuées. Le traitement consiste à faire deux types de sélection : choisir les modules utiles à la reconstruction du parcours à analyser à partir des fonctions « modules à garder » et « modules à supprimer » et ; fusionner les fonctionnalités selon les douze modules préalablement classés. Il permet une meilleure visualisation des navigations.

Cette visualisation en forme de graphe doit permettre d'analyser les différents comportements de navigation et d'aider à leur interprétation.

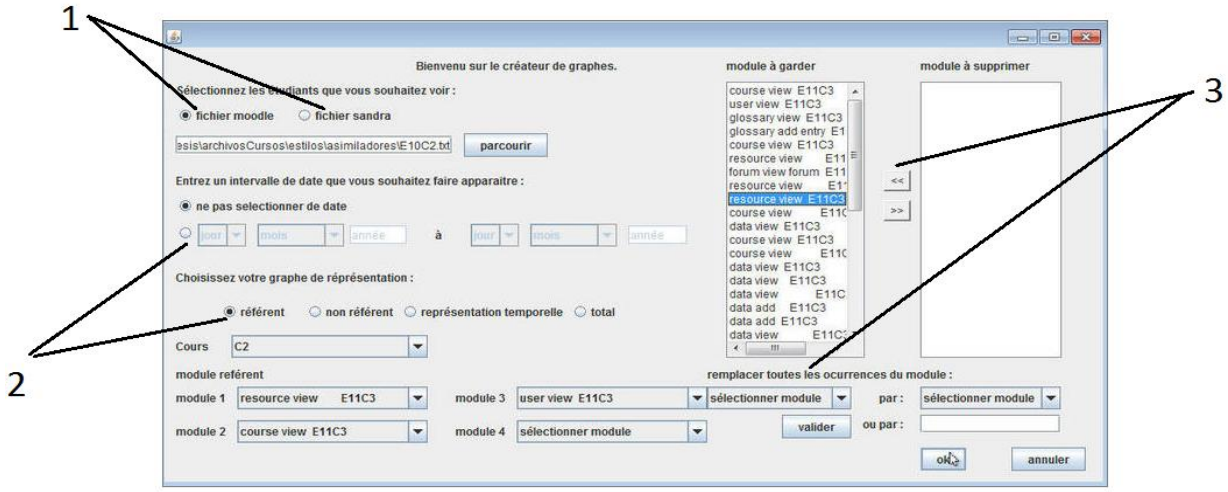


Figure 29. Principe général de l'outil

3.3 L'interface

Ce convertisseur a été réalisé en langage Java[36] et présente le lien entre les unités de navigation définies sur la base des composantes et les propriétés des graphes de représentation du comportement sur un site Web. Ces composantes sont :

[36] Le programme pourra fonctionner sur de multiples plateformes telles Windows, Linux, Mac Os, et même sur un type de téléphone portable.

• parcours réel – parcours de référence

• parcours réel – fréquence d'usage des modules d'apprentissage

• tâches prescrites – tâches réalisées

Grâce au graphe nous avons la possibilité de comprendre le parcours d'un étudiant à travers une tâche précise. Les modules importants (indispensables à l'accomplissement d'une tâche) apparaissent sous forme de nœuds avec la fréquence d'utilisation représentée par la taille du nœud.

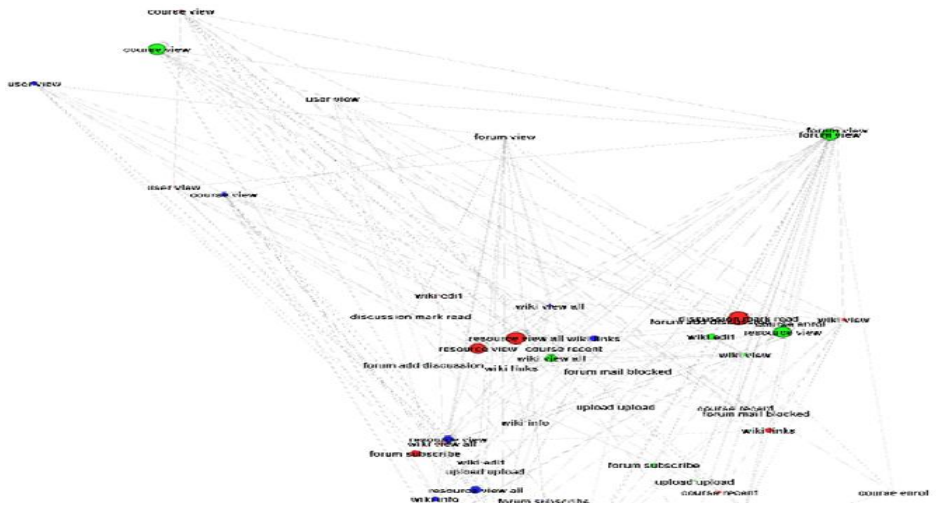


Figure 30. Visualisation des parcours au moyen de graphes

Ce graphe du parcours réel de trois étudiants de C4 correspond à un test de la représentation des modules. Les modules sont illustrés par des couleurs différentes et la fréquence d'usage par la taille du module. En rouge, le module de l'activité la plus élevée, les Ressources.

3.4 Analyse des graphiques 2D

3.4.1 La représentation d'un parcours selon le type de tâche

L'analyse consiste à montrer les trajets des étudiants au début de la tâche. Pour cette étude nous avons utilisé les résultats de nos travaux antérieurs sur les profils d'usagers sur un site Web (Meza 2009). C'est-à-dire :

1) La définition de quatre profils sur la base d'une classification des tâches,

2) La définition d'une variable de navigation : les parcours de référence et,

3) La définition des modes de navigation sur la base du croisement des quatre tâches et des profils d'apprentissage des usagers.

Nous cherchons à montrer la performance des étudiants ayant choisi le Cahier des charges comme deuxième clic, soit 31 trajets sur 63 de l'échantillon. Nous avons sélectionné cinq choix par étudiant que nous présentons sur un diagramme par profil. Ce diagramme se présente sous la forme de quadrants de tâches supérieures (*cf.* § chapitre VI, 2.2.1 Typologie des tâches de navigation) : vue panoramique et vue lecture (facteur réception) ; tâches inférieures : vue périphérique et vue écriture (facteur production). Un module est associé à un quadrant (*cf.* fig. 31). Les quadrants de gauche reflètent des tâches administratives et de familiarisation avec la page (facteur global) ; ceux de droite, énoncent la thématique du cours par le biais des modules pédagogiques (facteur local).

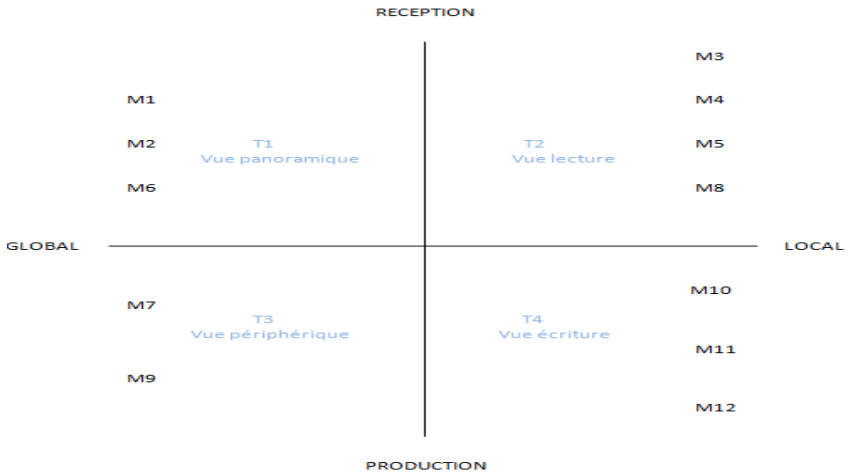


Figure 31. Diagramme des tâches de navigation

3.4.1.1 Les assimilateurs

L'ensemble des parcours de onze étudiants montre une activité qui porte davantage sur les tâches de vue panoramique et de lecture. Dans les quadrants supérieurs, le trafic est dense. Par contre, les modules Glossaire (M3) et Blog (M4) ont une faible préférence. Dans les quadrants inférieurs, l'activité est minime avec deux choix sur le module Dépôt du travail (M6). Cela indique que le travail du groupe s'est concentré sur les facteurs de réception plutôt que sur ceux de production et de façon équivalente plus sur les globaux que sur les locaux.

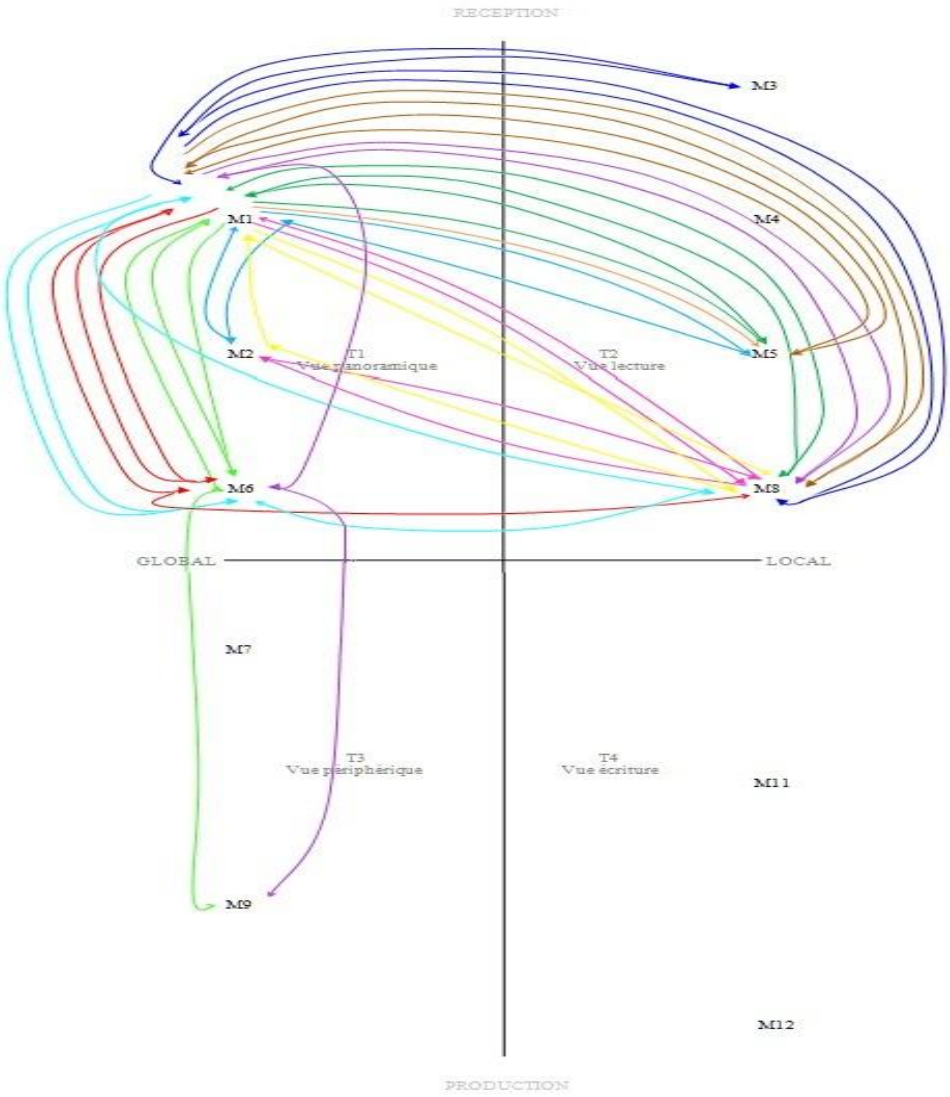


Figure 32. Parcours 2D des assimilateurs

L'activité des assimilateurs est la plus dynamique parmi les quatre styles d'apprentissage. Le graphique montre leur intérêt pour les activités liées à la conceptualisation abstraite (CA) et à l'observation réfléchie (OR). On peut également l'observer pour le choix des Ressources en

deuxième clic fait par la moitié du groupe. En revanche, les assimilateurs ne manquent pas de pragmatisme, ce qui est appréciable pour le choix de modules informant sur l'activité des collègues comme le Forum (M5) et l'Exploration des dépôts (M6). Dans la même veine, la consultation des consignes par 9 étudiants au troisième clic montre leur orientation vers l'objectif de l'activité, l'accomplissement d'une tâche. En revanche, l'insistance du cinquième clic sur les consignes permet de dire que celles-ci n'étaient pas comprises par une moitié de l'échantillon. Très intéressés par les concepts abstraits, les assimilateurs préfèrent les modules contenant des informations sur le thème à traiter comme les Ressources, et sont particulièrement nombreux dans le quatrième clic.

Nous pouvons identifier les cinq premiers clics du parcours type d'un assimilateur du groupe :

Cas 1. MD → Exploration des dépôts → Cahier des charges → Ressources → Exploration des dépôts

Cas 2. MD → Ressources → Profils → Cahier des charges → Ressources

3.4.1.2 Les accommodateurs

L'ensemble des parcours de cinq étudiants montre une activité qui porte davantage sur les tâches de vue panoramique et de lecture. Dans les quadrants supérieurs, les modules Forum (M5) et Ressources (M8) ainsi que le Cahier des charges ont une préférence élevée. Dans les quadrants inférieurs, il n'y a pas d'activité. Cela indique que les sujets de ce type sont concentrés sur les facteurs de réception plutôt que sur ceux de production, mais de façon équivalente sur les globaux et locaux.

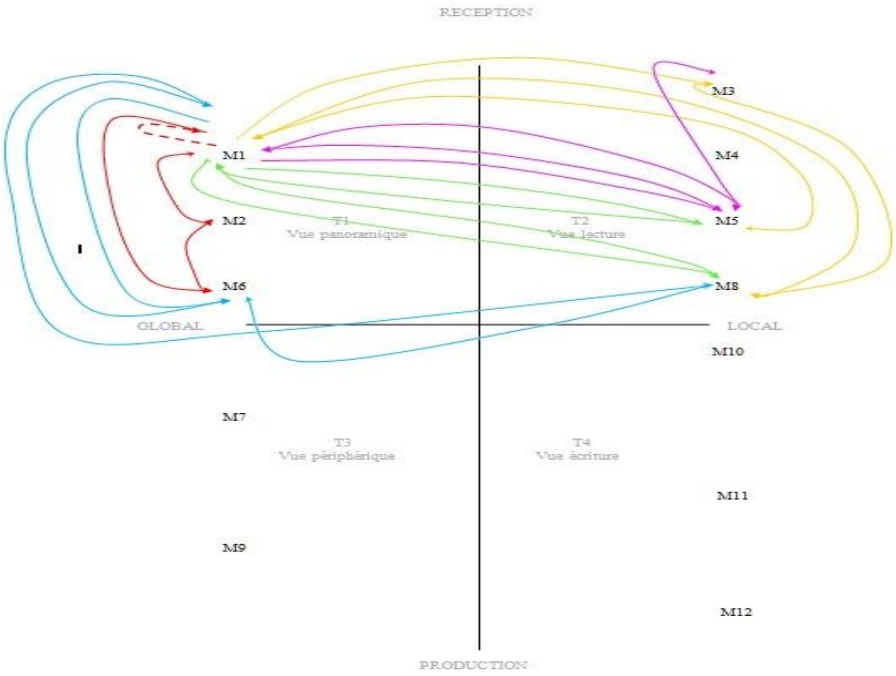


Figure 33. Parcours 2D des accommodateurs

L'activité des accommodateurs montre deux fonctionnalités connectées, le Forum (M5) et le Cahier des charges (M1). Ils réussissent mieux dans les domaines de l'expérience concrète (EC) et de l'expérimentation active (EA). Compte tenu de leur capacité à s'adapter à des circonstances spécifiques, les tâches prescrites, assez concrètes, peuvent avoir facilité le travail dans la page. Mais leur tendance à résoudre les problèmes d'une manière intuitive, s'appuyant plus sur l'information des autres que sur leur aptitude à l'analyse, n'est pas reflétée par le choix des fonctionnalités de communication comme le Blog (M4) et le Forum (M5) qui sont peu fréquentés.

Nous pouvons identifier les cinq premiers clics du parcours type d'un accommodateur du groupe :

Cas 1. MD → Forum → Cahier des charges → Forum → Glossaire

Cas 2. MD → Forum → Cahier des charges → Ressources → Cahier des charges

3.4.1.3 Les convergents

L'ensemble des parcours de cinq étudiants montre une activité qui porte davantage mais pas exclusivement sur les tâches de vue panoramique et de lecture. Dans les quadrants supérieurs, il y a un trafic élevé. Cependant, les modules Profils (M2) et Blog (M4) ont une activité nulle et celle du

Forum (M5) est minime. Dans les quadrants inférieurs, l'activité est minime mais intéressante car il s'agit des modules de production. Il est possible d'interpréter le travail du groupe qui s'est concentré sur les facteurs de réception plutôt que sur ceux de production, mais de façon équivalente sur les globaux et les locaux.

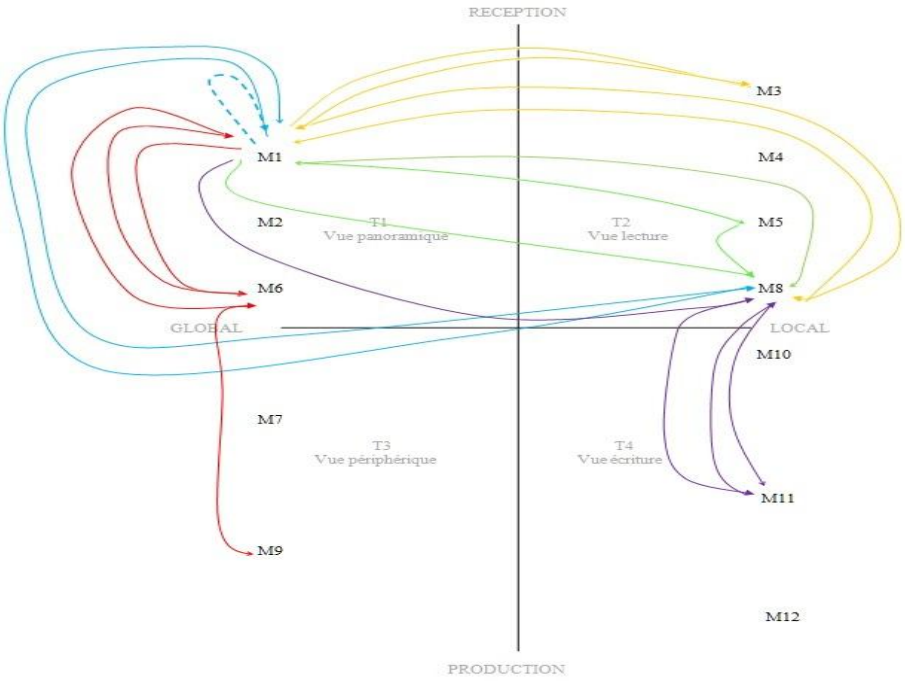


Figure 34. Parcours 2D des convergents

L'activité des convergents touche tous les quadrants. Conformément à leurs aptitudes dominantes de conceptualisation abstraite (CA) et d'expérimentation active (EA), les fonctionnalités qu'ils préfèrent sont les Ressources (M8). Leur connaissance s'organise autour de problèmes spécifiques, sans s'intéresser au comportement ou à l'aide d'autrui. En effet, il est possible de noter l'absence quasi totale de consultation des modules de communication comme le Blog (M4) et le Forum (M5). De plus, il s'agit de l'unique style d'apprentissage sans consultation des Profils (M2). Un autre résultat significatif est le parcours d'un étudiant qui ne fait, au début du processus, aucun choix sur des fonctionnalités pédagogiques.

Nous pouvons identifier les cinq premiers clics du parcours type d'un convergent du groupe :

Cas 1. MD → Ressources → Forum → Cahier des charges → Ressources

Cas 2. MD → Ressources → Commentaire dans le forum → Ressources → Commentaire dans le forum

3.4.1.4 Les divergents

L'ensemble des parcours des dix étudiants divergents montre une activité variée qui porte davantage sur les tâches de vue panoramique et de lecture. Dans les quadrants supérieurs, il y a un trafic élevé au niveau des modules Ressources (M8) et Cahier des charges (M1) et moyen dans les Profils (M2), le Glossaire (M3) et l'Exploration des dépôts (M6). Cependant, tous les modules ont été sélectionnés. Dans les quadrants inférieurs, l'activité est discrète mais plus importante et variée que les autres styles. Ce sont les seuls parmi les quatre styles à utiliser les modules Ajout d'un terme au glossaire (M10) et Commentaire dans le forum (M11). Cela indique que le travail du groupe s'est concentré sur les facteurs de réception plutôt que sur ceux de production, et de façon équivalente plus sur les globaux que sur les locaux.

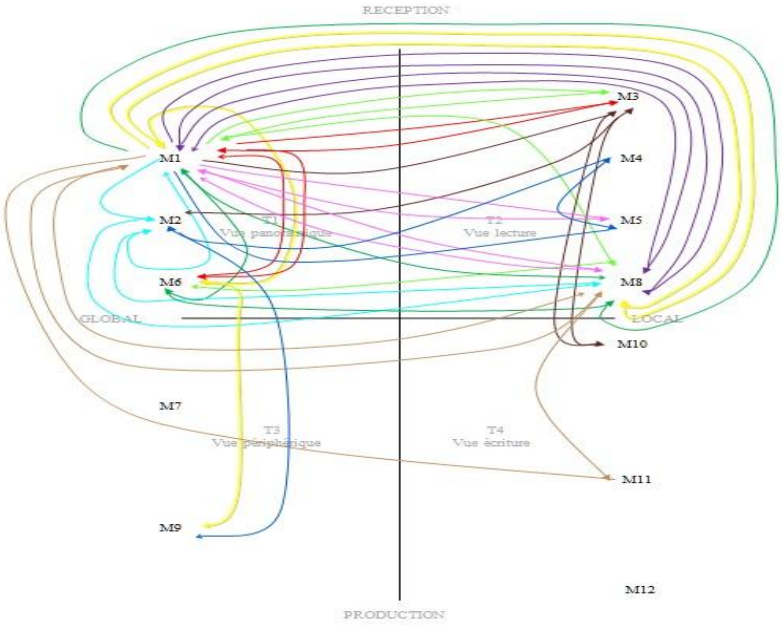


Figure 35. Parcours 2D des divergents

L'activité des divergents est la plus dynamique des quatre styles d'apprentissage. D'après leurs caractéristiques, il est possible de remarquer sur le graphique deux attributs. Premièrement, ils parviennent davantage à percevoir des situations concrètes en adoptant des perspectives variées. Ils sont plus à l'aise dans une situation d'observation réfléchie (OR) que dans une conceptualisation

abstraite (CA), comme cela a été vérifié avec le comportement de l'échantillon analysé. Un exemple indique qu'ils examinent tous les modules, excepté le Téléchargement (M7) et l'Écriture (M12) qui n'ont été choisis par aucun étudiant du groupe. Deuxièmement, les divergents s'intéressent à autrui, et on peut l'observer dans la combinaison des visites entre l'examen de ce qui a été déposé comme travail (M6) et les consignes contenues dans le Cahier des charges (M1).

Nous pouvons identifier les cinq premiers clics du parcours type d'un divergent du groupe :

Cas 1. MD → Glossaire → Cahier des charges → Exploration des dépôts → Cahier des charges

Cas 2. MD → Ressources → Exploration des dépôts → Cahier des charges → Ressources

3.4.1.5 Conclusion

Combinés avec la typologie des tâches, les parcours du groupe qui choisit le Cahier des charges comme deuxième clic sont effectués principalement pour des tâches de réception dont celles de familiarisation avec la page et celles de lecture des différentes ressources. La vue sur ces ressources est, en général, plus globale que locale. Considérant les particularités de chaque style, on signalera que les assimilateurs choisissent beaucoup plus les modules du quadrant global-réception que ceux du quadrant local-réception. De même, les accommodateurs préfèrent le premier quadrant avec une légère supériorité sur le deuxième. En revanche, les divergents montrent une égalité de choix et les convergents une légère supériorité du quadrant local-réception. Quant aux quadrants global-production et local-production, le panorama montre à une extrémité les accommodateurs avec aucun trajet et, à l'autre les divergents, avec quatre trajets. Entre les deux, les assimilateurs montrent un résultat timide de deux trajets de reconnaissance et les convergents, de trois.

3.4.2 Test de la représentation de la navigation pédagogique

L'objectif de cette analyse est de représenter graphiquement les parcours d'une partie de l'échantillon sélectionnée, soit 20 trajets sur 31 identifiés pour le premier choix du module. La représentation de cinq étudiants par profil permettra de matérialiser les choix sur des trajets tangibles et de comparer le comportement des groupes d'étudiants. Nous cherchons à trouver des

régularités dans les trajets sur la base des comparaisons avec le parcours expert. Néanmoins, cet exercice reste un test de l'utilité pédagogique de la représentation d'un parcours de navigation.

L'étude ne mesure pas la maîtrise technique des participants. Il s'agit d'une représentation de tâches pédagogiques. La sélection de cinq étudiants sur le groupe des assimilateurs et divergents ayant choisi M1 comme premier choix, se fait de façon aléatoire.

Les graphiques (*cf.* fig. ci-dessous) montrent les 5 premiers choix séquentiels par style d'apprentissage et représentent les modules du parcours expert MI (2) et MF (3). La représentation commence avec le clic suivant MD, ce qui permet un point de départ préalable à l'observation, identique pour tout l' échantillon. Nous initions la graphique de chaque parcours en M1, le premier choix effectué le plus fréquemment par l'échantillon de 63 étudiants. Sous l'identification de l'étudiant (colonne 1) figurent les clics dépassant le 5ème choix que l'étudiant a utilisés pour terminer la tâche assignée.

Parcours : MD → M1→ choix suivants

3.4.2.1 Les parcours des assimilateurs

Voici certains éléments d'interprétation sur les trajets des assimilateurs :

des retours répétés sur le Cahier des charges ;

3 étudiants atteignent MI avançant dans la tâche assignée mais aucun des 5 étudiants ne la termine ;

1 assimilateur abandonne la tâche ;

l'usage principal de trois modules hormis le Cahier des charges : les Ressources, les Profils et le Forum.

Interprétation :

Pour les parcours représentés, 3 étudiants sur cinq reviennent sur le module qu'ils viennent de visiter, ce qui peut être un signe du besoin de confirmation. Lorsqu'il s'agit du Cahier des charges, la nouvelle visite peut signifier un manque de clarté dans les consignes.

Le parcours d'E19C3 montre son intérêt pour le dépôt des autres étudiants, combiné de façon pragmatique avec la consultation des consignes et la feuille des ressources proposées par l'enseignant. Le résultat montre une efficacité atteignant MI en 3 clics et MF en 6 clics.

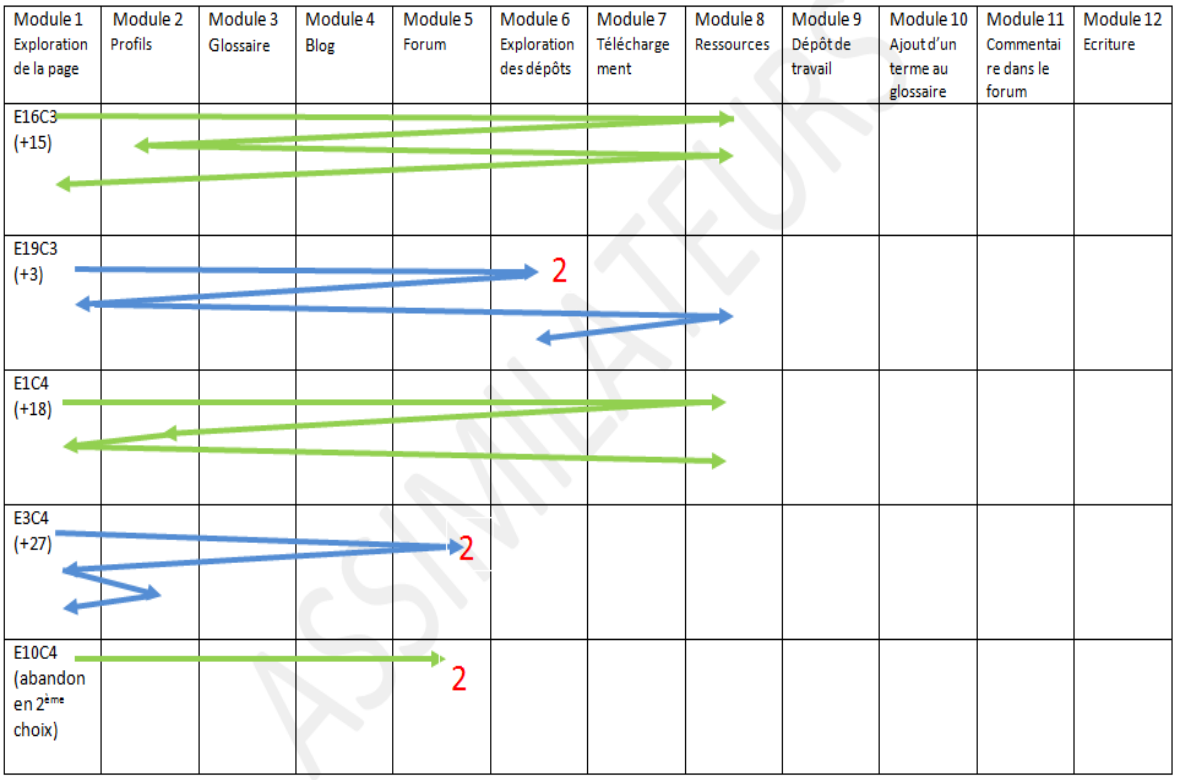


Figure 36. Parcours des assimilateurs

3.4.2.2 Les parcours des accommodateurs

Voici quelques éléments d'interprétation sur les trajets des accommodateurs :

des retours répétés sur le cahier des charges ;

1 étudiants atteint MI avançant dans la tâche assignée mais aucun des 5 étudiants ne la termine ;

aucun accommodateur n'abandonne la tâche ;

l'usage principal de trois modules hormis le Cahier des charges : les Ressources, le Glossaire et le Forum.

Interprétation :

Pour les parcours représentés, 2 étudiants sur cinq reviennent sur le module qu'ils viennent de visiter, ce qui peut signifier un besoin de confirmation.

Le parcours d'E13C3 montre l'intérêt de communiquer dans le Forum avec les collègues. Si cette action permet à l'étudiant de faire un sondage ou poser des questions, le choix du Glossaire, lui permet la précision sur les termes utilisés dans la tâche assignée. Le résultat de son parcours ne montre pas d'efficacité, au moins pour la période de cinq clics, car il n'atteint pas le module intermédiaire de la tâche, MI. Cela est confirmé lorsque l'étudiant abandonne la tâche après 8 clics.

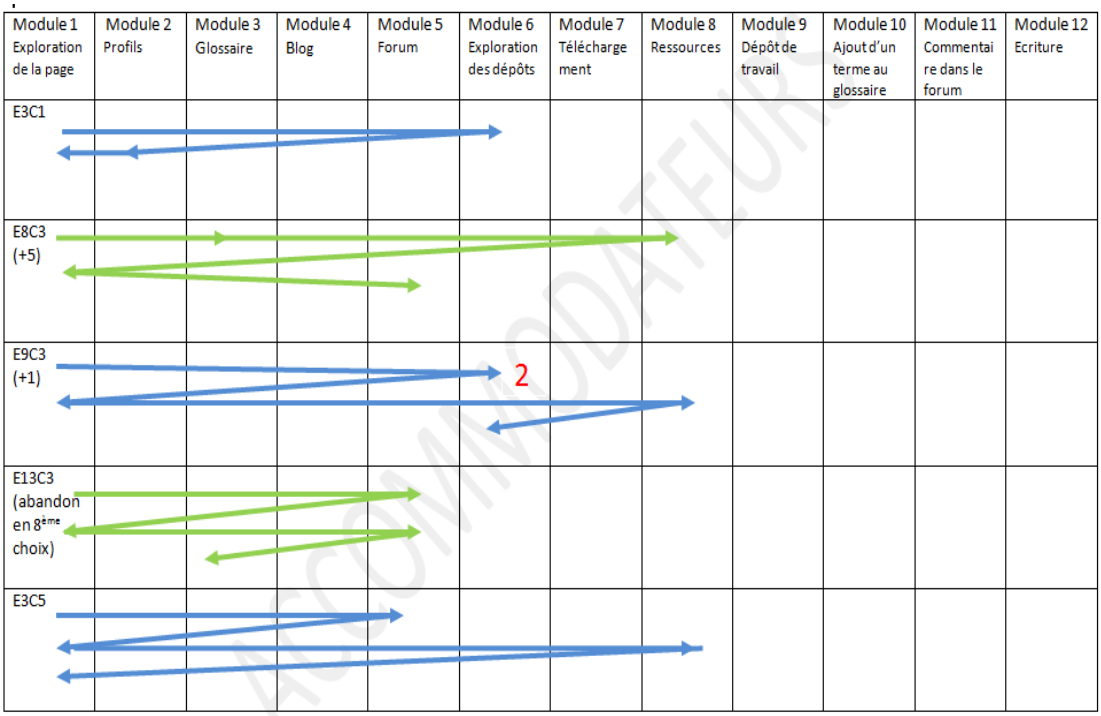


Figure 37. Parcours des accommodateurs

3.4.2.3 Les parcours des convergents

Voici quelques éléments d'interprétation sur les trajets des convergents :

des retours répétés sur le Cahier des charges excepté pour un étudiant de C5 ;

3 étudiants atteignent MI avançant dans la tâche assignée et un des 5 étudiants la termine ;

1 convergent abandonne la tâche après 5 clics ;

l'usage principal d'un module hormis le Cahier des charges : les Ressources.

Interprétation :

Pour les parcours représentés, 3 étudiants sur cinq reviennent sur le module qu'ils viennent de visiter. S'agissant de l'Exploration des dépôts nous pouvons attribuer ce comportement au besoin de comparer la compréhension personnelle de la tâche avec celle des collègues. Quant aux Ressources,

la raison de la fréquentation de ce module peut être due aux nombreuses informations contenues dans le module. Cette interprétation est soutenue par le nombre d'étudiants dans cette situation. Le Commentaire dans le Forum peut refléter davantage l'intérêt de faire des propositions sur le contenu ou de poser des questions.

Le parcours de l'étudiant E6C2 qui abandonne la tâche, peut résulter de la difficulté de la tâche. On peut reconnaître cette difficulté par la consultation répétée du Cahier des charges, puis par le choix sur les Ressources du cours.

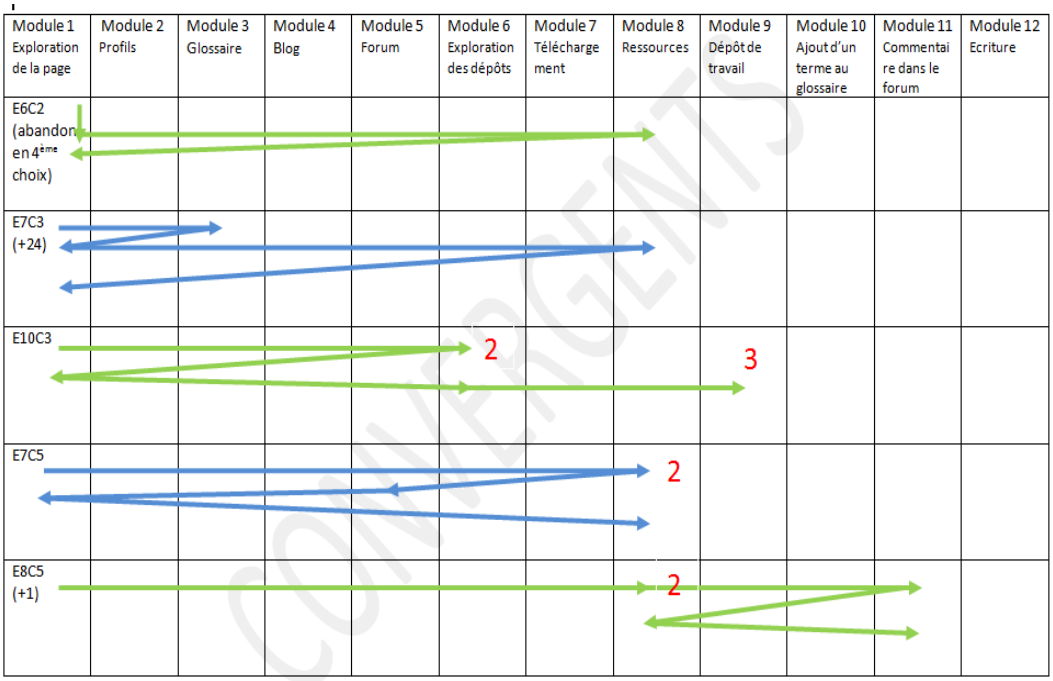


Figure 38. Parcours des convergents

3.4.2.4 Les parcours des divergents

Voici quelques éléments d'interprétation sur les trajets des divergents :

des retours répétés sur le cahier des charges excepté pour un étudiant de C4 ;

4 étudiants atteignent MI avançant dans la tâche et aucun des 5 étudiants ne la termine en 6 clics ;

aucun convergent n'abandonne la tâche ;

l'usage principal de modules hormis le Cahier des charges : les Profils, les Ressources et l'Exploration des dépôts.

Interprétation :

Pour les parcours représentés, 3 étudiants sur cinq reviennent sur le module qu'ils viennent de visiter. S'agissant de l'Exploration des dépôts nous pouvons attribuer ce comportement au besoin de comparer la compréhension personnelle de la tâche avec celle des collègues. Quant aux Ressources, la raison de leur fréquentation peut être due aux informations nombreuses et riches contenues dans ce module. Le choix pour les Profils peut refléter davantage l'intérêt pour les connaissances des collègues.

Le parcours de l'étudiant E4C1 indique un comportement pragmatique. Il examine les Ressources en premier choix et s'informe sur les dépôts des autres étudiants, puis revient sur les Ressources. Son action est efficace car il atteint MI en 3 clics. Comparé à son groupe, il compte parmi les deux étudiants les plus performants dans l'avancement de la tâche prescrite.

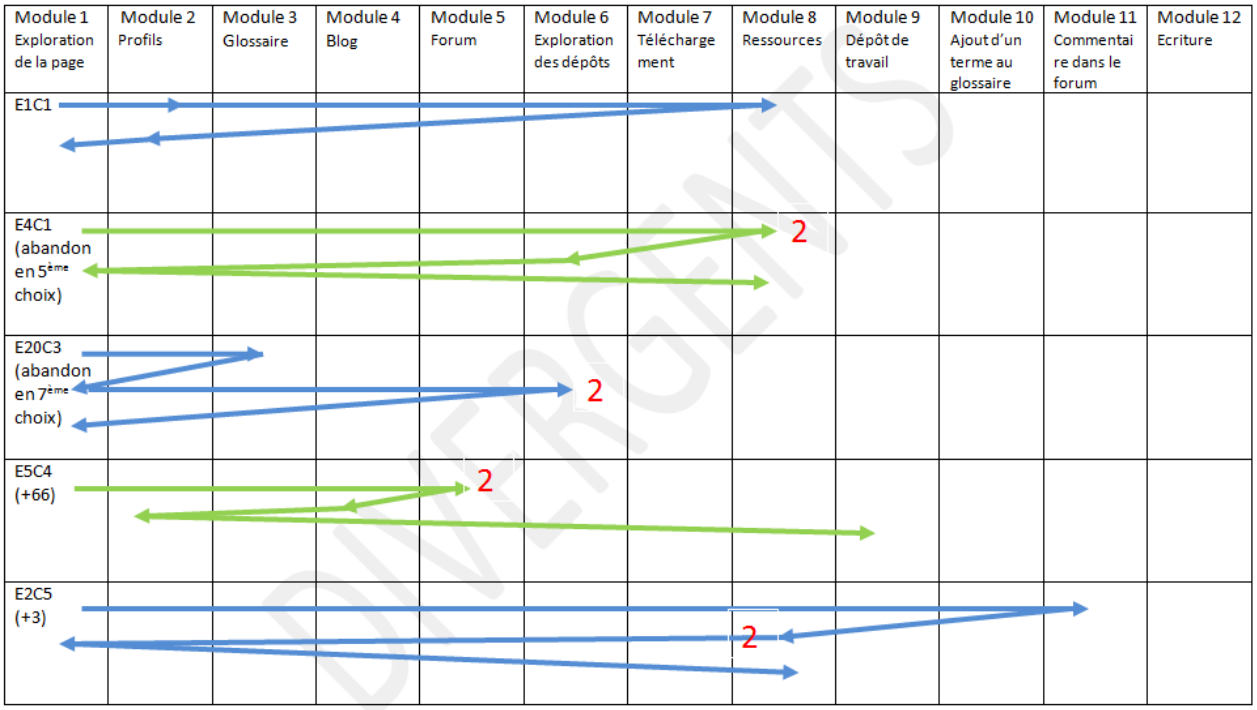


Figure 39. Parcours des divergents

3.4.2.5 Conclusion

Par cet exercice nous avons voulu montrer un exemple très restreint de la facilité d'interprétation que peut apporter le graphique d'un parcours de navigation. Les graphiques obtenus n'expliquent que partiellement le comportement de navigation. Certains parcours, notamment lors d'un abandon

ou d'allers-retours répétés montrent une difficulté à accomplir la tâche prescrite. L'interprétation correcte de ces phénomènes pédagogiques requiert davantage de données.

3.5 Analyse des graphiques 3D

Les analyses précédentes ont permis d'effectuer des améliorations tant pour la conception de notre modèle méthodologique que pour les outils de représentation des parcours. Le matériel et les méthodes d'analyse ont été présentés dans la première partie de ce chapitre (*cf.* § 2).

Les graphes que nous présentons sont le résultat des précisions tirées des conclusions de l'observation préliminaire. Au vu de ces conclusions, nous avons pris deux décisions. La première est d'élargir les attributs observés à celui du « parcours expert ». L'argument principal est de pouvoir installer une mesure pour pouvoir comparer les comportements d'apprentissage des étudiants définis comme des « parcours réels ». La deuxième décision est de faire une interprétation pédagogique des parcours de navigation examinés et d'améliorer les outils graphiques utilisés.

3.5.1 Examen par fonctionnalité

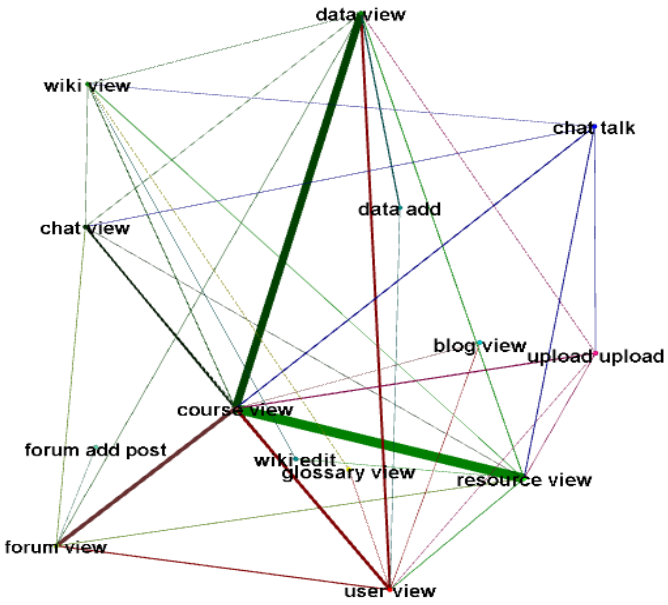


Figure 40. Graphe des dix fonctionnalités

La figure 40 montre un graphe de 14 nœuds et 37 liens ayant les particularités suivantes :

Les dix fonctionnalités utilisées ont comme centre le Cahier des charges. On peut remarquer d'une part, son importance par l'intensité du trafic des visites et d'autre part, par les sept relations principales qu'il entretient avec les Ressources, le Dépôt du travail, le Blog, l'Exploration des dépôts, l'Éditeur de texte Wiki et les Profils ; le Chat fait partie du même module que le Forum (*cf.* fig. 40 ci-dessus).

L'importance du lien entre les modules montre que les Ressources et l'Exploration de dépôts sont les fonctionnalités qui entraînent le nombre le plus élevé d'allers retours itératifs. Cette fréquence est indiquée par le grossissement de l'arc.

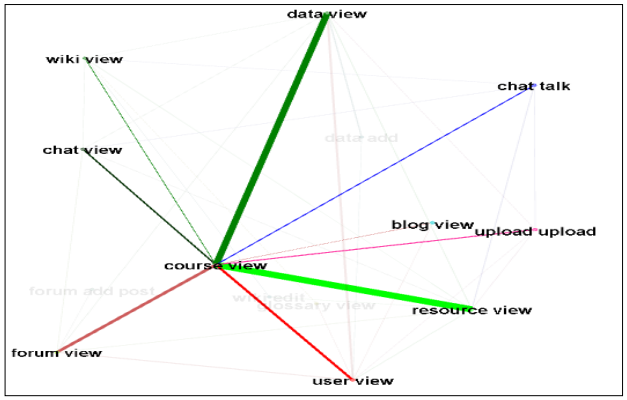


Figure 41. Centre dans le Cahier des charges

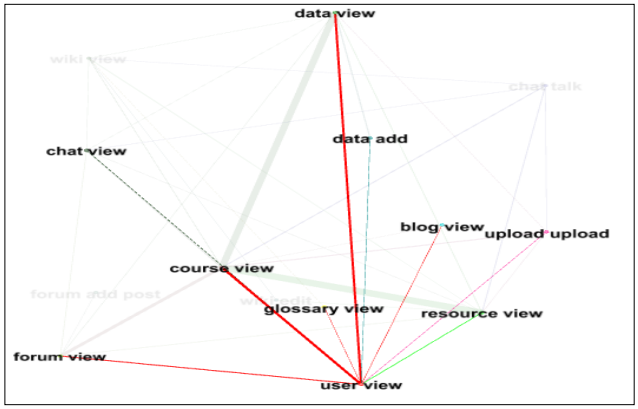


Figure 42. Centre dans les Profils

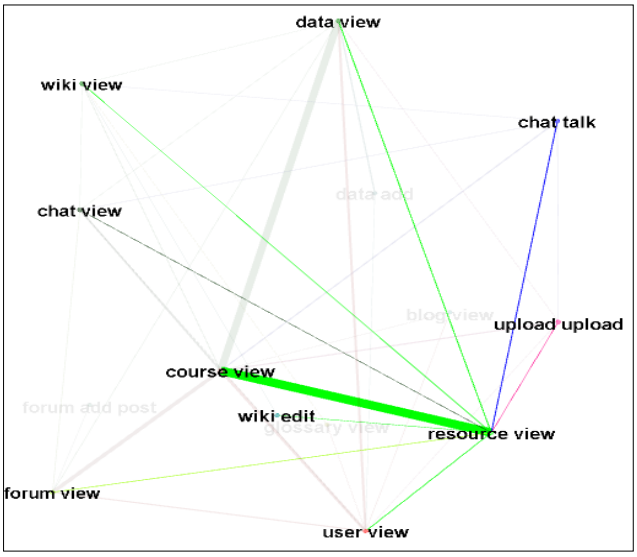


Figure 43. Centre dans les Ressources

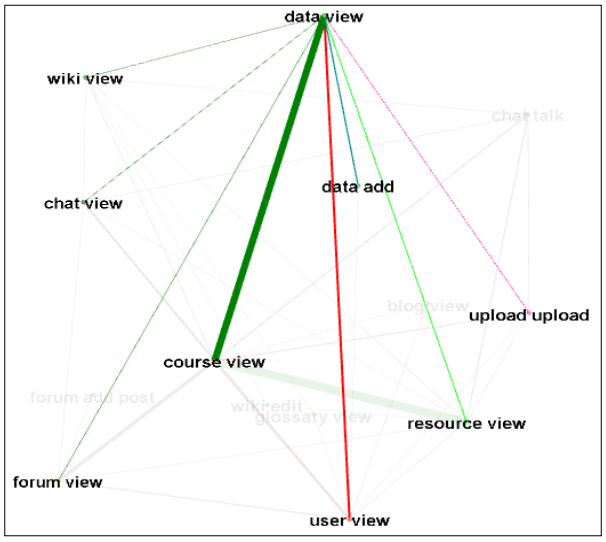


Figure 44. Centre dans l'Exploration des dépôts

Une particularité des graphes est de pouvoir apprécier différentes dimensions de l'activité. On reconnaît, par exemple, les quatre relations les plus marquées par rapport au module central : 1) Cahier des charges-Ressources et Cahier des charges-Exploration des dépôts (*cf.* fig. 41) ; 2) Profils-Cahier des charges et Profils-Exploration des dépôts (*cf.* fig. 42) ; 3) Ressources-Cahier des charges (*cf.* fig. 43) ; 4) Exploration des dépôt-Cahier des charges et Exploration des dépôts-Profils.

A part l'information recueillie à partir du trafic entre modules, le graphe centré sur une fonctionnalité permet de visualiser des relations moins fréquentes mais intéressantes. C'est le cas de la position centrée sur les Profils qui fait apparaître le Glossaire et le Dépôt du travail qui étaient alors invisibles depuis la position centrée sur le Cahier des charges. Cela implique que ce module a eu une activité qui peut nous informer sur l'étudiant intéressé par la fonctionnalité mise en évidence.

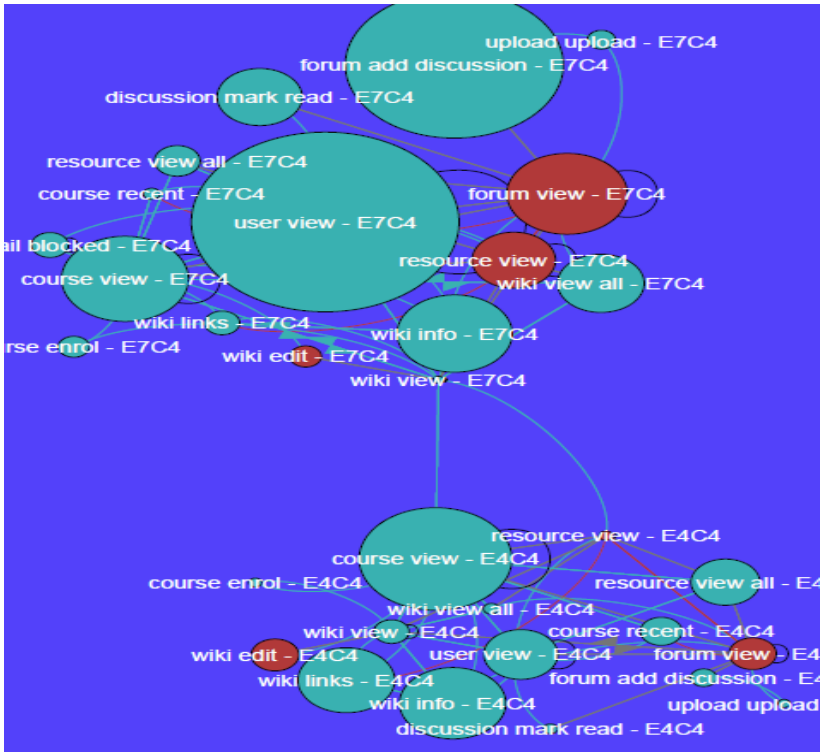


Figure 45. Représentation des parcours d'E4C4 et d'E7C4

La fonction d'étiquette d'information affiche les données de nom codé de l'étudiant et du module choisi. Le graphe (*cf.* fig. 45) montre l'activité des convergents E4C4 et E7C4. Il permet également de visualiser la représentation du parcours expert, en rouge, et la fréquence de clics dans le module, par la taille du nœud. La figure 45 illustre le choix des modules du parcours expert sur C4 : Ressources, Forum et Ecriture (*wiki edit*). Ces éléments nous permettent de décrire le comportement

des étudiants référencés sur le graphique. Les deux étudiants ont complété la tâche avec le dépôt du manuscrit de stage demandé dans le cours. Le module de départ du chemin expert, les Ressources, a été très peu choisi par E4C4 à la différence d'E7C4 qui montre un plus grand intérêt pour ce module. Les modules intermédiaires et le final marquent, pour E4C4, une fréquence de visite similaire et pour E7C4, un intérêt plus grand pour le Forum que pour l'Ecriture. D'autres informations, hormis celles liées au parcours expert et au Cahier des charges, plus importantes pour E4C4 que pour E7C4, référent à l'intérêt d'E4C4 pour les travaux des autres étudiants dans l'éditeur de texte ; et de E7C4 pour les Profils et les commentaires dans le Forum.

Ces informations nous permettent d'interpréter pédagogiquement l'activité des deux étudiants.
E4C4 :

Fait moins d'effort qu'E7C4 (moins de clics)

Requiert d'être rassuré par la consigne (allers retours répétés vers le Cahier des charges)

A peu d'intérêt pour communiquer avec les autres participants

Est orienté tâche

E7C4 :

Fait plus d'effort qu'E4C4 (plus de clics)

Comprend la consigne (peu de visites sur le Cahier des charges)

A un intérêt élevé pour communiquer avec les autres participants et pour connaitre leur profil

Est orienté tâche en équilibre avec l'interaction social

3.5.2. Examen par style d'apprentissage

La représentation de l'activité d'un étudiant requiert d'avoir résolu l'affichage de la séquence des choix de module. La première décision à prendre est de choisir le module de départ du parcours. Afin que les graphiques par étudiant soient susceptibles d'être comparés, nous avons choisi le premier module du parcours expert comme module de départ pour l'affichage de l'activité. Le graphe suivant montre la séquence du parcours de deux étudiants. Leur affichage en parallèle permet de comparer la durée de l'activité de l'un et de l'autre. Dans le premier parcours, on peut

apprécier 21 clics et l'on voit que l'activité est limitée par l'affichage à l'écran mais qu'elle continue (dernier arc). Dans le second parcours, on voit 20 clics ce qui peut indiquer, si le parcours expert est complété, que l'activité de l'étudiant a été efficace.

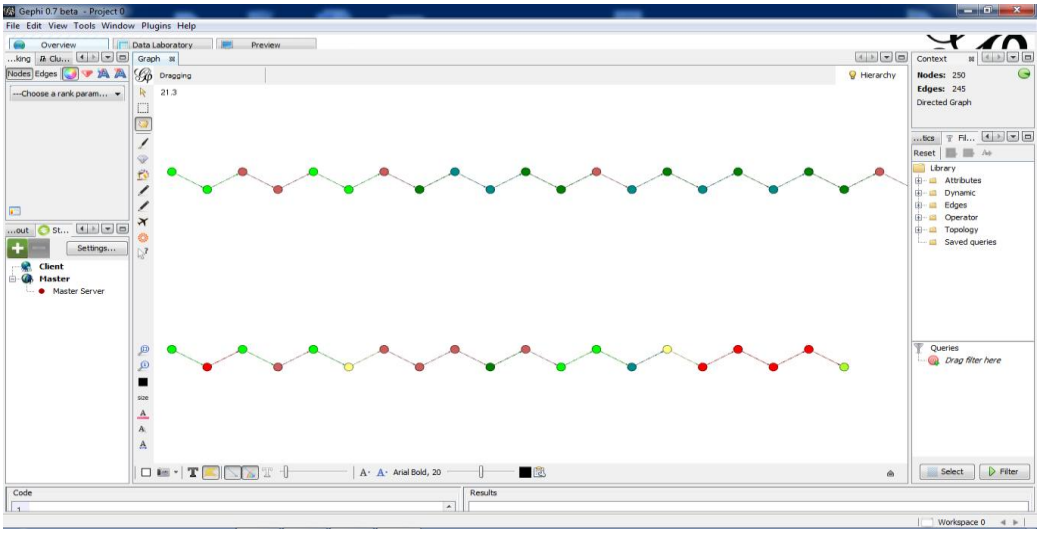


Figure 46. Séquence des parcours

La différenciation des modules devient visible grâce aux couleurs. Avec un code de couleurs nous pouvons identifier les 12 fonctionnalités définies dans la méthodologie (cf. § 3.3.2, chapitre V). Il reste à améliorer la stabilité de l'affichage des couleurs avec une couleur = un module.

A partir de ces informations nous pouvons séparer les parcours par le style d'apprentissage ou un autre attribut comme le genre, le cours ou la filière d'études.

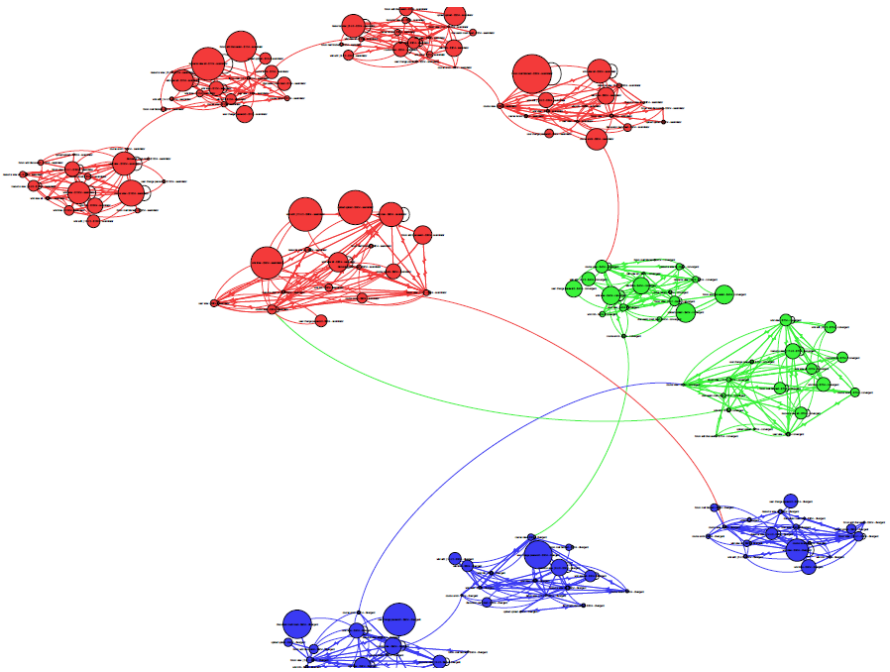


Figure 47. Graphe de trois styles

La figure 47 montre les styles d'apprentissage assimilateur (en rouge), convergent (en vert) et divergent (en bleu). Les informations sur le nom de l'étudiant, le style d'apprentissage et le module visité sont reprises sur les étiquettes de texte qui peuvent servir à comparer les fonctionnalités préférées des styles. Ce graphe n'informe pas sur la séquence de l'activité.

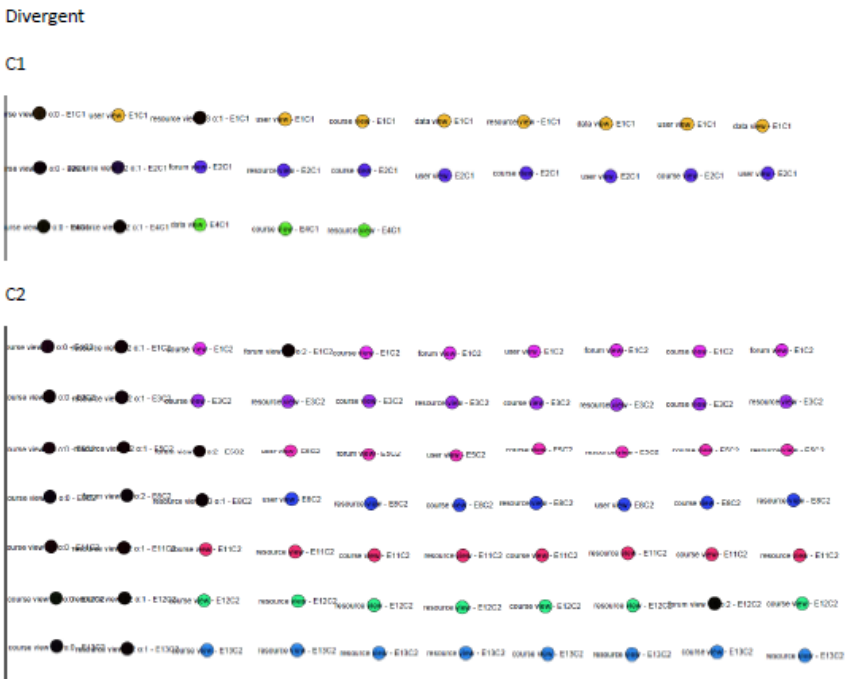


Figure 48. Combinaison des informations de parcours expert et des fonctionnalités

La figure 48 montre l'affichage de 10 clics par étudiant. Les lignes informent sur le parcours par cours, C1 et C2. Les étiquettes de texte renseignent sur le nom de l'étudiant et le module visité. La couleur noir sert à distinguer les modules du parcours expert. Sur l'image, la majorité des étudiants arrivent au module intermédiaire au deuxième clic. Dans C1 on peut apprécier un étudiant qui abandonne la tâche.

4. Résultats

4.1 Résultats du convertisseur de traces

L'outil de traduction des données créé dans sa version 3.0, réalise correctement les opérations de téléchargement, d'extraction, de sélection, de suppression, de fusion et de conversion des données de type .txt. Cet outil traite les données afin de les télécharger sur le logiciel Gephi de visualisation des graphes utilisé pour représenter l'activité de navigation.

Voici en détail, les fonctions du convertisseur dans sa dernière version :

Traitement de six cents fichiers logs Web d'étudiants. Cette capacité peut être amplifiée lors du besoin de stockage de l'information de plusieurs centaines d'étudiants (par exemple, mille étudiants d'une université). Dans ce cas, le convertisseur devra utiliser d'autres ressources comme les bases de données capables de stocker des milliers et des millions de données.

Le convertisseur est un système d'intégration des fichiers de traces produits par les systèmes Web (Moodle, par exemple) et la plateforme de représentation graphique Gephi. Dans ce contexte, l'outil a comme fonctionnalité principale de traduire les fichiers de texte contenant les logs Web de registre de la navigation de chaque étudiant. Le produit de la traduction est un fichier de sortie que le logiciel de visualisation (.gephi) peut interpréter et représenter graphiquement. Pour ce faire, l'outil réalise les opérations suivantes en trois étapes :

- Reçoit les fichiers natifs de logs produits par les plateformes Web orientées sur l'apprentissage comme Moodle.

Réalise diverses opérations de normalisation, analyse et transforme l'information téléchargée.

Génère un nouveau fichier XML de sortie qui peut être interprété par Ghephi.

La comparaison entre le parcours réel d'un étudiant et celui suggéré par un expert fait partie des opérations les plus importantes de l'analyse que peut effectuer le convertisseur. Le résultat de cette

analyse se reflète dans une des capacités du graphique qui peut différencier un module expert d'un module non expert.

Cependant, il y a des opérations que le convertisseur ne fait pas :

-Il n'ajoute pas de nouvelle information,

-Il faut modifier les images manuellement si l'on veut un design,

-Pour l'instant, il produit seulement un fichier d'extension .gephi qui correspond à un graphique de parcours d'un étudiant, de plusieurs étudiants d'un même cours ou de plusieurs étudiants de plusieurs cours.

-Il reçoit seulement deux types de format de fichier produits par des plateformes Web

-Il produit seulement des fichiers pour la plateforme Gephi.

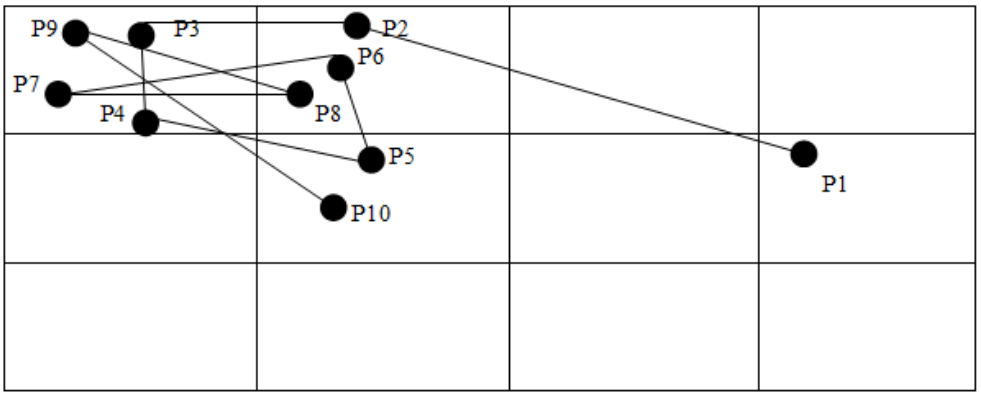
4.2 Résultats de la représentation d'un parcours

Inspirées du modèle de *scanpath* (Baccino, 2004) nos analyses donnent des parcours de navigation de notre échantillon les résultats suivants :

Sur la base du diagramme des fonctionnalités (*cf.* fig. 49), nous décrivons les parcours détaillés par profil (*cf.* fig. 50).

Cahier des charges	Profils	Glossaire	Blog
Forum	Exploration des dépôts	Téléchargement	Ressources
Dépôt de travail	Ajout au glossaire	Commentaire dans le forum	Écriture

Figure 49. Diagramme des fonctionnalités par région du plan



Note : P = pas

Figure 50. Parcours d'E5C1 (assimilateur)

Le graphique montre les dix pas d'un étudiant sur la plateforme de travail. Le point de départ du parcours d'E5C1 se situe dans les Ressources (P1). Les cinq premiers clics sont : les Profils (P2), le Cahier des charges (P3), le maintien dans le Cahier (P4) et l'Exploration des dépôts (P5) ; suivis des quatre derniers clics : les Profils (P6), le Cahier des charges (P7), retour aux Profils (P8), retour au Cahier des charges (P9) et finalisation en l'Exploration des dépôts. L'étudiant E5C1 atteint le module intermédiaire du parcours expert de C1 (Ressources) sans terminer la tâche dans la période des 10 clics observés.

Suivant ce modèle, les figures 51 à 54 présentent les 63 parcours de l'échantillon séparés par style d'apprentissage. Les diagrammes montrent cinq pas des parcours avec comme point de départ le premier module du parcours expert. Le format de présentation (*cf.* fig. 51) favorise la comparaison des parcours de navigation.

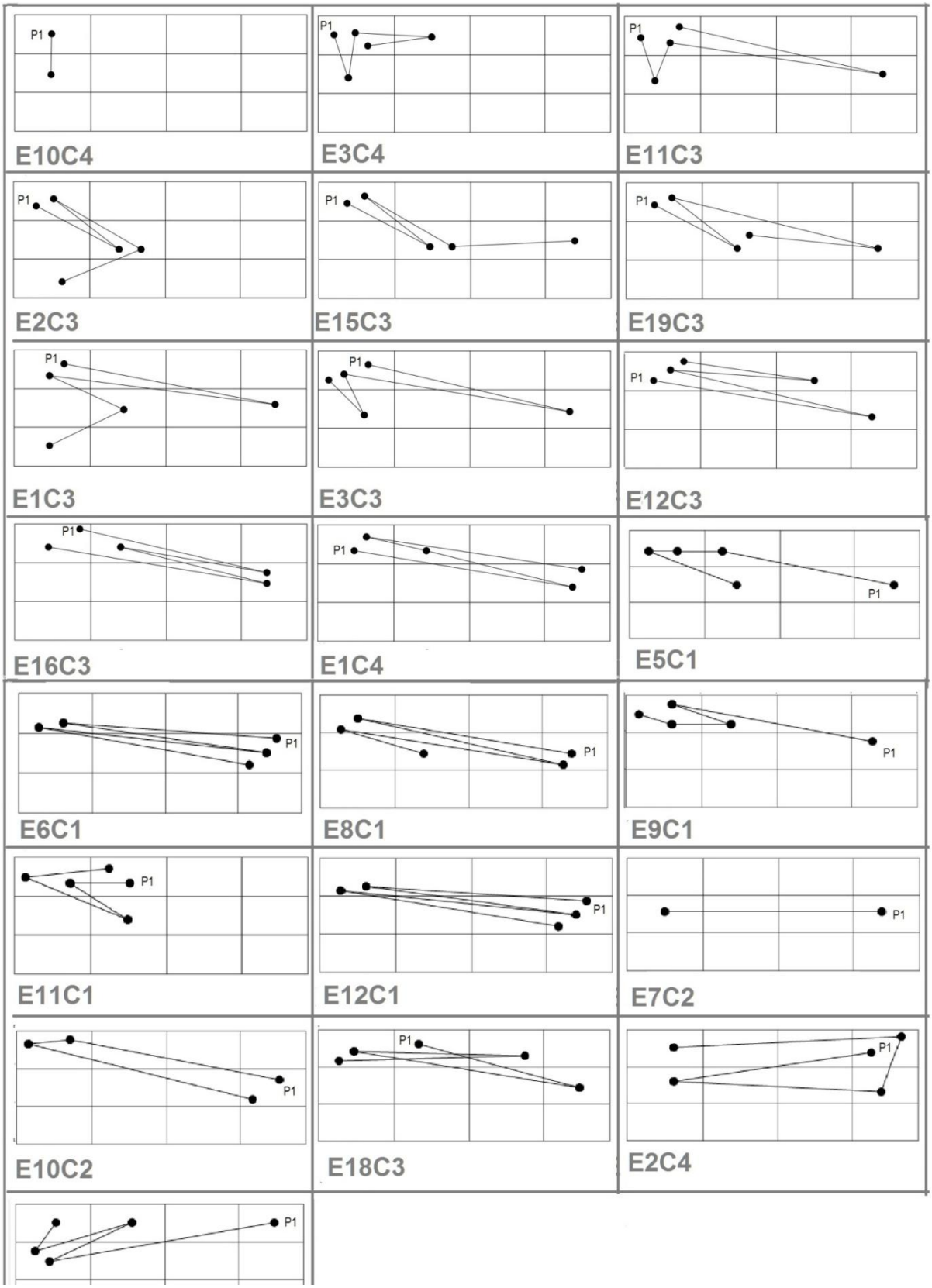


Figure 51. Parcours comparés des assimilateurs

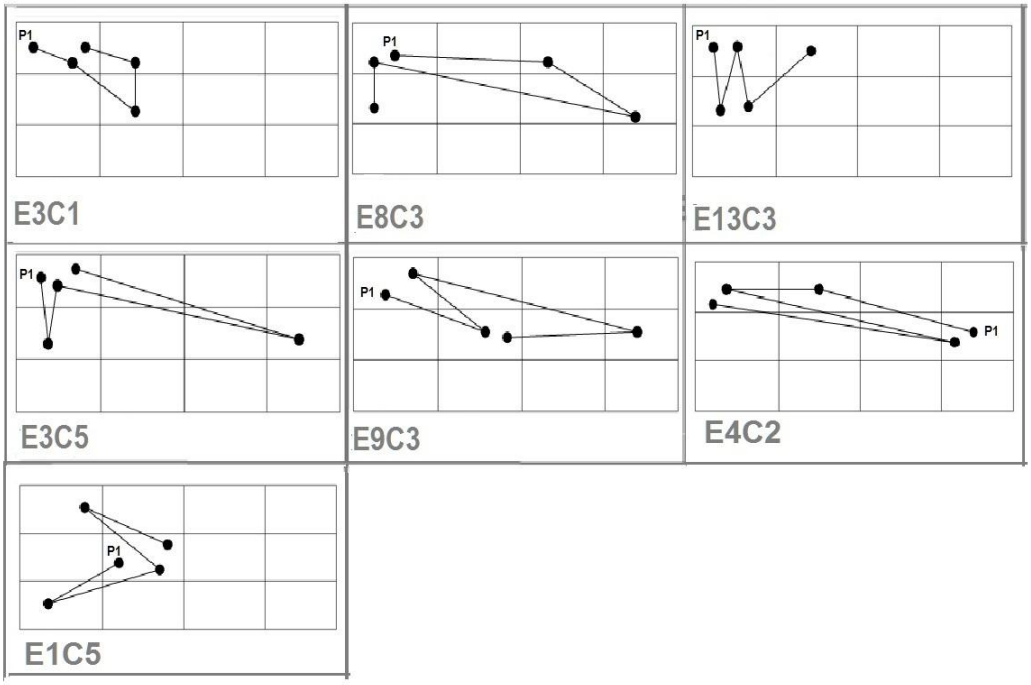


Figure 52. Parcours comparés des accommodateurs

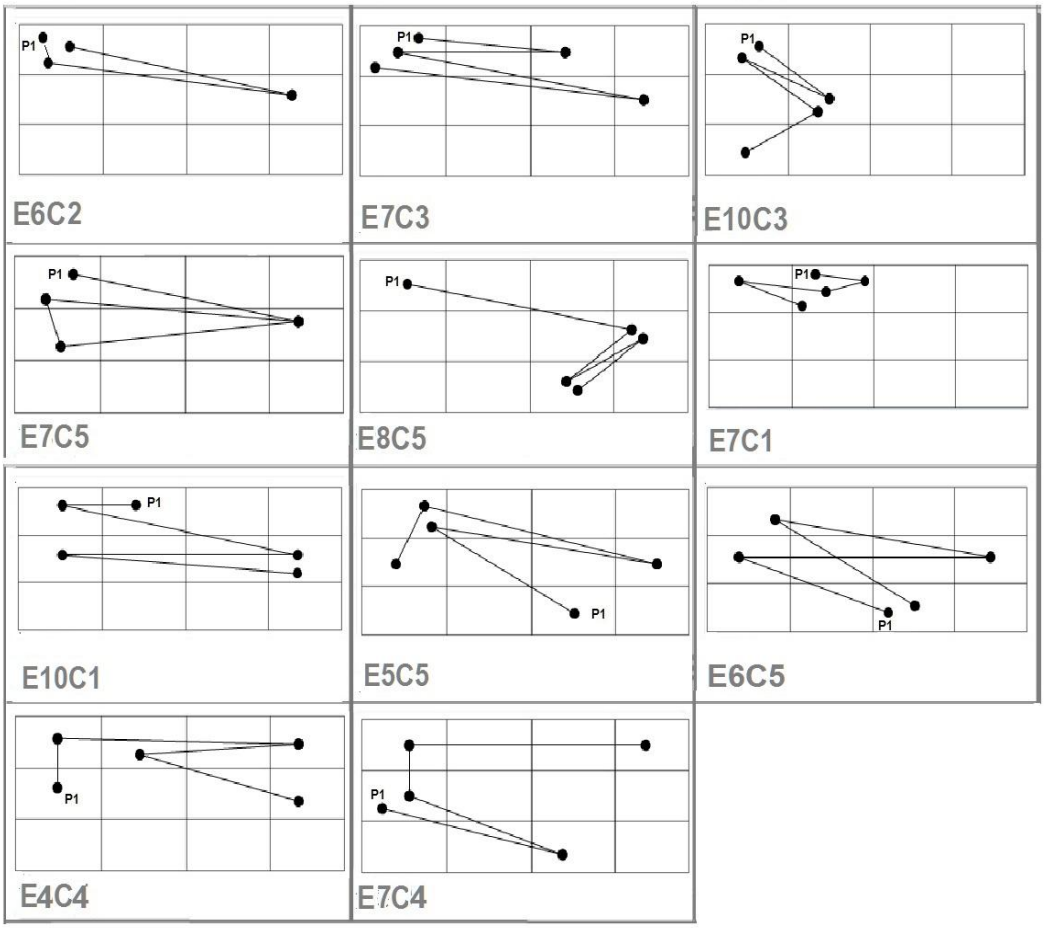


Figure 53. Parcours comparés des convergents

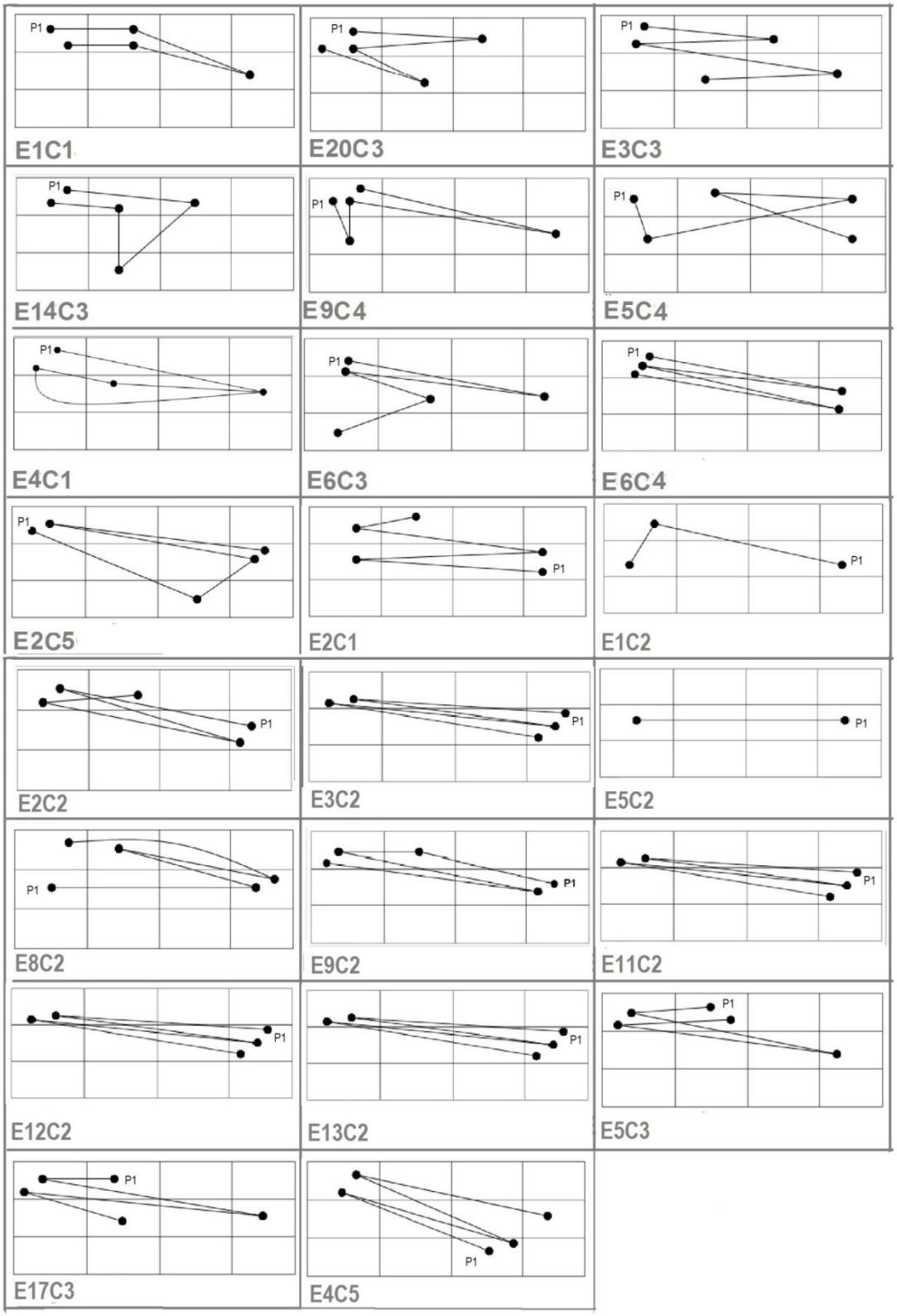


Figure 54. Parcours comparés des divergentes

Les trajectoires observées suivent des tendances. Nous avons identifié des régularités dans les parcours qui reflètent des stratégies susceptibles d'expliquer les comportements d'apprentissage. Le tableau 32 montre un parallèle entre les stratégies de butinage de McAleese (cité par Le Crosnier, 1999) appliquées aux hypertextes et la classification des fonctionnalités de travail que nous avons proposée.

Tableau 32. Fonctionnalités versus stratégies de navigation numérique

Stratégie	Fonctionnalités	Attribut
Balayage	Cahier des charges,	Global
Butinage	Ressources, Ajout d'un terme au Glossaire	Exhaustif
Requête	Glossaire, Exploration des dépôts, Dépôt de travail	Pragmatique
Exploration	Tous les modules avec un but d'accomplissement	Recherche
Vagabondage	Tous les modules, parcours de reconnaissance	Découverte

D'une façon générale, les parcours que nous avons représentés répondent aux stratégies énoncées, certaines pouvant être incluses dans plusieurs catégories, comme dans le cas des Ressources. Cependant, il existe dans les parcours observés des comportements de navigation qui ne répondent à aucune de ces stratégies. Ils réfèrent à deux conduites, l'une « sociale extrême » définit les étudiants qui interagissent avec autrui une grande partie de leur temps. Ces activités, poussées à l'extrême, peuvent impliquer une confusion dans les objectifs pédagogiques. Les fonctionnalités concernées sont le Forum, le Blog et les Profils. La seconde conduite est la forme « rassurante extrême », dont les parcours sont, dans le sens de ne pas comporter un but précis, proches du vagabondage. Mais cette navigation erratique, dans un but d'apprentissage, montre un manque de compréhension ou de manque de confiance dans les compétences à mettre en ouvre, ce qui peut affecter la motivation et la qualité de l'activité pédagogique. Les fonctionnalités associées sont le Cahier des charges et le Dépôt de travail des autres étudiants ou encore le téléchargement lors de l'impression des matériaux du cours.

La navigation « rassurante extrême » est typique des usagers novices (Rossi, 1991 ; Dreyfus, 1992 ; Velasquez, 2008) et se caractérise par une navigation erratique. Parfois même, ils ne trouvent pas ce

qu’ils recherchent. Les amateurs sont des utilisateurs avec une expérience des sites Web et quelques connaissances en technologie Web. Leur comportement se caractérise par le peu de temps passé sur des pages d’intérêt mineur et de ce fait est concentré sur les pages qu’ils cherchent et où ils passent un temps considérable. Puisque les amateurs gagnent de l’expérience, ils deviennent lentement des utilisateurs expérimentés qui connaissent les fonctions d’un site Web particulier. Ainsi les changements devraient se baser sur ces utilisateurs.

5. Conclusion

L'hypothèse soutenue dans cette observation est que l'activité d'apprentissage peut être modélisée sur la base des parcours d'usage à l’aide des traces de navigation.

L’étude préliminaire a révélé des tendances de choix de fonctionnalité séparés par profil. Le caractère assimilateur pur et assimilateur - convergent des profils A et B ont figuré comme « très proches » à la structure de la page ; étant donné que le caractère divergent se révèle comme celui qui est le plus éloigné, qui reste le moins de temps sur la page. La cartographie de ces comportementes nous permettra de préciser cette plus grande ou plus petite proximité avec le programme d’un site d’enseignement. La fréquence n’explique pas nécessairement un intérêt, la présence peut signifier d’autre chose, par exemple, une difficulté de compréhension de la consigne, une préférence ou une maitrise de certaines fonctionnalités plus que par autres

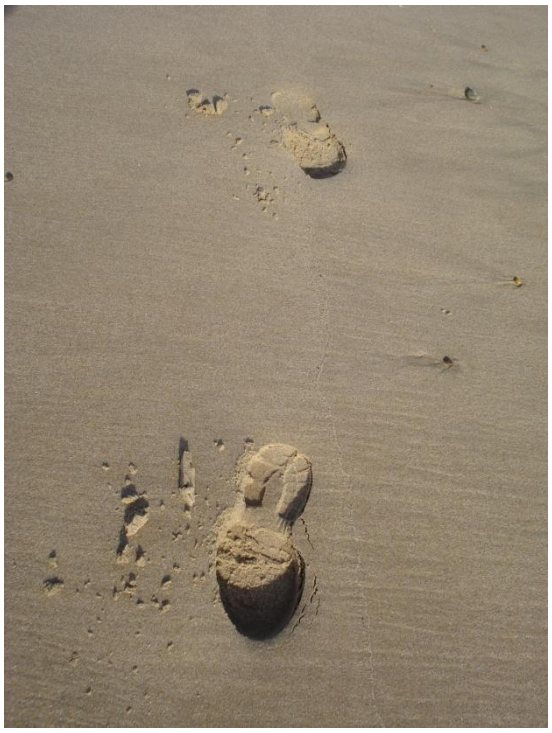
Les résultats précédents découlent de l’observation et du protocole expérimental du processus de conversion de traces. Le premier modèle graphique réalisé a permis de perfectionner le convertisseur de graphes créé pour la reproduction des parcours relevés à partir des logs de traces. Les graphiques que nous avons obtenus, même s'ils sont encore très imparfaits, permettent d'initier une interprétation basée sur les traces du comportement. Une utilité considérable des outils que nous apportons est qu'ils favorisent une interprétation de l’intérieur du processus pédagogique et susceptible d’être réalisée par les enseignants.

Nous pouvons conclure qu'il existe, sur un EIAH, des parcours de navigation qui peuvent être représentés sur des graphes. Cette représentation donne trois informations sur les sites numériques observés : la comparaison des parcours réels avec le parcours d'un expert, la description des navigations par profil d'usager, et enfin, l'existence d'un prototype de la syntaxe des espaces numériques éducatifs. En résumé, même avec les améliorations des versions 2.0 et 3.0, le convertisseur n'est pas encore au point pour lancer les graphiques nécessaires à une description correcte de l'activité de navigation.

Les parcours d'usages représentés correspondent à l'utilisation pédagogique d'une plateforme. Cette plateforme, supporte en effet les chemins existants dans le scénario d'apprentissage. Ces chemins sont le reflet de la conception pédagogique du site, dont l'enseignant nous a signalé le parcours le plus efficace pour arriver à accomplir les tâches proposées.

Nous soutenons qu'il est nécessaire de connaître le parcours d'apprentissage d'un étudiant pour ensuite adapter le site de formation qu'il consulte. Un parcours d'apprentissage est susceptible d'être représenté selon différentes variables parmi lesquelles les fonctionnalités préférées et rejetées, la durée, la séquence, les répétitions et l'insistance sur un module.

Chapitre VIII
Deuxième observation. Analyse des choix de fonctionnalité



Traces de pas sur le sable. Photo N.L.

Rappel du Plan

1. Problématique et objectifs

2. Matériel et méthodes

2.1 Matériel informatique

2.2 Dispositif de l'étude

2.3 Protocole de l'étude

2.3.1 Départ des trajets observés

2.3.2 Mesures de probabilité de choix
2.3.3 Description par étape
2.3.4 Étude complémentaire
3. Analyses
3.1 Calcul des choix de fonctionnalité
3.2 Analyse par style d'apprentissage
3.2.1 Étude des assimilateurs
3.2.1.1 Début du processus
3.2.1.2 Milieu du processus
3.2.1.3 Fin du processus
3.2.1.4 Synthèse des assimilateurs
3.2.2 Étude des accommodateurs
3.2.2.1 Début du processus
3.2.2.2 Milieu du processus
3.2.2.3 Fin du processus
3.2.2.4 Synthèse des accommodateurs
3.2.3 Étude des convergents
3.2.3.1 Début du processus
3.2.3.2 Milieu du processus
3.2.3.3 Fin du processus
3.2.3.4 Synthèse des convergents
3.2.4 Étude des divergents
3.2.4.1 Début du processus
3.2.4.2 Milieu du processus
3.2.4.3 Fin du processus
3.2.4.4 Synthèse des divergents
4. Résultats
5. Conclusion

1. Problématique et objectifs

Il ressort de l'État de l'art plusieurs observations dont en particulier, la trace mnésique, – « structures mémorisant l'information » laissées dans l'esprit ou les représentations (Dans *Vocabulaire des Sciences cognitives*) – qui est dotée d'un caractère à la fois identique et différent pour les objets techniques. En effet, similaires par leur permanence, les traces issues des objets techniques, tel un logiciel EIAH, se fixent dans l'espace de stockage, prêtes à être analysées (Kaleidoscope, 2006 ; Choquet, Delozanne et Luengo, 2007 ; EDM, 2007). Cette analyse comporte les fonctions de conservation d'informations, de guidage, de régulation des conduites et de planification de l'action (De Certeau, 1990). Elle requiert l'installation d'un outillage expérimental destiné à expliciter les règles de fonctionnement du comportement de navigation. Plusieurs caractéristiques peuvent définir un profil d'usager. Ainsi, en sus des attributs de genre (Feingold, 1988 ; Ankney, 1995 ; Jayme et Sau, 2004), des études poursuivies (Maingueneau, 1996 ; Fontanille, 1999), et de la stratégie de visite (Veron et Levasseur, 1991 ; Bergadàa, 2006), nous avons conclu que les déplacements (Bonnin, 2003) pouvaient également être un critère d'identification de l'activité d'un usager. Le style d'apprentissage (Kolb, 1984 ; Honey et Mumford, 1992) analysé pendant plus de trois décennies a été également abordé dans cette première partie. Les recherches les plus récentes montrent que les styles d'apprentissage associés aux résultats académiques (Massa et Mayer, 2006) servent à identifier les indicateurs facilitateurs des processus cognitifs ; il semble même exister une corrélation entre la familiarisation avec une plateforme numérique et la performance des styles cognitifs associés au mode de navigation (Ford et Chen, 2001).

Bon nombre de recherches se rejoignent quant à la primauté des styles d'apprentissage[37] dans le comportement des étudiants. C'est la raison pour laquelle nous avons choisi de tester leur

[37] Parmi les recherches qui montrent des résultats négatifs sur l'interaction entre styles d'apprentissage et méthodes d'enseignement (Curry, 1990 ; Massa et Mayer, 2006 ; Pashler, McDaniel, Rohrer et Bjork, 2008), resortent deux caractéristiques. L'une, leur lenteur de réaction de aux moins vingh années. L'autre, plus serieuse, leur manque de validation scientifique due à l'absence de méthodologie expérimentale.

implication sur l'efficacité des parcours de navigation. Nous avons pu tirer deux résultats à partir de nos observations :

l'observation préliminaire a permis de reconnaître l'existence des profils de navigation et de deux familles d'attributs déterminant la correspondance entre la structure de la page Web et les caractéristiques des usagers. La première famille, très marquée, réunit le style d'apprentissage et la stratégie de visite ; la deuxième, moins marquée, réunit le genre et la filière d'étude.

la première observation a montré qu'à l'origine des parcours de navigation il existe des trajets que nous pouvons représenter sous forme de graphe. Celui-ci nous informe sur la description des navigations par profil d'usagers et présente l'avantage de permettre la comparaison des parcours réels avec le parcours d'un expert. Cependant, il est nécessaire de pouvoir distinguer, d'un coté l'identification des conditions de choix, et de l'autre, la description d'un algorithme de la navigation qui permet de comparer les parcours réels avec les parcours de référence.

Nous soutenons ici que les étudiants ayant un profil d'apprentissage basé sur l'expérimentation et l'expérience plutôt que sur l'abstraction et l'observation devraient effectuer des navigations plus efficaces.

2. Matériel et méthodes

2.1 Matériel informatique

Des traces de connexion issues de 4 637 lignes du registre des EIAH portant sur cinq cours universitaires ont été utilisées pour cette expérience. Parmi ces registres, le fichier log Web de l'un des cours a été constitué au Chili en septembre 2008, les données de trois autres l'ont été entre avril et août 2011 et les dernières, entre décembre 2011 et mai 2012. Les données qui composent ces cinq fichiers ont été décrites avec précision dans le chapitre de Méthodologie générale (*cf.* § 3.1, chapitre V).

L'analyse des traces a été faite avec l'accord des enseignants et des étudiants des cours sélectionnés. Les étudiants ont préalablement répondu au Test LSI (*cf.* § 3.5, chapitre V). Une tâche par cours a été choisie comme thème de l'expérience de navigation en raison de sa durée, de son importance et de sa place dans le programme (*cf.* 3, Analyses). Chacune a été testée quelques mois après les cours.

Les 12 fonctionnalités groupées (*cf.* § 3.3.2, Méthodologie générale) sont réparties différemment selon les cours :

C1

M1 Cahier des charges

M2 Profils

M5 Forum

M6 Exploration des dépôts

M8 Ressources

M9 Dépôt du travail

C2

M1 Cahier des charges

M2 Profils

M5 Forum

M8 Vue des ressources

C3

M1 Cahier des charges

M2 Profils

M3 Glossaire

M4 Blog

M5 Forum

M6 Exploration des dépôts

M8 Ressources

M9 Dépôt du travail

M10 Ajout d'un terme au glossaire

M11 Commentaire dans le forum

C4

M1 Cahier des charges

M2 Profils

M4 Blog

M5 Forum

M8 Ressources

M11 Commentaire dans le Forum

M12 Écriture

C5

M1 Cahier des charges

M2 Profils

M5 Forum

M6 Exploration des dépôts

M8 Ressources

M9 Dépôt du travail

M11 Commentaire dans le Forum

2.2 Dispositif de l'étude

Le modèle méthodologique d'observation des choix impose de distinguer les tâches des fonctionnalités (*cf.* § 3.3, Méthodologie générale). Les tâches vont servir à définir le but

pédagogique des trajets. Les trajets, comme dans l'observation précédente, font l'objet d'un suivi individuel personnel.

Le dispositif complet (*cf.* tableau 33) inclut les trois clics du parcours expert sur un total de 13 206 possibilités de choix de module (*cf.* § 3.1, Calcul des choix de fonctionnalité).

Tableau 33. Modules du parcours expert par cours

MD - Clic 1	MI - Clic 2	MF - Clic 3
M1	M1 Cahier des charges M2 Profils M5 Forum M6 Exploration des dépôts M8 Ressources M9 Dépôt du travail	M1 Cahier des charges M2 Profils M5 Forum M6 Exploration des dépôts M8 Ressources M9 Dépôt du travail
M1	M1 Cahier des charges M2 Profils M5 Forum M8 Ressources	M1 Cahier des charges M2 Profils M5 Forum M8 Ressources
M8	M1 Cahier des charges M2 Profils M3 Glossaire M4 Blog M5 Forum M6 Exploration des dépôts M8 Ressources M9 Dépôt du travail M10 Ajout d'un terme au glossaire M11 Commentaire dans le forum	M1 Cahier des charges M2 Profils M3 Glossaire M4 Blog M5 Forum M6 Exploration des dépôts M8 Ressources M9 Dépôt du travail M10 Ajout d'un terme au glossaire M11 Commentaire dans le forum
M8	M1 Cahier des charges M2 Profils M5 Forum M6 Exploration des dépôts M8 Ressources M11 Commentaire dans le forum M12 Écriture	M1 Cahier des charges M2 Profils M5 Forum M6 Exploration des dépôts M8 Ressources M11 Commentaire dans le forum M12 Écriture

M5	M1 Cahier des charges M2 Profils M5 Forum M6 Exploration des dépôts M8 Ressources M9 Dépôt du travail M11 Commentaire dans le forum	M1 Cahier des charges M2 Profils M5 Forum M6 Exploration des dépôts M8 Ressources M9 Dépôt du travail M11 Commentaire dans le forum

Note : En gras le module du parcours expert qui correspond au clic renseigné par cours.

Le but de cette étude consiste à déterminer si des étudiants dont le style d'apprentissage diffère effectuent des choix de parcours différents. Le style d'apprentissage de chaque étudiant est présenté ci-dessous (*cf.* tableau 34). Dans tous les cas, les modules restent les mêmes pour tout le groupe cours et l'observation *a posteriori* tient compte du EIAH sans apporter de modification ni sur le scénario ni sur les fichiers logs.

Pour rappel :

Tableau 34. Effectifs des différents cours par style d'apprentissage

LSI	C1	C2	C3	C4	C5	Totaux
Assimilateurs	6/12	2/13	9/20	5/10	0/8	22
Accommodateurs	1/12	1/13	3/20	0/10	2/8	7
Convergents	2/12	1/13	2/20	2/10	4/8	11
Divergents	3/12	9/13	6/20	3/10	2/8	23

2.3 Protocole de l'étude

L'analyse par LSI s'effectue à partir d'une table de choix de fonctionnalités fondée sur des dénombrements de parcours d'activité sur un EAH récupérés sur des fichiers logs Web. Ces logs, qui constituent nos données statistiques, atteignent au total 4 637 lignes de registre (*cf.* § chapitre V).

L'utilisation des données du Test LSI et des logs Web a exigé la codification du nom des étudiants. Aux étudiants nommés E, on attribue un numéro et le sigle du cours correspondant. Par exemple, E1C1 signifie l'étudiant 1 du cours C1. L'étudiant est observé lors de son passage dans les modules des fonctionnalités proposées.

La réduction méthodologique des trajets à observer obéit à plusieurs critères :

- La taille de l'observation est limitée à 10 choix séquentiels (du deuxième au onzième module visité),
- Les choix des modules précédant le point de départ visant à se familiariser avec l'architecture de la page du cours ne sont pas considérés dans l'étude et,
- Les clics répétés sur le même module ont été unifiés en raison de la préparation des données pour l'analyse centrée sur le changement de module.

La période des choix examinés obéit à la raison principale d'homogénéisation temporelle des cinq cours de l'étude. Ce calcul a été défini par la moyenne des clics entre le début de la tâche et leur accomplissement tous styles confondus, ce qui donne une moyenne de 8,2 clics (totaux de clics multiplié par nombre d'individus : 517 x 63) (*cf.* Annexes, tableau excel des données). Cette moyenne explique aussi la délimitation de l'observation à 6 semaines.

2.3.1 Départ des trajets observés

Le point de départ du parcours observé a été défini comme le premier clic du parcours expert.

Soit, M1 pour C1 et C2,

M8 pour C3 et C4 et,

M5 pour C5.

Le deuxième clic correspond au premier choix après le point de départ.

Soit,

1^{er} clic $= 1^{er}$ module du parcours expert

$2^{ème}$ clic $= 1^{er}$ choix

L'usager décide librement des modules de travail qui l'aideront à l'accomplissement de la tâche demandée. Les choix observés correspondent à des cours non guidés ayant des modules :

non causal : sans rapport avec les actions de l'usager,

non séquentiels : sans un ordre prescrit et,

susceptibles d'être repris.

2.3.2 Mesures de probabilité de choix

Un score individuel est noté à chaque fois que l'étudiant fait un choix sur un module. Il s'agit de la probabilité de passages par module choisi, calculé comme suit :

$$\frac{\text{nombre d'étudiants qui ont choisi un module}}{\text{nombre total d'étudiants}}$$

Ce résultat de la probabilité peut donc varier de 0 (aucune probabilité qu'un étudiant d'un style donné choisisse le module X) à 1 (tous les étudiants d'un style donné choisissent le module X).

2.3.3 Description par étape

L'observation se divise en 3 étapes : début (choix 1 à 3), milieu (choix 4 à 7) et fin (choix 8 à 10). Elle permet de préciser 3 moments du processus pédagogique : l'immersion, le travail ciblé et l'accomplissement ou non de la tâche d'apprentissage. Afin d'éclaircir le phénomène observé, des tableaux présentant l'information recueillie affichent l'activité des 11 modules consultés par les étudiants.

Les préférences de fonctionnalité sont calculées pour chaque étape selon la somme totale des clics dans la description suivante :

marqués : $\geq$ moyenne

moyens : + 10 clics -------- moyenne -------- - 10 clics (valeurs supérieurs à 30) et,

+ 5 clics --------- moyenne -------- - 5 clics (valeurs inférieurs à 30)

discrets : $\leq$ moyenne

moindres : discrète - 10 clics

Quatre critères servent à décrire le comportement de navigation à chaque étape du processus : (1) Le type de fonctionnalité préféré caractérisé par 3 indicateurs, à savoir le choix de fonctionnalité, l'échelle de fréquence et le module préféré, (2) la probabilité, (3) la distinction entre filières et (4) l'efficacité de la réalisation de la tâche.

2.3.4 Étude complémentaire

Une étude des clics supplémentaires a été menée afin de tester la détermination de la période d'observation limitée à 10 choix sur les résultats d'accomplissement de la tâche. Le test a été fait pour un cours de chaque filière (C3 et C4), à partir du choix 11.

3. Analyses

L'analyse des traces des parcours individuels est basée sur trois actions principales : (1) identifier le trajet par étudiant selon le point de départ du parcours de référence, (2) élaborer un tableau des parcours par style d'apprentissage et, (3) calculer la probabilité des choix de fonctionnalité. Le modèle méthodologique nous permet de dégager deux types de vérifications : la séparation des résultats par style d'apprentissage et le calcul de l'efficacité des parcours réels. Dans ce qui suit, nous présentons le traitement des styles d'apprentissage et des parcours de navigation sous la forme d'un tableau de choix de fonctionnalité. Dans le chapitre IX on inclut une étude de probabilités pour mesurer la fidélité de l'instrument.

3.1 Calcul des choix de fonctionnalité

L'objectif de cette sous-section est de calculer le nombre total de possibilités de choix de modules offerts à un échantillon de 63 étudiants. L'opération requiert de connaître les composants de l'observation tels que décrits dans les sections précédentes.

Une fois choisi le point de départ (module 1 du parcours expert), il reste 6 modules disponibles dans C1, 4 dans C2, 10 dans C3, 7 dans C4 et C5. Le choix de modules, y compris MD, peut être renouvelé chaque fois car il n'y a ni séquence ni exclusivité de choix. Par conséquent, lorsque l'étudiant de C1 est positionné sur MD, la probabilité de choisir MI comme premier choix est de 0,16 tandis que sa probabilité de choisir MF positionné sur MI est également de 0,16.

Nombre de modules par cours	C1 = 1/6 = 0,16
	C2 = 1/4 = 0,25
	C3 = 1/10 = 0,1
	C4 = 1/7 = 0,14
	C5 = 1/7 = 0,14

Notons qu'ici nous calculons une probabilité générale pour laquelle tous les modes d'apprentissage sont inclus. Remarquons parmi les styles d'apprentissage qu'il y a deux cours où le style n'est pas représenté : accommodateur en C4 et assimilateur en C5. Le résultat obtenu nous permet de connaître le nombre total de possibilités de choix (NPC) de l'échantillon, calculé sous la formule :

Ce qui donne :

$$\mathrm{NPC} = \sum_{k=1}^{n} \mathrm{nbE(k)} * \mathrm{nbS(k)} * \mathrm{nbO2(k)} * \mathrm{nbO3(k)}$$

Où,

n = nombre total de cours

nbE = nombre d'étudiants du cours k

nbS = nombre de styles d'apprentissage du cours k

nbO2 = nombre de possibilités de choisir un module dans le choix 2 du parcours expert du cours k

nbO3 = nombre de possibilités de choisir un module dans le choix 3 du parcours expert du cours k

Soit,

n =5

Nous avons :

NPC = (12 x 4 x 6 x 6) + (13 x 4 x 4 x 4) + (20 x 4 x 10 x 10) + (10 x 3 x 7 x 7) + (8 x 3 x 7 x)

= 1 728 + 832 + 8 000 + 1 470 + 1 176

= 13 206

Le résultat du nombre des possibilités de choix de module de l'échantillon à partir du MD est de 13 206 trajets.

3.2 Analyse par style d'apprentissage

L'objectif ici est de présenter l'analyse des quatre styles d'apprentissage : assimilateurs, accommodateurs, convergents et divergents. La présentation suit les étapes et les critères exposés dans la section précédente (*cf.* § 2, Matériel et méthodes). Une synthèse par style est proposée à la fin de chaque présentation ainsi qu'une conclusion de l'analyse.

3.2.1 Étude des assimilateurs

La première classification du style d'apprentissage est le caractère assimilateur. Il concerne 22 étudiants (6 étudiants de C1, 2 de C2, 9 de C3, 5 de C4 et 0 de C5). L'observation porte sur 20 semaines de travail pour les cinq cours, ce qui donne 174 clics dans 10 choix de module.

3.2.1.1 Début du processus

Sur les 64 clics du début du processus, les assimilateurs montrent une préférence marquée pour les **fonctionnalités** d'aperçu, et pour les fonctionnalités pédagogiques, avec 39 et 25 clics respectivement (*cf.* tableau 35). Parmi les premières fonctionnalités, le Cahier des charges (M1) a une **probabilité** de 0,6 d'être choisi en 3ème choix et de 0,5 en 1er choix. Parmi les secondes, les Ressources (M8) et le Forum (M5) ont la probabilités de 0,3 (*cf.* tableau 36). Le module administratif n'est pas visité à cette étape. Le **module préféré** des assimilateurs au début du processus est M1 (28 clics) suivi de M8 (17 clics) (*cf.* tableau 35).

Tableau 35. Fréquence de choix par module et étape du processus – Assimilateurs (nombre de clics)

Type de module	Module	Début	Milieu	Fin	Totaux	
Aperçu	M1	28	26	13	67	
	M2	7	6	4	17	
	M6*	4	11	5	20	
	Totaux	39	43	22		104
Administratif	M9*	0	5	2	7	
	Totaux	0	5	2		7

Pédagogique	M3*	0	3	0	3	
	M4*	2	5	3	10	
	M5	6	5	4	15	
	M8	17	12	5	34	
	M10*	0	0	0	0	
	M11*	0	0	0	0	
	M12*	0	1	0	1	
	Totaux	25	26	12		63
Totaux de l'ensemble		64	74	36		174

Étapes du Début (choix 1 à 3), Milieu (choix 4 à 7), Fin (choix 8 à 10) ; * : module absent dans l'un des cours

En ce qui concerne la **distinction entre filières**, les choix des assimilateurs des cours de Sciences (C1 et C3) apparaissent comme étant moins homogènes que ceux des SHS (C2 et C4) dans leurs choix de fonctionnalités. En particulier, les premiers présentent une différence considérable entre les modules d'aperçu et pédagogiques, avec 21 et 6 clics respectivement ; C1 montre une différence moins marquée avec 10 et 8 clics respectivement. Les seconds montrent une similitude de préférences entre les modules, avec 2 et 3 clics (C2) et 6 et 8 clics (C4) respectivement. Le module administratif n'a pas d'activité à cette étape.

Quant à l'**efficacité** pour réaliser la tâche à la première étape du processus, 14 assimilateurs sur 22 arrivent au module intermédiaire et 1 au module final du parcours expert. Un étudiant abandonne la tâche à l'étape du module intermédiaire du parcours expert. Les modules intermédiaires correspondent à l'Exploration des dépôts (M6) en C3, au Ressources (M8) en C1 et C2 et au Forum (M5) en C4 ; le module final atteint en C1 est le Dépôt du travail (M9).

Tableau 36. Probabilités de choix[38] – Assimilateurs

Module	Choix 1	Choix 2	Choix 3	Choix 4	Choix 5	Choix 6	Choix 7	Choix 8	Choix 9	Choix 10
M1	0,5	0,3	0,6	0,4	0,5	0,2	0,4	0,3	0,4	0,4
M2	0,1	0,0	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
M3*	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
M4*	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
M5	0,0	0,3	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1
M6*	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2
M8	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,3	0,0	0,1
M9*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0
M10*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M11*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
M12*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Étapes du Début (choix 1 à 3), Milieu (choix 4 à 7), Fin (choix 8 à 10) ; * : module absent dans l'un des cours

3.2.1.2 Milieu du processus

Sur les 74 clics du milieu du processus, les assimilateurs optent pour les **fonctionnalités** d'aperçu, suivies des pédagogiques, de façon plus marquée qu'en début de tâche mais moyenne par rapport à l'activité de l'étape, avec 43 et 26 clics respectivement (*cf.* tableau 35). Parmi les premières fonctionnalités, le Cahier des charges (M1) a une **probabilité** de 0,5 d'être choisi en 5ème choix et 0,4 en 4ème et 7ème. Parmi les secondes, le score individuel des modules est classé parmi les valeurs moindres, et représente 0,3 (*cf.* tableau 36). Avec un même score, le module administratif est atteint en 5ème choix. Le **module préféré** des assimilateurs au milieu du processus est M1 (26 clics) suivi de M8 (12 clics) et M6 (11 clics) (*cf.* tableau 35).

[38] Dans les totaux des colonnes, nous n'avons pas tenu compte des chiffres à deux décimales, c'est pourquoi le résultat des colonnes n'est pas un entier (100 %).

En ce qui concerne la **distinction entre filières**, de même qu'au début du parcours, les étudiants assimilateurs des Sciences (C1 et C3) par rapport à ceux des SHS (C2 et C4) font des choix moins homogènes entre les différentes fonctionnalités. En particulier, les premiers présentent une différence importante entre les modules d'aperçu et pédagogiques, avec 18 et 3 clics (C1) et, 18 et 11 clics (C3) respectivement. En revanche, les seconds présentent des résultats similaires entre les choix sur les modules avec une légère supériorité pour les pédagogiques, avec 1 et 3 clics (C2) et 6 et 9 clics (C4) respectivement. Le module administratif (M9) est un cas isolé en C1 et C3 avec 2 et 3 clics respectivement.

Quant à l'**efficacité** pour réaliser la tâche au milieu du processus, 3 assimilateurs arrivent au module intermédiaire. Cependant, parmi ceux qui l'ont atteint au début, 7 terminent la tâche à cette étape.

3.2.1.3 Fin du processus

Sur les 36 clics de la fin du processus, les assimilateurs montrent des préférences pour les **fonctionnalités** d'aperçu deux fois plus importantes que pour les pédagogiques qui restent moyennes par rapport à l'activité de la période, avec 22 et 12 clics respectivement (*cf.* tableau 35). Parmi les premières fonctionnalités, le Cahier des charges (M1) a une **probabilité** d'être choisi de 0,4 en 9ème et 10ème choix. Parmi les deuxièmes, les Ressources (M8) ont une **probabilité** de 0,3 d'être choisies (*cf.* tableau 36). Le module administratif, avec un score similaire, est consulté 2 fois en 8ème et 9ème choix. Le **module préféré** des assimilateurs à la fin du processus est M1 (13 clics) suivi de M6 et M8 (5 clics chacun), (*cf.* tableau 35).

En ce qui concerne la **distinction entre filières**, les étudiants assimilateurs des Sciences (C1 et C3) présentent des choix plus prononcés pour les fonctionnalités d'aperçu que pour les pédagogiques que ceux des SHS (C2 et C4). En particulier, les premiers (C1 et C3) montrent une nette différence entre les choix sur les modules d'aperçu et pédagogiques en faveur pour les modules d'aperçu avec 10 et 3 clics (C1) et moins marqué, avec 9 et 4 clics (C3). Les seconds montrent des choix opposés avec une préférence des modules pédagogiques, avec 3 et 6 clics (C4) respectivement. Pour C2, il n'y a pas d'activité dans cette étape. Le module administratif (M9) reste un cas isolé en C1 et C3 avec 2 clics chacun.

Quant à l'**efficacité** pour réaliser la tâche à la fin du processus, 3 assimilateurs sur les 9 restants choisissent le module intermédiaire et 2 terminent la tâche.

3.2.1.4 Synthèse des assimilateurs

Sur un total de 174 clics faits par 22 étudiants assimilateurs, 36 % correspondent au début du processus, 42 % au milieu et 20 % à la fin. Leurs préférences totales pour les **fonctionnalités** sont réparties en administratives (4 %), en aperçu (59 %) et en pédagogiques (36 %). Elles restent marquées pour les fonctionnalités d'aperçu et moyennes pour les pédagogiques. En particulier, la **probabilité** qu'un assimilateur du groupe choisisse une fonctionnalité administrative est faible au milieu du processus (2 %) et à la fin (1 %) et inexistante au début. En revanche, le choix des fonctionnalités d'aperçu est plus élevé (22 %) au début et au milieu du processus (24 %) qu'à la fin (12 %). Quant aux choix des modules pédagogiques, ils sont également moyens au début (14 %) et au milieu (13 %) et moins marqués à la fin (6 %). Les 6 modules choisis en début de tâche sont complétés au milieu avec le module administratif et deux modules pédagogiques (M3 et M12). A la fin du processus, la situation du milieu se répète sans les modules pédagogiques. Le **module préféré** des assimilateurs, hormis le Cahier des charges, est celui des Ressources avec 19 %, suivi de l'Exploration des dépôts avec 11 % des clics du groupe et le Profil avec 9 % .

En ce qui concerne la **différence globale entre les filières**, les étudiants assimilateurs des Sciences choisissent davantage les modules d'aperçu alors que ceux des SHS ont une préférence pour les modules pédagogiques. Plus précisément, les étudiants de C1 réalisent 30 % (53 clics) du travail du groupe et ceux de C3 réalisent 41 % (73 clics), d'aperçu en majorité. En revanche, les étudiants de C2 effectuent 5 % (9 clics) et ceux de C4 font 22 % du travail du groupe (39 clics) des pédagogiques en majorité. Proportionnellement au nombre d'étudiants (15 en Sciences et 7 en SHS), le groupe des Sciences est plus actif que celui de SHS.

Quant à l'**efficacité** de l'accomplissement de la tâche, les assimilateurs progressent bien dans toutes les étapes. Le module intermédiaire est atteint par 14 étudiants au début de la période d'observation, 3 au milieu et 3 à la fin. Seul 2 assimilateurs n'arrivent pas au module intermédiaire. Par rapport au module final du parcours expert, des 10 assimilateurs qui terminent la tâche en 10 clics, 1 le fait au début (E7C2) , 7 au milieu (E6C1, E8C1, E10C2, E1C3, E2C3, E15C3 et E2C4) et 2 à la fin

(E18C3 et E19C3). Des 12 restants, 1 abandonne (E10C4) en 2ème choix, une fois arrivé au module intermédiaire du parcours expert.

Le résultat du test des clics supplémentaires sur C3 et C4 montre que 7 étudiants assimilateurs ont eu besoin d'une moyenne de 35,5 clics supplémentaires pour accomplir la tâche. Notons que pour la distinction par filière, les étudiants du cours de Sciences ont eu besoin de 9 clics supplémentaires pour finir la tâche assignée dans leur cours et ceux du cours de SHS, de 26 clics.

3.2.2 Étude des accommodateurs

La deuxième classification du style d'apprentissage est le caractère accommodateur. Il concerne 7 étudiants (1 de C1, 1 de C2, 3 de C3, 0 de C4 et 2 de C5). L'observation porte sur 20 semaines de travail pour les cinq cours, soit 63 clics dans 10 choix.

3.2.2.1 Début du processus

Sur les 21 clics du début du processus, les accommodateurs montrent une préférence également moyenne pour les **fonctionnalités** d'aperçu et les pédagogiques, avec 15 et 5 clics respectivement (*cf.* Tableau 37). Pour les fonctionnalités d'aperçu, le Cahier des charges (M1) a une **probabilité** de 0,7 d'être choisi par un accommodateur en 1er choix et de 0,6 en 3ème choix ; l'Exploration des dépôts (M6) a une **probabilité** de 0,3 d'être choisie en 3ème choix. Quant aux modules pédagogiques, leurs scores sont moindres dans le Forum (M5) en 2ème choix (*cf.* tableau 38). Il y a 1 clic sur le module administratif (M9). Le **module préféré** des accommodateurs au début du processus est M1 (10 clics) et M6 (4 clics) (*cf.* tableau 37).

Tableau 37. Fréquence de choix par module et étape du processus - Accommodateurs (nombre de clics)

Type de module	Module	Début	Milieu	Fin	Totaux	
Aperçu	M1	10	6	4	20	
	M2	1	2	1	4	
	M6*	4	5	1	10	
	Totaux	15	13	6		34
Administratif	M9*	1	1	1	3	
	Totaux	1	1	1		3
Pédagogique	M3*	1	0	0	1	
	M4*	0	1	0	1	
	M5	2	3	3	8	
	M8	2	6	5	13	
	M10*	0	0	0	0	
	M11*	0	2	1	3	
	M12*	0	0	0	0	
	Totaux	5	12	9		26
Totaux de l'ensemble		21	26	16		63

Étapes du Début (choix 1 à 3), Milieu (choix 4 à 7), Fin (choix 8 à 10) ; * : module absent dans l'un des cours

En ce qui concerne la **distinction entre les filières**, tous les accommodateurs, Sciences (C1, C3 et C5) et SHS (C2) confondues, présentent des choix plus prononcés pour les fonctionnalités d'aperçu que pour les pédagogiques. Plus précisément, les premiers montrent des préférences pour les fonctionnalités d'aperçu : 3 et 0 clic (C1), 6 et 3 clics (C3) et 4 et 1 clic (C5) respectivement. Les seconds choisissent deux fois plus la préférence des modules pédagogiques, avec 2 et 1 clic (C2) respectivement. Le module administratif (M9) est un cas isolé en C5 avec 1 clic.

Quant à l'**efficacité** de la réalisation de la tâche à la première étape du processus, 3 accommodateurs sur 7 arrivent au module intermédiaire du parcours expert : Ressources (M8), Forum (M5) et Exploration des dépôts (M6).

Tableau 38. Probabilités de choix – Accommodateurs

Module	Choix 1	Choix 2	Choix 3	Choix 4	Choix 5	Choix 6	Choix 7	Choix 8	Choix 9	Choix 10
M1	0,7	0,1	0,6	0,3	0,4	0,0	0,2	0,3	0,2	0,2
M2	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
M3*	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M4*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
M5	0,0	0,3	0,0	0,1	0,1	0,2	0,0	0,3	0,2	0,0
M6*	0,1	0,1	0,3	0,0	0,3	0,3	0,2	0,0	0,2	0,0
M8	0,1	0,0	0,1	0,4	0,0	0,3	0,2	0,3	0,2	0,4
M9*	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2
M10*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M11*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,2	0,0
M12*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Étapes du Début (choix 1 à 3), Milieu (choix 4 à 7), Fin (choix 8 à 10) ; * : module absent dans l'un des cours

3.2.2.2 Milieu du processus

Sur les 26 clics du milieu du processus, les accommodateurs optent de façon égale pour les **fonctionnalités** d'aperçu et pour les pédagogiques, avec 13 et 12 clics respectivement (*cf.* tableau 37). Parmi les premières fonctionnalités, le Cahier des charges (M1) a une **probabilité** de 0,4 d'être choisi en $5^{ème}$ choix et de 0,3 en $4^{ème}$ choix ; l'Exploration des dépôts (M6) a également une probabilité d'être choisie en $5^{ème}$ choix et $6^{ème}$ choix. Les modules pédagogiques sont représentés par les Ressources (M8) avec une probabilité de 0,4 d'être choisies en $4^{ème}$ choix et de 0,3 en $6^{ème}$ choix, le Commentaire dans le Forum (M11) a aussi une probabilité 0,3 en $7^{ème}$ choix (*cf.* tableau

38). Le module administratif (M9) est choisi par 1 clic en 6ème choix. Le **module préféré** des accommodateurs au milieu du processus est identique pour M1 et M8 (6 clics chacun) (*cf.* tableau 37).

En ce qui concerne la **distinction entre filières**, les accommodateurs des Sciences (C1, C3 et C5) et ceux des SHS (C2) présentent des choix similaires pour les fonctionnalités d'aperçu et les pédagogiques. Plus précisément, les premiers montrent une légère préférence pour les modules d'aperçu excepté en C3, avec concrètement 3 et 1 clics (C1), 4 et 6 clics (C3) et 4 et 3 clics (C5) respectivement. Les seconds sont en égalité, avec (2 et) 2 clics respectivement. Le module administratif (M9) est un cas isolé en C5 avec 1 clic.

Quant à l'**efficacité** de la réalisation de la tâche au milieu du processus, 2 étudiants arrivent au module intermédiaire du parcours expert Ressources (M8). La tâche est accmplie par 1 accommodateur sur 7 au 6ème clic. Un étudiant abandonne la tâche sans être arrivé au module intermédiaire du parcours expert.

3.2.2.3 Fin du processus

Des 16 clics en fin de processus, le choix des accommodateurs sur les modules d'aperçu et pédagogiques est également moyen, avec 6 et 9 clics respectivement (*cf.* tableau 37). Parmi les premiers, le Cahier des charges (M1) a une probabilité moindre en 8ème choix. Parmi les seconds, les Ressources (M8) ont une probabilité de 0,4 d'être choisies en 10ème choix et moindre en 8ème choix, cas identique pour le Forum (M5) (*cf.* tableau 38). Le module administratif (M9), consulté en 10ème choix, obtient un score inférieur aux précédents. Le **module préféré** des accommodateurs est M8 (5 clics) suivi de M1 (4 clics) (*cf.* tableau 37).

En ce qui concerne la **distinction entre filières**, les accommodateurs des Sciences (C1 et C5) à l'exception de C3, et ceux des SHS (C2) montrent une préférence pour les modules pédagogiques. Plus précisément, les premiers reproduisent les clics d'aperçu, avec 1 et 2 clics (C1) et 2 et 4 clics

(C5) respectivement ; dans C3 le cas est opposé, avec 2 et 1 clic respectivement. Les seconds font 2 et 1 clic (C2) respectivement. Le module administratif (M9) est un cas isolé en C3 avec 1 clic.

Quant à l'**efficacité** pour réaliser la tâche, un étudiant arrive au module intermédiaire en 9ème choix et termine en 10ème choix.

3.2.2.4 Synthèse des accommodateurs

Sur un total des 63 clics effectués par les accommodateurs, 33 % correspondent au début du processus, 41 % au milieu et 25 % à la fin. Les résultats restent moyens. Les préférences totales des **fonctionnalités** sont réparties en administratives pour 4 %, en aperçu pour 53 % et en pédagogiques pour 41 %. La **probabilité** qu'un accommodateur du groupe choisisse un module administratif est très faible (1 %) durant tout le processus. En revanche, le choix pour les fonctionnalités d'aperçu est moyen (23 %) au début et au milieu (20 %) de la tâche pour décroître (9 %) à la fin du processus. Le choix pour les modules pédagogiques montre une préférence discrète au milieu (19 %) et à la fin (14 %), et moindre au début (7 %). Les 7 modules choisis en début de tâche par les accommodateurs sont multipliés au milieu attribuant deux nouveaux choix aux modules pédagogiques (M4 et M11) où l'on remarque la perte d'un module (M3). Le **module préféré** des accommodateurs hormis le Cahier des charges est celui des Ressources avec 20 % des clics du groupe suivi de l'Exploration des dépôts avec 15 %.

En ce qui concerne la **différence globale entre filières**, les étudiants accommodateurs des Sciences choisissent plutôt les modules d'aperçu alors que ceux des SHS effectuent leurs choix de façon égale. En particulier, les étudiants de C1 effectuent 15 % du travail du groupe (10 clics), ceux de C3 font 36 % (23 clics) et ceux de C5 font 28 % (18 clics), d'aperçu en majorité. En revanche, les étudiants de C2 réalisent 15 % (10 clics) du travail à parité égale entre les fonctionnalités.

Quant à l'**efficacité** de la réalisation de la tâche, les accommodateurs travaillent plus activement lors des deux premières étapes du processus. Le module intermédiaire est atteint au début par 3 étudiants, au milieu par 2 et à la fin par 1 étudiant. De même, les 2 étudiants qui terminent la tâche le font au milieu et à la fin du processus. Notons que dans le processus complet, sur les 7

accommodateurs, ceux qui terminent la tâche (E9C3 et E8C3) le font en 6 et 10 clics respectivement. Un accommodateur (E13C3) abandonne la tâche en 8ème choix sans être arrivé au module intermédiaire du parcours expert.

L'étude sur les choix supplémentaires n'a pas été faite en raison de l'absence d'accommodateurs en C4.

3.2.3 Étude des convergents

La troisième classification du mode d'apprentissage est le caractère convergent. Il concerne 11 étudiants (2 étudiants de C1, 1 de C2, 2 de C3, 2 de C4 et 4 de C5). L'observation a été réalisée sur une période de 20 semaines, avec 95 clics dans 10 choix.

3.2.3.1 Début du processus

Sur les 33 clics du début du processus, les convergents montrent une préférence moyenne équilibrée pour les **fonctionnalités** d'aperçu et pédagogiques, avec 17 et 16 clics respectivement (*cf.* tableau 39). Parmi les premières fonctionnalités, le Cahier des charges (M1) a une probabilité de 0,5 d'être choisi par un convergent en 1er et 2ème choix. Parmi les secondes, les Ressources (M8) atteignent un score de 0,4 en 3ème choix (*cf.* tableau 40). Le module administratif n'a pas de visite dans cette étape. Le **module préféré** des convergents au début du processus est M1 (12 clics), suivi de M8 (6 clics) (*cf.* tableau 39).

Tableau 39. Fréquence de choix par type de module et étape du processus-Convergents (nombre de clics)

Type de Module	Module	Début	Milieu	Fin	Totaux	
Aperçu	M1	12	15	11	38	
	M2	4	4	0	8	
	M6*	1	2	2	5	
	Totaux	17	21	13		51

Administratif	M9*	0	1	0	1	
	Totaux	0	1	0		1
Pédagogique	M3*	1	1	1	3	
	M4*	1	1	0	2	
	M5	4	4	5	13	
	M8	6	8	5	19	
	M10*	0	0	0	0	
	M11*	4	2	0	6	
	M12*	0	0	0	0	
	Totaux	16	16	11		43
Totaux de l'ensemble		33	38	24		95

Étapes du Début (choix 1 à 3), Milieu (choix 4 à 7), Fin (choix 8 à 10) ; * : module absent dans l'un des cours

Concernant la **distinction entre filières**, les convergents des Sciences (C1, C3 et C5) et des SHS (C2 et C4) montrent des préférences variées pour les modules d'aperçu et pédagogiques. Les premiers font 5 et 1 clics (égales pour C1 et C3) respectivement ; le troisième cours agit à l'inverse, avec 4 et 8 clics (C5) respectivement. Les seconds choisissent davantage les modules pédagogiques, avec 2 et 1 et, 1 et 5 clics (C4) respectivement.

Quant à l'**efficacité** de la réalisation de la tâche, 9 convergents sur 11 arrivent au module intermédiaire du parcours expert, Exploration des dépôts (M6) pour le cours C3 et Forum (M5) pour le cours C4.

Tableau 40. Probabilités de choix – Convergents

Module	Choix 1	Choix 2	Choix 3	Choix 4	Choix 5	Choix 6	Choix 7	Choix 8	Choix 9	Choix 10
M1	0,5	0,5	0,2	0,5	0,1	0,4	0,6	0,3	0,8	0,4
M2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
M3*	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1
M4*	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M5	0,2	0,0	0,2	0,2	0,1	0,0	0,1	0,3	0,0	0,4
M6*	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1
M8	0,0	0,2	0,4	0,2	0,3	0,1	0,3	0,4	0,3	0,0
M9*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M10*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M11*	0,2	0,1	0,1	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M12*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Étapes du Début (choix 1 à 3), Milieu (choix 4 à 7), Fin (choix 8 à 10) ; * : module absent dans l'un des cours

3.2.3.2 Milieu du processus

Sur les 38 clics au milieu du processus, les convergents optent de façon égale pour les **fonctionnalités** d'aperçu et les pédagogiques, avec 21 et 16 clics respectivement (*cf.* tableau 39). Parmi les premières fonctionnalités, le Cahier des charges (M1) a une **probabilité** de 0,6 d'être choisi en 7ème choix, de 0,5 en 4ème choix et 0,4 en 6ème choix. Parmi les secondes, les Ressources (M8) en 5ème choix et en 7ème choix voient leur probabilité baisser à 0,3 (*cf.* tableau 40). Le module administratif (M9) obtient 1 clic à cette étape. Le **module préféré** des convergents est similaire à celui du début du processus, c'est à dire M1 (15 clics) suivi de M8 (8 clics) (*cf.* tableau 39).

En ce qui concerne la **distinction entre les filières**, les convergents des Sciences (C1, C3 et C5) et des SHS (C2 et C4) font des choix non homogènes parmi les fonctionnalités d'aperçu et pédagogiques. Les premiers qui choisissent plutôt les modules d'aperçu le font avec 6 et 2 clics (C1) et, avec une légère préférence, 3 et 2 clics (C3) respectivement ; pour le troisième cours ils font un

choix inverse, avec 6 et 9 clics (C5) respectivement. Les seconds font 1 et 0 clic (C2) et, 5 et 3 clics (C4) respectivement. Le module administratif reste un cas isolé en C3 avec 1 clic.

Quant à l'**efficacité** pour réaliser la tâche, 2 convergents sur 11 terminent la tâche au 5ème et 6ème choix. Un étudiant abandonne la tâche au niveau du module intermédiaire du parcours expert.

3.2.3.3 Fin du processus

Sur les 24 clics de la fin du processus, l'activité des convergents sur les fonctionnalités d'aperçu et pédagogiques est moyenne, comme au milieu, avec 13 et 11 clics respectivement (*cf.* tableau 39). Parmi les premières fonctionnalités, le Cahier des charges (M1) atteint un score de 0,8 en 9ème choix, de 0,4 en 10ème choix et de 0,3 en 8ème. Concernant les pédagogiques, le Forum (M5) atteint 0,4 en 10ème choix et de 0,3 en 8ème choix ; les Ressources (M8) en 8ème choix ont une **probabilité** de 0,4 d'être choisies et de 0,3 en 9ème (*cf.* tableau 40). Le module administratif n'est pas consulté à cette étape. Le **module préféré** des convergents à la fin du processus est M1 (11 clics) et, M5 en parité avec M8 (5 clics), (*cf.* tableau 39).

Concernant la **distinction entre filières**, les convergents des Sciences (C1, C3 et C5) à la différence de ceux des SHS (C2 et C4) montrent des intensités de choix plus marquées pour les modules d'aperçu que pour les pédagogiques. Les premiers montrent une préférence pour les modules d'aperçu, avec 5 et 1 clics (C1), 1 et 2 clics (C3) et 5 et 4 clics (C5) respectivement. Les seconds font 2 et 4 clics (C4) respectivement ; en C2, il n'y a pas d'activité. Le module administratif n'a pas d'activité dans cette étape.

Quant à l'**efficacité** pour réaliser la tâche, 1 étudiant convergent arrive au module intermédiaire du parcours expert et un autre étudiant termine la tâche en 10ème choix à la fin de la période.

3.2.3.4 Synthèse des convergents

Sur un total de 95 clics effectués par les convergents, 34 % correspondent au début du processus, 40 % au milieu et 25 % à la fin. Les préférences totales des **fonctionnalités** sont réparties en

administratives pour 1 %, en aperçu pour 53 % et en pédagogiques pour 45 %. Les deux dernières restent moyennes. La **probabilité** qu'un convergent du groupe choisisse un module administratif est inexistant au début et à la fin et très infime au milieu du processus (1 %). En revanche, le choix pour les modules d'aperçu et pédagogiques est moyen et de valeurs similaires au début et au milieu du processus (17 % et 22 % respectivement pour ceux d'aperçu et 16 % et 16 % respectivement pour ceux des pédagogiques), et discrète à la fin du processus (13 % et 11 %). Les 8 modules choisis en début de tâche par les convergents augmentent au milieu pour le module administratif (M9). À la fin on compte 5 modules (M1, M3, M5, M6 et M8). Les **modules préférés** des convergents, en-dehors du Cahier des charges, sont les Ressources avec 20 % et le Forum avec 13 % des préférences.

Concernant la **distinction entre les filières**, sur un total de 95 clics, les convergents des Sciences montrent des choix combinés avec une supériorité sur les tâches d'aperçu ; à l'inverse les choix combinés de ceux des SHS montrent davantage de préférence pour les fonctionnalités pédagogiques. Plus précisément, C1 accomplit 21 % du travail du groupe (20 clics), C3 15 % (15 clics) en majorité dans des tâches d'aperçu, et C5 effectue 36 % (36 clics) en majorité dans des tâches pédagogiques. Ceux de C2 effectuent 4 % (4 clics) du travail et C4 20 % (20 clics) en majorité dans des tâches pédagogiques et cela est maintenu durant tout le processus.

Quant à l'**efficacité** pour réaliser la tâche, les convergents travaillent mieux au début du processus. Le module intermédiaire est atteint par 9 étudiants au début, par 0 au milieu et par 1 à la fin. Dans le processus complet, on remarquera que sur les 11 convergents, 1 abandonne la tâche (E6C2) en 4ème choix au niveau du module intermédiaire du parcours expert, 2 la terminent au milieu du processus (E10C3 et E8C5) et 1 à la fin (E5C5).

Le test sur des clics supplémentaires que les étudiants ont réalisés pour finir la tâche a été effectué sur l'échantillon de C3 et C4. Le résultat indique que 3 étudiants convergents ont eu besoin d'une moyenne de 54 clics dépassant les 10 choix observés. En ce qui concerne la différence entre les filières, l'étudiant du cours de Sciences a eu besoin de 19 clics et ceux du cours de SHS, de 145 clics supplémentaires pour finir la tâche assignée.

3.2.4 Étude des divergents

La quatrième classification du mode d'apprentissage est le caractère divergent. Il concerne 23 étudiants (3 étudiants de C1, 9 de C2, 6 de C3, 3 de C4 et 2 de C5). L'observation porte sur 185 clics sur une période de 20 semaines de travail sur 10 choix.

3.2.4.1 Début du processus

Sur les 68 clics du début, les divergents montrent une préférence moyenne égale pour les **fonctionnalités** d'aperçu et pédagogiques, avec 31 et 37 clics respectivement (*cf.* tableau 41). Parmi les premières fonctionnalités, le Cahier des charges (M1) a une **probabilité** de 0,4 d'être choisi par un divergent en 1er choix et 2ème choix et de 0,3 en 3ème choix (*cf.* tableau 42). Parmi les secondes, les Ressources (M8) atteignent 0,5 en 3ème choix et 0,4 en 1er choix. Le module administratif n'a pas de visite à cette étape. Le **module préféré** des divergents au début du processus est M1 (25 clics) et M8 (23 clics) suivi de M5 (6 clics) (*cf.* tableau 41).

Tableau 41. Fréquence de choix par type de module et étape du processus – Divergents (nombre de clics)

Type de module	Module	Début	Milieu	Fin	Totaux	
Aperçu	M1	25	27	17	69	
	M2	5	11	5	21	
	M6*	1	6	3	10	
	Totaux	31	44	25		100
Administratif	M9*	0	2	0	2	
	Totaux	0	2	0		2
Pédagogique	M3*	3	3	4	10	
	M4*	1	1	1	3	
	M5	6	5	1	12	
	M8	23	21	6	50	
	M10*	1	0	3	4	
	M11*	3	1	0	4	

	M12*	0	0	0	0	
	Totaux	37	31	15		83
Totaux de l'ensemble		68	77	40		185

Étapes du Début (choix 1 à 3), Milieu (choix 4 à 7), Fin (choix 8 à 10) ; * : module absent dans l'un des cours

En ce qui concerne la **distinction entre les filières**, les divergents des Sciences (C1, C3 et C5) à la différence de ceux des SHS (C2 et C4) présentent plus de choix sur les modules d'aperçu. En particulier, les premiers effectuent respectivement 4 et 5 (C1), 11 et 7 (C3) et 2 et 4 clics (C5). Les seconds montrent une nette préférence pour les modules pédagogiques, avec 9 et 17 clics (C2) et 3 et 4 clics (C4) respectivement.

Quant à l'**efficacité** pour réaliser la tâche, on remarquera que 15 divergents sur 23 arrivent au module intermédiaire du parcours expert à cette étape. 2 étudiants arrivent à égalité au module final du parcours expert (E1C2 et E5C2).

Tableau 42. Probabilités de choix – Divergents

Module	Choix 1	Choix 2	Choix 3	Choix 4	Choix 5	Choix 6	Choix 7	Choix 8	Choix 9	Choix 10
M1	0,4	0,4	0,3	0,5	0,3	0,4	0,2	0,5	0,2	0,5
M2	0,1	0,1	0,0	0,1	0,2	0,1	0,3	0,0	0,2	0,2
M3*	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
M4*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0
M5	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,1
M6*	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1
M8	0,4	0,2	0,5	0,2	0,4	0,2	0,3	0,1	0,3	0,1
M9*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
M10*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,0
M11*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
M12*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Étapes du Début (choix 1 à 3), Milieu (choix 4 à 7), Fin (choix 8 à 10) ; * : module absent dans l'un des cours

3.2.4.2 Milieu du processus

Sur les 77 clics du milieu du processus, les divergents optent de façon plus marquée pour les **fonctionnalités** d'aperçu que pour les pédagogiques, les deux correspondant à l'intensité moyenne, avec 44 et 31 clics respectivement (*cf.* tableau 41). Parmi les premières fonctionnalités, le Cahier des charges (M1) a une **probabilité** de 0,5 d'être choisi en 4ème, de 0,4 en 6ème et de 0,3 en 5ème choix ; de même, les Profils atteignent 0,3 en 7ème choix. Parmi les secondes, le module Forum (M5) atteint 0,3 en 6ème choix et les Ressources (M8) ont une probabilité de 0,4 d'être choisies en 5ème choix et de 0,3 en 7ème choix (*cf.* tableau 42). Le module administratif a 2 visites. Le **module préféré** des divergents au milieu est M1 (127 clics) suivi de M8 (21 clics) et M2 (11 clics) (*cf.* tableau 41).

Concernant la **distinction entre les filières**, les étudiants divergents des Sciences (C1, C3 et C5) montrent une préférence marquée pour les fonctionnalités d'aperçu à l'opposé des étudiants des SHS (C2 et C4) qui optent en majorité pour les pédagogiques. En particulier, les premiers effectuent respectivement 8 et 2 clics (C1), 14 et 5 clics (C3) et 4 et 4 (C5). Les seconds obtiennent des totaux similaires avec respectivement 13 et 13 clics (C2) et, 5 et 7 clics (C4). Le module administratif est un cas isolé en C3 avec 2 clics.

Quant à l'**efficacité** pour réaliser la tâche, 5 divergents sur 23 arrivent au module intermédiaire du parcours expert au milieu du processus. Cinq étudiants terminent la tâche (E9C2, E12C2, E6C3, E17C3 et E4C5). Un étudiant abandonne la tâche au niveau du module expert.

3.2.4.3 Fin du processus

Sur les 40 clics de la fin du processus, les étudiants divergents montrent une assiduité dans la moyenne pour les **fonctionnalités** d'aperçu et pour les pédagogiques, avec 25 et 15 clics (*cf.* tableau 41). Parmi les fonctionnalités d'aperçu, le Cahier des charges (M1) en 8ème choix et en 10ème choix a une probabilité d'être choisi de 0,5. Parmi les pédagogiques, seules les Ressources (M8) apparaissent avec une probabilité de 0,3 d'être choisies en 9ème choix (*cf.* tableau 42). Le module

administratif n'est pas visité. Le **module préféré** des divergents à la fin du processus est M1 (17 clics) suivi de M8 (6 clics) (*cf.* tableau 41).

En ce qui concerne la **distinction entre filières**, les divergents des Sciences (C1, C3 et C5) ne montrent pas d'activité pédagogique dans 2 cours sur 3 et ceux des SHS (C2 et C4) travaillent davantage sur les fonctionnalités d'aperçu. Plus précisément, les premiers effectuent 6 clics (C1) et 1 clic (C5) sur les modules pédagogiques ; le troisième cours fait l'objet de 2 clics (C3) d'aperçu et 7 pédagogiques. Les seconds montrent plus de choix d'aperçu, avec respectivement 11 et 4 clics (C2) et, 6 et 5 clics (C4).

Quant à l'**efficacité** pour réaliser la tâche, aucun divergent n'atteint le module intermédiaire du parcours expert à cette étape. En revanche, un étudiant arrive au module final en 8ème choix (E2C5).

3.2.4.4 Synthèse des divergents

Sur un total de 185 clics effectués par les divergents, 36 % correspondent au début du processus, 41 % au milieu et 21 % à la fin. Leurs préférences totales pour les **fonctionnalités** sont réparties en administratives pour 1 %, en aperçu pour 54 % et en pédagogiques pour 44 %. La **probabilité** qu'un divergent du groupe choisisse un module administratif est nulle au début et à la fin et faible au milieu du processus (1 %). En revanche, le choix pour les modules d'aperçu et pédagogiques est moyen (16 % et 20 % respectivement) au début du processus, tendance qui se maintient (23 % et 16 % respectivement) au milieu du processus et décroît (13 % et 8 % respectivement) à la fin. Les 9 modules choisis par les divergents en début de tâche sont peu nombreux au milieu à 8 (M10), puis augmentent à la fin où la perte est celle d'un autre module pédagogique (M11). Les **modules préférés** des divergents en-dehors du Cahier des charges sont les Ressources avec 27 % des préférences, les Profils avec 11 % et le Forum avec 6 %.

Quant à la **distinction entre les filières**, sur un total de 185 clics, les divergents des Sciences (C1, C3 et C5) maintiennent leurs préférences pour les modules d'aperçu et ceux des SHS pour les modules pédagogiques. En particulier, les étudiants divergents de C1 accomplissent 13 % du travail

du groupe (25 clics), ceux de C3 25 % (48 clics) et ceux de C5, 8 % (15 clics). Ceux de C2 en effectuent 36 % (67 clics) et ceux du cours de didactique de langue 16 % (30 clics).

Quant à l'**efficacité** pour réaliser la tâche, les divergents sont plus efficaces au début du processus. Le module intermédiaire est atteint au début par 15 étudiants, au milieu par 5 et à la fin par 0. Il y a 8 étudiants qui terminent la tâche (E1C2 et E5C2 au début, E9C2, E12C2, E6C3, E17C3 et E4C5 au milieu et E2C5 à la fin). Il y a un étudiant qui abandonne la tâche (E20C3) en 7ème choix, après être arrivé au module intermédiaire.

L'observation des clics supplémentaires pour finir la tâche donne comme résultat une moyenne de 31 clics effectués par 6 étudiants, dépassant les 10 choix observés. Une différence entre filières montre que les 3 étudiants du cours de Sciences ont nécessité de 28 clics supplémentaires pour finir les tâches assignées alors que les 3 étudiants du cours de SHS ont eu besoin de 161 clics supplémentaires.

———

Les résultats de cette analyse seront repris à la fin du chapitre dans les Résultats de l'observation des choix de fonctionnalité.

4. Résultats

4.1 Résultats de l'analyse par style d'apprentissage

Nous avons choisi de relever des points de comparaison des groupes pour lesquelles nous avons analysé les traces d'utilisation. Nos résultats nous permettent d'exposer 7 points de conclusion. Le premier point qui concerne le nombre individuel de clics par style montre que ceux qui font le plus d'activité sont les accommodateurs. Un calcul de la moyenne de clics par personne donne 9 clics pour les accommodateurs, suivis des convergents avec 8,6 clics, des divergents avec 8 clics et finalement, des assimilateurs avec 7,9 clics (*cf.* Annexes, tableau excel des données).

Un deuxième point de comparaison est l'activité par étape. Le résultat indique que tous les groupes travaillent davantage au milieu du processus, suivi par le début. Les groupes qui travaillent le moins à la fin sont les assimilateurs et les divergents avec la moitié des clics du milieu. Les graphiques suivants (*cf.* fig. 55 à 58) montrent cette activité organisée en abscisse par type de module, à savoir aperçu M1, M2 et M6,

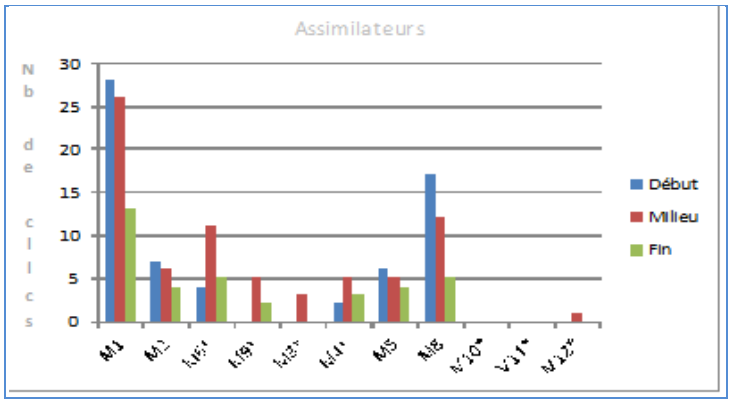


Figure 55. Graphique des clics des assimilateurs par étape et par module

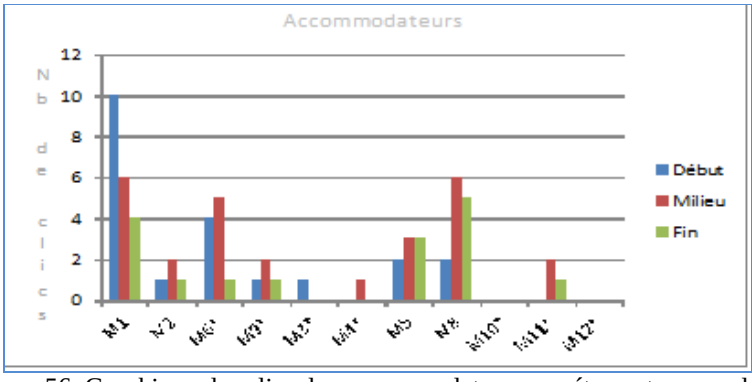


Figure 56. Graphique des clics des accommodateurs par étape et par module

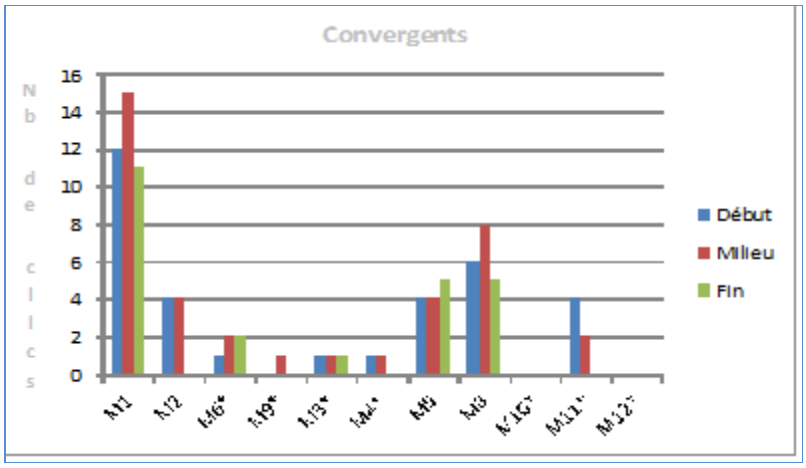


Figure 57. Graphique des clics des convergents par étape et par module

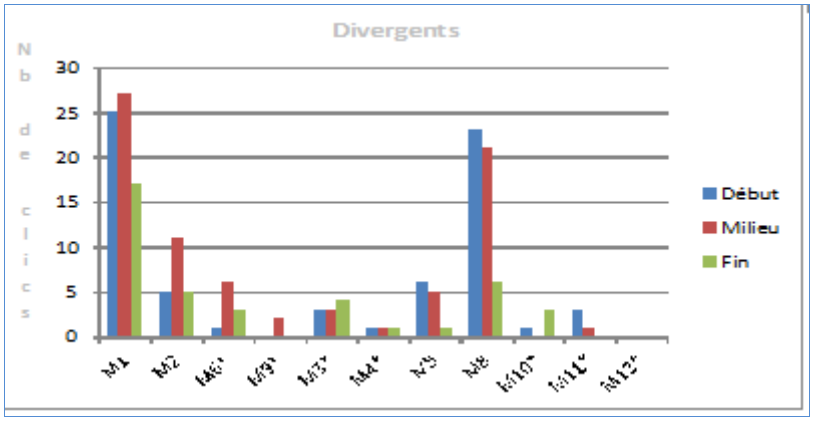


Figure 58. Graphique des clics des divergents par étape et par module

Le troisième point concerne la préférence de fonctionnalité. Tous les groupes préfèrent les modules d'aperçu qui permettent une familiarisation avec la structure de la page du cours. Cependant, les

assimilateurs montrent une préférence plus marquée pour l'usage des fonctionnalités d'aperçu et pédagogiques.

Par rapport au point précédent, le quatrième point concerne le module préféré des étudiants en dehors du Cahier des charges. Dans tous les cas, le score le plus élevé est pour les Ressources. Ensuite les assimilateurs et les accommodateurs utilisent l'Exploration de dépôts à la différence des convergents et des divergents qui choisissent plutôt le Forum. Avec un score minimal mais important, les Profils sont visités davantage par les assimilateurs et les divergents.

Le cinquième point est la différence entre les filières des Sciences et des SHS. Les résultats montrent que les accommodateurs ainsi que les convergents effectuent un travail identique dans les deux filières. Les assimilateurs des Sciences travaillent plus que ceux des SHS si l'on considère leur nombre. En revanche, les divergents des SHS effectuent plus d'activités que ceux des Sciences.

Le sixième point de conclusion est l'**efficacité** de la réalisation de la tâche comparée au parcours expert et en proportion au nombre d'étudiants. Dans le module intermédiaire, ceux qui réussissent le mieux sont les convergents et les assimilateurs, avec un score égal de 90 %. Puis viennent les divergents qui sont très proches des accommodateurs, avec respectivement, un taux de 86 % et 85 % à l'arrivée. Quant au module final, les étudiants les plus efficaces pour réaliser la tâche sont les assimilateurs avec 45 % d'accomplissement, suivis des divergents, avec 34 % et des accommodateurs et convergents, avec respectivement, 28 % et 27 %. Quant aux abandons, ils concernent tous les styles d'apprentissage. L'étudiant assimilateur est celui qui se retire du cours le premier au début de la tâche, les convergent et divergent le font au milieu et l'accommodateur, à la fin.

Le dernier point de conclusion concerne l'étude des clics supplémentaires des étudiants de C3 et C4. Sur les trois groupes explorés, nous avons constaté des moyennes situées entre 31 et 54 clics. Ce sont les convergents qui ont le score le plus élevé ; cela est d'autant plus marqué que le nombre d'étudiants est peu élevé. L'échantillon observé montre que les étudiants en SHS ont besoin d'un plus grand nombre de clics, ils dépassent notamment les 10 clics de l'étude.

5. Conclusion

Les résultats présentés marquent une tendance liée à l'hypothèse : Les étudiants ayant un profil d'apprentissage basé sur l'expérimentation et l'expérience plutôt que sur l'abstraction et l'observation devraient effectuer des navigations plus efficaces.

Les étudiants de styles accommodateur et convergent, orientés vers un apprentissage par l'action, font plus de clics sur la plateforme avec 28 % et 27 % d'accomplissement de la tâche prescrite. Ce score, dans les deux cas, correspond à des cours de Sciences. Cependant, les accommodateurs des SHS ont un score élevé dans toutes les activités réalisées. Si nous comparons le travail des groupes à l'arrivée au module expert intermédiaire, les convergents maintiennent un scores élevé mais ce sont les assimilateurs qui atteignent en premier le module final.

Chapitre IX
Analyse de l’anticipation d’un choix

Rappel du plan

1. Problématique et objectifs

2. Analyse par parcours

    2.1 Étude du deuxième module du parcours expert

    2.2 Étude du troisième module du parcours expert

    2.3 Synthèse

3. Analyse de l'anticipation d'un choix

    3.1 Calcul de la probabilité d'un premier choix

    3.2 Test des probabilités conditionnelles sur le premier choix de module

        3.2.1 Analyse de la probabilité de A pour le groupe d’assimilateurs

        3.2.2 Analyse de la probabilité de A pour le groupe d’accommodateurs

        3.2.3 Analyse de la probabilité de A pour le groupe de convergents

        3.2.4 Analyse de la probabilité de A pour le groupe de divergents

        3.2.5 Synthèse

    3.3 Calcul de l'anticipation d'un deuxième choix

4. Résultats

Résultats de l'analyse par parcours

Résultat de l'analyse de l'anticipation d'un choix par arbres des probabilités

5. Conclusion

1. Problématique et objectifs

L'objectif de la deuxième observation était de tester les modes de navigation avec les styles d'apprentissage et de mesurer l'efficacité potentielle de certains profils. Nous basant sur les mêmes données, nous avons évalué l'hypothèse qui affirme qu'en *connaissant le style d'apprentissage et un premier choix de fonctionnalité d'un internaute, il est possible de mesurer sa performance et d'anticiper un nouveau choix dans son parcours*. Nous avons décidé d'explorer si l'association de certains styles d'apprentissage avec le premier choix de fonctionnalité permettait d'expliquer la performance/efficacité d'un mode de navigation. Ces expériences ont été menées dans des conditions contrôlées de traitement de logs Web et ont nécessité l'utilisation de tableaux statistiques et de probabilités simples dans lesquels l'affichage et le calcul des choix pouvaient être traités avec précision. En effet, selon Broisin et Vidal (2004), les traces contenues dans les logs Web présentent la possibilité d'évaluer l'efficacité d'un cursus en ligne et permettent de quantifier les interactions entre les utilisateurs et les pages du cours. Les tableaux ont été réalisés à partir du style d'apprentissage afin d'obtenir des indicateurs d'efficacité de navigation interprétables à partir des données statistiques (Stermsek, Strembeck et Neumann, 2007) et d'une étude des probabilités.

L'objectif de cette sous-partie est de présenter deux analyses complémentaires à l'analyse des fonctionnalités (*cf.* chapitre VIII), centrées sur la comparaison des parcours réel et expert, et sur l'anticipation d'un choix.

2. Analyse par parcours

L’objectif de cette analyse est de tester un modèle de calcul de l’efficacité des parcours d’une tâche pédagogique. Cela implique la comparaison des parcours réels et experts à l’aide des notions de valeur moyenne de parcours et d’efficacité de choix.

L'étude concerne les cours C3 et C4 avec 30 étudiants.

Le parcours expert fonctionne comme repère de la limite des parcours réels. Nous avons utilisé le code suivant pour énoncer le parcours expert :

MD = Module de départ

MI = Module intermédiaire

MF = Module final

Rappel :

Parcours expert	C1 = M1 > M8 > M9
	C2 = M1 > M8 > M5
	C3 = M8 > M6 > M9
	C4 = M8 > M5 > M12
	C5 = M5 > M8 > M6

Définitions :

Efficacité de choix de fonctionnalité : la distribution des parcours selon la moyenne des visites de modules.

Valeur moyenne de parcours : le quotient de la somme de toutes les longueurs (nombre total de pas/clics) par le nombre d’effectifs.

2.1 Étude du deuxième module du parcours expert

Le choix intermédiaire (M5/M6) de la tâche assignée dans C3 et C4 répond à la question :

Combien de clics faut-il en moyenne pour arriver au deuxième module du parcours expert ?

Démonstration :

L'analyse comporte un tableau organisant l'information sur l'activité des étudiants par rapport au parcours expert.

Tableau 43. Nombre de clics par module du parcours expert

Étudiant	Style d'apprentissage	Module intermédiaire	Module final
E1C3	Assimilateur	4	5
E2C3	Assimilateur	2	5
E4C3	Assimilateur	8	15
E11C3	Assimilateur	6	11
E12C3	Assimilateur	12	Abandon
E15C3	Assimilateur	2	6
E16C3	Assimilateur	9	20
E18C3	Assimilateur	6	9
E19C3	assimilateur	2	8
E1C4	assimilateur	9	23
E2C4	assimilateur	2	7
E3C4	assimilateur	2	32

E8C4	assimilateur	2	28
E10C4	assimilateur	2	Abandon
E8C3	accommodateur	9	10
E9C3	accommodateur	2	6
E13C3	accommodateur	abandon	Abandon
E7C3	convergent	16	29
E10C3	convergent	2	5
E4C4	convergent	1	56
E7C4	convergent	1	109
E3C3	divergent	5	12
E5C3	divergent	16	27
E6C3	divergent	4	5
E14C3	divergent	18	19
E17C3	divergent	5	6
E20C3	divergent	4	Abandon
E5C4	divergent	2	71
E6C4	divergent	14	28
E9C4	divergent	2	92

Pour le calcul du premier choix, nous considérons le parcours réel des étudiants à partir de M8 jusqu'à M5/M6. Ce segment nous permet de compter le nombre de clics qu'un étudiant doit faire pour arriver à mi-chemin de la tâche pédagogique. Selon la moyenne du MI nous calculons l'« efficacité de choix » du groupe.

Un problème se pose lorsque le pourcentage de 16 % d'étudiants nécessite plus de 10 clics pour arriver au module intermédiaire du parcours expert. L'analyse du profil de ce groupe indique qu'il s'agit de 5 étudiants dont 3 divergents, 1 convergent et 1 assimilateur. Dans C3, les choix sont faits

en moyenne par 5,5 clics et 4 clics en C4 dépassant 10 choix (*cf.* tableau 43). Afin de rendre comparables les résultats des deux cours, l'observation des parcours est fixée à 10 choix.

Le pas « p » est inclus dans une séquence, on peut donc *a posteriori* calculer la longueur de n(p) et la moyenne de n(p) sur l'ensemble de pas.

Calcul :

a) Longueur de n(p) = entre 1 et 10 clics

b) Moyenne de n(p) = $\frac{\text{Nombre total de clics jusqu'au MI (M5/M6)}}{\text{Nombre d'étudiants ayant atteint MI (M6/M5)}}$

Ce qui donne : $n(p) = \frac{143}{24} = 5{,}95$

Résultat :

Combien de clics faut-il en moyenne pour arriver au deuxième module du parcours expert ? La réponse est : 6 clics (nombre dérivé de l'approximation de la valeur 5,95).

Selon ce résultat :

A mi-chemin du parcours expert, en tenant compte des 10 premiers clics après M8, l'efficacité maximale se trouve chez les convergents.

De façon précise il s'agit de :

7/14 assimilateurs (E2C3, E15C3, E19C3, E2C4, E3C4, E8C4, E10C4)

1/3 accommodateurs (E9C3)

3/4 convergents (E10C3, E4C4, E7C4)

2/9 divergents (E5C4, E9C4)

A mi-chemin du parcours expert, l'efficacité minimale se trouve chez les divergents.

De façon précise il s'agit de :

3/14 assimilateurs (E12C3, E16C3, E1C4)

1/3 accommodateurs (E8C3)

1/4 convergents (E7C3)

3/9 divergents (E5C3, E14C3, E6C4)

Ces résultats montrent que les étudiants situés aux extrêmes de la ligne d'efficacité de choix sont :

+ _____ -

E10C3, E4C4 E7C4 convergents

E5C3, E14C3, E6C4 divergents
E8C3 accommodateur

2.2 Étude du troisième module du parcours expert

Le choix final (M9/M12) de la tâche assignée dans C3 et C4 répond à la question :

Combien de clics faut-il en moyenne pour arriver au troisième module du parcours expert ?

Pour analyser l'activité des étudiants visant MF, nous considérons le parcours réel à partir de MD (M8). Ce segment, du MI au MF, nous permet d'une part, de mesurer le nombre de clics qu'un étudiant doit faire pour accomplir la tâche pédagogique et d'autre part, de mesurer la possibilité de l'accomplir en 10 choix. Selon la moyenne de clics vers MF du parcours expert, nous calculons l'« efficacité de choix » du groupe.

Calcul :

a) Longueur de n(p) = entre 5 et 10 clics

b) Moyenne de n(p) = Nombre total de clics jusqu'au MF (M9/M12)
Nombre d'étudiants arrivés au MF (M9/M12)

Ce qui donne : $n(p) = \frac{222}{11} = 20,1$

Résultat :

Combien de clics faut-il en moyenne pour arriver au troisième module du parcours expert ? La réponse est : une moyenne de 20 clics.

Selon ce résultat :

Les plus efficaces dans le module final du parcours expert sont les convergents avec un effectif réduit.

- De façon précise il s'agit de :

4/14 assimilateurs (E1C3, E2C3, E15C3, E2C4)

1/3 accommodateurs (E9C3)

1/4 convergents (E10C3)

2/9 divergents (E6C3, E17C3)

Conclusion : les convergents sont les moins efficaces.

- De façon précise il s'agit de :

1/14 assimilateurs (E3C4)

2/4 convergents (E4C4, E7C4)

2/9 divergents (E5C4, E9C4)

Ces résultats montrent que les étudiants situés aux extrêmes de la ligne d'efficacité de choix sont :

+ _____ __ -

E10C3 convergent

E9C3 accommodateur E4C4, E7C4 convergents

2.3 Synthèse

Si nous considérons qu'un expert a besoin de 3 clics pour accomplir la tâche prescrite, il lui faudra 1 clic pour arriver au module intermédiaire. En ce qui concerne notre étude, pour deux cours de l'échantillon, la moyenne de clics effectués avant le module intermédiaire permet d'affirmer que les étudiants de l'échantillon sont 6 fois moins performants qu'un expert. Les résultats montrent que : (1) Sur un total de 24 étudiants ayant atteint le module intermédiaire de la tâche, seul 2 le font en 1 clic comme le fait un expert, (2) Parmi ceux qui dépassent la moyenne, 4 étudiants réussissent en 10 clics (3 assimilateurs et 1 accommodateur), 4 ne réussissent pas (1 convergent et 3 divergents) et 2 abandonnent la tâche (1 assimilateur et 1 accommodateur).

De plus, 16 % des étudiants ont besoin de plus de 10 clics pour arriver au module intermédiaire du parcours expert. Cela peut signifier que le cours n'était pas adapté à ces personnes dont 30 % correspondent au style d'apprentissage divergent.

En résumé, on observe qu'à mi-chemin les étudiants de l'échantillon n'atteignent pas la performance d'un expert. En revanche, leur score est largement satisfaisant, 6 étudiants seulement sur 30 ne réussissant pas la tâche en 10 clics. Parmi ceux qui réussissent, 16 personnes atteignent le module requis entre le 1er et le 4ème clic.

A la fin du parcours expert, la moyenne obtenue est de 20 clics. Cette moyenne est le double du processus observé qui est de 10 clics aléatoires. Cette observation présente seulement une partie de l'accomplissement de la tâche dans le délai imparti. Les résultats montrent que : (1) sur un total de 11 étudiants ayant terminé la tâche, aucun ne la conclut en 3 clics comme le fait un expert, (2) en-

dehors de la période d'observation et conformément à la moyenne de 20 clics, la moitié du groupe (16 étudiants) termine la tâche. Cela dit, 5 étudiants ont eu besoin du double du temps mis par les premiers arrivants qui ont terminé en 10 clics. Il est intéressant de connaître leur répartition : 3 assimilateurs (11, 15 et 20 clics) et 2 divergents (12 et 19 clics). Parmi les 14 étudiants qui n'accomplissent pas la tâche en 20 clics, les uns terminent dans le délai accordé tout en dépassant la moyenne (10 étudiants), les autres abandonnent (4 étudiants). Parmi les premiers, 3 assimilateurs nécessitent 27,6 clics en moyenne pour finir la tâche, 3 convergents de 34,6 clics et 4 divergents de 54,5 clics. Les 4 restants ont abandonné (2 assimilateurs, 1 accommodateur et 1 divergent).

La comparaison des scores aux étapes du parcours expert montre que 5 étudiants sont à égalité en efficacité maximale. Il s'agit de 3 assimilateurs, d'1 accommodateur et d'1 convergent. La comparaison des choix indique qu'il y a autant d'étudiants convergents qui maintiennent leur efficacité dans les 2 choix consécutifs (E10C3) que d'autres qui ne la maintiennent pas (E4C4, E7C4). Quant aux assimilateurs, ils figurent parmi les plus efficaces dans les deux choix (7 à mi-chemin et 4 à la fin dont 3 coïncident dans les deux étapes). En même temps qu'un accommodateur maintient un score élevé, parmi les divergents qui maintiennent également un score élevé, 2 le réalisent à mi-chemin et 2 à la fin (E5C4 et E9C4 à mi chemin et E6C3 et E17C3 à la fin).

On doit également noter qu'une analyse par cours réalisée dans le délai de complétude de la tâche montre que dans le choix du module intermédiaire, les étudiants du cours de Sciences (C3) font plus d'effort que ceux du cours de SHS (C4). Ils effectuent le parcours total le plus long, soit 6 clics par rapport aux 3 clics de C4 (*cf.* tableau 44). Toutefois, dans le choix du module final, la situation s'inverse, C4 effectuent 49 clics alors que C3 en fait 11.

Tableau 44. Totaux d'arrivée au parcours expert par cours (nombre de clics)

Cours	Nombre d'étudiants	Module intermédiaire	Module Final
C3	20	6	11
C4	10	3	49
Moyenne	15	6	20

L’indice d’effort illustre que par rapport à la distance moyenne, les étudiants de C3 à mi-chemin font 0 clic d'effort et ceux de C4 en font 3. À la fin, la différence entre les cours est de 9 clics d’effort pour C3 et de 29 clics pour C4. Il est important de remarquer que 50 % des étudiants ont besoin de faire plus de 10 clics pour arriver au module final du parcours expert. Dans C3, ces clics sont en moyenne de 4 et, en C4, ils sont en moyenne de 44 clics dépassant 10 choix (*cf.* tableau 44).

3. Analyse de l'anticipation d'un choix

Cette analyse constitue une étude des probabilités de sélection d'une fonctionnalité sur un échantillon de 63 étudiants de cinq cours universitaires. L'analyse se fait en deux temps, le calcul de la probabilité d'un premier choix et le calcul de la probabilité de l'anticipation d'un deuxième choix.

Nous avons opté pour une série de 10 clics successifs prenant comme point de départ le premier module du parcours expert, MD. Ce module figure comme un choix de référence et n'est pas affiché dans le tableau des choix observés. Le tableau de données que nous avons construit donne les choix des étudiants avec l'objectif de l'accomplissement d'une tâche pédagogique.

3.1 Calcul de la probabilité d'un premier choix

La procédure de comptage d'après les choix de l'échantillon dans un premier module donne les résultats suivants :

Tableau 45. Premier choix par profil

	Assimilateurs n = 22		Accommodateurs n = 7		Convergents n = 11		Divergents n = 23		Totaux nb clics
Module	Nb clics	probabilité	Nb clics	probabilité	Nb clics	probabilité	Nb clics	probabilité	
M1	11	0,5	5	0,7	5	0,5	10	0,4	31
M2	2	0,1	0	0	2	0,2	2	0,1	6
M4	2	0,1	0	0	0	0	0	0	2
M5	0	0	0	0	2	0,2	0	0	2
M6	0	0	1	0,1	0	0	0	0	1
M8	7	0,3	1	0,1	0	0	9	0,4	17
M11	0	0	0	0	2	0,2	0	0	2

Les résultats du comptage montrent que le module le plus visité dans le premier choix est le Cahier des charges (M1) par 31 étudiants, suivi des Ressources (M8) par 17 étudiants, des Profils (M2) par 6 étudiants, du Blog (M4), du Forum (M5) et du Commentaire dans le forum (M11) par 2 étudiants et finalement, l'Exploration des dépôts (M6) par 1 étudiant. Dans le choix du Cahier des charges, le

style le plus actif est l'assimilateur, avec 11 étudiants. Viennent ensuite les divergents, avec 10 étudiants puis les accommodateurs et les convergents avec le même score, 5 étudiants chacun.

Ce résultat montre les probabilités qui servent à construire le modèle de l'anticipation du deuxième choix.

3.2 Test des probabilités conditionnelles sur le premier choix de module

Afin de mesurer la fidélité du tableau de données, nous avons utilisé la formule de probabilité conditionnelle. Le test concerne le style d'apprentissage et le premier choix de fonctionnalité. Cette analyse comporte les éléments suivants : résultat du test LSI présentant les styles 1 à 4, le nombre de clics du parcours expert, de 1 à 3, et la fréquence de choix montrant les choix répétés. À partir de ces chiffres, nous cherchons à décrire des lois quantitatives sur le deuxième clic étant donné la constance des variables A (1^{er} clic) et B (style d'apprentissage). L'analyse compte 10 choix successifs.

Dans le test de probabilités conditionnelles sur le premier choix de module, nous avons décidé d'étudier le score sur le module le plus fréquenté, M1. Ce module se caractérise par l'inclusion des consignes ce qui comporte un point de départ rationnel et nous permet de comparer l'échantillon dans un sens pédagogique.

Objectif : Anticiper la valeur de la variable X.

Variable X : choix constituant l'événement exploré → deuxième clic.

Rappel :

Premier clic : correspond à la sélection du MD.

Premier choix : correspond au deuxième clic et au premier choix de module suivant MD.

Énoncé formel:

Si A : {premier clic} et B : {CMA}, alors le deuxième clic permet d'anticiper la valeur de la variable X.

3.2.1 Analyse de la probabilité de A pour le groupe d'assimilateurs

Nous étudions C_1 :

C = choisir M1 **comme premier choix** sachant que la personne est de type assimilateur.

Définition des événements :

A : choisir M1

B : être assimilateur

Ce qui donne : C_1 = A/B

$$P(A) = \frac{\text{Nb total de personnes qui ont choisi M1}}{\text{Nb total d'effectifs}} = \frac{31}{63}$$

$$P(B) = \frac{\text{Nb d'assimilateurs}}{\text{Nb total d'effectifs}} = \frac{22}{63}$$

$$P(B/A) = \frac{\text{Nb d'assimilateurs qui ont choisi M1}}{\text{Nb d'effectifs qui ont choisi M1}} = \frac{11}{31}$$

$$P(A/B) = \frac{\text{Nb d'assimilateurs qui ont choisi M1}}{\text{Nb d'assimilateurs}} = \frac{11}{22}$$

Ces résultats vérifient la formule des probabilités conditionnelles :

$$P(A/B) = \frac{P(B/A)P(A)}{P(B)}$$

Qui s'exprime verbalement comme suit :

$$\text{Probabilité du résultat du premier choix de module (A) sachant que la personne est assimilateur (B)} = \frac{\frac{\text{nb d'assimilateurs visitant M1}}{\text{nb total de visiteurs de M1}} * \frac{\text{nb totaux de visiteurs de M1}}{\text{nb total d'effectifs}}}{\frac{\text{nb d'assimilateurs}}{\text{nb total d'effectifs}}}$$

La probabilité conditionnelle qu'un assimilateur choisisse M1 en 1er choix parmi 13 206 possibilités de choix est de :

$$\frac{11}{22} = 0{,}5$$

3.2.2 Analyse de la probabilité de A pour le groupe d'accommodateurs

Suivant la procédure appliquée sur les assimilateurs, nous étudions C_2 :

C_2 = choisir M1 **comme premier choix** sachant que la personne est de type accommodateur.

Définition des événements :

A : choisir M1

B : être accommodateur

Ce qui donne : $C_2 = A/B$

$$P(A) = \frac{\text{Nb total de personnes qui ont choisi M1 en 1er choix}}{\text{Nb total d'effectifs}} = \frac{31}{63}$$

$$P(B) = \frac{\text{Nb d'accommodateurs}}{\text{Nb total d'effectifs}} = \frac{7}{63}$$

$$P(B/A) = \frac{\text{Nb d'accommodateurs qui ont choisi M1 en 1er choix}}{\text{Nb d'effectifs qui ont choisi M1}} = \frac{5}{31}$$

$$P(A/B) = \frac{\text{Nb d'accommodateurs qui ont choisi M1 en 1}^{er}\text{ choix}}{\text{Nb d'accommodateurs}} = \frac{5}{7}$$

La probabilité conditionnelle qu'un accommodateur choisisse M1 en 1er choix parmi 13 206 possibilités de choix est de :

$$\frac{5}{7} = 0{,}71$$

3.2.3 Analyse de la probabilité de A pour le groupe de convergents

Suivant la procédure appliquée sur les assimilateurs, nous étudions C_3 :

C_3 = choisir M1 **comme premier choix** sachant que la personne est de type convergent.

Définition des événements :

A : choisir M1

B : être convergent

Ce qui donne : $C_3 = A/B$

$$P(A) = \frac{\text{Nb total de personnes qui ont choisi M1 en 1}^{er}\text{ choix}}{\text{Nb total d'effectifs}} = \frac{31}{63}$$

$$P(B) = \frac{\text{Nb de convergents}}{\text{Nb total d'effectifs}} = \frac{11}{63}$$

$$P(B/A) = \frac{\text{Nb de convergents qui ont choisi M1 en 1}^{er}\text{ choix}}{\text{Nb d'effectifs qui ont choisi M1}} = \frac{5}{31}$$

$$P(A/B) = \frac{\text{Nb de convergents qui ont choisi M1 en 1}^{er}\text{ choix}}{\text{Nb de convergents}} = \frac{5}{11}$$

La probabilité conditionnelle qu'un convergent choisisse M1 en 1er choix parmi 13 206 possibilités de choix est de :

$$\frac{5}{11} = 0{,}45$$

3.2.4 Analyse de la probabilité de A pour le groupe de divergents

Suivant la procédure appliquée sur les assimilateurs, nous étudions C_4 :

C_4 = choisir M1 **comme premier choix** sachant que la personne est de type divergent.

Définition des événements :

A : choisir M1

B : être divergent

Ce qui donne : $C_4 = A/B$

$$P(A) = \frac{\text{Nb total de personnes qui ont choisi M1 en 1}^{er}\text{ choix}}{\text{Nb total d'effectifs}} = \frac{31}{63}$$

$$P(B) = \frac{\text{Nb de divergents}}{\text{Nb total d'effectifs}} = \frac{23}{63}$$

$$P(B/A) = \frac{\text{Nb de divergents qui ont choisi M1 en 1}^{er}\text{ choix}}{\text{Nb d'effectifs qui ont choisi M1}} = \frac{10}{31}$$

$$P(A/B) = \frac{\text{Nb de divergents qui ont choisi M1 en 1}^{er}\text{ choix}}{\text{Nb de divergents}} = \frac{10}{23}$$

La probabilité conditionnelle qu'un divergent choisisse M1 en 1^{er} choix parmi 13 206 possibilités de choix est de :

$$\frac{10}{23} = 0{,}43$$

3.2.5 Synthèse

Les probabilités conditionnelles de choisir M1 en 1^{er} choix parmi 13 206 possibilités est de : 0,5 pour les assimilateurs, de 0,71 pour les accommodateurs, de 0,45 pour les convergents et de 0,43 pour les divergents.

Ces résultats rejoignent nos premiers calculs de statistique.

3.3 Calcul de l'anticipation d'un deuxième choix

Les analyses précédentes nous permettent, avec l'information du style d'apprentissage et du premier choix de fonctionnalité, de calculer la possibilité d'un deuxième choix de fonctionnalité.

L'anticipation d'un deuxième choix pour un style d'apprentissage (APCs) est calculée par la formule:

$$APCs = \sum_{k=1}^{n} nbEM1(k) * nbO2$$

Où,

n = nombre totaux de cours

nbEM1 = nombre d'étudiants du cours k pour un style d'apprentissage donné ayant choisi M1 en 1er choix

nbO2 = nombre de possibilités de choisir un module dans le 2ème choix

Nous pouvons définir le nombre total de possibilités comme la somme des APCs par style d'apprentissage :

$$APCt = \sum APCs$$

Ce qui donne,

APCs (assimilateurs) = (6 * 11) + (2 * 11) + (9 * 11) + (5 * 11) = 242

APCs (accommodateurs) = (1 * 11) + (1 * 11) + (3 * 11) + (2 * 11) = 77

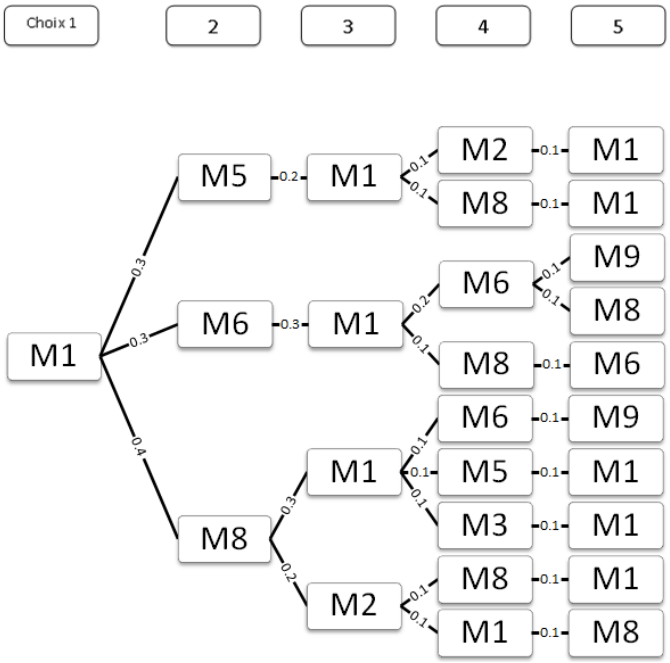
APCs (convergents) = (2 * 11) + (1 * 11) + (2 * 11) + (2 * 11) + (4 * 11) = 121

APCs (divergents) = (3 * 11) + (9 * 11) + (6 * 11) + (3 * 11) + (2 * 11) = 253

APCt = 693 possibilités d'anticipation d'un 2ème choix à partir de M1.

Les arbres de probabilités qui en découlent sont présentés par style d'apprentissage :

Pour les 11 assimilateurs, les modules préférés sont le Forum, l'Exploration des dépôts et les Ressources (*cf.* fig. 59).



Note: parmi les étudiants ayant choisi M5 en deuxième choix, l'un abandonne la tâche.

Figure 59. Arbre des probabilités des assimilateurs

Pour les 5 accommodateurs (*cf.* fig. 60), les modules préférés sont le Cahier des charges, le Glossaire, le Forum et l'Exploration des dépôts.

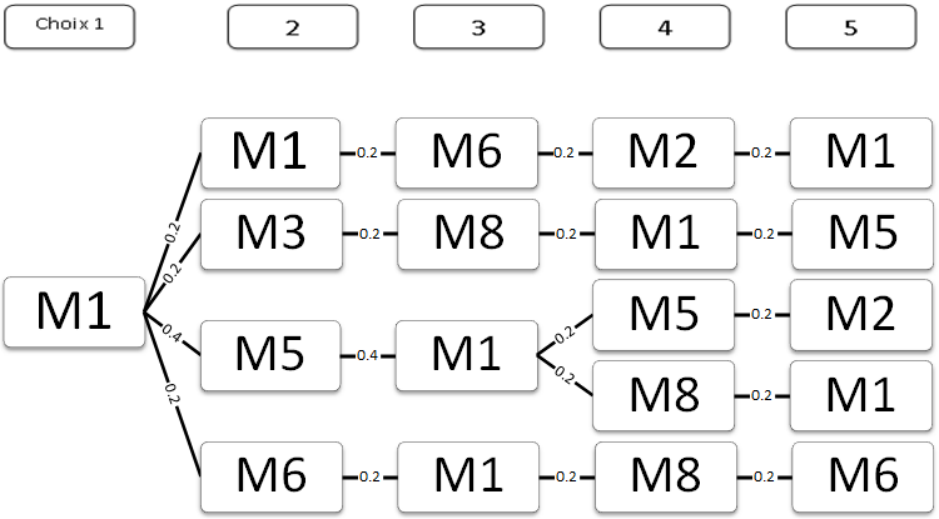


Figure 60. Arbre des probabilités des accommodateurs

Pour les 5 convergents (*cf.* fig 61), les modules préférés sont le Cahier des charges, le Glossaire, l'Exploration des dépôts et les Ressources.

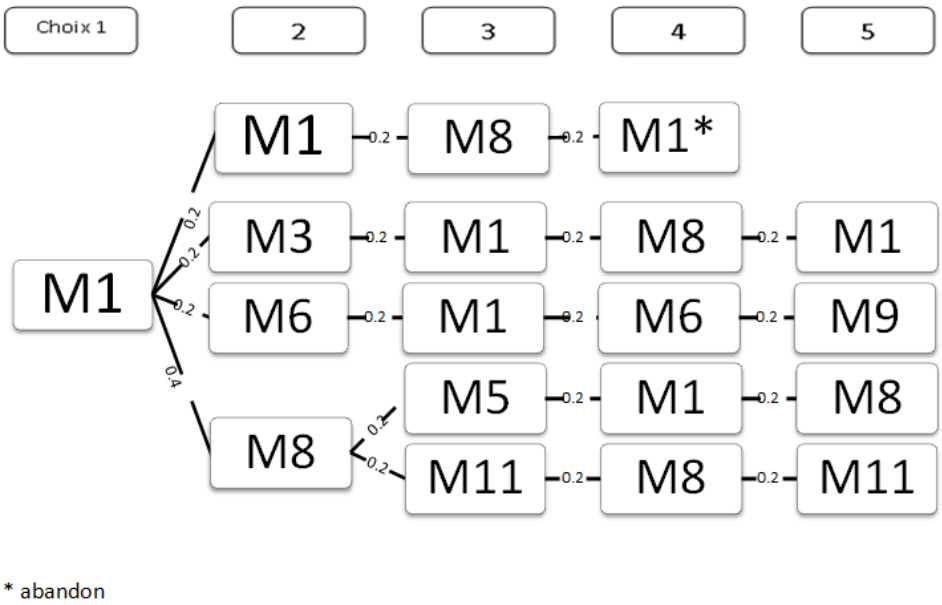


Figure 61. Arbre des probabilités des convergents

Pour les 10 divergents (*cf.* fig. 62), les modules préférés sont les Profils, le Commentaire dans le forum, le Forum, l'Exploration des dépôts et les Ressources.

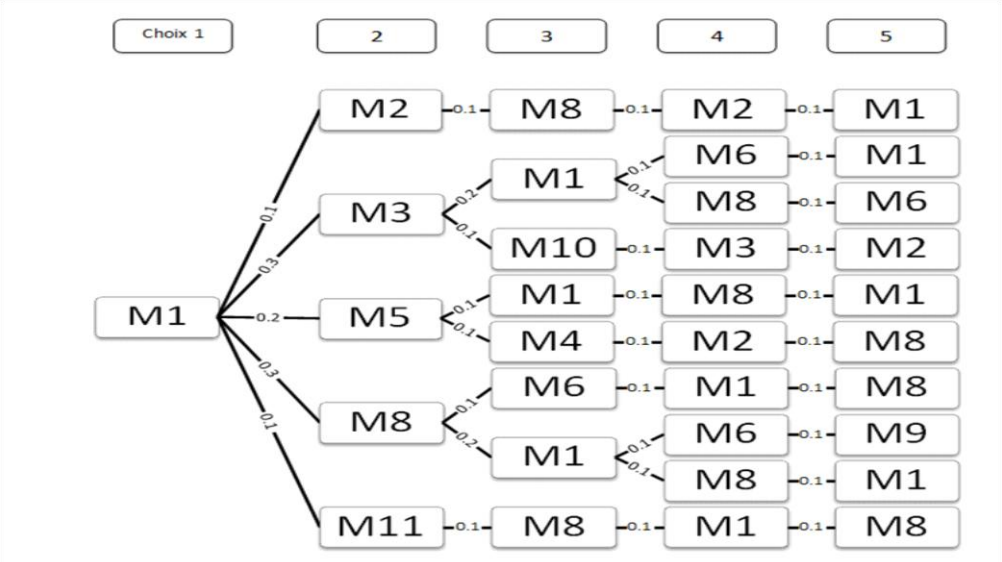


Figure 62. Arbre des probabilités des divergents

Un commentaire de cette analyse est inclus dans les Résultats.

4. Résultats

4.1 Résultats de l'analyse par parcours

L'étude de l'efficacité des parcours réels réalisée sur la moitié de l'échantillon montre que 50 % des étudiants ont besoin de faire plus de 10 clics pour terminer la tâche. Les cours examinés présentent un comportement différent dans l'accomplissement de la tâche d'indexation d'un outil du Web 2.0 pour les uns et d'une réflexion écrite du processus de stage professionnel, pour les autres. Les seconds requièrent quatre fois plus de temps que les premiers pour terminer la tâche de leur cours.

Concernant le délai de la tâche fixé par les enseignants, soit 2 semaines pour C3 et 5 semaines pour C4, nous avons un total de 644 clics. Il est important de préciser que ce délai est supérieur à la période d'observation de cette recherche pour tous les cours. 26 étudiants terminent la tâche dans le délai imparti. Ils ont eu besoin de 24,7 clics en moyenne pour réaliser la tâche. Parmi les 4 étudiants qui abandonnent, 3 le font avant 10 clics et 1 au 12ème. Ce résultat indique que le délai accordé pour l'accomplissement de la tâche est adéquat pour tous les profils avec un pourcentage d'abandon à étudier séparément. Cette vérification permet d'affirmer que si notre étude avait considéré une observation de 25 clics, l'accomplissement de la tâche aurait été réalisée par les deux tiers de l'échantillon (26 étudiants) au lieu du tiers observé (11 étudiants).

4.2 Résultats de l'analyse de l'anticipation d'un choix par arbres des probabilités

Les résultats montrent que les assimilateurs et les convergents ont une probabilité de 50 % de choisir M1 en premier choix. Plus élevée, la probabilité des accommodateurs sur le même choix est de 70 % et des divergents de 40 %.

Le calcul de l'anticipation d'un choix donne les résultats suivants :

1. Étant donné le fait d'être assimilateur et d'avoir choisi le Cahier des charges en premier choix, un assimilateur a :

une probabilité de 0,3[39] de choisir le Forum en deuxième choix, ainsi que l'Exploration des dépôts et, de 0,5 de choisir les Ressources.

2. Étant donné le fait d'être accommodateur et d'avoir choisi le Cahier des charges en premier choix, un accommodateur a :

une probabilité de 0,2 d'insister sur le choix pour le Cahier des charges en deuxième choix, ainsi que de choisir le Glossaire et l'Exploration des dépôts et, de 0,4 de choisir le Forum.

3. Étant donné le fait d'être convergent et d'avoir choisi le Cahier des charges en premier choix, un convergent a :

une probabilité de 0,2 d'insister sur le Cahier des charges en deuxième choix, ainsi que de choisir le Glossaire et l'Exploration des dépôts et, de 0,4 de choisir les Ressources.

4. Étant donné le fait d'être divergent et d'avoir choisi le Cahier des charges en premier choix, un divergent a :

une probabilité de 0,1 de choisir les Profils et le Commentaire dans le Forum en deuxième choix,

de 0,2 de choisir le Forum et, de 0,3 de choisir le Glossaire et les Ressources.

5. Conclusion

Les résultats présentés répondent à l'hypothèse : Connaissant le style d'apprentissage et un premier choix de fonctionnalité d'un internaute, il est possible de mesurer sa performance et d'anticiper un nouveau choix dans le même parcours.

[39] Les valeurs sont approximées au décimal suivant à partir de 0.05.

Nous avons essayé de vérifier cette hypothèse en nous appuyant sur la statistique simple (moyenne, mode) à partir d'une observation empirique. Nous pouvons conclure que la mesure de la performance dans l'étude que nous avons menée est possible après avoir testé un modèle d'analyse par probabilités. L'efficacité d'un style par rapport à un autre est applicable à une partie de l'échantillon, à savoir les convergents,. Par contre, un tiers des divergents affiche le score le moins efficace de l'échantillon.

Dans le cadre d'un premier choix de module, exploratoire et panoramique, nous observons un comportement complexe. Il dérive de la combinaison entre ce qu'il faut faire (tâche du cours dans un délai donné) et ce qu'il y a à faire (agir selon ses préférences, plutôt communicatives, plutôt de consultation des ressources ou même de fouiller dans les profils des participants). Suivant le type de navigation, il y a aussi des compétences plus générales ou plus détaillées. Dans un deuxième choix de module, nos résultats montrent que l'efficacité d'un premier choix n'anticipe pas l'efficacité d'un second choix.

Quant à l'anticipation d'un deuxième choix de fonctionnalité, il a été vérifié par le modèle de l'arbre des probabilités. Ayant choisi M1 comme premier choix, le deuxième choix le plus probable pour un assimilateur et pour un convergent est les Ressources. Il est probable qu'un divergent choisis les Ressources ou le Glossaire, et qu'un accommodateur penche pour le Forum.

Chapitre X
Conclusion

Comme nous l'avons évoqué dans l'introduction de cette thèse, les étudiants interagissent dorénavant de plus en plus avec des dispositifs numériques pour consulter les ressources pédagogiques, du glossaire thématique à l'éditeur de texte ou au forum de questions, par exemple. Ainsi, ils appliquent différentes stratégies de navigation selon une approche des contenus plus ou moins importante, ou selon un trait personnel conceptuel ou expérimental.

Ces étudiants ont pour objectif la réussite d'un cours afin de décrocher un diplôme, et l'efficacité de leur démarche est d'autant plus déterminante qu'elle est plus liée aux compétences cognitives et métacognitives qu'aux expériences éducatives antérieures. En effet, la familiarité avec les hypermédias se traduit par une prise de décision plus rapide et avec moins de consultations, mais pas nécessairement avec plus de motivation. L'intérêt des étudiants de styles *assimilateur* et *convergent* pour l'aspect théorique des contenus les pousse à choisir des algorithmes de résolution basés sur les contenus. A la différence des assimilateurs dont le comportement est conforme à la création et la maîtrise des modèles abstraits, les convergents chercheront à vérifier les théories.

Bien éloignés des assimilateurs mais proches des convergents en ce qui concerne l'intérêt pratique, les *accommodateurs* font preuve d'une ouverture aux autres et de flexibilité. Ce style de personnes privilégient l'intuition pour résoudre les tâches intellectuelles. Quant aux divergents, ils réussissent mieux dans des activités requérant de l'imagination, du contact avec les autres et de la sensibilité. A la différence des assimilateurs et des convergents, les accommodateurs et les *divergents* ne se sentent pas à l'aise dans des tâches conceptuelles et systématiques. Par contre, contrairement aux derniers, les assimilateurs et les convergents préfèrent travailler seuls sans avoir recours à l'expérience. Leurs approches à l'égard de l'apprentissage pouvant entrer en conflit avec les formations en ligne, nous ont conduite à questionner l'efficacité des choix des uns et des autres lors de leurs navigations pédagogiques numériques.



Figure 63. Vue générale des pages d'accueil des cours de l'étude (noms et dates anonymes)

1. De l’efficacité du parcours de navigation de l’étudiant

Cette interrogation permet parallèlement d’explorer différentes dimensions liées aux caractéristiques personnelles des étudiants et aux hypermédias offerts. Les théories dont nous disposons proviennent de deux sources. La première, centrée sur l'interaction sociale, est illustrée par des recherches qui permettent d'expliquer les préférences d'usage, principalement dans des situations de collaboration (Audran, Coulibaly et Papi, 2008 ; Gonon, 2011), du type d'outil numérique (Rabardel, 1995 ; De Vries, 2001 ; Tricot, 2007 ; Collard, 2009). La seconde source a pour thèmes essentiels les perceptions des artefacts techniques (Del Villar, 2007 ; Schneewele et Marquet, 2009), la charge cognitive (Sweller, 2003) et les compétences développées (Marquet, 2010 ; Apollon, 2010). On remarquera que l'intérêt des recherches sur la navigation numérique porte généralement sur l'hypertextualité sur Internet plutôt que sur les sites éducatifs, pour lesquels les observations sont restreintes à des petites échantillon et sont en majorité d'approche qualitative.

Les travaux sur la lecture électronique (Dessus, 1999 ; Clément, 2007 ; Ghitalla, Boullier, Gkouskou-Giannalkou, Le Douarin et Neau, 2003) ont permis de développer différents modèles. Selon le modèle de *scanpath* (Baccino, 2004), les déplacements sur les pages électroniques obéissent à une séquence ordonnée de fixations et de saccades oculaires en raison de la progression de l'usager dans l’acte de lecture. Selon le modèle de parcours documentaire de Bastien et Tricot (2008), l’efficacité d’un parcours peut se mesurer en identifiant les nœuds du parcours et en y appliquant des indices d’analyse. Cette théorie est doublement intéressante pour nous. Non seulement elle parle de parcours de navigation, objet de notre étude, mais en plus elle l’analyse de manière visuelle dans un objectif d’efficacité, c’est-à-dire en considérant le chemin le plus court possible pour résoudre le problème. C’est ce que nous visons pédagogiquement.

Chez les étudiants de styles accommodateur et divergent, on suppose que les activités qui offrent la liberté de choix pour la réalisation de la tâche associée aux fonctionnalités communicatives de certains hypermédias, leur permettront une performance élevée. A l'opposé, chez les étudiants assimilateurs et convergents, on suppose que la même condition non-guidée représente pour eux

une difficulté. Afin d'éviter au maximum l'écueil que nous pourrons qualifier de *découverte*, c'est-à-dire les premiers pas sur un site encore inconnu des étudiants, nous avons pris le parti de ne pas analyser le parcours emprunté par l'usager dans ses premiers clics, mais uniquement une fois la démarche du cours amorcée. L'efficacité est mesurée comparativement aux experts qui nous indiquent le chemin optimal à emprunter en trois clics.

Durant notre travail de recherche, nous nous sommes efforcée d'identifier les propriétés d'un parcours de navigation dans des situations d'apprentissage et de les traduire en images susceptibles d'être interprétées. En effet, dans la francophonie, l'analyse des traces d'utilisation fait encore partie des études pionnières, hormis une dizaine d'articles cités pour la plupart dans des revues hautement spécialisées. Les trois observations *in situ* et *a posteriori* qui reposent sur la définition du comportement de Lagache (1982) que nous avons retenue se sont avérées un bon choix pour l'étude de la navigation dans les EIAH.

A partir de notre questionnement initial : *est-ce que les caractéristiques individuelles de l'usager influent sur sa façon de naviguer ?* nous avons testé nos hypothèses à l'aide des différentes observations et analyses.

L'hypothèse générale : Les profils d'apprentissage ont une influence sur les modes de navigation dans un environnement d'apprentissage en ligne.

L'hypothèse 1 « La stratégie de visite, le style d'apprentissage, le genre et la filière d'études des étudiants sont des caractéristiques du profil de navigation. Un site Web éducatif se prête à des styles de navigation qui sont définis par ces quatre variables », n'est que partiellement vérifiée par l'étude préliminaire. En effet, l'échantillon était trop restreint pour faire des généralisations. Une étude statistique nous aurait permis de rendre plus reproductibles les résultats obtenus. Néanmoins, nous observons une dominance des caractéristiques style d'apprentissage et stratégie de visite sur le style de navigation, c'est pourquoi nous avons axé la suite de notre étude sur la première de ces variables.

L'hypothèse 2 « *L'analyse de l'activité et de l'apprentissage dans un EIAH peut être modélisée sur la base des parcours d'usage* » est vérifiée dans la mesure où ces représentations graphiques nous permettent d'analyser un comportement, une démarche d'apprentissage, ce qui jusque-là, n'avait pas été démontré. Cette hypothèse est opérationnelle et, ne représentant nullement une affirmation théorique, elle tend en priorité à la construction d'outils avant de s'intéresser à l'obtention de résultats significatifs. Et en effet, la visualisation du parcours rend l'interprétation plus aisée ; les techniques élaborées servent donc l'élaboration théorique.

L'hypothèse 3 « Les étudiants ayant un profil d'apprentissage basé sur l'expérimentation et l'expérience plutôt que sur l'abstraction et l'observation devraient effectuer des navigations plus efficaces », est partiellement vérifiée. Les étudiants accommodateurs et convergents dont le style d'apprentissage expérimental est dominant, se montrent plus motivés par les activités proposées que les autres styles. Ils produisent en effet le plus d'effort sur la page, et, dans le cas des convergents, obtiennent un score élevé à l'arrivée au module intermédiaire du parcours expert. Par contre, l'hypothèse n'est pas confirmée pour l'arrivée au module final correspondant à l'accomplissement de la tâche. Ceux qui réussissent le mieux sont les étudiants des profils orientés vers la conceptualisation et l'observation, à savoir, les assimilateurs et les divergents (*cf.* tableau 46). Une étude statistique est nécessaire pour valider ces résultats.

Tableau 46. Efficacité des parcours par style d'apprentissage

LSI	Nombre d'étudiants arrivés au module intermédiaire	% d'arrivées au module intermédiaire	Nombre d'étudiants arrivés au module final	% d'arrivées au module final
Assimilateurs (22)	20	20/22 = 0.9 (90 %)	10	10/22 = 0.45 (45 %)
Accommodateurs (7)	6	6/7 = 0.85 (85 %)	2	2/7 = 0.28 (28 %)
Convergents (11)	10	10/11 = 0.9 (90 %)	3	3/11 = 0.27 (27 %)
Divergents (23)	20	20/23 = 0.87 (87 %)	8	8/23 = 0.35 (35 %)

L'hypothèse 4 « Connaissant le style d'apprentissage d'un internaute et son premier choix de fonctionnalité , il est possible de mesurer sa performance et d'anticiper un nouveau choix sur le même parcours », compte des résultats intéressants. Si l'on sépare les étudiants réussissant la tâche en 10 clics de ceux dont le travail n'aboutit pas dans le laps de temps dédié, nous constatons que le

pourcentage de réussite est relativement faible (23 personnes sur 63, tous profils confondus). Par conséquent, la mesure de l'efficacité observée reste une tendance pour l'analyse de logs Web sur 63 étudiants et devra être précisée par une nouvelle étude sur un échantillon plus étendu. En fonction des styles d'apprentissage et du premier choix, nous avons obtenu les probabilités de poursuite du parcours de navigation sur les cinq cours de l'échantillon. Par conséquent, il est possible de mesurer l'anticipation d'un choix à partir des modèles proposés d'arbre de probabilités et des variables conditionnées.

Enfin, si nous dévions émettre une réserve sur nos résultats, elle porterait sur leur généralisation. Nous avons croisé des théories d'horizons très différents, cherchant à observer des éléments précis et détaillés et nous avons dû examiner une quantité très importante de logs pour que les variables soient significatives. Trois arguments confirment le choix approprié de l'échantillon : il est représentatif de la population parente (un cursus de Master et deux cursus de licence, dont une licence professionnelle ; trois cours de Sciences et deux de SHS), il est basé sur des données précises (logs Web des sites des cours et test LSI) ; les données sont homogènes (tous les cours sont sur la même plateforme, Moodle). Cependant, même si cela représente pour notre étude un avantage théorique, l'importance des résultats reste toutefois relative. C'est pourquoi nous formulerons des recommandations générales pour les champs ergonomique (1) et pédagogique (2) : (1) inclusion des outils de représentation de l'activité sur le site en forme de graphes (interfaces différenciées pour plateforme pédagogique numérique des EIAH) ; (2) usage d'un diagnostic du profil d'apprentissage et éventuellement des motivations des étudiants (évaluation) ; proposition d'activités d'approche de l'apprentissage équilibrée abstraite-concrète et d'action-réflexion (mode d'enseignement à privilégier).

Néanmoins, cette critique doit être nuancée car l'objectif premier de notre recherche consistait en l'élaboration d'un outil et non pas en une théorie comportementale générale. Nous avons tenté d'apporter un modèle d'analyse pertinent pour la mesure de l'efficacité et donc pour l'élaboration d'outils pédagogiques utiles à l'enseignant dans le cadre d'un cours en ligne.

Les difficultés rencontrées peuvent se résumer à deux faits essentiels : celui d'utiliser des mesures contextualisées exigeant une analyse méticuleuse, sans les outils appropriés non encore

disponibles ; et celui énonçant la volonté de créer un programme informatique capable de représenter les parcours de navigation des étudiants afin de pouvoir anticiper leurs comportements en fonction des profils d'apprentissage.

2. De l'efficacité du parcours de navigation de l'étudiant à la prise en compte du style d'apprentissage pour une élaboration pédagogique par l'enseignant

Notre intérêt pour les formations universitaires en général mais aussi pour les formations en ligne a son origine dans notre propre questionnement professionnel d'enseignante. Traduire les traces de connexion est la suite logique de deux objectifs : celui de représenter des parcours d'étudiants censés réaliser un travail académique ; et celui de comparer l'activité des étudiants avec d'autres parcours du même groupe, et avec le parcours d'un expert du contenu.

Notre recherche concerne l'intérêt pédagogique mais pas les contenus de l'apprentissage. L'étude *a posteriori* consistant en l'observation et la représentation des comportements de navigation à partir des logs Web d'un échantillon de 63 étudiants de différents niveaux et filières d'études inscrits dans des universités chiliennes et françaises, nous a permis de qualifier, représenter et reconnaître des parcours de navigation et d'en mesurer l'efficacité pédagogique dans le cadre d'un cours en ligne.

Les résultats, basés sur les styles d'apprentissage des participants, montrent que deux facteurs favorisent la réussite de certains étudiants : caractéristiques personnelles (1) et type de tâches (2). (1) D'une manière générale, les assimilateurs suivent mieux les consignes du but pédagogique énoncé par l'enseignant, que les autres profils. Ils représentent un taux de 45 % pour l'accomplissement de la tâche, tous cours confondus et malgré le fait qu'aucun étudiant assimilateur n'intervient dans l'un des cours. Ils sont suivis par les divergents avec un score moyen de 34 % ; et enfin, par les accommodateurs et les convergents, avec respectivement un score de 28 % et 27 %. (2) Nous observons que les résultats en termes d'efficacité divergent en fonction de la tâche demandée par l'enseignant, et ce pour 10 clics observés. Si C1, C2 et C4 correspondent davantage aux assimilateurs, dans la mesure où 33%, 44% et 20% des étudiants ayant résolu la tâche sont de

style *assimilateur*, les divergents et convergents réussissent mieux la tâche de C5 alors que C3 convient à l'ensemble des étudiants.

Ces résultats montrent soit un accord, soit un désaccord selon les attributs connus des styles d'apprentissage. Les assimilateurs accordent une préférence pour les activités réceptives pouvant être éloignées des scénarios numériques. Cependant, le rendement que nous avons observé a notamment un lien avec les facteurs de conceptualisation des tâches proposées en C1, C2 et C3, et les facteurs d'observation réfléchie de l'activité basée sur un stage professionnel, proposée en C4. On observe des scores contraires chez les divergents qui sont plus à l'aise dans les activités pratiques, qui ne font pas partie du contenu des tâches proposées. Toutefois la qualité des cours non guidés leur en a facilité la réalisation.

Par conséquent, en complément des résultats concernant l'adaptation des tâches aux styles, il est possible de dire que le site influe également sur le rendement des styles. Les résultats du module préféré et relatif aux tâches terminées montrent que les assimilateurs et les accommodateurs travaillent mieux sur C3 qui propose davantage les fonctionnalités Ressources et Exploration des dépôts ; les convergents travaillent mieux sur C5 qui propose les fonctionnalités Ressources et Forum ; les divergents travaillent mieux sur C2 et C5. En comparant le nombre de clics par cours, les assimilateurs de C1, C3 et C4 travaillent plus que les autres styles (49 %, 44 % et 44 % des clics respectivement) avec le score de dépôt le plus haut en C1 et C3; en C2 ce sont les divergents qui font le plus de travail (74 %) avec un score élevé de dépôt ; et en C5 les convergents travaillent davantage (51 %) avec également un score élevé en dépôt de la tâche. Ces résultats indiquent que les étudiants qui font le plus d'effort, même avec un haut score de dépôt des tâches prescrites, ne peuvent pas être considérés les plus efficaces parce qu'ils ne prennent pas le chemin le plus court. Notre étude a le mérite de mettre en exergue le lien entre « style d'apprentissage » et « premier choix ». En effet, les possibilités d'anticipation testées par les statistiques ont pour intérêt non seulement de prévoir les parcours de navigation, et ainsi d'accompagner les étudiants au fil de l'apprentissage, mais également d'apporter une réponse satisfaisante à l'étudiant qui peine dans la résolution du problème.

En conclusion, la performance des assimilateurs est liée à la combinaison des facteurs d'abstraction, elle-même en lien avec les contenus des cours (CA) et l'expérimentation (OR) qui leur permettent de réussir la tâche. Pour les divergents, les approches de l'expérience et de l'expérimentation expliquent leur performance. Nous ne pouvons pas confirmer que la familiarisation avec les outils multimédias soit aussi un indicateur déterminant.

Quant aux parcours, nous pouvons dire que les étudiants de styles assimilateur et convergent réalisent des parcours ciblés vers la résolution de la tâche et consultent notamment les modules de contenu avec très peu d'interaction communicative. Les parcours des accommodateurs montrent leur tendance pragmatique qui leur permet de profiter des consignes lorsqu'elles sont précises et de s'appuyer sur les autres étudiants, même si le score est peu élevé pour l'échantillon. Dans la même tendance communicative mais plus marquée, les divergents dédient une partie considérable de leur activité à l'examen du travail des autres participants. L'autre partie du temps, ils font des trajets de reconnaissance des fonctionnalités avec un même intérêt pour toutes les ressources.

Selon les modèles de « butinage » relatifs à l'étude des hypertextes de McAleese (cité par Le Crosnier, 1999), l'exploration de l'environnement numérique par l'usager dans le cadre d'un parcours de navigation est caractérisée par un cheminement spatial : de l'errance sans structure au sein du site (*wondering*) à une exploration globale (*exploration* dans les détails ou *balayage* panoramique), en passant par la recherche dirigée avec un but précis plus ou moins rapide et efficace (*butinage* ou *requête*), c'est le mouvement du parcours qui est analysé. Ainsi, la compétence spatiale affecte l'utilisation des dispositifs hypermédias. En raison de cette dépendance, les modèles exposés requièrent l'examen de la relation entre comportements de navigation et résultats d'apprentissage dans les limites du dépôt d'une tâche.

Les graphiques que nous avons obtenus, même s'ils sont encore très imparfaits, permettent d'initier une interprétation basée sur les traces du comportement. Les outils que nous apportons favorisent une interprétation de l'intérieur du processus pédagogique. Il ressort d'après l'analyse des graphes que les usagers utilisent une logique, à savoir que leurs comportements de navigation ne sont pas dus au hasard.

3. Perspectives de recherche

Notre recherche a la prétention d'être originale puisqu'elle implique la création d'outils permettant de formaliser les parcours de navigation préparés par les enseignants. Nous travaillons à la construction d'outils encore plus efficaces et notamment dédiés à la représentation visuelle d'un parcours. Pour une plus grande pertinence, nous souhaitons faire évoluer notre technique de plusieurs manières :

- par la réintégration des variables mises de côté au début de notre recherche, à savoir le genre, la filière d'études et la stratégie de visite. En effet, si ces variables nous ont semblé moins pertinentes pour notre étude, elles n'en sont pas moins signifiantes, comme par exemple avec la variable « filière d'études ». De fait, croiser l'ensemble des quatre variables avec un échantillon plus étendue nous permettrait soit d'affiner nos résultats soit de les réfuter. On pourrait de même introduire d'autres variables comme le profil de l'enseignant.

- par l'analyse de la stabilité du style d'apprentissage, en analysant plusieurs tâches d'un même cours. Si nous posons le postulat que l'efficacité d'apprentissage est liée à la technique de navigation, et que, par conséquent, la conception du cours, et notamment de son support, influence la performance de l'étudiant, alors cela signifie que chaque étudiant fait usage d'un style qui peut varier au fil des ans.

- par l'analyse des méthodes de construction de sites de formation favorisant l'efficacité d'apprentissage d'étudiants dont les styles diffèrent.

Nous avons vérifié l'hypothèse générale par les quatre hypothèses opérationnelles que nous venons d'exposer et pouvons désormais affirmer que, dans la limite de notre échantillon, les styles d'apprentissage ont une influence conséquente sur les modes de navigation dans les EIAH observés.

Références

Adelson, E.H. (1993). Perceptual Organization And The Judgment Of Brightness. *Science 262*, 2042-2044

Alavi, M. et Leinder, D. (2001). Research commentary: Technology-Mediated Learning A call for greater depth and breadth of research, *Information Systems Research. 12*(1), 1-10.

Alonso, C. M., Gallego, D. J. et Honey, P. (1999). *Los estilos de aprendizaje. Procedimientos de Diagnóstico y Mejora*. Bilbao : Ediciones Mensajero.

Amadieu, F. et Tricot, A. (2006). Utilisation d'un hypermédia et apprentissage: deux activités concurrentes ou complémentaires. *Psychologie Française. 51*, 5-23.

Amadieu, F., Bastien, C. et Tricot, A. (2008). Les méthodes on-line 1: analyse des parcours. Dans A. Chevalier et A. Tricot, (dir.), *Ergonomie des documents électroniques*, (p. 251-270), Paris : PUF.

Anderson, J. R. (1976). *Language, memory, and thought*. N. J. : Lawrence Erlbaum Associates.

Anderson, J.R. (2000). *Learning and memory, an integrated view*. New York : Wiley.

Ankney, C. (1995). Sex differences in brain size and mental abilities : comments on R. Lynn and D. Kimura. *Person, individ, difference*, *18*(3), 423-424.

Apollon, D. (2010). Invention de soi et compétences à l'ère des réseaux sociaux, *Questions vives 7(14)*.

Arabasz, P., Boggs, R. et Baker, M. B. (2003). Highlights of e-learning support practices. Educause Research, *Bulletin, 9*.

Aubertin, G., Boughzala, I. et Ermine, J. (2003). Cartographie de connaissances critiques. *Actes de conference Extraction et Gestion des Connaissances (EGC)*, 495–502.

Audran, J., Coulibaly, B. et Papi, C. (2008). Les incitateurs et les épreuves, traces de vie sur les forums en ligne, *DistanceS* 10(1).

Auroux, S. et Weil, Y. (1991). Dictionnaire des auteurs et des thèmes de la philosophie. Paris : Hachette.

Austin, J. (1979). *Quand dire c'est faire,* Paris : Seuil.

Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology : A cognitive view.* New York : Holt, Rinehart and Winston.

Baccino, T. et Cole, P. (1995). *La lecture experte.* Paris : PUF.

Baccino, T. et Colombi, T. (2001). Link ipertestuali e analisi dei movimenti oculari, 7th National Congress L'ergonomia nella societa dell'informazione, HCItaly 2001, Firenze, Italy.

Baccino, T. (2004). *La lecture électronique.* Grenoble : Presses universitaires.

Bachelard, G. (1972). *Formation de l'esprit scientifique.* Paris : PUF.

Bachelard, S. (1979). Quelques aspects historiques des notions de modèles et de justification des modèles. Dans P. Delattre et M. Thellier (dir.), Élaboration *et justification des modèles* (p. 9-21), Paris: Maloine.

Baddeley, A. (1986). *Working memory.* Oxford : Clarendon Press.

Baddeley, A. (2000). The episodic buffer : a new component of working memory, *Trends in Cognitive Sciences, 4*(11), 417-423.

Baker, M. (2000). The roles of models in Artificial Intelligence and Education research : a prospective view, *International Journal of Artificial Intelligence in Education, 11*, 122-143.

Barabási, A. L. (2003). *Linked: how everything is connected to everything else and what it means.* Consulté le 21/01/2012 sur : http://books.google.com/books id=rydKGwfs3UACetpgis=1

Baron, G. L. (1989). Informatique disciplines scolaires. Le cas des lycées. Paris : PUF.

Baron, G. L. et Bruillard, E. (1996). *L'informatique et ses usagers.* Paris : PUF.

Barth, B. M.(1987). *L'apprentissage de l'abstraction.* Paris : Retz.

Barthes, R. (1970). *S/Z.* Paris. Seuil.

Bastian, M., Heymann, S. et Jacomy, M. (2009). Gephi: An open source software for exploring and manipulating networks, International AAAI Conference on Weblogs and Social Media (p. 361-362). Consulté dans : http://www.aaai.org/ocs/index.php/ICWSM/09/paper/download/154/1009

Bastien, C. (1997). Les connaissances, de l'enfant à l'adulte. Paris : A. Colin.

Bastien, C. et Tricot, A. (2008). L'évaluation ergonomique des documents électroniques. Dans A. Chevalier et A. Tricot, (dir.), Ergonomie des documents électroniques. (p. 205-227). Paris : PUF

Baudelot C. et Establet R. (1992). *Allez les filles.* Paris : Seuil.

Béguin, M. et Pumain, D. (1994). *La représentation des données géographiques.* Paris : Seuil.

Bennet, G., Seashore, A. et Wesman, A. (1980). M*anual for the Differential Aptitude Test,* New York : Psychological Corporation.

Benveniste, E. (1974). *Problèmes de linguistique générale II.* Paris : Gallimard.

Berbaum, J. (1991). Adaptation française du LSI (Learning Style Inventory), d'après : KOLB, D. A. (1976). The learning style inventory : technical manual. Boston, Mc Ber and Company.

Bergadàa, M. (2006). Une stratégie de recherche constructiviste appliquée aux services culturels : l'exemple du Musée Olympique, de son concept et de ses profils de visiteurs, *Recherche et Applications en Marketing, 21(*3), 91-114.

Bernatchez, J. C. (2003). *L'appréciation des performances au travail : de l'individu à l'équipe.* Québec : Presses de l'Université du Québec.

Bertin, J. (1977). *La graphique et le traitement graphique d'information. Paris :* Flammario Nouvelle Bibliothèque scientifique.

Bertin, J. (1999). Semiologie graphique: les diagrammes, les réseaux, les cartes, Paris : EHSS.

Biggs, J. (1996) Western misperceptions of the Confucian-heritage learning culture. Dans D.A. Watkins and Biggs, J.B. (dir.), *The Chinese Learner: Cultural, Psychological and Contextual Influences,* CERC, Hong Kong : The Central Printing Press.

Birrien, J. (1990). *Histoire de l'informatique.* Que sais – je ? Paris : Presses Universitaires de France.

Bloch, M. et Pigneur, Y. (1998). *L'émergence de la virtualité: un panorama,* disponible en ligne sur: http://inforge.unil.ch/gardues/bull55/pinta.htm

Blondel, F. M. et Bruillard, É. (2007). Comment se construisent les usages des TIC au cours de la scolarité. Le cas du tableur, TICE : l'usage en travaux, *Les dossiers de l'ingénierie éducative, CNDP,* 139-147.

Bonnard, F. (2009). Apprenti-Sage. Consulté sur : http://styleapprentisage.franceserv.com/index.php

Bonnin, G. (2003). La mobilité du consommateur en magasin : une étude exploratoire de l'influence de l'aménagement spatial sur les stratégies d'appropriation des espaces de grande distribution, *Recherche et Applications en Marketing*, *18(*3), 7-29.

Bouchard, P. (2000). Autonomie et distance transactionnelle dans la formation à distance. Dans S. Alva (dir.), Cyberspace et formations ouvertes (p. 65-80), Bruxelles : De Boeck.

Britt, M. A., Perfetti, C. A., Sandak, R. et Rouet, J. F. (1999). Content integration and source separation in learning from multiple texts. In S. R. Goldman, A. C. Graesser, et P. van den Broek (dir.). Narrative comprehension, causality, and coherence: Essays in honor of Tom Trabasso (p. 209-233), Mahwah : Lawrence Erlbaum Associates.

Broadbent, S. et Cara, F. (2003). Les nouvelles architectures de l'information, dans Origgi, Gloria, Arikha, Noga (dir.) *Text-e. Le texte à l'heure de l'internet*. Paris : Centre Pompidou.

Brousseau, G. (1998). *La théorie des situations didactiques.* Grenoble : La Pensée Sauvage Éditions.

Brown, J. S. (2000). Growing up digital : How the Web changes work, education, and the ways people learn, *Change, Mars/April, 11 – 20.*

Bruillard, E. (1997). *Les machines à enseigner.* Paris : Hermès.

Bruner, J. (1971). The relevance of education. N. Y. : Norton & Co.

Bruner, J. (1999). *La educacion, puerta de la cultura*. Madrid : Visor.

Buhl, J., Gautrais, J., Reeves, N., Solé, R., Valverde,S., Kuntz, P. et Théraulaz, G. (2006). Topological patterns in street networks of self-organized urban settlements. Eur*opean Physical Journal B,42(*1), 123-129.

Burton, R., Borruat, S., Charlier, B., Coltice, N., Deschryver, N., Docq, F., Eneau, J., Gueudet, G., Lameul, G., Lebrun, M., Lietart, A., Nagels, M., Peraya, D., Rossier, A., Renneboog, E. et Villiot-Leclercq, E. **(**2011). Vers une typologie des dispositifs hybrides de formation en enseignement supérieur. *Distances et Savoirs*, *2011*(1)9, 69-96.

Bush, V. (1945). As We May Think. In: *The Atlantic Monthly, 176 (1)* 101-108.

Card, S.K., Moran, T.P. et Newell, A. (1983). *The Psychology of Human-Computer Interaction.* Hillsdale : Erlbaum.

Cardillo, Scellato, Latora, Porta. (2006). Structural properties of planar graphs of urban street patterns Physical Review E 73.

Carter, C., Braver, T., Barch, D., Botwinick, M., Noll, D. et Cohen, J. (1998). Anterior cingulated cortex, error, detection and the on-line monitoring of performance, *Science*, *280*, 747-749.

Carville, S. et Mitchell, D. (2000). The Web goes interactive, *Macword.13(*7), 92-99.

Caterino, P., Chibout, K., Meza, S. (2011). *Profils de communication, profils d'apprentissage et usages sur une plateforme pédagogique en ligne : étude exploratoire.* Communication présenté au Colloque EPAL (Echanger pour apprendre en ligne), Grenoble, France.

Cauvin, Escobar et Aziz. (2007). Cartographie thématique : des transformations incontournables, Traité IGAT.

Chambat, P. (1994). Usages des technologies de l'information et de la communication : évolution des problématique. *Technologies de l'information et Société, 6*(3).

Charlier, B. et Denis, B. (2002). Articuler distance et présence dans une formation d'adultes en Technologie de l'Education. Colloque de l'AIPU (Association Internationale de Pédagogie Universitaire), Belgique : Louvain-La-Neuve.

Charlier, B., Bonamy, J. et Saunders, M. (2003). Apprivoiser l'innovation. Dans B. Charlier et D. Perraya (dir.), *Technologie et innovation en pédagogie. Dispositifs innovants de formation pour l'enseignement supérieur* (p. 43-64). Bruxelles : De Boeck.

Charlier, B., Nizet, J. et Van Dam, D. (2006). Voyage au pays de la formation des adultes : dynamiques identitaires et trajectoires sociales. Paris: L'Harmattan.

Charlier, B., Deschryver, N. et Peraya, D. (2007). Apprendre en présence et à distance: Une définition des dispositifs hybrides. *Revue Distances et Savoirs, 4*(4).

Chartier, R. (2003). Lecteurs et lectures à l'âge de la textualité électronique, dans Origgi, G. et Arikha, N. (dir.), *Text-e: le texte à l'heure de l'Internet*. Paris, Bpi-Centre Pompidou.

Chen, S. Y. et Macredie, R. D. (2002). Cognitive Styles and Hypermedia Navigation : Development of a Learning Model. *Journal of the american society for information science and technology, 53*(1): 3-15.

Chevrier, J., Fortin, G., Théberge, M. et Leblanc, R. (2000). Le style d'apprentissage : une perspective historique. Le style d'apprentissage, 1. Consulté le 14/03/2009 sur : http://www.acelf.ca/c/revue/revuehtml/28-1/02-chevrier.html

Chomsky, N. (1959). Review of Skinner's "Verbal Behavior". Language, 35, 26-58.

Chomsky, N. (1971). Aspects de la linguistique syntaxique. Paris : Le Seuil.

Choquet, C., Delozanne, E. et Luengo, V. (2007). Éditorial du numéro spécial Analyses de traces d'utilisation dans les EIAH, STICEF, 14, consulté le 12/08/2012 : http://sticef.univ-lemans.fr/classement/rech-annee.htm#v14

Cisel, M. et Bruillard, E. (2012). Chronique des MOOC. Rubrique de la *Revue Sticef 19*.

Clark, R. E. (1994). Media will never influence learning, *Educational Technology Research and Development 42*(2), 21-29.

Clément, J. (2007). L'hypertexte, une technologie intellectuelle à l'ère de la complexité. Dans Brossaud C., Reber B., Humanités numériques 1, Nouvelles technologies cognitives et épistémologie, Hermès Lavoisier.

Clewley, N., Chen, S. Y. et Liu, X. (2011). Mining Learning Preferences in Web-based Instruction: Holists vs. Serialists. *Educational Technology et Society*, *14* (4), 266–277.

Colombi T. et Baccino.T (2003). Le rôle de la mise en page et de la structure syntaxique dans la sélection des liens hypertextuels. *Le Travail Humain*, *66*(1), 45-64.

Colombi, T. et Baccino, T. (2010). Exploration visuelle et navigation dans les hypertextes: quelles stratégies www.ergoia.estia.fr/ergoia2010/documents/Colombi_Baccino_def.pdf

Collard, A. (2009). *Comprendre et naviguer dans un hypermédia métaphorisé.* Belgique : Presses Universitaires de Louvain.

Collazos, C. A. (2007). Visualizing Shared-Knowledge Awareness in Collaborative Learning Processes. *Conference International Workshop on Groupware -CRIWG*, (p. 56-71).

Cossette P. et Audet M. (1994). Qu'est-ce qu'une carte cognitive, dans P. Cossette (dir.), *Cartes cognitives et organisations*, Collection Sciences de l'administration, Québec/Paris : Les Presses de l'Université Laval/Editions ESKA.

Coulet, J.- C. (1998). Une approche fonctionnelle de la classification multiple chez des enfants de 7 à 11 ans In : *L'année psychologique. 98*(1), 9-35.

CRUCH. Conseil de recteurs des universités chiliennes : www.cruch.cl

Curry, L. (1987). Intergrating concepts of cognitive or learning style : A review with attention to psychometrics standards. Otawa : Canadian College of Health Service Executives.

Curry, L. (1990). Learning Styles in Secondary Schools : A Review of Instruments and Implications for Their Use. Wiscousin Center for Education Research, Madison.

De Certeau M. (1990). *L'invention du quotidien. Arts de faire*. Paris : Gallimard.

De Rosnay, J. (1997). Y a t-il un avenir après l'internet. Le futur du multimédia de l'information, Le français dans le monde, CLE, (p. 4-12).

De Vries, E. (2001). Les logiciels d'apprentissage, panoplie ou éventail, *Revue Française de Pédagogie. 137*, 105-116.

De Vries, E. (2006). *Représentation et technologie en éducation.* Habilitation à Diriger les Recherches. Université Pierre - Mendès, France.

Del Villar, R. (2003). Nuevas tecnologías digitales, sistemas cognitivos y construcción de identidades, *Revista deSignis, 5*, 127.

Del Villar, R. (2005). Vidéo- animation, consommation et identification. *Revue Visio, 9*(3-4).

Del Villar, R. (2007). Verso una semiotica del consumo ipertestuale e frattale: il caso cilen, (dir.) Paolo Bertetti y Carlos Scolari **:** "*MediaAmerica"*, Edizioni Cartman, Torino, Italy.

Deleuze, G. et Guattari, F. (1987). *A Thousand Plateaus*. Minneapolis : University of Minnesota Press.

Delozanne, E., Le Calvez, F., Merceron, A. et Labat, J. M. (2007). Design Patterns en EIAH : vers un langage de Patterns pour l'évaluation des apprenants, *Revue STICEF, 14, consulté le 07/01/2013 :* http://sticef.org

Depover, Ch., Giardina, M. et Marton, P. (1998). *Les environnements d'apprentissage multimédia : analyse et conception*. Paris, L'Harmattan.

Deschryver, N. (2008). *Interaction sociale et expérience d'apprentissage en formation hybride* (thèse de doctorat), Suisse : Université de Genève.

Dessus, P. (1999). Vérification sémantique de liens hypertextes avec LSA. In J.-P. Balpe, A. Lelu, S. Natkin, I. Saleh (Eds). *Hypertextes, Hypermédias et internet (H2PTM'99)*. Paris: Hermès, 119-129.

Dessus, P. et Marquet, P. (2003). Les effets de la distance sur le discours de l'enseignant et le comportement des apprenants. *Distances et Savoirs, 1*(3), 337-360.

Dessus, P. et Marquet, P. (dir.). (2009). Les effets des dispositifs d'enseignement à distance. *Distances et Savoirs, 7*(1), 131.

Dewey, J. (1938). *Experience et éducation.* Paris : Armand Colin.

D'Hainaut, L. (1988). Des fins aux objectifs de l'éducation. Un cadre conceptuel et une méthode générale pour établir les résultats attendus d'une formation. Bruxelles: Labor.

Dictionnaire des concepts clés, encyclopédique de l'éducation et la formation (2007), édition RETZ.

Dionne, M., Mercier, J., Deschênes, A.J., Bilodeau, H., Bourdages, L., Gagné, P., Lebel, C. et Rada-Donath, A. (1999). Profil des activités d'encadrement comme soutien à l'apprentissage en formation à distance. *Revue Distances, 13* (2), http://cqfd.teluq.uquebec.ca/06_encadrement03v3.pdf.

Docksader, J. (1999). Teachers of the 21st. Century Know the What, Why, and How of Technology Integration. *T.H.E. Journal, 73-74, Janvier.*

Docq, F., Lebrun, M. et Smidts, D. (2008). À la recherche des effets d'une plateforme d'enseignement/ apprentissage en ligne sur les pratiques pédagogiques d'une université : premières approches. *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire*, *5*(1), 45-57. Consulté le 10/10/2011 : http://www.ritpu.org

Docq, F., Lebrun, M. et Smidts, D. (2009). Claroline, an Internet teaching and learning platform to foster teachers professional development and teaching quality: First approaches. *AACE Journal*, *17*(4), 347-362. Consulté le 17/05/2012 : http://www.editlib.org/j/AACEJ/v/17/n/4

Dubois, D. (1973). *Dictionnaire de linguistique.* Espagne : Larousse.

Dubois, J., Gidcomo, M., Gvespin, L., Marcellesi, C., Marcellesi, J.-B. Et Mével, J. P. (1999). Dictionnaire de Linguistique et des Sciences du Langage. Paris : Larousse – Bordas.

Ducrot, O. (1984). *Le dire et le dit.* Paris : Éditions de Minuit.

Dumont, Ch. (2007). Mise en ouvre technique. Les plateformes. Dans L'enseignement en ligne. A l'université et dans les formations professionnelles. Bruxelles : De Boeck.

Dunn, R. et Dunn, K. (1978). Teaching students through their individual learning styles. Reston : Reston Publishing.

Dunn, R., Dunn, K. et Price, (1987). Productivity Environmental Preference Survey.

Durand, A. (1997). Modélisation moléculaire, (thèse doctoral).

Eco, U. (1988). *Le signe, histoire et analyse d'un concept.* Bruxelles : Editions Labor.

_____(1997). *Kant y el ornitorrinco.* Barcelona, Lumen.

EDM (2007). International Working Group on Educational Data Mining. Consulté le 20/02/2008 : http://www.educationaldatamining.org/index.html

Engeström, Y. (1999). Activity theory and individual and social transformation. In Y. Engeström, R. Miettinen et R. Punamäki (dir.), *Perspectives on activity theory* (p.19-38). New York : Cambridge University Press.

_____ (2001). Expansive learning at work: Toward an activity theoretical reconceptualization. *Journal of Education and Work, 14(1),* 133-156.

Eppler, M. (2001). Making Knowledge Visible Intranet Knowledge Maps : Concepts, Elements, Cases, *IEEE, Hawai International Conference on System Sciences.*

Ericsson et Kintsch. (1995). Théorie de la mémoire de travail à long terme.

Fainholc, B. (2004). *Lectura crítica en Internet*. Argentina: Edit. Homo Sapiens.

Feingold, A. (1988). Cognitive gender differences are disappearing. *American Psychologist.43* (2), 95-103.

Fernandez, J. et Navarro, M. (1984). Evaluación de las diferencias intersexo en habilidades cognitivas. *Revista de Psicologia General y Aplicada. 39*(6), 1203-1232.

Feuerstein, R. (1990). The theory of structural cognitive modifiability. In Pressein, B. (dir.). *Learning and thinking styles: Classroom interaction*. Washington DC: National Education Association.

Flavell, J. (1991). *La métacognition.* Bruxelles : DeBoeck.

Fodor, J. (1983). Computation and reduction. In J. Fodor (ed) *Representations, Essays on the foundations of cognitive science.* Cambridge : MIT Press.

Fodor, J. (1986). La modularité de l'esprit. Essai sur la psychologie des facultés. Paris : Éditions de Minuit.

Fontanille, J. (1999). *Sémiotique du discours*. Limoges : PULIM.

Fontanini, C., Costes, J. et Houadec, V. (2008). Filles et garçons dans l'enseignement supérieur : permanences et/ou changements *Education et Formations 77*, 63-72.

Ford, N. et Chen, S. Y. (2000). Individual differences, hypermedia navigation and learning: An empirical study. *Journal of educational Multimedia and Hypermedia, 9(4)*, 281-312.

Ford, N. et Chen, S. Y. (2001). Matching/mismatching revisited: An empirical study of learning and teaching styles. *British Journal of Educational Technology, 32*(1), 5–22.

Foucault, M. (1994). *Dits et écrits*. Paris : Gallimard.

Foucault B., Coulet J.C. (2001). Étude expérimentale de l'évolution des stratégies de navigation et de l'apprentissage dans un cours en ligne, V colloque Hypermédia et Apprentissage, Grenoble.

Freire, P. (1983). Pedagogy in process : the letters to Guinea-Bissau. New York: Continuum

Freire, P. (2006). *Pédagogie de l'autonomie*. Paris : Erès.

Gagné, R. M. (1974). *Essentials of learning for instruction*. Hinsdale, IL: The Dryden Press.

Gardner, R. C. (1985). Social psychology and second language learning: The role of attitudes and motivation. London : Edward Arnold.

Gauthier, P. D. (2001). *La dimension cachée de l'E-learning. De la motivation à l'abandon. Consulté sur :* www.thot.cursus.edu/photo/Image972.pdf

Ghitalla, F. (2009). Du nuage aux abîmes. Dimensions heuristique et expérimentale des modèles du Web, consulté sur : http://ateliercartographie.com/du_nuage_aux_abymes.pdf.

Ghitalla, F., Boullier, D., Gkouskou-Giannal, P., Le Douarin, L. et Neau, A. (2003). *L'outre lecture*. Metz : Bpi, Centre Pompidou.

Gibson, J. (1979). *The Ecological Approach to Visual Perception*. Boston : Houghton Mifflin.

Girardot, G. (2006). Les étudiants inscrits dans les 83 universités publiques françaises en 2005, Note d'information 06-24, DEPP-MEN.

Glossaire Interstices. Consulté sur : http://interstices.info/jcms/jalios_5358/glossaire-interstices?id=jalios_5358&#c_42521

Gonon, I. (2011). Travail collaboratif à distance. Consulté le 11/11/2012 sur : http://creativecommons.orglicences/by-by-nc-sa/2.0/fr/

Goulard, F. (2007). *Rapport L'Enseignement Supérieure en France.* Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche.

Grandbastien, M. et Labat, J. M. (2006). *Environnements informatiques pour l'apprentissage humain*. Paris : Hermes Sciences Lavoisier.

Grave, M. et Grave, C. (1996). *Integrating technology for meaningful learning.* Boston : Milfflin Company.

Gregoric, A. et Ward, H. B. (1977). Implications for learning and teaching: A new definition for individual. *NASSP Bulletin, 61(406),* 20-26.

Gross, M. (1998). Analysis of human movement using digital video, *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia. 7(*4), 375-395.

Groupe µ. (1992). Traité du signe visuel. Pour une rhétorique de l'image. Paris : Édition Le Seuil.

Guillevic, Ch. (1991). *Psychologie du travail.* Paris : Nathan.

Gunia, N. (2000). L'impact des nouvelles technologies d'information et de communication sur les configurations organisationnelles. Le cas de la fonction ressources humaines, Actes du 3ème Colloque de CRIC, Montpellier.

Hamaina, Leduc et Moreau (2012) Publication Cybergeo : revue européenne de géographie /European journal of geography

Harasim, L. (1989). Online Education: A New Domain. In R. Mason and T. Kaye (dir.), Mindweave: Computers, Communications and Distance Education, (50-62). Oxford: Pergamon Press.

Henri, F., Peraya, D. et Charlier, B. (2007). La recherche sur les forums de discussion en milieu éducatif : critères de qualité et qualité des critères. *STICEF, 14. Consulté le 14/11/2010 sur :* http://sticef.univ-lemans.fr/num/vol2007/18-henri/sticef_2007_henri_18.htm

Hickcox, L. K. (1995). Learning Styles : A Survey of Adult Learning Style Inventory. Woodbridge : The Thoughtful Educations Press.

Hitz, S. et Turoff, M. (2002). Whet makes learning networks effective. *Communications of the ACM.45(*4), 56-59.

Hjelmslev, L. (1943). Prolegomena to a Theory of Language. Madison : University of Wisconsin Press.

Homan, G. et Macpherson, A. (2005). E-Learning in the corporate university. *Journal of European Industrial Training, 29*(1), 75-90.

Honey, P. et Mumford, A. (1992). *The Manual of learning styles*. Peter Honey, Maidenhead.

Houdé, O. (1992). Catégorisation et développement cognitif. Paris : PUF.

Houdé, O. (2003). Vocabulaire de Sciences cognitives : neuroscience, psychologie, intelligence artificielle, linguistique et philosophie. Paris : PUF

Imamoglu, Z. (2007). An Empirical Analysis Concerning the User Acceptance of E-Learning, *Journal of American Academy of Business Cambridge. 11*(1), 132-137.

Jayme, M. et Sau, V. (2004). *Psicología diferencial del sexo y el género.* Barcelona : Icaria.

Jeannerod, M.(2001). Neural Simulation of Action : A Unifying Mechanism for Motor Cognition, Institute des Sciences Cognitives

Jeannerod, M. (2002). Action. Dans Guy Tiberghien. *Dictionnaire des Sciences cognitives.*Paris : Armand Colin.

Johnson-Laird, P. (1998). *The Computer and the Mind: An Introduction to Cognitive Science.* Cambridge. MA : Hervard University Press.

Joly, F. (1976). *La cartographie.* Paris : PUF.

Jonassen, D.H. et Grabowski, B. (1993). *Individual differences and instruction.*New York : Allen et Bacon.

Kadiyala, M. et Crynes, B. L. (2000). A review of literature on effectiveness of use of Information Technology in Education. *Journal of engineering education 89*(2), p. 177-190.

Kahneman, D. (1973). *Attention and effort.* Englewood Cliffs. NJ : Prentice-Hall.

Kaleidoscope, (2006). Le réseau européen de recherche Kaléidoscope. Consulté le 28/02/2008 sur : http://www.noe-kaleidoscope.org/pub/

Keefe, J. (1988). L'utilisation du profil et style d'apprentissage. Virginia: NASSP.

Keefe, J. (1989). *Profiling and Utilizing Learning Style*. Reston, Virginia : NASSP.

Kieras D.E. et Meyer D.E. (1997). A computational theory of executive control processes and human multiple-task performance. Part I. Basic mechanisms. *Psychological Review, 104*, 3–65.

Kintsch, W. (1998). *Comprehension: A paradigm for cognition*. New York : Cambridge University Press.

Klein, S., Cosmides, L., Tooby, J. et Chance, S. (2002). Decisions and the Evolution of Memory: multiple systems, multiple functions. *Psychological Review. 109,* 306-329.

Kolb, D. (1984). *Experiential Learning.* New Jersey : Prentice-Hall.

Koschmann, T. (2002). Dewey's contribution in the fondations of CSCL research. In STAHL, G. *Computer support for collaborative learning: fondations for a CSCL community. Proceedings of CSCL 2002*. New York, Lawrence Erlbaum Associates.17-23.

Kosslyn, S. (1983). Ghost in the mind's machine : Creating and using images in the brain. New York, W.W. Norton et Company.

Kulik, J., Kulik, C. et Cohen, P. (1980). Effectiveness of computer-based college teaching: A meta-analysis of finding. *Review of Educational Research 50*, p. 525-544.

Lagache, D. (1982). El espíritu de la psicología contemporánea. Dans D. Lagache, Obras IV: Psicología criminal. El psicólogo clínico. Transferencia (p. 75-82). Buenos Aires : Paidós.

Lameul, G. (2008). Les effets de l'usage des technologies d'information et de communication en formation d'enseignants sur la construction des postures . *Savoirs 17,* 73-94.

Larose, F. et Jaillet, A. (2009). *Le numérique dans l'enseignement et la formation.* Paris : L'Harmattan.

Lave, J. (1988). Cognition in Practice : Mind, mathematics, and culture in everyday life. Cambridge : Cambridge University Press.

Lebrun, M. (2007). Quality towards an expected harmony: Pedagogy and technology speaking together about innovation. *AACE Journal.15*(2), 115-130. Chesapeake, VA: AACE. Disponible sur Internet : http://www.editlib.org/p/21024 (Consulté le 27 septembre 2011).

Le Codic, Y. (1997). *Usages et usagers de l'information.* Nathan Université.

Le Crosnier, H. (1999). Une introduction à l'hypertexte. BBF, 1991 4, 280 – 294, Consulté le 26/06/2010 : http://bbf.enssib.fr/

Le Crosnier, H. (2008). A l'ère de l'«informatique en nuages», Paris : Le Monde Diplomatique.

Lee, Y., Grill, S., Sanchez, A., Murphy-Ryan, M. et Poss, K.D. (2005). Fgf signaling instructs position-dependent growth rate during zebrafish fin regeneration. *Development 132*(23): 5173-5183.

Léger, L., Baccino, T. et Tijus, C.(2003). Perception et signification : un apport à l'ergonomie des interfaces du web, 15ème Conférence Francophone sur l'Interaction Homme-Machine, Caen.

Le Ny, J. (1985). Comment (se) représenter les représentations. *Psychologie française. 30*, 231-238.

Lerch F.J., Mantei M. et Olson J.R. (1989). Skilled financial planning: the cost of translating ideas into action. In *Proc. CHI (Computer Human Interaction)*, 121–26, New York, ACM Press.

Lévy J. F. (2000). Le cas des lycées In Baron , G.-L, Bruillard, E., LEVY, J.F., (dir.) Les technologies dans la classe de l'innovation à l'intégration, INRP. 68-98.

Lewin, K. (1951). Théorie des champs en Sciences sociales. New York : Harper and Row Editors.

Linard, M. (1996). Des machines et des hommes : apprendre avec les nouvelles technologies. Paris : L'Harmattan.

Linard, M. (2002). Conception de dispositifs et changement de paradigme en formation. *Éducation permanente, 152*, 143-155.

Lindsay, P. et Norman, N. (1977). *Human information processing.* New York : Academic Press.

Linn, M. et Petersen, A. (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability : a meta-analysis. *Child Development.56*, 1479-1498.

Lohse G. (1991). A cognitive model for the perception and understanding of graphs. In *Proc. CHI (Computer Human Interaction.) 1991*, p. 137–44. New York: ACM Press.

McKenney, J. et Keen, P. (1974). How managers' minds work. *Harvard Business Review, 52*, 79-90.

Macquart, 2008, *Cognition spatiale chez la fourmi* Gigantiops destructor (Hymenoptera, Formicidae) : étude expérimentale du suivi de route, (Thèse de doctorat) Université de Toulouse.

Maingeneau, D. (1996). *Les termes clés de l'analyse du discours*. Paris : Seuil.

Manderscheid, J. C. et Jeunesse, Ch. (2007). *L'enseignement en ligne à l'université et dans les formations professionnelles.* Bruxelles : De Boeck Université.

Manovich, L. (2001). *The langage of New Media*. Cambridge (MA). The MIT Press.

Marquet, P., Dinet, J. (2004). Les premiers usages d'un cartable numérique par les membres de la communauté scolaire : un exemple en lycée. *Revue française de pédagogie*, 146, 79-90.

Marquet, P. (2005). Intérêt du concept de conflit instrumental pour la compréhension des usages des EIAH. *Actes de la conférence EIAH* 2005, éditées par Pierre Tchounikine, Michelle Joab et Luc Trouche, Institut National de Recherche pédagogique, Université Montpellier II.

Marquet, P. et Coulibaly, B. (2007). Le concept de conflit instrumental : une hypothèse explicative des non-usages des TIC. *Dossiers de l'Ingénierie Éducative, Hors série* : TICE, l'usage en travaux, 61-69.

Marquet, P. (2010). Apprendre, construire ses propres instruments. In B. Charlier, F. Henri (Eds). *Apprendre avec les technologies*. Paris, PUF, 120-129.

Marshall, J. et Merrit, S. (1985). Reliability and construct validity of alternate forms of learning style inventory, *Educational and Psychological Measuresment, 45*, 931-937.

Massa, L. J., et Mayer, R. E. (2006). Testing the ATI hypothesis: Should multimedia instruction accommodate verbalizer-visualizer cognitive style *Learning and Individual Differences, 16,* 321-335. http://dx.doi.org/10.1016/j.lindif.2006.10.001

Massit- Folléa, F. (2002). Usages des Technologies de l'Information et de la Communication acquis et perspectives de la recherche, dans Le Français dans le Monde, n°spécial de janvier « Apprentissage des langues et technologies : des usages en émergence », CLE.

Mata, F., Rodriguez, J. et Bolivar, A. (2004). Dictionnaire encyclopédique de didactique. Malaga, Aljibe.

McKnight, C., Dillon, A. et Richardson, J. (1991). *Hypertextes dans son contexte*. Cambridge : Cambridge University Press.

Mcluhan , M. (1977). La Galaxie Gutenberg, la genèse de l'homme typographique, Canada : University of Toronto Press.

Meirieu, P. (1991). *Le choix d'éduquer.* Paris : ESF.

Merleau-Ponty, M. (1964). *Le Visible et l'Invisible.* (ouvrage posthume).

Merrill, P., Hammons, K., Vincent, B., Reynolds, P., Cristiansen, L. et Tolman, M. (1996). *Computers in Education*. Boston : Allyn et Bacon.

Meunier, J.P. et Peraya, D. (2004). Introduction aux théories de la communication. Analyse sémio-pragmatique de la communication médiatique. Bruxelles : De Boeck.

Meza, S. (2007, septembre). Tipos de interaction en los portales DiDLC2006 y DIDLC2007-1. Comunication présenté à V Congrès de Sémiotique, Ages de vie, identités et multiculturalité, Santiago, Chili.

Meza, S. (2008). Les parcours de lectura sur la page Web éducative DLC2007-1 : une analyse des profils des usagers (mémoire non publié), Université Louis Pasteur, Strasbourg, France.

Meza, S. (2009). Les parcours de lecture sur la page Web éducative DLC2007-1: une analyse des profils d'usager, Communication l'Université d'été des études doctorales en Sciences de l'éducation, Genève, Suisse.

Miéville, D. (1993). Pensée logico-mathématique. Nouveaux objets interdisciplinaires. Paris : PUF.

Minsky, M. (1980). *La société de l'esprit*. Neuchâtel : InterEditions.

Minsky, M. et Papert, S. (1988). *Perceptrons.* E.U. : MIT Press.

Minton, H. et Schneider, F. (1985). *Differential Psychology*. Prospect Heights, III, Wadsworth.

Miquel, A. (1989). Les bibliothèques universitaires. Paris : La documentation française.

Montandon C. (2002). Approches systémiques des dispositifs pédagogiques. Enjeux et méthodes. Paris : L'Harmattan.

Moreno, J. L. (1954). *Les fondements de la sociométrie*. Paris : PUF.

Morgan, G. (2003). *Faculty use of course management systems: Key findings* (rapport de recherche). Consulté dans le site du EDUCAUSE Center for Applied Research : http://www.educause.edu/ecar

Morin, E. (1992). La méthode : la connaissance de la connaissance. Paris : Le Seuil.

Murrel, P. et Claxton, C. (1987). Théorie de l'apprentissage expérientiel comme un guide pour renforcer son efficacité L'enseignement. *Conseiller d'éducation et de surveillance*, 4-14.

Mustière S. (2006). Results of experiments on automated matching of networks. Proceedings of the ISPRS Workshop on Multiple Representation and Interoperability of Spatial Data, Hanover, 92-100.

Nelson, T. (1990). *Literary machines 90.1.* Indiana : The Distributors.

Newell, A. et Simon, H. (1972). *Human Problem Solving.* Englewood Cliffs, NJ : Prentice-Hall.

Nielsen, J. (1993). *Usability engineering.* Bosto n: Academic Press.

Nielsen, J. (1995). Multimedia and Hypertext: the Internet and Beyond. Boston : Academic Press.

Norman, D. (1991). Cognitive artifacts. Carroll, J. *Designing interaction. Psychology of Human Computer Interface*. Cambridge : Cambridge University Press.

Norman, D. et Shallice, T. (1980). Attention to action: Willed and automatic control of behavior. *Center for Human Information Processing Technical Report 99*.

OCDE, (2010) Regards sur l'éducation 2010 : Les indicateurs de l'OCDE. Consulté le 15/03/2012 sur : www.oecd.org/editions/corrigenda

Ohno, S. (1978). La base biológica de las diferencias sexuales. Sullerot, E. (dir.) *El hecho femenino.* Barcelona, Argos – Vergara.

Ollivier, B. (2001). Internet, multimédia : ça change quoi, dans la réalité. INRP.

Olson, J. R. et and Olson, G. M. (1990). The growth of cognitive modeling in human-computer interaction since GOMS. *Human Computer Interaction. 5*, 221-265.

Padovani, S. et Lansdale, M. (2003). Balancing search and retrieval in hypertext: context-specific trade-offs in navigational tool use. *International Journal of Human-Computer Studies, 58*, 125-149.

Papadoudi, H. (2000). *Technologie et éducation.* Paris : PUF.

Papert, S. (1980). *Jaillissement de l'esprit.* Paris : Flammarion.

Paquette, G.(2007). Scénarisation pédagogique : Vers une instrumentation cognitive. *Actes du Colloque Scénario 2007.* Québec, Centre de recherche LISEF, 144.

Parot, F. et Richelle, M. (1992). *Psychologues de la Langue Française*. Paris : Presses Universitaires de France.

Pashler, H., McDaniel, M., Rohrer, D. et Bjork, R. (2008). Learning styles: Concepts and evidence. *Psychological Science in the Public Interest.9*, 105-119.

Pask, G. (1976). Styles and strategies of learning. *British Journal of Educational Psycholog. 46*, 128–148.

Peaucelle, C. (1974). Modèles dyadiques en sociométrie. *Mathématiques et Sciences Humaines.* 48, 5-19. http://http://www.ehess.fr/revue-msh/pdf/MSH_1974__48__5_0.pdf

Peirce, Ch. (1960). *Collected Papers*. Boston : Harvard University Press. Cornelissen, F. W., Pelli, D. G., Farell, B., et Szeverenyi, N. (1995) fMRI of contrast response in visual cortex. *Human Brain Mapping*, *1*(1), 45.

Peirce, Ch. (1978). *Ecrits sur le signe*. Paris : Editions du Seuil.

Peraya, D. (2000). Le cyberespace : un dispositif de communication et de formation médiatisées. In S. Alava (dir.). *Cyberespace et formations ouvertes.* Bruxelles, De Boeck, 17-44.

Peraya, D. et B. Campion (2007). L'analyse des dispositifs hybrides : les effets d'un changement d'environnement virtuel de travail. D'un site Web à la plateforme Claroline. Colloque "Questions de pédagogie dans l'enseignement supérieur", Louvain-la-Neuve, janvier 2007.

Peraya, D. (2010). Des médias éducatifs aux environnements numériques de travail : médiatisation et médiation. In V. Liquète (dir.). Médiations (Chapitre 1, p. 35-48), Paris : CNRS.

Pernin, J.-P. et Lejeune, A. (2004). Modèles pour la réutilisation de scénarios d'apprentissage, Actes du colloque TICE Méditerranée, Nice, novembre 2004.

Perruchet, P. et Nicolas, S. (1998). L'apprentissage implicite : un débat théorique. *Psychologie Française. 43*, 13-25.

Piaget, J. et Inhelder, B. (1966). *La psychologie de l'enfant.* Paris: PUF.

Piaget, J. (1988). *L'épistémologie génétique.* Paris : Presses universitaires de France.

Piaget, J. (1992). *Biologie et connaissance*. Paris : Delachaux et Niestlé.

Pinker, S. (2000). *Comment fonctionne l'esprit.* Paris : Edition Odile Jacob.

Pinker, S. (1999). *L'instinct du langage*. Paris : Éditions Odile Jacob.

Pitrat, J. (1990). Métaconnaissance – Futur de l'intelligence artificielle. Hermès.

Porat, M. (May 1977). T*he Information Economy: Definition and Measuremen*t . Washington, DC: United States Department of Commerce

Porta, S., Crucitti, P. et Latora, V. (2006). The network analysis of urban streets : a primal approach. *Environment and Planning B : Planning and Design 33*(5) 705 – 725

Prensky, M. (2001). Do they really Think Diffently, en On the Horizon, *NCB University Press. 9*(6), 128.

Proulx, S. (2001). Usages de l'Internet : la 'pensée-réseaux' et l'appropriation d'une culture numérique, dans E. Guichard (dir.). *Comprendre les usages de l'Internet.* Paris : Éditions Rue d'Ulm. Presses de l'École Normale Supérieure, 139-145.

Proulx, S. (2002) Trajectoires d'usages des technologies de communication : les formes d'appropriation d'une culture numérique comme enjeu d'une société du savoir. Annales des télécommunications, 57, 3-4, Paris, 180-189.

Pouts-Lajus, S. et Riché-Magnier. M. (1998). L'école à l'heure d'Internet - Les enjeux du multimédia dans l'éducation. *Pédagogie*. Paris : Nathan.

Py, D. (1998). Quelques méthodes d'intelligence artificielle pour la modélisation de l'élève, *Sciences et Techniques Educatives. 5*(2), 123-140.

Pylyshyn, Z. (1981). The imagery debate: Analogue media versus tacit knowledge. *Psychological Review. 88,* 16-45.

Quéau, P. (1993). *Le virtuel. Vertus et vertiges.* Paris : Champ Vallon – INA.

Rabardel, P. (1995). Les Hommes et les Technologies. Approche cognitive des instruments contemporains. Paris : Armand Colin.

Rabardel, P. et Samurçay, R. (2001). From Artifact to Instrument-Mediated Learning, In *Proceedings of International symposium on New challenges to research on Learning.* Helsinki, March 21-23.

Rapport 2007-2008 sur l'économie de l'information, Nations Unies, New York et Genève, 2007.

Ratajski, L. (1978). The main characteristics of cartographic communication as a part of theoretical cartography. *International yearbook of cartography. 18,* 21-32.

Raynal, F. et Rieunier, A. (2007). *Pédagogie : dictionnaire des concepts clés.* Paris : ESF.

Rayner, S. et Riding, R. (1998). Cognitive styles and learning strategies : understanding style differences in learning and behaviour. D. Fulton Publishers.

Reparaz, CH., Sobrino, A. et Mir, J. (2000). *Integración curricular de las nuevas tecnologías*. Barcelona : Editorial Ariel.

Reuchlin, M. (1981). *Psychologie.* Paris : PUF.

Richaudeau, F. (1999). *Des neurones, des mots et des pixels.* Atelier Perrousseaux.

Ropé, T. (dir.). (1994). Savoirs et compétences. De l'usage de ces notions dans l'école et l'entreprise. Paris : L'Harmattan.

Rossi, J. P. (1991). *La recherche en psychologie.* Domaines et méthodes. Paris : Dunod.

Rovira, C. (2002). Estructuras de navegación para e-learning. En : *El profesional de la información. 11*(6), 457-466.

Russo A., Colombi, T. et Baccino, T. (2003). Influence de l'architecture hypertextuelle dans la lecture de documents électroniques, colloque SFP, Poitiers.

Ryan, S. (2000). The virtual university. The Internet and resource-based learning. London : Kogan Page.

Saarikoski, L., Salojärvi, S., Del Corso, D. et Ovcin, E. (2001). Un Environnement pour le développement de l'éducation axée sur l'apprenant sur mesure Packages. ITHET, Kumamoto : Www.eecs.kumamoto-u.ac.jp/ITHET01/proceedings.htm

Sabah, G. (2002). Langage formel. Dans Guy Tiberghien. *Dictionnaire des Sciences cognitives.* Paris : Armand Colin.

Salmon, G. (2000). E-moderating. The key to teaching and learning online. London : Kogan Page.

Salomon, G. et Clark, R. E. (1977). Reexamining the methodology of research on media and technology in education. *Review of Educational Research. 47*(1), 99-120.

Sambrook, S. (2003). E-Learning in small organisations. *Education and Training. 45*(8/9), 506-516.

Saussure, F. (1916). Cours de linguistique général. Payot.

Sanchez, J. (2000). *Aprender y Conocer con Internet : Estado del Arte.* Santiago : Revista Enfoques Educacionales.

Sanchez, J. (2003). Integración Curricular de TICs, Concepto y Modelos. *Santiago,Revista Enfoques Educacionales. 5*(1), 51-65.

Scaife, M. et Rogers, Y. (1996). External cognition: How do graphical representations work *International Journal of Human-Computer Studies.45,* 185-231.

Schacter, D. (1999). A la recherche de la mémoire. Le passé, l'esprit et le cerveau. Bruxelles : DeBoeck.

Scheffler, I. (1967). *Science and Subjectivity.* Indianapolis, Bobbs Merrill.

Schlichtmann H.(1985). Characteristic Traits of the Semiotic System "Map Symbolism"

Schneewele, M. et Marquet, P. (2009). Le Web dans les études universitaires : effets du genre sur l'acceptabilité, in Delozanne, E., Tricot, A. et Leroux, Actes de la conférence EIAH, 23 au 26 juin, 2009 (Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain), Paris, France, INRP. Disponible sur Internet : http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00592178/

Scolari, C. et Del Villar, R. (dir.). (2004). Corpus digitalis. *DeSignis, 5,* Barcelona : Gedisa.

Searle, J. (2001). *Rationality in action.* Cambridge : MIT Press.

Settouti, L.- S., Prié, Y., Marty, J.- C. et Mille, A. (2007). Vers des Systèmes à Base de Traces modélisées pour les EIAH. Soumis au numéro spécial. Analyses des traces d'utilisation dans les EIAH. *STICEF, revue francophone de Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Éducation et la Formation.*

Shapiro, A. et Niederhauser, D. (2004). Learning from Hypertext: Research Issues and Findings. In David Jonassen. Handbook of Research for Educational Communications and Technology, 2nd Edition (p. 605-620). Lawrence Erlbaum Associates.

Siemens, G. (2004). Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age. Dans http://www.elearnspace.org/Articles/connectivism.htm Consulté le 20 juin 2013.

Sigan, S. M. (1987). *Comportement, cognition, conscience.* Paris : PUF.

Skinner, B. (1957) Verbal Behavior., Acton, MA, Copley Publishing Group.

Skinner, B. (1968). La révolution scientifique de l'enseignement. Bruxelles : Dessart.

Souchier E. et Yves J. (2002). L'énonciation éditoriale dans les écrits d'écran. *Communication et langages145*(145) p. 3-15

Spoon, J. C. et and Schell, J. W. (Winter 1998).Aligning Student Learning Styles with Instructor Teaching Styles. *Journal of Industrial Teacher Education 35(*2), 41-56.

Stahl, S. A. (2002). Different strokes for different folks. In L. Abbeduto (dir.), *Talking sides: Clashing on controversial issues in educational psychology* (p. 98-107). Guilford, CT, USA: McGraw-Hill.

Statistiques de l'OECD sur 26 pays, publiées en juin 2010. Consultées le 12/07/2012 sur : www.ocde.org

Stermsek, G., Strembeck, M. et Neumann, G. (2007). *A User Profile Derivation Approach based on Log-File Analysis. International Conference on Information and Knowledge Engineering*, Las Vegas, USA.

STICEF 2007. Analyses des traces d'utilisation dans les EIAH, **14,** numéro spécial.

Sweller, J. (2003). Evolution of human cognitive architecture. In B. H. Ross (dir.), *The psycholgy of learning and motivation.43*, 215-266. New York : Academic Press.

Tardif, T. (1996). Nouns are not always learned before verbs: Evidence from Mandarin speakers' early vocabularies. *Developmental Psychology. 32*, 494–504.

Tastle, W., White, B. et Shackleton, P. (2005). E-Learning in Higher Education: The Challenge, Effort, and Return on Investment. *International Journal on E-Learning. 4*(2), 241-251.

Tchounikine, P. (2002). Pour une ingénierie des Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain. *Revue 13*(2), 59- 95.

Tchounikine, P. (2009). *Précis de recherche en ingénierie des EIAH : (Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain)*. Grenoble : Laboratoire d'informatique de Grenoble. Disponibl en ligne : http://membres-liglab.i ... tchounikine/Precis.html.

Tiberghien, G. (2002). *Dictionnaire des Sciences cognitives.* Paris : Armand Colin.

Tisseau, G. (1996). *Intelligence artificielle*. Problèmes et méthodes. Paris : PUF.

Tricot, A. (1993). Stratégies de navigation et stratégies d'apprentissage : pour l'approche expérimentale d'un problème cognitif. In G.L. Baron, J. Baudé et B. de La Passardière (dir.), *Hypermédias et Apprentissages 2*, 21-38. Paris : Presses de l'INRP / EPI.

Tricot, A., Puigserver, E., Berdugo, D. et Diallo, M. (1999). The validity of rational criteria for the interpretation of user-hypertext interaction. *Interacting with Computers, 12*, 23-36.

Tricot, A. (2003). L'activité de recherche d'information dans les systèmes de documents : apports récentset perspectives. *Actes du 6ème congrès des documentalistes de l'éducation nationale*. Paris : Nathan

Tricot, C. (2006)Cartographie sémantique : des connaissances à la carte (Thèse de doctorat non publié).

Tricot, A. (2007). *Apprentissage et documents numériques.* Belin psychologie.

Tseng, J., Tsai, W., Hwang, G. et Wu, P. (2007). An efficient and effective approach to developing engineering E-learning courses. *Journal of Distance Education Technologies. 5*(1), 37-53.

Tufféry, S. (2007). Data Mining et statistique décisionnelle. Paris : Seuil.

Tulving, E. (1972). Episodic and semantic memory. In Organization of Memory. Academic Press

Turing, A. M. (1995). *La Machine de Turing.* Paris : Le Seuil.

Unesco (2006). Recueil de données mondiales sur l'éducation. Statisquiques comparées sur l'éducation dans le monde. Montréal : Institut de statistique de l'Unesco.

Van der Maren, J.-M. (1996). *Méthodes de recherche pour l'éducation,* Montréal/Bruxelles : PUM et de Boeck.

Varela, F. (1989). *Autonomie et connaissance.* Essai sur le vivant. Paris : Le Seuil.

Venturini, T. (2010). Great Expectations méthodes quali-quantitative et analyse des réseaux sociaux. Medialab.

Vergnaud, G. (1991). *Les Sciences cognitives en débat.* Paris : CNRS.

Vergnaud, G. (2001). Constructivisme et apprentissage des mathématiques. Dans *Constructivismes: usages et perspectives en éducation*. Genève, Service de la recherche en éducation.

Vermersch, P. (1994). *L'entretien d'explication.* Paris : ESF.

Veron, E. et Levasseur, M. (1991). *Ethnographie l'exposition*. Paris : BPI Centre Georges Pompidou.

Vygotski, L. (1997). *Pensée et langage*. Paris : La Dispute.

Vygotski, L. (2000). El desarrollo de los procesos psicológicos superiores. Barcelona : Crítica.

Wang, P., Hawk, W. B. et Tenopir, C. (2000). Users' interaction with World Wide Web resources: An exploratory study using a holistic approach. *Information Processing and Management, 36*, 229-251.

Waterman, T. H. (1989). *Animal navigation*. New York : Scientific American Library.

Wen Cheng, K. (2006). A Research Study on Students Level of Acceptance in Applying E-Learning for Business Courses : A Case Study on a Technical College in Taiwan. *Journal of American Academy of Business Cambridge. 8*(2), 265-270.

Wenger, M. et Payne, D. (1996). Comprehension and retention of nonlinear text: considerations of working memory and material-appropriate processing, *in American Journal of Psychology, 109*, 93-130.

Witkin, H.A. (1976). Cognitive style in academic performance and in teacher–student relations. In S. Messick et Associates (dir.), Individuality in learning (p. 38–72). San Francisco : Jossey-Bass.

Woel, B. (2007). Le genre à l'Université, in Métiers, identités professionnelles et genre, (dir.), J. Y. Causer, R. Pfefferkorn, B. Woel, Paris : L'Harmattan.

Wolpert, D., Ghahramani, Z. et Jordan, M. (1995). An internal model for sensorimotor integration. *Science, 269*, 1880-1882.

Zarycki, T. (1998). Towards the theory of structures of maps in their deep/concept dimension, Cart*ographic Journal. 35*(1), 71-78.

Zhang, D. et Zhou, L. (2003). Enhancing E-learning whit Interactive Multimedia. *Information Resources Management Journal.16*(4), 1-14.

Zhang, D., Zhou, L., Briggs, R. et Nunamaker, J. (2006). Instructional video in e-learning: Assessing the impact of interactive video on learning effectiveness. Information and Management. 43, 15-27.

Table des illustrations

Tableaux

Tableau 1. Courants post-piagetiens 44

Tableau 2. Parallèle entre type de connaissance et support informatique 45

Tableau 3. Taux et indices de l'efficacité d'un parcours 61

Tableau 4. Résumé des études citées dérivées du LSI 69

Tableau 5. Évolution de la part des filles par discipline 70

Tableau 6. Relation de certains systèmes de mesure proposés du modèle cognitif des styles d'apprentissage 90

Tableau 7. Principales mesures utilisées dans l'analyse des parcours 113

Tableau 8. Nombre de traces analysées 155

Tableau 9. Typologie des fonctionnalités 156

Tableau 10. Tâches par cours 159

Tableau 11. Contenu des modules 160

Tableau 12. Styles d'apprentissage de l'échantillon 164

Tableau 13. Effectifs par Style d'apprentissage 165

Tableau 14. Connexions semestriellesVariables selon l'observation visée 180

Tableau 15. Connexions semestrielles 180

Tableau 16. Ressources sur DLC 181

Tableau 17. Facteur dominant 182

Tableau 18. Variables 183

Tableau 19. Valeurs par facteur Test LSI 185

Tableau 20. Résultats du Test LSI 186

Tableau 21. Fraction de log Web 188

Tableau 22. Variables associées aux différents indices de proximité 199

Tableau 23 : Résultats des tâches par profil 200
Tableau 24. Profil A : fourmi, assimilateur-convergent, femme, littérature 201
Tableau 25. Profil B : fourmi-papillon, assimilateur, femme, littérature 202
Tableau 26. Profil C : Fourmi–poisson, assimilateur, femme-homme, linguistique-littérature 204
Tableau 27. Profil D : poisson-fourmi, convergent-divergent, homme-femme, littérature 205
Tableau 28. Données de la première observation 217
Tableau 29. Effectifs des différents cours par style d'apprentissage 217
Tableau 30. Notation des parcours experts 219
Tableau 31. Comparatif d'objets de la page et du graphe de la navigation 222
Tableau 32. Fonctionnalités versus stratégies de navigation numérique 250
Tableau 33. Modules du parcours expert par cours 259
Tableau 34. Effectifs des différents cours par style d'apprentissage 260
Tableau 35. Fréquence de choix par module et étape du processus – Assimilateurs 266
Tableau 36. Probabilités de choix – Assimilateurs 268
Tableau 37. Fréquence de choix par module et étape du processus - Accommodateurs 272
Tableau 38. Probabilités de choix – Accommodateurs 273
Tableau 39. Fréquence de choix par type de module et étape du processus – Convergents 276
Tableau 40. Probabilités de choix – Convergents 278
Tableau 41. Fréquence de choix par type de module et étape du processus – Divergents 281
Tableau 42. Probabilités de choix – Divergents 282
Tableau 43. Nombre de clics par module du parcours expert 293
Tableau 44. Totaux d'arrivée au parcours expert par cours (nombre de clics) 299
Tableau 45. Premier choix par profil 301
Tableau 46. Efficacité des parcours par style d'apprentissage 317

Table des figures

Figure 1. Modularité de l’esprit 21
Figure 2. L'espace mental de la navigation dans l'hypermédia 104
Figure 3. Ligne de registre log Web 154
Figure 4. Processus de préparation des données 167
Figure 5. Page d'accueil de DLC 179
Figure 6. Information stockée sur un log Web 179
Figure 7. Graphique Test LSI 182
Figure 8. Stratégies de visite 183
Figure 9. Typologie des tâches 184
Figure 10. Graphiques de l'activité d'E1 189
Figure 11. Graphiques de l'activité d'E2 190
Figure 12. Graphiques de l'activité d'E3 190
Figure 13. Graphiques de l'activité d'E4 191
Figure 14. Graphiques de l'activité d'E5 192
Figure 15. Graphiques de l'activité d'E6 192
Figure 16. Graphiques de l'activité d'E7 193
Figure 17. Graphiques de l'activité d'E8 194
Figure 18. Graphiques de l'activité d'E9 194
Figure 19. Graphiques de l'activité d'E10 195
Figure 20. Fréquence d'usage des modules 196
Figure 21. Synthèse de l'activité sur DLC 196
Figure 22. Graphique de l’activité sur DLC par type de tâche 197
Figure 23. Indice de proximité sur DLC 206
Figure 24. Graphique du temps d'activité par stratégie de visite 209

Figure 25. Dispositif de la représentation d'un parcours de navigation 218
Figure 26. Exemple de log avec l'information d'un usager 220
Figure 27. Page de travail de Gephi 220
Figure 28. Les composants d'une navigation 221
Figure 29. Principe général de l'outil 223
Figure 30. Visualisation des parcours au moyen de graphes 224
Figure 31. Diagramme des tâches de navigation 225
Figure 32. Parcours 2D des assimilateurs 226
Figure 33. Parcours 2D des accommodateurs 228
Figure 34. Parcours 2D des convergents 229
Figure 35. Parcours 2D des divergents 230
Figure 36. Parcours des assimilateurs 233
Figure 37. Parcours des accommodateurs 234
Figure 38. Parcours des convergents 235
Figure 39. Parcours des divergents 236
Figure 40. Graphe des dix fonctionnalités 237
Figure 41. Centre dans le Cahier des charges Figure 42. Centre dans les Profils 238
Figure 43. Centre dans les Ressources Figure 44. Centre dans l'Exploration des dépôts 238
Figure 45. Représentation des parcours d’E4C4 et d’E7C4 239
Figure 46. Séquence des parcours 241
Figure 47. Graphe de trois styles 242
Figure 48. Combinaison des informations de parcours expert et des fonctionnalités 242
Figure 49. Diagramme des fonctionnalités par région du plan 245
Figure 50. Parcours d'E5C1 (assimilateur) 246
Figure 51. Parcours comparés des assimilateurs 247
Figure 52. Parcours comparés des accommodateurs 248
Figure 53. Parcours comparés des convergents 248
Figure 54. Parcours comparés des divergentes 249

Figure 55. Graphique des clics des assimilateurs par étape et par module 286
Figure 56. Graphique des clics des accommodateurs par étape et par module 287
Figure 57. Graphique des clics des convergents par étape et par module 287
Figure 58. Graphique des clics des divergents par étape et par module 287
Figure 59. Arbre des probabilités des assimilateurs 308
Figure 60. Arbre des probabilités des accommodateurs 308
Figure 61. Arbre des probabilités des convergents 309
Figure 62. Arbre des probabilités des divergents 309
Figure 63. Vue générale des pages d'accueil des cours de l'étude 314

Table des index

A

Action, 124, 340, 341

Apprentissage, 3, 81, 338, 345, 352, 353, 354

B

Butinage, 253

C

Cartographie, 327, 332, 354

Choix de fonctionnalité, 162, 163

Clic, 262

Cognition, 340, 342, 344

Comportement, 51, 55, 64, 216, 352

D

Dispositif, 42, 177, 185, 214, 220, 256, 261, 359

E

Efficacité, 295, 321, 358

EIAH, 3, 4, 7, 8, 10, 14, 15, 19, 23, 27, 28, 39, 40, 41, 42, 44, 45, 46, 47, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 57, 58, 64, 65, 67, 73, 76, 79, 85, 86, 87, 89, 95, 97, 99, 100, 101, 102, 103, 114, 115, 124, 130, 133, 134, 135, 136, 137, 139, 140, 142, 147, 148, 150, 151, 153, 163, 166, 170, 173, 178, 207, 216, 218, 221, 223, 254, 258, 259, 263, 320, 321, 322, 326, 333, 335, 344, 352, 353

e-Learning, 7, 40, 51, 80, 81, 89, 141

Étudiant, 184, 187, 202, 203, 205, 206, 296

F

Filière d'étude, 184, 199, 200

Fréquence, 197, 270, 275, 279, 284, 358, 359

G

Genre, 162, 184, 199, 200

Graphe, 241, 245, 360

H

Hypermédias, 45, 354

L

Learning Style Inventory, 68, 70, 150, 151, 329, 340

Lecture, 171, 201

Log, 353

M

Modèle, 145

Module, 156, 167, 270, 271, 275, 276, 279, 281, 284, 286, 295, 296, 303

N

Navigation, 332

P

Pédagogique, 156, 270, 275, 280, 285

R

Réseau, 47, 121

S

Stratégie de visite, 162, 163

Style d'apprentissage, 166, 183, 199, 200, 296

T

Tâche, 160, 185, 227, 359

TIC, 4, 6, 7, 8, 11, 14, 24, 39, 54, 56, 59, 74, 82, 101, 109, 111, 126, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 174, 207, 330, 344

Travail, 47, 54, 333, 339

U

Usage, 45, 59, 177, 190

V

Visualisation, 226, 360

Table des Matières

Chapitre I Introduction 1

1.Introduction 2

2. Contexte de la recherche 5

2.1 Contexte : l'intérêt d'une étude du comportement numérique à l'université 5

2.2 Question de recherche 10

Partie 1. État de l'art 13

Chapitre II Les dix concepts qui relient technologie et éducation 16

1. Introduction 18

1.1 Qu'est ce qu'un modèle ? 18

1.2 A propos des modèles cognitifs 19

1.2.1 La modularité de l'esprit 20

1.2.1.1 La modularité de l'esprit et les Sciences contributives de l´éducation 22

1.2.1.2 La modularité de l'esprit et les Sciences de l'éducation 23

1.2.1.3 Réflexion sur les liens entre technologie et éducation 23

1.2.2 La représentation 24

1.2.2.1 La représentation et les Sciences contributives de l'éducation 26

1.2.2.2 La représentation et les Sciences de l'éducation 27

1.2.2.3 Réflexion sur les liens entre technologie et éducation 27

1.2.3 La mémoire 28

1.2.3.1 La mémoire et les Sciences contributives de l'éducation 28

1.2.3.2 La mémoire et les Sciences de l'éducation 29

1.2.3.3 Réflexion sur les liens entre technologie et éducation 30

1.2.4 La métacognition 30

1.2.4.1 La métacognition et les Sciences contributives de l'éducation 31

1.2.4.2 La métacognition et les Sciences de l'éducation 32

1.2.5 La résolution de problème 33
1.2.5.1 La résolution de problème et les Sciences de l'éducation 34
1.2.5.2 Réflexion sur les liens entre technologie et éducation 34
1.2.6 La compétence 35
1.2.6.1 La compétence et les Sciences contributives de l'éducation 36
1.2.6.2 La compétence et les Sciences de l'Éducation 37
1.2.6.3 Réflexion sur les liens entre technologie et éducation 37
1.3 A propos des modèles technologiques 39
1.3.1 Le dispositif d'enseignement 39
1.3.1.1 Le dispositif d'enseignement et les Sciences de l'éducation 40
1.3.1.2 Réflexion sur les liens entre technologie et éducation 42
1.3.2 Le scénario 42
1.3.2.1 Le scénario et les Sciences contributives de l'éducation 43
1.3.2.2 Le scénario et les Sciences de l'éducation 43
1.3.2.3 Réflexion sur les liens entre technologie et éducation 45
1.3.3 La trace 46
1.3.3.1 La trace et les Sciences contributives de l'éducation 46
1.3.3.2 Réflexion sur les liens entre technologie et éducation 48
Chapitre III Caractérisation de la navigation dans les EIAH 50
1 Introduction 52
2. Comportement et usage d'outils culturels 54
2.1 La notion d'action 55
2.2 La notion de comportement 56
2.3 La notion d'usage 56
2.4 La notion d'efficacité 60
2.5 Conclusion 63
3.L'étudiant et les composantes de la situation pédagogique 64
3.1 Caractérisation de l'usager des EIAH 64
3.1.1 La stratégie de visite 65

3.1.2 Le style d'apprentissage 66
3.1.3 Le genre 69
3.1.4 La filière d'études 71
3.1.5 Conclusion 72
3.2 Caractérisation de la situation d'apprentissage 73
3.2.1 Le curriculum 73
3.2.2 Le profil de l'enseignant 75
3.2.3 Les processus d'apprentissage 76
3.2.4 Conclusion 77
3.3 Caractérisation du scénario pédagogique 78
3.3.1 L'enseignement à distance (EAD) 78
3.3.1.1 L'e-Learning 80
3.3.1.2 Les plateformes d'apprentissage 81
3.3.2 Les environnements informatiques pour l'apprentissage humain (EIAH) 84
3.3.3 Conclusion 87
4. Paradigmes sur le comportement et l'usage 88
4.1 Les travaux sur les styles d'apprentissage 89
4.2 Les travaux sur l'apprentissage et la mémoire 91
4.3. Les travaux sur la motricité volontaire 93
4.4 Conclusion 94
5. Synthèse et critiques 97
Chapitre IV La représentation de la navigation dans les EIAH 99
1. Introduction 100
2. La navigation numérique 102
2.1 L'hypermédia 103
2.2 Les stratégies de navigation 105
2.3 Les hyperliens 106
2.4 La lecture électronique 107
2.4.1 Les documents numériques 108

2.4.2 L'hypertexte 110
2.5 Le parcours et la trace 112
3. La représentation graphique de la navigation dans les EIAH 114
3.1 La théorie de l'image visuelle 116
3.2 La représentation 116
3.2.1 La carte 119
3.2.2 Le réseau 121
3.2.3 Le graphe 123
4. Composantes d'une grammaire de la navigation dans les EIAH 124
4.1 Notions de linguistique 124
4.1.1 Le signe linguistique 125
4.1.2 Une langue universelle 127
4.1.3 La syntaxe 127
4.1.4 Une syntaxe du numérique 128
5. Synthèse et Critiques 130
Présentation de la problématique 133
1. Dimensions de l'objet d'étude 134
2. Problème consécutif à la question de recherche : Cartographier pour visualiser, visualiser pour interpréter et interpréter pour anticiper 135
3. Choix théoriques 138
4. Choix épistémologiques 139
5. Choix méthodologiques 142
Partie 2. Méthodologie 145
Chapitre V Méthodologie générale 146
1. Problématique et objectifs 147
2. Formulation générale 148
3. Méthodologie 151
3.1 Choix de l'échantillon 152
3.2 L'objet d'étude 153

3.3 Les paramètres généraux à observer 154
3.3.1 Les traces 154
3.3.2 Les modules 155
3.3.3 Les tâches 159
3.4 Les paramètres spécifiques à observer 161
3.5 La méthode 163
4. Protocole général de la recherche 168
4.1 Traitement préliminaire des données 168
4.2 Présentation des observations 171
4.2.1 L'observation préliminaire. Profils d'usager 172
4.2.2 La première observation. La représentation d'un parcours de navigation 172
4.2.3 La deuxième observation. Analyse des choix de fonctionnalité 173
Chapitre VI Observation préliminaire. Profils d'usager 175
1. Problématique et objectifs 177
2. Matériel et méthodes 178
2.1 Variété des matériels 178
2.1.1 Matériel informatique 178
2.1.2 Fonctionnalités 180
2.1.3 Matériel du test LSI de styles d'apprentissage 181
2.1.4 Stratégies de visite 183
2.1.5 Synthèse des caractéristiques étudiées 183
2.2 Dispositif de l'étude 184
2.2.1. La typologie des tâches de navigation 184
2.2.2. L’indice de proximité 185
2.3 Protocole de l'étude 185
2.3.1 Traitement préliminaire des données 185
2.3.1.1 Calcul des résultats du test LSI 185
2.3.1.2 Procédure de classification des fonctionnalités 186
2.3.2 Traitement des données 187

3. Analyses 189
3.1 Usage de fonctionnalités sur la page 189
3.2 Analyse intégrée des variables 197
4. Résultats 199
4.1 Classification des profils de navigation 199
4.1.1. Profil A : la fourmi pure 201
4.1.2. Profil B : la fourmi–papillon 202
4.1.3. Profil C : la fourmi-poisson 203
4.1.4. Profil D : le poisson-fourmi 204
4.2 Indice de proximité 206
4.3 Synthèse des résultats 206
5. Conclusion 207
5.1 Limites de l'étude 210
5.2 Perspectives 211
Chapitre VII Première observation. La représentation des parcours de navigation 212
1. Problématique et objectifs 214
2. Matériel et méthodes 216
2.1 Matériel informatique 216
2.2 Dispositif de l'étude 218
2.3 Protocole de l'étude 219
2.3.1. La collecte des traces 219
2.3.2. L'utilisation d'un convertisseur 220
2.3.3. L'utilisation du logiciel Gephi 220
3. Analyses 221
3.1 Conception d'un parcours de navigation pédagogique 221
3.2 Présentation de l'outil de traduction des traces 222
3.3 L'interface 223
3.4 Analyse des graphiques 2D 224
3.4.1 La représentation d'un parcours selon le type de tâche 224

3.4.1.1 Les assimilateurs 226
3.4.1.2 Les accommodateurs 227
3.4.1.3 Les convergents 228
3.4.1.5 Conclusion 231
3.4.2 Test de la représentation de la navigation pédagogique 231
3.4.2.1 Les parcours des assimilateurs 232
3.4.2.2 Les parcours des accommodateurs 233
3.4.2.3 Les parcours des convergents 234
3.4.2.4 Les parcours des divergents 235
3.4.2.5 Conclusion 236
3.5 Analyse des graphiques 3D 237
3.5.1 Examen par fonctionnalité 237
4. Résultats 244
4.1 Résultats du convertisseur de traces 244
4.2 Résultats de la représentation d'un parcours 245
5. Conclusion 251
Chapitre VIII Deuxième observation. Analyse des choix de fonctionnalité 253
1. Problématique et objectifs 255
2. Matériel et méthodes 256
2.1 Matériel informatique 256
2.2 Dispositif de l'étude 258
2.3 Protocole de l'étude 260
2.3.1 Départ des trajets observés 261
2.3.2 Mesures de probabilité de choix 262
2.3.3 Description par étape 262
2.3.4 Étude complémentaire 263
3. Analyses 264
3.1 Calcul des choix de fonctionnalité 264
3.2 Analyse par style d'apprentissage 266

3.2.1 Étude des assimilateurs 266
3.2.1.1 Début du processus 266
3.2.1.2 Milieu du processus 268
3.2.1.3 Fin du processus 269
3.2.1.4 Synthèse des assimilateurs 270
3.2.2 Étude des accommodateurs 271
3.2.2.1 Début du processus 271
3.2.2.2 Milieu du processus 273
3.2.2.3 Fin du processus 274
3.2.3 Étude des convergents 276
3.2.3.1 Début du processus 279
3.2.3.2 Milieu du processus 278
3.2.3.3 Fin du processus 279
3.2.3.4 Synthèse des convergents 279
3.2.4 Étude des divergents 281
3.2.4.1 Début du processus 281
3.2.4.2 Milieu du processus 283
3.2.4.3 Fin du processus 283
3.2.4.4 Synthèse des divergents 284
4. Résultats 286
4.1 Résultats de l'analyse par style d'apprentissage 286
5. Conclusion 289
Chapitre IX Analyse de l’anticipation d’un choix 290
1.Problématique et objectifs 291
2. Analyse par parcours 292
2.1 Étude du deuxième module du parcours expert 293
2.2 Étude du troisième module du parcours expert 299
2.3 Synthèse 298
3. Analyse de l'anticipation d'un choix 301

3.1 Calcul de la probabilité d'un premier choix 301
3.2 Test des probabilités conditionnelles sur le premier choix de module 302
3.2.1 Analyse de la probabilité de A pour le groupe d'assimilateurs 303
3.2.2 Analyse de la probabilité de A pour le groupe d'accommodateurs 304
3.2.3 Analyse de la probabilité de A pour le groupe de convergents 305
3.2.4 Analyse de la probabilité de A pour le groupe de divergents 306
3.2.5 Synthèse 306
3.3 Calcul de l'anticipation d'un deuxième choix 307
4. Résultats 310
4.1 Résultats de l'analyse par parcours 310
4.2 Résultats de l'analyse de l'anticipation d'un choix par arbres des probabilités 310
5.Conclusion 311
Chapitre X Conclusion 313
1. De l'efficacité du parcours de navigation de l'étudiant 315
2. De l'efficacité du parcours de navigation de l'étudiant à la prise en compte du style d'apprentissage pour une élaboration pédagogique par l'enseignant 319
3. Perspectives de recherche 322
Références 323
Tableaux des illustrations et des figures 352
Table des index 357
Annexes

Annexes

I. Observation préliminaire

1. Log de l’étudiant E2

2. Feuilles de réponse du Test LSI

II. Première et deuxième observations

1. Lettre de demande d’autorisation d’exploitation de traces

2. Tableau descriptif de l’échantillon

3. Echantillon par style d’apprentissage

4. Test LSI

5. Tableau des tâches et des fonctionnalités Moodle

6. Code du programme classe : nœud, V3

I. Observation préliminaire

1. Log de l’étudiant E2
2. Feuilles de réponse du Test LSI

1. Log de l'étudiant E2

Tiempo	Dirección IP	Est	Acción	Información
mié 20 de febrero de 2008, 11:39	81.56.32.17	E2	wiki view	Trabajo: Trabajo
mar 28 de agosto de 2007, 17:54	200.7.24.231		wiki view	Trabajo: Trabajo
dom 29 de julio de 2007, 23:15	200.120.111.153		user view	E2
dom 29 de julio de 2007, 23:15	200.120.111.153		user view all	
dom 29 de julio de 2007, 23:15	200.120.111.153		course view	DLC2007-1
vie 27 de julio de 2007, 19:39	200.120.111.153		course view	DLC2007-1
lun 23 de julio de 2007, 23:45	200.104.120.98		course view	DLC2007-1
lun 23 de julio de 2007, 19:37	190.161.129.12		course view	DLC2007-1
lun 23 de julio de 2007, 13:26	200.104.120.98		course view	DLC2007-1
mar 17 de julio de 2007, 20:31	190.44.213.117		course view	DLC2007-1
dom 15 de julio de 2007, 23:55	200.104.120.44		course view	DLC2007-1
dom 15 de julio de 2007, 23:53	200.104.120.44		forum view discussion	portafolio de lenguaje
dom 15 de julio de 2007, 23:53	200.104.120.44		forum view forum	Foro
dom 15 de julio de 2007, 23:52	200.104.120.44		course view	DLC2007-1
vie 6 de julio de 2007, 19:13	190.44.214.199		course view	DLC2007-1
mar 3 de julio de 2007, 16:25	200.89.69.122		course view	DLC2007-1
mar 3 de julio de 2007, 16:23	200.89.69.122		forum view discussion	portafolio de lenguaje
mar 3 de julio de 2007, 16:22	200.89.69.122		course view	DLC2007-1
mar 3 de julio de 2007, 16:22	200.89.69.122		course view	DLC2007-1
mar 3 de julio de 2007, 16:20	200.89.69.122		resource view	Indicaciones portafolios
mar 3 de julio de 2007, 16:20	200.89.69.122		resource view	Indicaciones portafolios
mar 3 de julio de 2007, 16:19	200.89.69.122		course view	DLC2007-1
lun 2 de julio de 2007, 19:35	190.44.213.65		resource view	Indicaciones portafolios
lun 2 de julio de 2007, 19:35	190.44.213.65		resource view	Indicaciones portafolios
lun 2 de julio de 2007, 19:35	190.44.213.65		course view	DLC2007-1
dom 17 de junio de 2007, 18:56	200.104.120.44		resource view	Guía discurso argumentativo E1
dom 17 de junio de 2007, 18:55	200.104.120.44		resource view	Guía Persuasión E1
dom 17 de junio de 2007, 18:53	200.104.120.44		resource view	Indicaciones portafolios
dom 17 de junio de 2007, 18:53	200.104.120.44		course view	DLC2007-1
jue 31 de mayo de 2007, 15:32	190.44.213.203		course view	DLC2007-1
jue 31 de mayo de 2007, 15:32	190.44.213.203		wiki view all	
jue 31 de mayo de 2007, 15:32	190.44.213.203		wiki edit	Reflexiones sobre la intervención
jue 31 de mayo de 2007, 15:32	190.44.213.203		wiki view	Reflexiones sobre la intervención
jue 31 de mayo de 2007, 15:31	190.44.213.203		wiki edit	Reflexiones sobre la intervención
jue 31 de mayo de 2007, 15:31	190.44.213.203		wiki view	Reflexiones sobre la intervención

jue 31 de mayo de 2007, 15:26	190.44.213.203		wiki view	Reflexiones sobre la intervención
jue 31 de mayo de 2007, 15:26	190.44.213.203		course view	DLC2007-1
jue 31 de mayo de 2007, 11:47	190.44.213.203		course view	DLC2007-1
jue 31 de mayo de 2007, 00:15	190.44.213.203		wiki view	Reflexiones sobre la intervención
jue 31 de mayo de 2007, 00:15	190.44.213.203		course view	DLC2007-1
mar 22 de mayo de 2007, 00:19	200.104.120.44		course view	DLC2007-1
mar 22 de mayo de 2007, 00:19	200.104.120.44		wiki edit	Reflexiones sobre la intervención
mar 22 de mayo de 2007, 00:19	200.104.120.44		wiki view	Reflexiones sobre la intervención
lun 21 de mayo de 2007, 23:55	200.104.120.44		wiki view	Reflexiones sobre la intervención
lun 21 de mayo de 2007, 23:55	200.104.120.44		course view	DLC2007-1
sáb 19 de mayo de 2007, 23:33	190.44.214.248		course view	DLC2007-1
lun 14 de mayo de 2007, 17:00	200.89.69.120		course view	DLC2007-1
lun 14 de mayo de 2007, 16:59	200.89.69.120		course view	DLC2007-1
dom 13 de mayo de 2007, 17:55	200.104.120.44		course view	DLC2007-1
vie 11 de mayo de 2007, 23:02	190.44.214.205		course view	DLC2007-1
vie 11 de mayo de 2007, 23:02	190.44.214.205		user view all	
vie 11 de mayo de 2007, 23:01	190.44.214.205		course view	DLC2007-1
vie 11 de mayo de 2007, 23:01	190.44.214.205		wiki view	Reflexiones sobre la intervención
vie 11 de mayo de 2007, 23:01	190.44.214.205		course view	DLC2007-1
vie 11 de mayo de 2007, 23:01	190.44.214.205		resource view	Encuesta Reality Show
vie 11 de mayo de 2007, 23:00	190.44.214.205		course view	DLC2007-1
vie 11 de mayo de 2007, 22:56	190.44.214.205		resource view	Tabla desempeño E2
vie 11 de mayo de 2007, 22:56	190.44.214.205		course view	DLC2007-1
mié 9 de mayo de 2007, 14:05	190.44.214.205		course view	DLC2007-1
mié 9 de mayo de 2007, 12:49	190.44.214.205		wiki view	Reflexiones sobre la intervención
mié 9 de mayo de 2007, 12:47	190.44.214.205		course view	DLC2007-1
mié 9 de mayo de 2007, 11:02	190.44.214.205		course view	DLC2007-1
dom 6 de mayo de 2007, 13:34	200.83.208.80		course view	DLC2007-1
dom 6 de mayo de 2007, 13:34	200.83.208.80		wiki view	Reflexiones sobre la intervención
dom 6 de mayo de 2007, 13:33	200.83.208.80		resource view	Diseño 5a semana E2
dom 6 de mayo de 2007, 13:33	200.83.208.80		course view	DLC2007-1
vie 4 de mayo de 2007, 16:48	200.89.69.120		wiki view	Trabajo: Trabajo
vie 4 de mayo de 2007, 01:08	190.44.214.205		course view	DLC2007-1
vie 4 de mayo de 2007, 01:08	190.44.214.205		course view	DLC2007-1
jue 3 de mayo de 2007, 20:03	190.44.214.205		course view	DLC2007-1
jue 3 de mayo de 2007, 17:04	190.44.214.205		course view	DLC2007-1
jue 3 de mayo de 2007, 16:59	190.44.214.205		user view	E2

jue 3 de mayo de 2007, 16:59	190.44.214.205		course view	DLC2007-1
jue 3 de mayo de 2007, 10:59	190.44.214.205		course view	DLC2007-1
jue 3 de mayo de 2007, 10:58	190.44.214.205		wiki view	Reflexiones sobre la intervención
jue 3 de mayo de 2007, 10:56	190.44.214.205		resource view	Documento
jue 3 de mayo de 2007, 10:55	190.44.214.205		resource view	Encuesta Reality Show
jue 3 de mayo de 2007, 10:54	190.44.214.205		course view	DLC2007-1
mié 2 de mayo de 2007, 20:49	190.44.214.205		course view	DLC2007-1
mié 2 de mayo de 2007, 20:48	190.44.214.205		wiki view	Reflexiones sobre la intervención
mié 2 de mayo de 2007, 20:48	190.44.214.205		course view	DLC2007-1
dom 29 de abril de 2007, 23:36	200.83.208.47		course view	DLC2007-1
dom 29 de abril de 2007, 01:07	200.83.208.47		user view	E2
dom 29 de abril de 2007, 01:07	200.83.208.47		course view	DLC2007-1
dom 29 de abril de 2007, 01:06	200.83.208.47		resource view	Tabla desempeño E2
dom 29 de abril de 2007, 01:06	200.83.208.47		resource view	Tabla desempeño E2
dom 29 de abril de 2007, 01:06	200.83.208.47		course view	DLC2007-1
vie 27 de abril de 2007, 17:39	190.44.214.205		course view	DLC2007-1
vie 27 de abril de 2007, 17:39	190.44.214.205		wiki edit	Reflexiones sobre la intervención
vie 27 de abril de 2007, 17:39	190.44.214.205		wiki view	Reflexiones sobre la intervención
vie 27 de abril de 2007, 17:38	190.44.214.205		wiki edit	Reflexiones sobre la intervención
vie 27 de abril de 2007, 17:38	190.44.214.205		wiki view	Reflexiones sobre la intervención
vie 27 de abril de 2007, 17:37	190.44.214.205		wiki edit	Reflexiones sobre la intervención
vie 27 de abril de 2007, 17:37	190.44.214.205		wiki view	Reflexiones sobre la intervención
vie 27 de abril de 2007, 17:26	190.44.214.205		wiki view	Reflexiones sobre la intervención
vie 27 de abril de 2007, 17:26	190.44.214.205		course view	DLC2007-1
mié 25 de abril de 2007, 23:25	190.44.214.205		course view	DLC2007-1
mié 25 de abril de 2007, 23:24	190.44.214.205		wiki edit	Reflexiones sobre la intervención
mié 25 de abril de 2007, 23:24	190.44.214.205		wiki view	Reflexiones sobre la intervención
mié 25 de abril de 2007, 23:16	190.44.214.205		wiki view	Reflexiones sobre la intervención
mié 25 de abril de 2007, 23:16	190.44.214.205		course view	DLC2007-1
mar 24 de abril de 2007, 21:04	190.44.214.205		forum view discussion	El Día "D": 17 de Abril...
mar 24 de abril de 2007, 21:04	190.44.214.205		forum add post	Re: El Día "D": 17 de Abril...
lun 23 de abril de 2007, 22:48	190.44.214.205		resource view	Planific. Aula 3a semana E2
lun 23 de abril de 2007, 22:48	190.44.214.205		course view	DLC2007-1
lun 23 de abril de 2007, 22:48	190.44.214.205		forum view forums	
lun 23 de abril de 2007, 22:48	190.44.214.205		forum view discussion	Primer día
lun 23 de abril de 2007, 22:48	190.44.214.205		user view	E2
lun 23 de abril de 2007, 22:48	190.44.214.205		forum view forum	Foro Inicio de Intervención

lun 23 de abril de 2007, 22:48	190.44.214.205		forum view forums	
lun 23 de abril de 2007, 22:47	190.44.214.205		forum view forum	Foro
lun 23 de abril de 2007, 22:47	190.44.214.205		forum view forums	
lun 23 de abril de 2007, 22:47	190.44.214.205		forum view discussion	Primera Actividad.
lun 23 de abril de 2007, 22:47	190.44.214.205		forum view discussion	Tutoría Administración Curso de Práctica
lun 23 de abril de 2007, 22:47	190.44.214.205		forum view discussion	competencias tic
lun 23 de abril de 2007, 22:47	190.44.214.205		forum view discussion	encuesta juvenil sobre reality show
lun 23 de abril de 2007, 22:47	190.44.214.205		forum view forum	Novedades
lun 23 de abril de 2007, 22:46	190.44.214.205		forum view forums	
lun 23 de abril de 2007, 22:46	190.44.214.205		forum view discussion	Primera semana
lun 23 de abril de 2007, 22:46	190.44.214.205		forum add post	me sumo a lo de E1
lun 23 de abril de 2007, 22:41	190.44.214.205		forum view discussion	Primera semana
dom 22 de abril de 2007, 16:54	200.83.208.47		course view	DLC2007-1
dom 22 de abril de 2007, 16:53	200.83.208.47		wiki edit	Reflexiones sobre la intervención
dom 22 de abril de 2007, 16:53	200.83.208.47		wiki view	Reflexiones sobre la intervención
dom 22 de abril de 2007, 15:33	200.83.208.47		wiki edit	Reflexiones sobre la intervención
dom 22 de abril de 2007, 15:33	200.83.208.47		wiki view	Reflexiones sobre la intervención
dom 22 de abril de 2007, 15:25	200.83.208.47		wiki view	Reflexiones sobre la intervención
dom 22 de abril de 2007, 15:25	200.83.208.47		course view	DLC2007-1
dom 22 de abril de 2007, 13:41	164.77.241.200		wiki view	Reflexiones sobre la intervención
mié 18 de abril de 2007, 21:24	190.44.214.205		course view	DLC2007-1
mar 17 de abril de 2007, 21:13	190.44.214.205		course view	DLC2007-1
mar 17 de abril de 2007, 21:13	190.44.214.205		user view all	
mar 17 de abril de 2007, 21:13	190.44.214.205		course view	DLC2007-1
mar 17 de abril de 2007, 21:12	190.44.214.205		course view	DLC2007-1
mar 17 de abril de 2007, 21:12	190.44.214.205		forum user report	178
mar 17 de abril de 2007, 21:12	190.44.214.205		user view	E8
mar 17 de abril de 2007, 21:11	190.44.214.205		course view	DLC2007-1
mar 17 de abril de 2007, 18:52	190.44.214.205		course view	DLC2007-1
mar 17 de abril de 2007, 18:52	190.44.214.205		wiki edit	Reflexiones sobre la intervención
mar 17 de abril de 2007, 18:52	190.44.214.205		wiki view	Reflexiones sobre la intervención
mar 17 de abril de 2007, 18:45	190.44.214.205		wiki view	Reflexiones sobre la intervención
mar 17 de abril de 2007, 18:45	190.44.214.205		forum view forum	Foro
mar 17 de abril de 2007, 18:44	190.44.214.205		user view all	
mar 17 de abril de 2007, 18:11	190.44.214.205		course view	DLC2007-1
dom 15 de abril de 2007, 20:36	200.83.208.47		wiki view	Trabajo: Trabajo
dom 15 de abril de 2007, 20:36	200.83.208.47		course view	DLC2007-1

dom 15 de abril de 2007, 20:36	200.83.208.47		wiki edit	Reflexiones sobre la intervención
dom 15 de abril de 2007, 20:36	200.83.208.47		wiki view	Reflexiones sobre la intervención
dom 15 de abril de 2007, 20:35	200.83.208.47		wiki view	Reflexiones sobre la intervención
dom 15 de abril de 2007, 20:22	200.83.208.47		course view	DLC2007-1
sáb 14 de abril de 2007, 20:03	190.44.214.205		user view	Profesor
sáb 14 de abril de 2007, 20:00	190.44.214.205		course view	DLC2007-1
sáb 14 de abril de 2007, 20:00	190.44.214.205		user view all	
sáb 14 de abril de 2007, 20:00	190.44.214.205		course view	DLC2007-1
sáb 14 de abril de 2007, 20:00	190.44.214.205		forum view discussion	primera clase
sáb 14 de abril de 2007, 14:36	190.44.214.205		course view	DLC2007-1
vie 13 de abril de 2007, 18:52	190.44.214.205		course view	DLC2007-1
vie 13 de abril de 2007, 18:52	190.44.214.205		forum view forums	
vie 13 de abril de 2007, 18:51	190.44.214.205		forum view discussion	Primer día
vie 13 de abril de 2007, 18:51	190.44.214.205		forum add post	segundo día
vie 13 de abril de 2007, 18:42	190.44.214.205		forum view discussion	Primer día
vie 13 de abril de 2007, 18:42	190.44.214.205		forum view forum	Foro Inicio de Intervención
vie 13 de abril de 2007, 18:41	190.44.214.205		course view	DLC2007-1
vie 13 de abril de 2007, 18:41	190.44.214.205		wiki view all	
vie 13 de abril de 2007, 18:41	190.44.214.205		wiki edit	Reflexiones sobre la intervención
vie 13 de abril de 2007, 18:41	190.44.214.205		wiki view	Reflexiones sobre la intervención
vie 13 de abril de 2007, 18:34	190.44.214.205		wiki view	Reflexiones sobre la intervención
vie 13 de abril de 2007, 18:34	190.44.214.205		course view	DLC2007-1
mié 11 de abril de 2007, 18:27	200.104.41.162		course view	DLC2007-1
mié 11 de abril de 2007, 18:27	200.104.41.162		wiki edit	Reflexiones sobre la intervención
mié 11 de abril de 2007, 18:27	200.104.41.162		wiki view	Reflexiones sobre la intervención
mié 11 de abril de 2007, 18:15	200.104.41.162		wiki view	Reflexiones sobre la intervención
mié 11 de abril de 2007, 18:15	200.104.41.162		course view	DLC2007-1
mié 11 de abril de 2007, 18:15	200.104.41.162		forum view forums	
mié 11 de abril de 2007, 18:15	200.104.41.162		forum view forum	Foro Inicio de Intervención
mié 11 de abril de 2007, 18:15	200.104.41.162		forum add discussion	Primer día
mié 11 de abril de 2007, 18:06	200.104.41.162		forum view forum	Foro Inicio de Intervención
mié 11 de abril de 2007, 18:06	200.104.41.162		course view	DLC2007-1
lun 9 de abril de 2007, 18:29	200.89.69.120		user view	E2
lun 9 de abril de 2007, 18:29	200.89.69.120		user change password	191
lun 9 de abril de 2007, 18:28	200.89.69.120		course view	DLC2007-1
lun 9 de abril de 2007, 13:18	200.89.69.120		course view	DLC2007-1
lun 9 de abril de 2007, 13:16	200.89.69.120		resource view	Clase 1 E2

lun 9 de abril de 2007, 13:15	200.89.69.120		resource view	Clase 1 E2
lun 9 de abril de 2007, 13:15	200.89.69.120		course view	DLC2007-1
lun 9 de abril de 2007, 13:14	200.89.69.120		forum view forum	Foro
lun 9 de abril de 2007, 13:14	200.89.69.120		forum view discussion	Eje temático y diagnóstico
lun 9 de abril de 2007, 13:14	200.89.69.120		forum view discussion	Planificación de aula con recurso
lun 9 de abril de 2007, 13:14	200.89.69.120		forum view forum	Foro
lun 9 de abril de 2007, 13:13	200.89.69.120		course view	DLC2007-1
dom 8 de abril de 2007, 19:51	200.83.208.47		course view	DLC2007-1
dom 8 de abril de 2007, 19:50	200.83.208.47		user view all	
dom 8 de abril de 2007, 19:50	200.83.208.47		course view	DLC2007-1
dom 8 de abril de 2007, 19:50	200.83.208.47		forum view discussion	Planificación de aula con recurso
dom 8 de abril de 2007, 19:50	200.83.208.47		forum add post	Re: Planificación de aula con recurso
dom 8 de abril de 2007, 19:50	200.83.208.47		upload upload	/usr/home/madtic.cl/datos_madtic/40/moddata /forum/205/1101/2_clase_texto_3.doc
dom 8 de abril de 2007, 19:49	200.83.208.47		forum view discussion	Planificación de aula con recurso
dom 8 de abril de 2007, 19:49	200.83.208.47		forum add post	Re: Planificación de aula con recurso
dom 8 de abril de 2007, 19:49	200.83.208.47		upload upload	/usr/home/madtic.cl/datos_madtic/40/moddata /forum/205/1100/2_clase_texto_2.doc
dom 8 de abril de 2007, 19:49	200.83.208.47		forum view discussion	Planificación de aula con recurso
dom 8 de abril de 2007, 19:49	200.83.208.47		forum add post	Re: Planificación de aula con recurso
dom 8 de abril de 2007, 19:49	200.83.208.47		upload upload	/usr/home/madtic.cl/datos_madtic/40/moddata/ forum/205/1099/2_clase_texto_1.doc
dom 8 de abril de 2007, 19:48	200.83.208.47		forum view discussion	Planificación de aula con recurso
dom 8 de abril de 2007, 19:44	200.83.208.47		forum view discussion	Planificación de aula con recurso
dom 8 de abril de 2007, 19:44	200.83.208.47		upload upload	/usr/home/madtic.cl/datos_madtic/40/moddata/ forum/205/1098/2_clase.doc
dom 8 de abril de 2007, 19:44	200.83.208.47		forum add post	Re: Planificación de aula con recurso
dom 8 de abril de 2007, 19:39	200.83.208.47		forum view discussion	Planificación de aula con recurso
dom 8 de abril de 2007, 19:39	200.83.208.47		forum add post	Re: Planificación de aula con recurso
dom 8 de abril de 2007, 19:39	200.83.208.47		upload upload	/usr/home/madtic.cl/datos_madtic/40/moddata/ forum/205/1097/1_clases.doc
dom 8 de abril de 2007, 19:37	200.83.208.47		forum view discussion	Planificación de aula con recurso
dom 8 de abril de 2007, 19:37	200.83.208.47		forum view discussion	Planificación de aula con recurso
dom 8 de abril de 2007, 19:36	200.83.208.47		user view	E2
dom 8 de abril de 2007, 19:36	200.83.208.47		forum view forum	Foro
dom 8 de abril de 2007, 19:36	200.83.208.47		forum add discussion	Planificación de aula con recurso
dom 8 de abril de 2007, 19:34	200.83.208.47		forum view forum	Foro
dom 8 de abril de 2007, 19:34	200.83.208.47		forum view forum	Foro Inicio de Intervención

dom 8 de abril de 2007, 19:34	200.83.208.47		course view	DLC2007-1
dom 8 de abril de 2007, 19:33	200.83.208.47		wiki edit	Trabajo: Trabajo
dom 8 de abril de 2007, 19:33	200.83.208.47		wiki view	Trabajo: Trabajo
dom 8 de abril de 2007, 19:28	200.83.208.47		wiki view	Trabajo: Trabajo
dom 8 de abril de 2007, 19:28	200.83.208.47		course view	DLC2007-1
dom 8 de abril de 2007, 19:28	200.83.208.47		forum view forum	Foro Inicio de Intervención
dom 8 de abril de 2007, 19:28	200.83.208.47		course view	DLC2007-1
dom 8 de abril de 2007, 19:28	200.83.208.47		forum view forums	
dom 8 de abril de 2007, 19:28	200.83.208.47		forum view discussion	Eje temático y diagnóstico
dom 8 de abril de 2007, 19:28	200.83.208.47		forum add post	Resultado diagnóstico
dom 8 de abril de 2007, 19:28	200.83.208.47		upload upload	/usr/home/madtic.cl/datos_madtic/40/moddata/forum/205/1095/resultados.doc
dom 8 de abril de 2007, 19:26	200.83.208.47		forum view discussion	Eje temático y diagnóstico
dom 8 de abril de 2007, 19:26	200.83.208.47		forum view forum	Foro
dom 8 de abril de 2007, 19:26	200.83.208.47		course view	DLC2007-1
dom 8 de abril de 2007, 11:43	200.83.208.47		resource view	
dom 8 de abril de 2007, 11:43	200.83.208.47		resource view	
dom 8 de abril de 2007, 11:42	200.83.208.47		course view	DLC2007-1
dom 8 de abril de 2007, 11:42	200.83.208.47		user view all	
dom 8 de abril de 2007, 11:42	200.83.208.47		course view	DLC2007-1
dom 8 de abril de 2007, 01:58	164.77.221.72		wiki view	Trabajo: Trabajo
vie 6 de abril de 2007, 21:39	200.83.208.47		course view	DLC2007-1
vie 6 de abril de 2007, 21:39	200.83.208.47		forum view discussion	Eje temático y diagnóstico
vie 6 de abril de 2007, 21:38	200.83.208.47		forum view forum	Foro
vie 6 de abril de 2007, 21:38	200.83.208.47		course view	DLC2007-1
vie 6 de abril de 2007, 17:13	190.44.214.205		course view	DLC2007-1
vie 6 de abril de 2007, 17:12	190.44.214.205		user view all	
vie 6 de abril de 2007, 17:12	190.44.214.205		forum view forum	Foro Inicio de Intervención
vie 6 de abril de 2007, 17:12	190.44.214.205		course view	DLC2007-1
vie 6 de abril de 2007, 17:11	190.44.214.205		forum view discussion	Eje temático y diagnóstico
vie 6 de abril de 2007, 17:11	190.44.214.205		forum add post	Re: rúbrica
vie 6 de abril de 2007, 17:11	190.44.214.205		upload upload	/usr/home/madtic.cl/datos_madtic/40/moddata/forum/205/1090/indicadores_diagnostico_ E2.doc
vie 6 de abril de 2007, 17:01	190.44.214.205		forum view discussion	Eje temático y diagnóstico
vie 6 de abril de 2007, 17:01	190.44.214.205		forum view forum	Foro
vie 6 de abril de 2007, 17:00	190.44.214.205		course view	DLC2007-1
jue 5 de abril de 2007, 18:48	164.77.106.11		resource view	
jue 5 de abril de 2007, 18:48	164.77.106.11		course view	DLC2007-1

jue 5 de abril de 2007, 18:48	164.77.106.11		course view	DLC2007-1
jue 5 de abril de 2007, 18:48	164.77.106.11		resource view	
jue 5 de abril de 2007, 18:48	164.77.106.11		resource view	Tabla desempeño E7
jue 5 de abril de 2007, 18:44	164.77.106.11		course view	DLC2007-1
jue 5 de abril de 2007, 18:43	164.77.106.11		resource view	Planificación de Aula E7
jue 5 de abril de 2007, 18:42	164.77.106.11		resource view	Tabla desempeño E7
jue 5 de abril de 2007, 18:42	164.77.106.11		course view	DLC2007-1
jue 5 de abril de 2007, 18:42	164.77.106.11		resource view	Eje temático E7
jue 5 de abril de 2007, 18:41	164.77.106.11		course view	DLC2007-1
jue 5 de abril de 2007, 18:41	164.77.106.11		forum view discussion	Tutoría Administración Curso de Práctica
jue 5 de abril de 2007, 18:41	164.77.106.11		course view	DLC2007-1
jue 5 de abril de 2007, 18:41	164.77.106.11		resource view	
jue 5 de abril de 2007, 18:40	164.77.106.11		course view	DLC2007-1
jue 5 de abril de 2007, 18:35	164.77.106.11		forum view discussion	Tutoría Administración Curso de Práctica
jue 5 de abril de 2007, 18:35	164.77.106.11		forum add post	Re: Tutoría Administración Curso de Práctica
jue 5 de abril de 2007, 18:31	164.77.106.11		resource view	Planificación Aula 1a Clase E1
jue 5 de abril de 2007, 18:28	164.77.106.11		resource view	
jue 5 de abril de 2007, 18:28	164.77.106.11		resource view	Planificación de Aula E4
jue 5 de abril de 2007, 18:28	164.77.106.11		resource view	
jue 5 de abril de 2007, 18:28	164.77.106.11		resource view	Planificación Aula 1a Clase E1
jue 5 de abril de 2007, 18:28	164.77.106.11		course view	DLC2007-1
jue 5 de abril de 2007, 18:27	164.77.106.11		resource view	Planificación Aula 1a Clase E1
jue 5 de abril de 2007, 18:27	164.77.106.11		course view	DLC2007-1
jue 5 de abril de 2007, 18:20	164.77.106.11		forum view discussion	Eje temático y diagnóstico
mié 4 de abril de 2007, 23:18	190.44.214.205		course view	DLC2007-1
mié 4 de abril de 2007, 23:18	190.44.214.205		forum view discussion	Eje temático y diagnóstico
mié 4 de abril de 2007, 23:18	190.44.214.205		forum view forum	Foro
mié 4 de abril de 2007, 23:17	190.44.214.205		forum view forums	
mié 4 de abril de 2007, 23:17	190.44.214.205		forum view forums	
mié 4 de abril de 2007, 23:16	190.44.214.205		forum view discussion	reenvio de mis avances
mié 4 de abril de 2007, 23:13	190.44.214.205		course view	DLC2007-1
mié 4 de abril de 2007, 19:11	164.77.85.117		user view	E2
mié 4 de abril de 2007, 19:11	164.77.85.117		forum view discussion	Eje temático y diagnóstico
mié 4 de abril de 2007, 19:11	164.77.85.117		forum view forum	Foro
mié 4 de abril de 2007, 19:11	164.77.85.117		course view	DLC2007-1
mar 3 de abril de 2007, 22:22	190.44.214.205		user view	E1
mar 3 de abril de 2007, 22:22	190.44.214.205		user view all	

mar 3 de abril de 2007, 22:22	190.44.214.205		course view	DLC2007-1
mar 3 de abril de 2007, 22:22	190.44.214.205		forum view forums	
mar 3 de abril de 2007, 22:16	190.44.214.205		forum view discussion	Eje temático y diagnóstico
mar 3 de abril de 2007, 22:16	190.44.214.205		forum view forum	Foro
mar 3 de abril de 2007, 22:15	190.44.214.205		course view	DLC2007-1
lun 2 de abril de 2007, 23:37	190.44.214.205		user view all	
lun 2 de abril de 2007, 23:36	190.44.214.205		resource view	Documento
lun 2 de abril de 2007, 23:36	190.44.214.205		course view	DLC2007-1
lun 2 de abril de 2007, 23:36	190.44.214.205		forum view discussion	Eje temático y diagnóstico
lun 2 de abril de 2007, 23:36	190.44.214.205		upload upload	/usr/home/madtic.cl/datos_madtic/40/moddata/forum/205/1060/indicadores_diagnostico_2007.doc
lun 2 de abril de 2007, 23:36	190.44.214.205		forum add post	rúbrica
lun 2 de abril de 2007, 23:29	190.44.214.205		forum view discussion	Eje temático y diagnóstico
lun 2 de abril de 2007, 23:29	190.44.214.205		forum view discussion	Documentos E7
lun 2 de abril de 2007, 23:29	190.44.214.205		user view	E2
lun 2 de abril de 2007, 23:29	190.44.214.205		forum view forum	Foro
lun 2 de abril de 2007, 23:29	190.44.214.205		course view	DLC2007-1
sáb 31 de marzo de 2007, 00:54	190.44.214.205		course view	DLC2007-1
sáb 31 de marzo de 2007, 00:53	190.44.214.205		user view all	
sáb 31 de marzo de 2007, 00:53	190.44.214.205		course view	DLC2007-1
vie 30 de marzo de 2007, 17:26	200.89.69.120		wiki view	Trabajo: Trabajo
mié 28 de marzo de 2007, 20:07	190.44.214.205		course view	DLC2007-1
mié 28 de marzo de 2007, 20:04	190.44.214.205		forum view discussion	Eje temático y diagnóstico
mié 28 de marzo de 2007, 20:04	190.44.214.205		forum view forum	Foro
mié 28 de marzo de 2007, 20:03	190.44.214.205		course view	DLC2007-1
mar 27 de marzo de 2007, 21:41	200.83.208.47		user view	E2
mar 27 de marzo de 2007, 21:41	200.83.208.47		course view	DLC2007-1
mar 27 de marzo de 2007, 21:41	200.83.208.47		forum view forum	Foro
mar 27 de marzo de 2007, 21:41	200.83.208.47		forum add discussion	Eje temático y diagnóstico
mar 27 de marzo de 2007, 21:41	200.83.208.47		upload upload	/usr/home/madtic.cl/datos_madtic/40/moddata/forum/205/1049/EJE_TEMATICO.doc
mar 27 de marzo de 2007, 21:34	200.83.208.47		forum view forum	Foro
mar 27 de marzo de 2007, 21:34	200.83.208.47		course view	DLC2007-1
mar 27 de marzo de 2007, 21:34	200.83.208.47		wiki view all	
mar 27 de marzo de 2007, 21:34	200.83.208.47		wiki edit	Trabajo: Trabajo
mar 27 de marzo de 2007, 21:34	200.83.208.47		wiki view	Trabajo: Trabajo
mar 27 de marzo de 2007, 21:25	200.83.208.47		wiki view	Trabajo: Trabajo
mar 27 de marzo de 2007, 21:22	200.83.208.47		course view	DLC2007-1

dom 25 de marzo de 2007, 19:37	190.44.213.80		wiki edit	Trabajo: Trabajo
dom 25 de marzo de 2007, 19:37	190.44.213.80		wiki view	Trabajo: Trabajo
dom 25 de marzo de 2007, 19:35	190.44.213.80		wiki edit	Trabajo: Trabajo
dom 25 de marzo de 2007, 19:35	190.44.213.80		wiki view	Trabajo: Trabajo
dom 25 de marzo de 2007, 18:30	190.44.213.80		wiki edit	Trabajo: Trabajo
dom 25 de marzo de 2007, 18:30	190.44.213.80		wiki view	Trabajo: Trabajo
dom 25 de marzo de 2007, 18:04	190.44.213.80		wiki edit	Trabajo: Trabajo
dom 25 de marzo de 2007, 18:04	190.44.213.80		wiki view	Trabajo: Trabajo
dom 25 de marzo de 2007, 17:54	190.44.213.80		wiki edit	Trabajo: Trabajo
dom 25 de marzo de 2007, 17:54	190.44.213.80		wiki view	Trabajo: Trabajo
dom 25 de marzo de 2007, 17:52	190.44.213.80		wiki edit	Trabajo: Trabajo
dom 25 de marzo de 2007, 17:52	190.44.213.80		wiki view	Trabajo: Trabajo
dom 25 de marzo de 2007, 15:34	190.44.213.80		wiki view	Trabajo: Trabajo
dom 25 de marzo de 2007, 15:32	190.44.213.80		wiki view	Trabajo: Trabajo
dom 25 de marzo de 2007, 15:32	190.44.213.80		course view	DLC2007-1
dom 25 de marzo de 2007, 12:18	200.72.186.200		wiki view	Trabajo: Trabajo
dom 25 de marzo de 2007, 12:13	200.72.186.200		wiki view	Trabajo: Trabajo
vie 23 de marzo de 2007, 22:18	190.44.213.80		resource view	Elementos para el Diagnóstico
vie 23 de marzo de 2007, 22:18	190.44.213.80		course view	DLC2007-1
vie 23 de marzo de 2007, 22:18	190.44.213.80		resource view	Diagnóstico
vie 23 de marzo de 2007, 22:17	190.44.213.80		course view	DLC2007-1
vie 23 de marzo de 2007, 22:17	190.44.213.80		wiki edit	Trabajo: Trabajo
vie 23 de marzo de 2007, 22:16	190.44.213.80		wiki view	Trabajo: Trabajo
vie 23 de marzo de 2007, 22:09	190.44.213.80		wiki view	Trabajo: Trabajo
vie 23 de marzo de 2007, 22:08	190.44.213.80		course view	DLC2007-1
mié 21 de marzo de 2007, 22:37	200.11.89.32		wiki view	Trabajo: Trabajo
mié 21 de marzo de 2007, 22:36	200.11.89.32		wiki edit	Trabajo: Trabajo
mié 21 de marzo de 2007, 22:36	200.11.89.32		wiki view	Trabajo: Trabajo
mié 21 de marzo de 2007, 22:35	200.11.89.32		wiki view	Trabajo: Trabajo
mié 21 de marzo de 2007, 22:16	190.44.213.80		course view	DLC2007-1
mié 21 de marzo de 2007, 22:15	190.44.213.80		user view	Profesor
mié 21 de marzo de 2007, 22:15	190.44.213.80		user view all	
mié 21 de marzo de 2007, 22:12	190.44.213.80		course view	DLC2007-1
mié 21 de marzo de 2007, 22:12	190.44.213.80		user view all	
mié 21 de marzo de 2007, 22:12	190.44.213.80		course view	DLC2007-1
mié 21 de marzo de 2007, 15:22	200.89.69.120		wiki view	Trabajo: Trabajo
mié 21 de marzo de 2007, 15:21	200.89.69.120		wiki view	Trabajo: Trabajo

mié 21 de marzo de 2007, 12:51	190.44.213.80		wiki view	Trabajo: Trabajo
mié 21 de marzo de 2007, 12:50	190.44.213.80		course view	DLC2007-1
mié 21 de marzo de 2007, 12:50	190.44.213.80		wiki edit	Trabajo: Trabajo
mié 21 de marzo de 2007, 12:50	190.44.213.80		wiki view	Trabajo: Trabajo
mié 21 de marzo de 2007, 12:49	190.44.213.80		wiki edit	Trabajo: Trabajo
mié 21 de marzo de 2007, 12:49	190.44.213.80		wiki view	Trabajo: Trabajo
mié 21 de marzo de 2007, 12:49	190.44.213.80		wiki view	Trabajo: Trabajo
mié 21 de marzo de 2007, 12:49	190.44.213.80		wiki view all	
mié 21 de marzo de 2007, 12:48	190.44.213.80		course view	DLC2007-1
mié 21 de marzo de 2007, 12:45	190.44.213.80		wiki view	Trabajo: Trabajo
mié 21 de marzo de 2007, 12:45	190.44.213.80		wiki view	Trabajo: Trabajo
mié 21 de marzo de 2007, 12:45	190.44.213.80		resource view	Programa Didáctica L y C
mié 21 de marzo de 2007, 12:38	190.44.213.80		forum view forum	Foro
mié 21 de marzo de 2007, 12:38	190.44.213.80		wiki view	Trabajo: Trabajo
mié 21 de marzo de 2007, 12:38	190.44.213.80		resource view	Diagnóstico
mié 21 de marzo de 2007, 12:38	190.44.213.80		wiki view	Trabajo: Trabajo
mié 21 de marzo de 2007, 12:38	190.44.213.80		course view	DLC2007-1
lun 19 de marzo de 2007, 15:14	200.89.69.120		course view	DLC2007-1
lun 19 de marzo de 2007, 15:13	200.89.69.120		forum view discussion	Primera Actividad.
lun 19 de marzo de 2007, 15:13	200.89.69.120		forum view discussion	Primera Actividad.
lun 19 de marzo de 2007, 15:13	200.89.69.120		forum add post	Re: Primera Actividad.
lun 19 de marzo de 2007, 14:53	200.89.69.120		forum view discussion	Primera Actividad.
lun 19 de marzo de 2007, 14:53	200.89.69.120		forum view forum	Novedades
lun 19 de marzo de 2007, 14:53	200.89.69.120		forum view forums	
lun 19 de marzo de 2007, 14:53	200.89.69.120		course view	DLC2007-1
lun 19 de marzo de 2007, 14:52	200.89.69.120		course view	DLC2007-1
lun 19 de marzo de 2007, 14:52	200.89.69.120		user view all	
lun 19 de marzo de 2007, 14:51	200.89.69.120		course view	DLC2007-1
lun 12 de marzo de 2007, 22:26	190.44.214.196		user view	Profesor
lun 12 de marzo de 2007, 22:26	190.44.214.196		user view all	
lun 12 de marzo de 2007, 22:26	190.44.214.196		forum view forum	Novedades
lun 12 de marzo de 2007, 22:26	190.44.214.196		course view	DLC2007-1
lun 12 de marzo de 2007, 22:26	190.44.214.196		course enrol	

2. Feuilles de réponse du Test LSI

CARACTERÍSTICAS DEL MODO DE APRENDIZAJECARACTERÍSTICAS DEL MODO DE APRENDIZAJE*

HOJA DE RESPUESTA

Nombre: E1C4
Fecha : 2 de marzo 2008
Fecha de nacimiento: 30 de agosto 1983
Nivel de estudios: Enseñanza superior completa

A continuación, usted encontrará nueve líneas de cuatro palabras cada una. La actividad consiste en clasificar cada línea marcando con un 4 la palabra que caracterice mejor su modo de aprendizaje, con un 3 la palabra que lo caracterice bastante bien, con un 2 la que lo caracterice menos bien y con un 1 la que caracterice menos su modo de aprendizaje.
Puede ser que le parezca difícil elegir las palabras que caractericen mejor su modo de aprendizaje. Sin embargo, piense que no hay buenas o malas respuestas, todas las elecciones son igualmente aceptables.
El objetivo de este test es describir su manera de aprender, no evaluar su aptitud para el aprendizaje.

Ponga atención en marcar **cada palabra de una misma línea** con un **valor diferente**.

1. diferenciar	_4	ensayar	_3	implicarse	_1	ser práctico	_2
2. receptivo	_2	lógico	_3	metódico	_4	imparcial	_1
3. sentir	_1	poner atención	_4	reflexionar	_3	hacer	_2
4. aceptar	_1	arriesgarse	_2	evaluar	_3	tomar conciencia	_4
5. intuitivo	_1	productivo	__2	lógico	_4	cuestionador	_3
6. abstracto	__1	observador	_4	concreto	_3	activo	__2
7. orientado al presente	_2	reflexivo	_3	orientado al futuro	_1	pragmático	_4
8. partir de su experiencia	_3	observar	_4	pensar	_1	experimentar	_2
9. intenso	_1	reservado	_2	racional	_3	responsable	_4

*Adaptación francesa del LSI (learning style inventory) por Berbaum, tomado de KOLB, D. A. (1976). *The learning style inventory: technical manual*. Boston, Mc Ber and Company.

CARACTERÍSTICAS DEL MODO DE APRENDIZAJE*

HOJA DE RESPUESTA

Nombre: E2C4
Fecha : 1/03/2008
Fecha de nacimiento: 27/12/1981
Nivel de estudios: Universitario completo.

A continuación, usted encontrará nueve líneas de cuatro palabras cada una. La actividad consiste en clasificar cada línea marcando con un 4 la palabra que caracterice mejor su modo de aprendizaje, con un 3 la palabra que lo caracterice bastante bien, con un 2 la que lo caracterice menos bien y con un 1 la que caracterice menos su modo de aprendizaje.
Puede ser que le parezca difícil elegir las palabras que caractericen mejor su modo de aprendizaje. Sin embargo, piense que no hay buenas o malas respuestas, todas las elecciones son igualmente aceptables.
El objetivo de este test es describir su manera de aprender, no evaluar su aptitud para el aprendizaje.

Ponga atención en marcar **cada palabra de una misma línea** con un **valor diferente**.

1. diferenciar	_4__	ensayar	_1__	implicarse	_3__	ser práctico	_2__
2. receptivo	__2_	lógico	_3__	metódico	__4_	imparcial	_1__
3. sentir	_1__	poner atención	_4_	reflexionar	_3__	hacer	_2__
4. aceptar	_1_	arriesgarse	_2__	evaluar	_4__	tomar conciencia	_3__
5. intuitivo	_1_	productivo	_2__	lógico	__3_	cuestionador	_4__
6. abstracto	_3__	observador	_2__	concreto	_1__	activo	_4_
7. orientado al presente	_1__	reflexivo	_3__	orientado al futuro	_2__	pragmático	_4__
8. partir de su experiencia	_3__	observar	_4__	pensar	_2__	experimentar	__1_
9. intenso	_3_	reservado	_1__	racional	_2__	responsable	_4__

* Adaptación francesa del LSI (learning style inventory) por Berbaum, tomado de KOLB, D. A. (1976). *The learning style inventory: technical manual*. Boston, Mc Ber and Company.

CARACTERÍSTICAS DEL MODO DE APRENDIZAJE*

HOJA DE RESPUESTA

Nombre: E3C4
Fecha : 10- marzo
Fecha de nacimiento: 19/8/1983
Nivel de estudios: universitario

A continuación, usted encontrará nueve líneas de cuatro palabras cada una. La actividad consiste en clasificar cada línea marcando con un 4 la palabra que caracterice mejor su modo de aprendizaje, con un 3 la palabra que lo caracterice bastante bien, con un 2 la que lo caracterice menos bien y con un 1 la que caracterice menos su modo de aprendizaje.
Puede ser que le parezca difícil elegir las palabras que caractericen mejor su modo de aprendizaje. Sin embargo, piense que no hay buenas o malas respuestas, todas las elecciones son igualmente aceptables.
El objetivo de este test es describir su manera de aprender, no evaluar su aptitud para el aprendizaje.

Ponga atención en marcar **cada palabra de una misma línea** con un **valor diferente**.

1. diferenciar	_3__	ensayar	__1_	implicarse	__4_	ser práctico	__2_
2. receptivo	__3_	lógico	__2_	metódico	_4__	imparcial	__1_
3. sentir	__1_	poner atención	_4__	reflexionar	_2__	hacer	__3_
4. aceptar	_2__	arriesgarse	__1_	evaluar	_4__	tomar conciencia	_3__
5. intuitivo	_2__	productivo	_1__	lógico	_4__	cuestionador	_3__
6. abstracto	_1__	observador	__4_	concreto	_3__	activo	__2_
7. orientado al presente	__3_	reflexivo	__2_	orientado al futuro	_1__	pragmático	__4_
8. partir de su experiencia	_3__	observar	_4__	pensar	_2__	experimentar	__1_
9. intenso	_1__	reservado	_2__	racional	_4__	responsable	__3_

* Adaptación francesa del LSI (learning style inventory) por Berbaum, tomado de KOLB, D. A. (1976). *The learning style inventory: technical manual*. Boston, Mc Ber and Company.

CARACTERÍSTICAS DEL MODO DE APRENDIZAJE*

HOJA DE RESPUESTA

Nombre: E4C4
Fecha : …12/03/08…….
Fecha de nacimiento: 23 de diciembre de 2008
Nivel de estudios: Universitario

A continuación, usted encontrará nueve líneas de cuatro palabras cada una. La actividad consiste en clasificar cada línea marcando con un 4 la palabra que caracterice mejor su modo de aprendizaje, con un 3 la palabra que lo caracterice bastante bien, con un 2 la que lo caracterice menos bien y con un 1 la que caracterice menos su modo de aprendizaje.
Puede ser que le parezca difícil elegir las palabras que caractericen mejor su modo de aprendizaje. Sin embargo, piense que no hay buenas o malas respuestas, todas las elecciones son igualmente aceptables.
El objetivo de este test es describir su manera de aprender, no evaluar su aptitud para el aprendizaje.

Ponga atención en marcar **cada palabra de una misma línea** con un **valor diferente**.

1. diferenciar	2	ensayar	1	implicarse	4	ser práctico	3
2. receptivo	2	lógico	4	metódico	3	imparcial	2
3. sentir	1	poner atención	3	reflexionar	4	hacer	2
4. aceptar	1	arriesgarse	2	evaluar	3	tomar conciencia	4
5. intuitivo	1	productivo	2	lógico	4	cuestionador	3
6. abstracto	1	observador	3	concreto	4	activo	2
7. orientado al presente	1	reflexivo	4	orientado al futuro	2	pragmático	3
8. partir de su experiencia	3	observar	2	pensar	4	experimentar	1
9. intenso	2	reservado	1	racional	4	responsable	3

* Adaptación francesa del LSI (learning style inventory) por Berbaum, tomado de KOLB, D. A. (1976). *The learning style inventory: technical manual*. Boston, Mc Ber and Company.

CARACTERÍSTICAS DEL MODO DE APRENDIZAJE*

HOJA DE RESPUESTA

Nombre: E5C4
Fecha : 09 de Marzo 2008
Fecha de nacimiento: 24 de diciembre de 1982
Nivel de estudios: Universitarios

A continuación, usted encontrará nueve líneas de cuatro palabras cada una. La actividad consiste en clasificar cada línea marcando con un 4 la palabra que caracterice mejor su modo de aprendizaje, con un 3 la palabra que lo caracterice bastante bien, con un 2 la que lo caracterice menos bien y con un 1 la que caracterice menos su modo de aprendizaje.
Puede ser que le parezca difícil elegir las palabras que caractericen mejor su modo de aprendizaje. Sin embargo, piense que no hay buenas o malas respuestas, todas las elecciones son igualmente aceptables.
El objetivo de este test es describir su manera de aprender, no evaluar su aptitud para el aprendizaje.

Ponga atención en marcar **cada palabra de una misma línea** con un **valor diferente**.

1. diferenciar	__2_	ensayar	_3__	implicarse	_1__	ser práctico	__4_
2. receptivo	__4_	lógico	__3_	metódico	_2__	imparcial	_1__
3. sentir	__3_	poner atención	_4_	reflexionar	__1_	hacer	_2_
4. aceptar	_2__	arriesgarse	_1_	evaluar	_4_	tomar conciencia	__3_
5. intuitivo	_1_	productivo	__2_	lógico	__4_	cuestionador	_3__
6. abstracto	_1_	observador	_3__	concreto	_4__	activo	__2_
7. orientado al presente	_3__	reflexivo	_1_	orientado al futuro	_2_	pragmático	_4__
8. partir de su experiencia	__3_	observar	__4_	pensar	__1_	experimentar	_2_
9. intenso	_1__	reservado	_2__	racional	__3_	responsable	_4__

* Adaptación francesa del LSI (learning style inventory) por Berbaum, tomado de KOLB, D. A. (1976). *The learning style inventory: technical manual*. Boston, Mc Ber and Company

CARACTERÍSTICAS DEL MODO DE APRENDIZAJE*

HOJA DE RESPUESTA

Nombre: E6C4
Fecha 12-03-008.
Fecha de nacimiento: 13-08-1983
Nivel de estudios: universitario completo

A continuación, usted encontrará nueve líneas de cuatro palabras cada una. La actividad consiste en clasificar cada línea marcando con un 4 la palabra que caracterice mejor su modo de aprendizaje, con un 3 la palabra que lo caracterice bastante bien, con un 2 la que lo caracterice menos bien y con un 1 la que caracterice menos su modo de aprendizaje.
Puede ser que le parezca difícil elegir las palabras que caractericen mejor su modo de aprendizaje. Sin embargo, piense que no hay buenas o malas respuestas, todas las elecciones son igualmente aceptables.
El objetivo de este test es describir su manera de aprender, no evaluar su aptitud para el aprendizaje.

Ponga atención en marcar **cada palabra de una misma línea** con un **valor diferente**.

1. diferenciar	1	ensayar	3	implicarse	4	ser práctico	2
2. receptivo	4	lógico	3	metódico	2	imparcial	1
3. sentir	3	poner atención	1	reflexionar	4	hacer	2
4. aceptar	1	arriesgarse	2	evaluar	3	tomar conciencia	4
5. intuitivo	3	productivo	2	lógico	1	cuestionador	4
6. abstracto	4	observador	3	concreto	1	activo	2
7. orientado al presente	1	reflexivo	4	orientado al futuro	3	pragmático	2
8. partir de su experiencia	2	observar	3	pensar	4	experimentar	1
9. intenso	4	reservado	1	racional	2	responsable	3

* Adaptación francesa del LSI (learning style inventory) por Berbaum, tomado de KOLB, D. A. (1976). *The learning style inventory: technical manual*. Boston, Mc Ber and Company.

CARACTERÍSTICAS DEL MODO DE APRENDIZAJE*

HOJA DE RESPUESTA

Nombre: E7C4
Fecha : 08/03/2008
Fecha de nacimiento: 30/05/1984
Nivel de estudios: Superior, titulado.

A continuación, usted encontrará nueve líneas de cuatro palabras cada una. La actividad consiste en clasificar cada línea marcando con un 4 la palabra que caracterice mejor su modo de aprendizaje, con un 3 la palabra que lo caracterice bastante bien, con un 2 la que lo caracterice menos bien y con un 1 la que caracterice menos su modo de aprendizaje.
Puede ser que le parezca difícil elegir las palabras que caractericen mejor su modo de aprendizaje. Sin embargo, piense que no hay buenas o malas respuestas, todas las elecciones son igualmente aceptables.
El objetivo de este test es describir su manera de aprender, no evaluar su aptitud para el aprendizaje.

Ponga atención en marcar **cada palabra de una misma línea** con un **valor diferente**.

1. diferenciar	2	ensayar	3	implicarse	1	ser práctico	4
2. receptivo	1	lógico	4	metódico	3	imparcial	2
3. sentir	1	poner atención	2	reflexionar	4	hacer	3
4. aceptar	1	arriesgarse	3	evaluar	4	tomar conciencia	2
5. intuitivo	1	productivo	2	lógico	4	cuestionador	3
6. abstracto	1	observador	2	concreto	3	activo	4
7. orientado al presente	1	reflexivo	2	orientado al futuro	4	pragmático	3
8. partir de su experiencia	2	observar	1	pensar	4	experimentar	3
9. intenso	2	reservado	1	racional	3	responsable	4

* Adaptación francesa del LSI (learning style inventory) por Berbaum, tomado de KOLB, D. A. (1976). *The learning style inventory: technical manual*. Boston, Mc Ber and Company.

CARACTERÍSTICAS DEL MODO DE APRENDIZAJE*

HOJA DE RESPUESTA

Nombre: E8C4
Fecha : …12 de marzo de 2008.
Fecha de nacimiento: …06 de enero de 1984
Nivel de estudios: …título universitario..

A continuación, usted encontrará nueve líneas de cuatro palabras cada una. La actividad consiste en clasificar cada línea marcando con un 4 la palabra que caracterice mejor su modo de aprendizaje, con un 3 la palabra que lo caracterice bastante bien, con un 2 la que lo caracterice menos bien y con un 1 la que caracterice menos su modo de aprendizaje.
Puede ser que le parezca difícil elegir las palabras que caractericen mejor su modo de aprendizaje. Sin embargo, piense que no hay buenas o malas respuestas, todas las elecciones son igualmente aceptables.
El objetivo de este test es describir su manera de aprender, no evaluar su aptitud para el aprendizaje.

Ponga atención en marcar **cada palabra de una misma línea** con un **valor diferente**.

1. diferenciar	_2__	ensayar	1___	implicarse	4 ___	ser práctico	3__
2. receptivo	2__	lógico	3___	metódico	4___	imparcial	1__
3. sentir	1 __	poner atención	4__	reflexionar	3__	hacer	2__
4. aceptar	2 _	arriesgarse	1 __	evaluar	4 ___	tomar conciencia	3__
5. intuitivo	1_	productivo	3__	lógico	2__	cuestionador	4_
6. abstracto	1_	observador	4__	concreto	3_	activo	2__
7. orientado al presente	4_	reflexivo	2__	orientado al futuro	3__	pragmático	1 __
8. partir de su experiencia	4_	observar	3__	pensar	2 __	experimentar	1 __
9. intenso	2_	reservado	1_	racional	3__	responsable	4__

* Adaptación francesa del LSI (learning style inventory) por Berbaum, tomado de KOLB, D. A. (1976). *The learning style inventory: technical manual*. Boston, Mc Ber and Company.

CARACTERÍSTICAS DEL MODO DE APRENDIZAJE*

HOJA DE RESPUESTA

Nombre: E9C4
Fecha : ……1 de marzo…….
Fecha de nacimiento: 22 de abril 1981…….
Nivel de estudios: ……Universitario……..

A continuación, usted encontrará nueve líneas de cuatro palabras cada una. La actividad consiste en clasificar cada línea marcando con un 4 la palabra que caracterice mejor su modo de aprendizaje, con un 3 la palabra que lo caracterice bastante bien, con un 2 la que lo caracterice menos bien y con un 1 la que caracterice menos su modo de aprendizaje.
Puede ser que le parezca difícil elegir las palabras que caractericen mejor su modo de aprendizaje. Sin embargo, piense que no hay buenas o malas respuestas, todas las elecciones son igualmente aceptables.
El objetivo de este test es describir su manera de aprender, no evaluar su aptitud para el aprendizaje.

Ponga atención en marcar **cada palabra de una misma línea** con un **valor diferente**.

1. diferenciar 1 ___ ensayar 4 __ implicarse 2 ___ ser práctico 3 ___

2. receptivo 4 ___ lógico 3 ___ metódico 2 ___ imparcial 1 ___

3. sentir 4_ poner atención 1_ reflexionar 3 ___ hacer 2 ___

4. aceptar 1 ___ arriesgarse 4 ___ evaluar 2 ___ tomar conciencia 3___

5. intuitivo 4 ___ productivo 2 ___ lógico 3 ___ cuestionador 1 ___

6. abstracto 3___ observador 1___ concreto 4 ___ activo 3 ___

7. orientado al presente 1__ reflexivo 3 ___ orientado al futuro 2 ___ pragmático 4 ___

8. partir de su experiencia 2 ___ observar 4 ___ pensar 3 ___ experimentar 1__

9. intenso 4 ___ reservado 2 ___ racional 3_ responsable 1_

---

* Adaptación francesa del LSI (learning style inventory) por Berbaum, tomado de KOLB, D. A. (1976). *The learning style inventory: technical manual*. Boston, Mc Ber and Company.

CARACTERÍSTICAS DEL MODO DE APRENDIZAJE*

HOJA DE RESPUESTA

Nombre: E10C4
Fecha : 17/03/2008
Fecha de nacimiento: 09 de mayo de 1981
Nivel de estudios: universitaria completa

A continuación, usted encontrará nueve líneas de cuatro palabras cada una. La actividad consiste en clasificar cada línea marcando con un 4 la palabra que caracterice mejor su modo de aprendizaje, con un 3 la palabra que lo caracterice bastante bien, con un 2 la que lo caracterice menos bien y con un 1 la que caracterice menos su modo de aprendizaje.CARACTERÍSTICAS DEL MODO DE APRENDIZAJE
Puede ser que le parezca difícil elegir las palabras que caractericen mejor su modo de aprendizaje. Sin embargo, piense que no hay buenas o malas respuestas, todas las elecciones son igualmente aceptables.
El objetivo de este test es describir su manera de aprender, no evaluar su aptitud para el aprendizaje.

Ponga atención en marcar **cada palabra de una misma línea** con un **valor diferente**.

1. diferenciar	3	ensayar	2	implicarse	4	ser práctico	1
2. receptivo	2	lógico	3	metódico	1	imparcial	4
3. sentir	1	poner atención	3	reflexionar	4	hacer	2
4. aceptar	1	arriesgarse	3	evaluar	2	tomar conciencia	4
5. intuitivo	2	productivo	1	lógico	3	cuestionador	4
6. abstracto	4	observador	3	concreto	1	activo	2
7. orientado al presente	3	reflexivo	4	orientado al futuro	2	pragmático	1
8. partir de su experiencia	4	observar	2	pensar	3	experimentar	1
9. intenso	4	reservado	2	racional	3	responsable	1

* Adaptación francesa del LSI (learning style inventory) por Berbaum, tomado de KOLB, D. A. (1976). *The learning style inventory: technical manual*. Boston, Mc Ber and Company.

II. Première et deuxième observations

1. Lettre de demande d’autorisation d’exploitation de traces
2. Tableau descriptif de l’échantillon
3. Echantillon par style d’apprentissage
4. Test LSI
5. Tableau des tâches et des fonctionnalités Moodle
6. Code du programme classe : nœud, V3

1. Lettre de demande d'autorisation d'exploitation de traces

Strasbourg, le 31 mai 2012

Bonjour Madame, Mademoiselle, Monsieur,

Je suis chilienne et doctorante en Sciences de l'éducation de l'Université de Strasbourg. Ma thèse porte sur l'identification de styles de navigation sur des sites web dédiés à la formation.

Mon travail empirique consiste à relier certaines caractéristiques individuelles des utilisateurs aux choix de navigation qu'ils opèrent dans la structure des ressources qui leur sont proposées. Afin d'avancer dans ma recherche, j'aurais besoin d'analyser vos traces d'activité sur le cours **Prod.Web, DUT2** et votre réponse, au test CMA (Caractéristiques du Mode d'apprentissage). La réponse au test vous prendra 10 à 15 minutes.

Les résultats à ce test psychotechnique standardisé seront rendus anonymes au moment du traitement des données par l'assignation d'un code. Votre participation est volontaire et sans lien avec vos résultats académiques. Après réception du test, vous recevrez par retour de mail l'information sur votre mode d'apprentissage.

Pour répondre au test CMA, faveur de remplir le formulaire annexée à cette lettre et l'envoyer avant le 10 juin 2012 à mon adresse mail : smeza@uchile.cl

Je vous prie d'agréer, Madame, Mademoiselle, Monsieur, mes remerciements anticipés par votre collaboration.



Sandra Meza
Faculté de Sciences de l'éducation
Université de Strasbourg

CARACTERISTIQUES DU MODE D'APPRENTISSAGE*

1. FEUILLE DE REPONSE

Nom : .....

Prénom : .....

Date de passation : .....

Date de naissance : .....

Niveau d'études : .....

Ne rien inscrire dans ce cadre

Sujet n° :

Groupe :

Vous trouverez ci-dessous neuf lignes de quatre mots. Il s'agit de classer les mots de chaque ligne en affectant d'un **4** le mot qui caractérise le mieux votre mode d'apprentissage, d'un **3** le mot qui le caractérise un peu moins bien, d'un **2** celui qui le caractérise encore moins bien et d'un **1** celui qui vous caractérise le moins bien lorsque que vous êtes en train d'apprendre.

Cela vous semblera peut-être difficile de choisir les mots qui caractérisent le mieux votre mode d'apprentissage. Pourtant, ayez à l'esprit qu'il n'y a pas de bonne ou de mauvaise réponse - tous les choix sont également acceptables.

Le but de ce test est de décrire votre manière d'apprendre, non pas d'évaluer votre aptitude à l'apprentissage.

Faites bien attention d'affecter **chaque mot d'une même ligne** d'une **valeur différente**.

1.	différencier		Essayer		s'impliquer		être pratique	
2.	réceptif		logique		méthodique		impartial	
3.	ressentir		faire attention		réfléchir		faire	
4.	accepter		prendre des risques		évaluer		prendre cons-sience	
5.	intuitif		productif		logique		interrogateur	
6.	abstrait		observateur		concret		actif	
7.	orienté vers le présent		réfléchissant		orienté vers le futur		pragmatique	
8.	partir de son expérience		observer		penser		expérimenter	
9.	intense		réservé		rationnel		responsable	

* Adaptation française du LSI (learning style inventory) par Berbaum (1991), d'après : KOLB, D. A. (1976). *The learning style inventory : technical manual*. Boston, Mc Ber and Company.

2. Tableau descriptif de l'échantillon

Cours	Traces	N° heures en ligne observées par étudiant	Echantillon	Type de tâche	Tâche	Début de la tâche	Fin de la tâche	Parcours de référence
C1	12 Web logs, 998 lignes de registre	1 728 heures	6 femmes 6 hommes	binôme	Rapport de synthèse anglais (binôme)	8 sept. 2010	19 oct. 2010 (6 sem)	ressource (cahier de charge) > ress (audio videocours /pdf, (symposium) > assignment upload
C2	13Web logs, 338 lignes de registre	832 heures	12 femmes 1 homme	individuelle	Bibliographie FLE	21 janvier 2011	18 fev. 2011 (4 sem)	c. view (cahier de charge) > resource (ppt, notions) > forum
C3	20 Web logs, 1883 lignes de registre	8 000 heures	5 femmes 15 hommes	Individuelle, notée	Indexer un outil du Web 2.0	7 oct. 2010	21 oct. 2010 (2 sem)	resource (liens) > data view > data add
C4	10 Web logs, 1014 lignes de registre	1 470 heures	7 femmes 3 hommes	individuelle	Réflexion écrite du processus de stage professionnel	18 mars 2007	22 avril 2007 (5 sem)	resource (évaluation diagnostique) > forum view > wiki edit
C5	8 Web logs, 404 lignes de registre	1 176 heures	8 femmes	Individuelle, notée	Etude d'un usage d'information	01 déc. 2011	21 déc. 2011 (3 sem)	Forum view (chat) > resource > data view

3. Échantillon par style d'apprentissage

Etudiant	CMA	Départ	Choix 1	Choix 2	Choix 3	Choix 4	Choix 5	Choix 6	Choix 7	Choix 8	Choix 9	Choix 10
E5C1	Assimilateur		M8	M2	M1	M1	M6	M2	M1	M2	M1	M6
E6C1	Assimilateur		M8	M1	M8	M1	M8	M6	M9			
E8C1	Assimilateur		M8	M1	M8	M1	M6	M9				
E9C1	Assimilateur	M1	M8	M1	M2	M1	M1	M6	M1	M5	M1	M5
E11C1	Assimilateur		M2	M1	M6	M1	M2	M1	M2	M1	M6	M2
E12C1	Assimilateur		M8	M1	M8	M1	M8	M1	M8	M1	M2	M1
E7C2	Assimilateur		M8	M5								
E10C2	Assimilateur		M8	M1	M1	M8	M1	M8	M5			
E1C3	Assimilateur		M1	M8	M1	M6	M9					
E2C3	Assimilateur		M1	M6	M1	M6	M9					
E4C3	Assimilateur		M1	M8	M1	M5	M1	M2	M3	M6	M1	M2
E11C3	Assimilateur		M1	M5	M1	M8	M1	M6	M1	M8	M1	M6
E12C3	Assimilateur		M1	M8	M1	M3	M1	M5	M1	M8	M1	M8
E15C3	Assimilateur		M1	M6	M1	M6	M8	M9				
E16C3	Assimilateur	M8	M1	M8	M2	M8	M1	M8	M2	M1	M6	M1
E18C3	Assimilateur		M2	M8	M1	M3	M1	M6	M1	M8	M9	
E19C3	Assimilateur		M1	M6	M1	M8	M6	M8	M6	M9		
E1C4	Assimilateur		M1	M8	M2	M1	M8	M1	M4	M1	M5	M1
E2C4	Assimilateur		M4	M5	M8	M4	M1	M4	M12			
E3C4	Assimilateur		M1	M5	M1	M2	M1	M4	M1	M4	M5	M4
E8C4	Assimilateur		M4	M5	M2	M5	M1	M5	M4	M8	M4	M1
E10C4	Assimilateur		M1	M5								

Etudiant	LSI	Départ	Choix 1	Choix 2	Choix 3	Choix 4	Choix 5	Choix 6	Choix 7	Choix 8	Choix 9	Choix 10
E3C1	Accommodateur	M1	M1	M1	M6	M2	M1	M6	M8	M5	M8	M1
E4C2	Accommodateur		M8	M2	M1	M8	M1	M8	M1	M8	M1	M8
E8C3	Accommodateur	M8	M1	M3	M8	M1	M5	M2	M4	M1	M6	M9
E9C3	Accommodateur		M1	M6	M1	M8	M6	M9				
E13C3	Accommodateur		M1	M5	M1	M5	M2	M5	M11	M5		
E1C5	Accommodateur	M5	M6	M9	M6	M1	M6	M9	M6	M1	M5	M2
E3C5	Accommodateur		M1	M5	M1	M8	M1	M8	M11	M8	M11	M8

Etudiant	LSI	Départ	Choix 1	Choix 2	Choix 3	Choix 4	Choix 5	Choix 6	Choix 7	Choix 8	Choix 9	Choix 10
E7C1	Convergent		M2	M2	M2	M1	M2	M1	M1	M8	M1	M1
E10C1	Convergent	M1	M2	M1	M8	M5	M8	M2	M1	M6	M1	M1
E6C2	Convergent		M1	M1	M8	M1						
E7C3	Convergent		M1	M3	M1	M8	M1	M3	M1	M8	M1	M3
E10C3	Convergent	M8	M1	M6	M1	M6	M9					
E4C4	Convergent		M5	M1	M4	M2	M8	M2	M1	M5	M1	M5
E7C4	Convergent		M5	M11	M5	M1	M4	M8	M1	M8	M1	M5
E5C5	Convergent		M11	M1	M8	M1	M5	M1	M8	M1	M8	M6
E6C5	Convergent	M5	M11	M1	M8	M5	M11	M1	M5	M1	M8	M1
E7C5	Convergent		M1	M8	M5	M1	M8	M1	M8	M5	M1	M5
E8C5	Convergent		M1	M8	M11	M8	M11	M6				

Etudiant	LSI	Départ	Choix 1	Choix 2	Choix 3	Choix 4	Choix 5	Choix 6	Choix 7	Choix 8	Choix 9	Choix 10
E1C1	Divergent		M1	M2	M8	M2	M1	M6	M8	M6	M2	M6
E2C1	Divergent		M8	M5	M8	M1	M2	M1	M2	M1	M1	M2
E4C1	Divergent		M1	M8	M6	M1	M8					
E1C2	Divergent		M8	M1	M5							
E2C2	Divergent		M8	M1	M8	M1	M2	M1	M8	M1	M2	M1
E3C2	Divergent	M1	M8	M1	M8	M1	M8	M1	M8	M1	M8	M1
E5C2	Divergent		M8	M5								
E8C2	Divergent		M5	M8	M2	M8	M1	M8	M2	M1	M8	M1
E9C2	Divergent		M8	M2	M1	M8	M1	M5				
E11C2	Divergent		M8	M1	M8	M1	M8	M1	M8	M1	M8	M1
E12C2	Divergent		M8	M1	M8	M1	M8	M5				
E13C2	Divergent		M8	M1	M8	M1	M8	M1	M8	M1	M8	M1
E3C3	Divergent		M1	M3	M1	M8	M6	M1	M3	M10	M3	M1
E5C3	Divergent		M2	M1	M8	M1	M2	M1	M2	M3	M10	M3
E6C3	Divergent		M1	M8	M1	M6	M9					
E14C3	Divergent		M1	M3	M10	M3	M2	M3	M1	M3	M10	M1
E17C3	Divergent	M8	M2	M1	M8	M1	M6	M9				
E20C3	Divergent		M1	M3	M1	M6	M1	M8	M1			
E5C4	Divergent		M1	M5	M4	M2	M8	M5	M4	M1	M2	M8
E6C4	Divergent		M1	M8	M1	M8	M1	M8	M1	M8	M1	M2
E9C4	Divergent		M1	M5	M1	M8	M1	M5	M2	M4	M1	M5
E2C5	Divergent	M5	M1	M11	M8	M1	M8	M2	M11	M6		
E4C5	Divergent		M11	M1	M11	M1	M8	M5	M6			

4. TEST LSI

Cet annexe présente les résultats du Test LSI des cinq cours de l'échantillon. Ils ont suivi le traitement décrit dans le chapitre de la méthodologie générale.

Les données de C1, C2 et C3 ont été stockées sur le serveur franceserv.fr (années 2010-2011) : http://www.franceserv.fr/pma/sql.php?db=sandrameza-db1&table=questionnaire&printview=1&sql_query=SELECT+*+FROM+%60questionnaire%60+ORDER+BY+%60questionnaire%60.%60q39%60+ASC&token=5f227956b39834d0286ad1ccbd86a786&phpMyAdmin=mie8etq4jn3a0t62cmk9e0kk9fks6t3q

Suite à l'identification des erreurs d'attribution des styles d'apprentissage dus à une inversion des valeurs du graphique du calcul automatique, nous avons recalculé les réponses sur les axes orthogonales du test. Les résultats que nous avons obtenus sont affichés dans le tableau 1 dans le même ordre des informations stockées dans la figure 2. Ce dernier montre les scores par facteur dominant lesquels nous avons utilisé pour la correction des résultats. Les lignes verticales sur la figure 2 correspondent à l'action d'anonymat des noms de l'enseignant et des étudiants. Les lignes horizontales correspondent à l'annulation des scores des étudiants sans activité sur la page du cours.

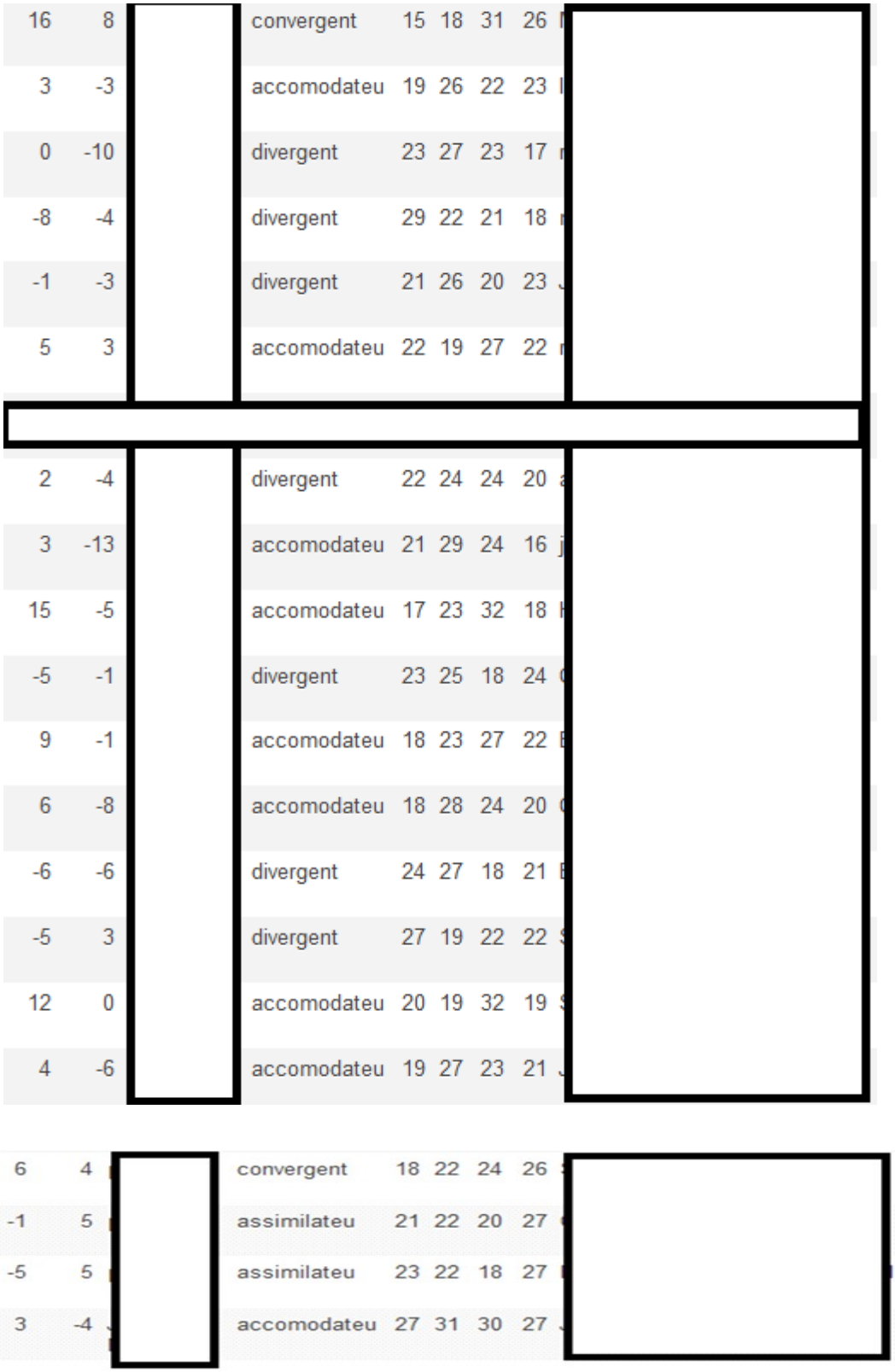
Tableau Résultats du Test LSI

Étudiant	CA-EC	EA-OR	Style d'apprentissage
E5C2	-5	-7	Divergent
E12C1	5	-1	Assimilateur
E11C1	10	0	Assimilateur
E3C1	1	7	Accommodateur
E5C1	5	1	Assimilateur
E1C1	2	-4	Divergent
E9C2	-15	-11	Divergent
E4C2	0	4	Accommodateur
E2C2	-9	-9	Divergent
E11C2	-8	-2	Divergent
E1C2	2	0	Divergent
E10C2	8	0	Assimilateur
E8C1	8	-4	Assimilateur
E8C2	-8	-10	Divergent
E7C1	4	6	Convergent
E3C2	-5	1	Divergent
E4C1	-6	-8	Divergent
E10C1	7	7	Convergent
E6C1	9	2	Assimilateur
E9C1	13	-1	Assimilateur
E1C3	3	-5	Assimilateur

E12C2	-3	-19	Divergent
E2C3	3	0	Assimilateur
E13C2	-3	-9	Divergent
E3C3	4	-8	Divergent
E6C2	16	8	Convergent
E4C3	3	-3	Assimilateur
E5C3	0	-10	Divergent
E6C3	-8	-4	Divergent
E2C1	-1	-3	Divergent
E7C3	5	3	Convergent
E20C3	2	-4	Divergent
E19C3	3	-13	Assimilateur
E18C3	15	-5	Assimilateur
E17C3	-5	-1	Divergent
E16C3	9	-1	Assimilateur
E15C3	6	-8	Assimilateur
E14C3	-6	-6	Divergent
E13C3	-5	3	Accommodateur
E12C3	12	0	Assimilateur
E11C3	4	-6	Assimilateur
E10C3	6	4	Convergent
E9C3	-1	5	Accommodateur
E8C3	-5	5	Accommodateur
E7C2	3	-4	Assimilateur

caec	eaer	prof	style	ec	er	ca	ea	prenom	nom
-5	-7		divergent	26	25	21	18		
5	-1		accomodateu	22	21	27	20		
10	0		accomodateu	18	22	28	22		
1	7		assimililat	19	22	20	29		
5	1		accomodateu	21	21	26	22		
2	-4		divergent	22	24	24	20		
-15	-11		accomodateu	17	26	32	15		
0	4		assimililat	22	21	22	25		
-9	-9		accomodateu	19	26	28	17		
-8	-2		divergent	29	21	21	19		
2	0		divergent	18	26	20	26		
8	0		accomodateu	17	24	25	24		

8	-4		accomodateu	20	23	28	19		
-8	-10		divergent	27	27	19	17		
4	6		convergent	18	22	22	28		
-5	1		divergent	27	20	22	21		
-6	-8		divergent	30	22	24	14		
7	7		convergent	20	18	27	25		
9	2		accomodateu	15	25	24	27		
13	-1		accomodateu	13	26	26	25		
3	-5		accomodateu	21	25	24	20		
-3	-19		divergent	26	30	23	11		
3	0		accomodateu	22	23	25	23		
-3	-9		divergent	25	26	22	17		
-4	-8		divergent	26	25	22	17		



16	8	convergent	15	18	31	26	
3	-3	accomodateu	19	26	22	23	
0	-10	divergent	23	27	23	17	
-8	-4	divergent	29	22	21	18	
-1	-3	divergent	21	26	20	23	
5	3	accomodateu	22	19	27	22	
2	-4	divergent	22	24	24	20	
3	-13	accomodateu	21	29	24	16	
15	-5	accomodateu	17	23	32	18	
-5	-1	divergent	23	25	18	24	
9	-1	accomodateu	18	23	27	22	
6	-8	accomodateu	18	28	24	20	
-6	-6	divergent	24	27	18	21	
-5	3	divergent	27	19	22	22	
12	0	accomodateu	20	19	32	19	
4	-6	accomodateu	19	27	23	21	
6	4	convergent	18	22	24	26	
-1	5	assimilateu	21	22	20	27	
-5	5	assimilateu	23	22	18	27	
3	-4	accomodateu	27	31	30	27	

Figure Stockage de résultats de LSI version ApprentiSage

5. Tableau des tâches et des fonctionnalités Moodle

Nom du Cours	Module 1 Cahier des charges	Module 2 Profils	Module 3 Glossaire	Module 4 Blog	Module 5 Forum	Module 6 Exploration des dépôts	Module 7 Téléchargement	Module 8 Ressources	Module 9 Dépôt de travail	Module 10 Ajout d'un terme au glossaire	Module 11 Commentaire dans le forum	Module 12 Ecriture
C1	1.Plan du cours 2.Consignes	1.Etudiants 2.Enseignant			✓	✓		1.Audiovidéocours 2.Symposium	✓			
C2	1.Plan du cours 2.Consignes	✓			✓			Ppt				
C3	1.Plan du cours 2.Consignes	1.Etudiants 2.Enseignant	Définitions	✓	1.Nouvelles 2.Pédagogique	BDD de suggestions		Webographie Mindmap	BDD des présentations	✓	✓	
C4	1.Programme de stage 2.Consignes	1.Etudiants 2.Enseignant		Réflexions personnelles sur le stage	Commentaires et questions collectives			Critères Test de connaissances			Commentaires et questions collectifs	Production sur l'éditeur
C5	1.Programme de stage 2.Consignes	1.Etudiants 2.Enseignant			Commentaires et questions collectives	✓		✓	✓		✓	

6. Code du logiciel convertisseur de traces .txt (Moodle)à traces susceptibles d'être visualisées par Gephi

classe : nœud
informaticen : J. Mondaca basé sur versión de J. Bergé
concepteur : S. Meza

```
package objetosGrafo;
//La clase Nodo representa un nodo
//en la grafica. Contiene atributos
//que permiten su analisis posterior en
//Gephi
//Version 3.0
public class Nodo {
    private int idNodo;
    private String nombre;
    private String estudiante;
    private String proximoNodo;
    private int peso;
    private String cuadrante;
    //indica si el nodo actual es parte del camino del experto
    // 0 -> No 1 -> Si
    private int esNodoExperto;
    //indica el numero de nodos que tiene el nodo experto
    private int cantidadNodoExpero;
    //indica el orden del nodo experto  ... si es el primer, segundo,
tercer,
    //etc nodo en el camino del experto
    private int ordenNodoExperto;
    //Indica estilo de aprendizaje
    private String learningStyle;
    //Indica el orden de recorrido del nodo
    private int numeroOrdenNodo;
    //Constructor no por defecto que permite crear un Nodo
    //inicalizando todos sus atributos
    public Nodo(int idNodo, String nombre, String estudiante,String
proximoNodo,int peso,
            String cuadrante, int esNodoExperto, int
cantidadNodoExperto,int ordenNodoExperto,
            int numeroOrdenNodo){
        this.idNodo=idNodo;
        this.nombre=nombre;
        this.estudiante=estudiante;
        this.proximoNodo=proximoNodo;
        this.peso=peso;
        this.cuadrante=cuadrante;
        this.esNodoExperto=esNodoExperto;
        this.cantidadNodoExpero=cantidadNodoExperto;
        this.ordenNodoExperto=ordenNodoExperto;
        this.learningStyle="";
        this.numeroOrdenNodo=numeroOrdenNodo;
    }
```

```
public int getIdNodo() {
    return idNodo;
}
public void setIdNodo(int idNodo) {
    this.idNodo = idNodo;
}
public String getNombre() {
    return nombre;
}
public void setNombre(String nombre) {
    this.nombre = nombre;
}
public String getEstudiante() {
    return estudiante;
}
public void setEstudiante(String estudiante) {
    this.estudiante = estudiante;
}
public String getProximoNodo() {
    return proximoNodo;
}
public void setProximoNodo(String proximoNodo) {
    this.proximoNodo = proximoNodo;
}
public int getPeso() {
    return peso;
}
public void setPeso(int peso) {
    this.peso = peso;
}
public String getCuadrante() {
    return cuadrante;
}
public void setCuadrante(String cuadrante) {
    this.cuadrante = cuadrante;
}
public int getEsNodoExperto() {
    return esNodoExperto;
}
public void setEsNodoExperto(int esNodoExperto) {
    this.esNodoExperto = esNodoExperto;
}
public int getCantidadNodoExpero() {
    return cantidadNodoExpero;
}
public void setCantidadNodoExpero(int cantidadNodoExpero) {
    this.cantidadNodoExpero = cantidadNodoExpero;
}
public int getOrdenNodoExperto() {
    return ordenNodoExperto;
}
public void setOrdenNodoExperto(int ordenNodoExperto) {
```

```
        this.ordenNodoExperto = ordenNodoExperto;
    }
    public String getLearningStyle() {
        return learningStyle;
    }
    public void setLearningStyle(String learningStyle) {
        this.learningStyle = learningStyle;
    }
    public int getNumeroOrdenNodo() {
        return numeroOrdenNodo;
    }
    public void setNumeroOrdenNodo(int numeroOrdenNodo) {
        this.numeroOrdenNodo = numeroOrdenNodo;
    }
}
```