



**HAL**  
open science

# De la neuropsychologie cognitive à la cognitive : vers une recherche transdisciplinaire

Véronique Lespinet-Najib

► **To cite this version:**

Véronique Lespinet-Najib. De la neuropsychologie cognitive à la cognitive : vers une recherche transdisciplinaire. Psychologie. université bordeaux 1, 2013. tel-00984868

**HAL Id: tel-00984868**

**<https://theses.hal.science/tel-00984868v1>**

Submitted on 29 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.

UNIVERSITE BORDEAUX 1

ECOLE DOCTORALE DES SCIENCES PHYSIQUES ET DE L'INGENIEUR (ED 209)

# HABILITATION à DIRIGER des RECHERCHES

MENTION : Automatique, Productique, signal et image, Ingénierie Cognitive

Spécialité *Ingénierie Cognitive*

par Véronique Lespinet-Najib

Maître de Conférences en Psychologie à  
L'institut Polytechnique de Bordeaux, IMS-CNRS Equipe CIH (UMR 5218)

## ***De la neuropsychologie cognitive à la cognitive : vers une recherche transdisciplinaire ...***

soutenue le 3 juin 2013

### COMPOSITION du JURY

Rapporteurs :

- Aline CHEVALIER – Université Paris 10
- Ricardo RON ANGEVIN – Institut des Telecom, Malaga (Espagne)
- Pascal SALEMBIER – Université de Technologie Troyes
  
- Bernard CLAVERIE – Institut Polytechnique de Bordeaux – directeur Scientifique
- Julien CEGARRA – Centre Universitaire Champollion - examinateur
- François DANIELLOU - Institut Polytechnique de Bordeaux –examinateur
- Pierre-Alain JOSEPH – Université Bordeaux Segalen – examinateur
- Nathalie LABAT- Université Bordeaux 1 – examinatrice

*«Pour l'instant le monde humain appartient à ceux qui se demandent "pourquoi".  
Mais l'avenir appartient forcément à ceux qui se demandent "comment".»*

Bernard Werber  
*Encyclopédie du savoir relatif et absolu*

*« Les gens ont quelque chose en commun, ils sont tous différents »*

Robert Zend  
*écrivain et poète hongrois*

*A mon père et à ma mère ... toutes mes pensées vont pour vous*

*A Khalid, le seul et unique amour de ma vie*

*Et surtout à Isaak et Shady mes enfants qui  
représentent mon présent et mon avenir*

## Remerciements

---

*Avant toute chose, je remercie les membres du jury de me faire l'honneur d'examiner mes travaux de recherche et mon parcours professionnel, et en particulier, je salue très respectueusement :*

*Mesdames,*

- *Aline Chevalier, professeur à l'Université Paris 10, rapporteur*
- *Nathalie Labat, professeur à l'université Bordeaux 1, examinatrice*

*Et Messieurs,*

- *Julien Cegarra, maître de Conférences (HDR) au Centre Universitaire Champollion, examinateur*
- *Bernard Claverie, professeur à l'Institut Polytechnique de Bordeaux, directeur scientifique*
- *François Daniellou, professeur à l'Institut Polytechnique de Bordeaux, examinateur*
- *Pierre-Alain Joseph, professeur à l'université Bordeaux Segalen, examinateur*
- *Ricardo Ron Angevin, professeur à l'Institut Telecom de Malaga (Espagne), rapporteur*
- *Pascal Salembier, professeur à l'université de Technologie de Troyes, rapporteur*

*Quand je reprends les remerciements de ma thèse, il y a déjà 14 ans, je m'aperçois que certains collègues proches sont toujours présents et importants pour moi :*

*Bernard Claverie, malgré tout ce que nous avons traversé, a su m'épauler dans les moments difficiles de ma vie et surtout me faire une totale confiance dans mon travail.*

*Isa, qui reste la fidèle des fidèles*

*Et puis, un parcours professionnel n'a de richesse que par les nouvelles rencontres qu'il apporte ...*

*Jean-Marc (notre « chef » à tous), Nathalie (et oui, l'amitié est possible dans le milieu du travail), Raymond (monsieur utilisabilité), Christian (vivement la suite...), Vincent, François, Pierre-Alexandre, Benoit, ...*

*Et tous les « petits jeunes » : mon trio BDF (Amélie, Audrey & Camille), Sami, Thibaut, Axel, Gabriel, Audrey, Christophe, Farida...*

*Et bien sûr, je n'oublie pas Marie, Christophe (mon « souffre douleur » préféré), Serge, Catherine, Edwige, Coralie, Jean-Marc, Johann, Karine, Nadège, Nelly, Denis, Stéphane, Elisabeth...*

*Et, tous les étudiants que j'ai pu encadrer, et, tous les élèves de l'école qui m'ont supportée en tant qu'enseignante...*

*Rien ne serait possible sans le soutien et l'affection de mes amis : coco (toujours là et depuis déjà 22 ans !!!) et Fred, ma « petite » Sophie et Markito, Lili, Christine, Jack et Lili, Emma et Yves, Martine, Jean-Noël et Nelly, Stéphanie, Sandrine et Nicolas (malgré la distance qui nous sépare), j'espère que notre nouvelle « grande » maison et surtout notre nouvelle cuisine seront le siège de nouvelles soirées couscous mémorables !!!*

*Je tiens surtout à finir ces remerciements par ma famille ...*

*Sans eux rien de tout cela n'aurait été possible, notre vie n'a pas été un long fleuve tranquille depuis ces dernières années, nous avons traversé de nombreux drames et les blessures restent présentes et ne s'effacent pas.*

*Mais, nous avons appris une chose importante, il faut profiter de la vie et rire !!!*

# SOMMAIRE

	<i>Page</i>
Introduction .....	9
<b>Chapitre 1 – Parcours Professionnel .....</b>	<b>11</b>
I – Curriculum vitae .....	12
I.1 – Cursus universitaire .....	12
I.2 – Déroulement de carrière .....	13
II – Activités d’enseignement et Responsabilités administratives .....	13
II.1 – Activités d’enseignement .....	13
II.2 – Responsabilités collectives et administratives .....	16
II.2.1 – Responsabilités administratives et électives actuelles .....	16
II.2.2 – Anciennes responsabilités administratives .....	16
III – Activités scientifiques .....	17
III.1 – Publications scientifiques .....	17
III.2 – Communications scientifiques .....	20
III.3 – Activités d’encadrement scientifique .....	25
III.3.1 – Encadrement de Thèse .....	25
III.3.2 – Autres encadrements d’élèves ingénieurs et/ou d’étudiants en master .....	26
III.4 – Rayonnement scientifique .....	26
IV – Parcours thématiques des axes de recherches .....	28
IV.1 – Thématique initiale période 1 de 1995 à 2009 : la neuropsychologie cognitive .....	28
IV.2 – Période 2 - Conversion thématique à partir de 2009 : la cognitive .....	31
IV.2.1 – Axe 1 : Accessibilité et Handicap .....	34
IV.2.2 – Axe 2 : Usage TIC et représentations .....	36
IV.2.3 - Rattachement institutionnel actuel : Equipe CIH - IMS .....	39
<b>Chapitre 2 – Neuropsychologie cognitive : épilepsie, spécialisation hémisphérique .....</b>	<b>43</b>
I- Neuropsychologie cognitive .....	44
I.1 – Présentation générale de la neuropsychologie .....	44
I.1.1 – Principe de transparence : rapport normal – pathologique .....	45
I.1.2 – Modularité : approche cognitiviste .....	47
I.1.3 – Double dissociation .....	49
I.2 – Approches méthodologiques en neuropsychologie .....	50
I.2.1 – Etude de cas .....	50
I.2.2 – Etude des groupes .....	52
II – Spécialisation hémisphérique .....	53
II.1 – Introduction .....	53
II.2 – De la notion de dominance à celle de spécialisation hémisphérique .....	54
II.3 – Principales méthodes .....	57
II.3.1 – Ecoute dichotique .....	57
II.2.2 – Présentation tachitoscopique en champs visuel divisé .....	60
II.2.3 – Autres approches .....	62
II.3 – Différents modèles théoriques de la spécialisation hémisphérique .....	63
II.3.1 – Modèle reposant sur la nature du matériel à traiter .....	63
II.3.2 – Modèle reposant sur le mode de traitement sollicité .....	65
II.3.3 – Implication de l’hémisphère droit dans les fonctions verbales .....	67
II.3.3.1 – Latéralisation des niveaux de traitement .....	67
II.3.3.2 – Modèle reposant sur la nature du matériel verbal .....	69

II.5 – Ontogénèse de la spécialisation hémisphérique .....	71
III – Epilepsie Temporale unilatérale et exploration neuropsychologique .....	74
III.1 – Présentation générale .....	75
III.2 – Epilepsie temporale unilatérale pharmaco-résistante .....	77
III.2.1 – Présentation générale.....	77
III.2.2 – Mécanismes physiologiques impliqués dans l'ETU .....	77
III.2.3 – Bilan pré-chirurgical .....	80
III.3 – Evaluation neuropsychologique et épilepsie temporale unilatérale .....	81
III.3.1 – Latéralisation des déficits cognitifs .....	82
III.3.1.1 – Bilans post-opératoires .....	82
III.3.1.2 – Bilans préopératoires.....	82
III.3.2 – Matériel neuropsychologique : sensibilité et spécificité ? .....	85
III.3.3 – Impact des variables sur les performances cognitives.....	86
IV – Etudes empiriques.....	88
IV.1 – Profils cognitifs en fonction de la latéralisation de la lésion .....	88
IV.1.1 – Etude 1 – Interaction mode de traitement et nature du matériel.....	88
IV.1.1.1 – Description de la population .....	90
IV.1.1.2 – Protocole expérimental .....	91
IV.1.1.3 – Résultats .....	93
IV.1.1.4 – Discussion.....	93
IV.1.2 – Etude 2 – Latéralisation des niveaux de traitement.....	95
IV.1.2.1 – Description de la population .....	96
IV.1.2.2 – Protocole expérimental .....	96
IV.1.2.3 – Résultats .....	97
IV.1.2.4 – Discussion.....	97
IV.2.3 – Etude 3 – Implication des structures temporales lors de la production .....	98
langagière	
IV.1.3.1 – Description de la population .....	99
IV.1.3.2 – Protocole expérimental .....	99
IV.1.3.3 – Résultats .....	100
IV.1.3.4 – Discussion.....	101
IV.2 – Approche développementale et écologique des asymétries fonctionnelles .....	102
IV.2.1 – Etude 4 - effet de l'âge d'apparition .....	103
IV.2.1.1 – Description de la population .....	103
IV.2.1.2 – Protocole expérimental .....	104
IV.2.1.3 – Résultats .....	105
IV.2.1.4 – Discussion.....	106
IV.2.2 – Etude 5 – Latéralisation des stratégies de compensation.....	107
IV.2.2.1 – Description de la population .....	108
IV.2.2.2 – Protocole expérimental .....	108
IV.2.2.3 – Résultats .....	109
IV.2.2.4 – Discussion.....	111
IV.2.3 – Etude 6 - Réorganisation fonctionnelle.....	112
IV.2.3.1 – Description de la population .....	112
IV.2.3.2 – Procédure d'analyse.....	113
IV.2.3.3 – Résultats .....	113
IV.2.3.4 – Discussion.....	114
IV.5 – Synthèses des travaux.....	115
<b>Chapitre 3 – La Cognitive .....</b>	<b>117</b>
I – Présentation générale de la Cognitive .....	118
I.1 – Définition & origines.....	118
I.2 - Concepts clés en cognitive.....	120
I.2.1 – Information & Connaissance.....	120
I.2.2 - Conception centrée utilisateur .....	124



I.2.3 – Utilité, Utilisabilité & acceptabilité.....	127
I.3 – Méthodes principales en Cognitique.....	132
II – Domaine d’application n°1 - Handicap & accessibilité .....	142
II.1 – Cadre théorique .....	142
II.1.1 – Evolution des idées.....	142
II.1.2 – Classification actuelle des handicaps et données épidémiologiques.....	148
II.1.3 – Une approche de conception singulière : le design universel.....	151
II.2 – Etudes empiriques .....	159
II.2.1 – Projet 1 : aides à la communication et surdité .....	160
II.2.1.1 – Contexte du projet.....	160
II.2.1.2 – Problématique.....	160
II.2.1.3 – Description de la démarche .....	163
II.2.1.4 – Description de notre outil d’aide à la communication en LSF.....	165
II.2.1.5 – Perspectives et conclusion.....	168
II.2.2 – Projet 2 : handicap mental et vieillissement .....	169
II.2.2.1 – Contexte du projet.....	169
II.2.2.2 – Problématique.....	169
II.2.2.3 – Protocole expérimental.....	171
II.2.2.4 – Résultats .....	173
II.2.2.5 – Discussion & Perspectives .....	175
II.2.3 – Projet 3 : Ataccweb accessibilité numérique .....	178
II.2.3.1 – Contexte du projet.....	178
II.2.3.2 – Problématique.....	178
II.2.3.3 – Description de la démarche .....	180
II.2.3.4 – Résultats des entretiens.....	180
II.2.3.5 – Réalisation de notre outil ATAccWeb .....	182
II.2.3.6 – Conclusion & perspectives.....	186
III – Domaine d’application n°2 – Usage & web.....	188
III.1 – Cadre théorique .....	188
III.1.1 – Présentation générale du Web.....	188
III.1.2 – Contenu d’un site Web.....	189
III.2 – Etudes empiriques - Axe 2 « web et usage ».....	194
III.2.1 – Projet 1 : Site web organisationnel et taxonomie des liens hypertextes.....	195
III.2.1.1 – Contexte du projet .....	195
III.2.1.2 – Problématique et questions de recherche.....	195
III.2.1.3 – Présentation de la structure de notre taxonomie .....	198
III.2.1.4 – Application de notre taxonomie .....	202
III.2.1.5 – Résultats n�1 – validation de notre taxonomie .....	204
III.2.1.6 – Résultats n�2 – caractérisation de notre corpus.....	205
III.2.1.7 – Conclusion & perspectives .....	207
III.2.2 – Projet 2 : Appropriation des liens hypertextes par les usagers .....	212
III.2.2.1 – Contexte du projet .....	212
III.2.2.2 – Problématique .....	212
III.2.2.3 – Démarche méthodologique.....	214
III.2.2.4 – Résultats.....	216
III.2.2.5 – Conclusion & Perspectives .....	223
<b>Chapitre 4 – Perspectives ... vers une recherche transdisciplinaire.....</b>	<b>225</b>
I – Perspectives de recherche .....	226
II - ... vers une recherche transdisciplinaire.....	230
<b>Bibliographie .....</b>	<b>234</b>

## INTRODUCTION

---

Ce document débute par une présentation de mon parcours scientifique et professionnel. Celle-ci permettra de mettre en exergue le lien étroit entre mon rattachement institutionnel et mes orientations scientifiques. En effet, comme décrit ci-après, ma carrière a démarré en tant qu'étudiante au sein du laboratoire de neuropsychologie expérimentale (EA 487). Tout naturellement mon activité de recherche s'est portée sur la neuropsychologie cognitive et plus particulièrement vers la thématique de la neuropsychologie cognitive de l'épilepsie et de la spécialisation hémisphérique. J'ai pu initier une activité d'enseignement au sein de l'UFR Sciences et modélisation dont les thèmes privilégiés étaient la neuropsychologie et la psychologie cognitive.

Puis, les évolutions de mon environnement institutionnel m'ont donné l'opportunité de participer à la création de l'Institut de Cognitique (IdC), devenu depuis l'Ecole Nationale Supérieure de Cognitique (ENSC). Ainsi, j'ai débuté une conversion thématique afin que mes activités de recherche convergent vers la Cognitique. Cette conversion m'a permis de réorienter mes axes de recherche autour de deux grandes problématiques : 1/ l'accessibilité et les personnes en situation de handicap ; et 2/ les usages et la représentation des technologies numériques.

Ce bref rappel explique, pourquoi, après la présentation détaillée de mon parcours professionnel, cet exposé sera organisé en trois parties :

- **La première partie** s'intéressera à la thématique de la neuropsychologie cognitive. Je présenterai une note théorique générale concernant la neuropsychologie cognitive et plus particulièrement le cadre théorique concernant la spécialisation hémisphérique et l'épilepsie temporale unilatérale. Cette thématique est le point de départ et le fil conducteur de l'ensemble des travaux que j'ai menés depuis ma thèse dans ce champ disciplinaire. Je finirai cette partie en présentant mes principaux travaux dans ce domaine et les collaborations que j'ai pu mener.
- **La deuxième partie** présentera le cadre dans lequel s'inscrit l'ensemble de mes travaux de recherche actuels à savoir la cognitique. J'insisterai notamment sur les méthodes et les concepts clés de cette discipline. J'axerai alors mon propos autour de mes deux thèmes de recherche actuels à savoir : 1/ l'accessibilité pour le sujet sain et les sujets en situation de handicap ; 2/ l'usage des technologies de l'information et la communication (TIC) et la représentation de

l'information dans les systèmes interactifs web. Pour chacune de ces thématiques, le cadre théorique, les projets actuels et les premiers résultats obtenus seront présentés.

- **La dernière partie** portera sur une synthèse de mes travaux de recherche actuels et j'ouvrirai mon propos aux perspectives de recherche. Je discuterai de l'intérêt de tendre vers une approche transdisciplinaire.

# Chapitre 1

## Parcours Professionnel

I – Curriculum vitae

II – Activités d'enseignement et Responsabilités administratives

III – Activités scientifiques

IV – Parcours thématiques des axes de recherches

## Chapitre 1 – PARCOURS PROFESSIONNEL

---

Ce premier chapitre sera organisé en trois parties. Premièrement, je présenterai succinctement mon curriculum vitae. Puis, j'aborderai mon activité d'enseignement et mes responsabilités administratives. Enfin, je présenterai mes axes de recherche passés et actuels, ainsi que mes productions scientifiques.

### I - Curriculum vitae

NOM <i>Prénoms</i>	LESPINET-NAJIB <i>Véronique, Yvonne, Camille</i>
Née le	19 juin 1971 (41 ans)
Nationalité	Française
Situation Familiale	Mariée, 2 enfants (7 et 10 ans)
Situation professionnelle	Maître de Conférences - Psychologie (16 <sup>ème</sup> section CNU)
Rattachement Institutionnel	Ecole Nationale Supérieure de Cognitique (ENSC) Institut Polytechnique de Bordeaux (IPB)  Equipe Cognitique & Ingénierie Humaine Groupe Cognitique Laboratoire CNRS Intégration du Matériau au Système (UMR 5218)
Membre du <i>Collège des Psychologues Cliniciens Spécialisés en Neuropsychologie</i> depuis janvier 2008	
Membre de la FLUPA <i>France Luxembourg Usability Pofessional's Association</i> depuis février 2012	

### I.1 - Cours universitaire

1999	Qualification aux fonctions de Maître de conférences (section 16)
1999 - THESE	Psychologie, Mention « <i>Très Honorable avec félicitation du jury</i> », effectuée au sein du laboratoire de neuropsychologie EA 487 (Université Bordeaux 2). Soutenue le 22 janvier 1999 Titre : <i>Approche neuropsychologique de la spécialisation hémisphérique et de la mémoire : apport de l'épilepsie temporale unilatérale.</i>

Jury : Professeur Jean-Michel Mazaux (président de jury) / Professeur Bernard Claverie (directeur de thèse) / Professeur Francis Lowenthal (rapporteur, université de Mons Belgique) / Professeur Didier Le Gall (rapporteur, université d'Angers) / Professeur Bernard N'Kaoua (examineur)

- 1994 - DEA Psychologie (Université de Bordeaux 2), Mention Bien  
 Stage effectué au sein du laboratoire de neuropsychologie EA 487 (Université de Bordeaux 2)  
 Thème : *Ontogenèse de la spécialisation hémisphérique et troubles de la mémoire chez les patients épileptiques*
- 1993 - Maîtrise Psychologie (Université de Bordeaux 2), Mention ABien
- 1993 - Licence Psychologie (Université de Bordeaux 2), Mention ABien
- 1991 - Deug Psychologie (Université de Bordeaux 2)
- 1989 - Bac. Série D (Niort), Mention ABien

## **I.2 - Déroulement de carrière**

M.C.U. à l'Ecole Nationale Supérieure de Cognitique (Institut Polytechnique de Bordeaux)	Depuis juillet 2009
M.C.U. à l'Institut de Cognitique (Université Victor Segalen Bordeaux 2)	2004 - 2009
M.C.U. à l'UFR Sciences et Modélisation (Université Victor Segalen Bordeaux 2)	1999 - 2004
A.T.E.R. en M.I.2.S. (Plein temps) (Université Victor Segalen Bordeaux 2)	1998 - 1999
A.T.E.R. en Psychologie (mi-temps) (Université Victor Segalen Bordeaux 2)	1997 - 1998
Chargée d'enseignement en Psychologie et Sciences Cognitives (Université Victor Segalen Bordeaux 2)	1994 - 1997

## **II - Activités d'enseignement et Responsabilités administratives**

### **II.1 - Activités d'enseignement**

Comme l'illustre le Tableau 1, mes activités d'enseignement ont débuté en 1996 durant mon doctorat au sein du département de Psychologie de l'Université de Bordeaux 2 et ceci en tant que vacataire. Les premiers thèmes abordés concernaient les sciences cognitives (épistémologie, modèles théoriques de la mémoire et du langage), la démarche expérimentale, les statistiques appliquées et la neuropsychologie cognitive

(syndromes amnésiques, épilepsie, etc.). Il s'agissait exclusivement de travaux dirigés effectués en DEUG, licence et maîtrise de psychologie.

Statut	Structure	Etablissement de rattachement	Année
Vacataire	Département de psychologie	Univ Bdx 2	1996-1997
ATER	UFR Scims	Univ Bdx 2	1998-1999
Maître de Conférences	UFR Sciences et modélisation	Univ Bdx 2	1999-2004
Maître de Conférences	Institut de Cognitique	Univ Bdx 2	2004-2009
Maître de Conférences	Ecole Nationale Supérieure de Cognitique	Institut Polytechnique de Bordeaux	Depuis juillet 2009
<b>17 ans d'enseignement</b>			

**Tableau 1. Présentation de mon parcours professionnel au niveau de l'enseignement.**

Lors de la dernière année de doctorat, j'ai pu obtenir un poste ATER à plein temps au sein de l'UFR Scims<sup>1</sup> de l'Université de Bordeaux 2 et plus particulièrement au sein du département de Sciences Cognitives dirigé par le professeur Bernard Claverie. Mes enseignements portaient essentiellement sur les modèles théoriques des sciences cognitives (mémoire, langage, attention) et sur la neuropsychologie cognitive (spécialisation hémisphérique, épilepsie, troubles de la mémoire et du langage, syndrome de déconnexion, outils d'évaluations neuropsychologiques, etc.). Dès l'obtention de mon doctorat, j'ai pu être retenue sur la liste de qualification des maîtres de conférences de la 16<sup>ème</sup> section du CNU en février 1999. J'ai pu alors postuler à différents postes de maître de conférences. J'ai obtenu un poste dès la rentrée 1999-2000 au sein de l'UFR Sciences et Modélisation (ex. UFR SCIMS) et plus particulièrement au sein du département de Sciences Cognitives. Les thèmes abordés s'articulaient autour de 3 axes : les sciences cognitives, la neuropsychologie cognitive et la démarche expérimentale.

En 2004, j'ai pu participer activement à la création de l'Institut de Cognitique et surtout à la création de la première filière d'ingénieur en Cognitique en France, habilitée par la Commission des Titres d'ingénieurs. Entre 2004 et 2009, mes enseignements se répartissaient de façon homogène entre les formations classiques universitaires (master de Sciences Cognitives et de psychologie clinique option neuropsychologie) et la formation d'ingénieur en Cognitique.

En avril 2009, l'Institut Polytechnique de Bordeaux est créé par décret permettant le regroupement des principales écoles d'ingénieurs de Bordeaux dont la filière d'ingénieur en Cognitique. L'institut de Cognitique devient alors l'Ecole Nationale Supérieure de Cognitique. En juillet 2009, j'intègre l'Institut Polytechnique de Bordeaux (IPB) et l'Ecole Nationale Supérieure de Cognitique (ENSC). Actuellement, plus de 80%

<sup>1</sup> UFR Scims correspond à l'actuel UFR Sciences et Modélisation

de mes enseignements sont effectués au sein de la filière ingénieur de Cognitive. Les thématiques d'enseignement ont évolué et s'articulent autour de 4 thèmes principaux (cf. Tableau 2) :

- **handicap et accessibilité** : accessibilité numérique, la loi de 2005, la représentation et la sensibilisation aux situations de handicap, le design universel, les aides à la communication ;
- **cognitive** : usages et utilisabilité, les tests utilisateurs, l'ergonomie web ;
- **psychologie cognitive** : théories de la mémoire, psycholinguistique, la démarche expérimentale ;
- **neuropsychologie** : épilepsie, syndrome de déconnexion, spécialisation hémisphérique.

Etablissement de rattachement	Diplôme	Niveau	Thèmes enseignés	% service
ENSC - IPB	Diplôme ingénieur en cognitive	1 <sup>ère</sup> année	Psychologie cognitive Théories de la mémoire Tests utilisateurs	85 % (1/3 CT – 2/3TD- TP)
		2 <sup>ème</sup> année	Systèmes d'aides et suppléances Conception universelle Psycholinguistique	
		3 <sup>ème</sup> année	Accessibilité numérique Handicap & représentation Méthodologie de recherche	
Université Bordeaux 2	Master psychologie Clinique DU sciences neuropsychologiques	2 professionnelle	Entretiens neuropsychologiques Spécialisation hémisphérique Epilepsie	15 % (1/2 CT – ½ TD)
			Démarche étude de cas Syndrome de déconnexion Spécialisation hémisphérique	

**Tableau 2. Répartition de mon service actuel en terme d'enseignement.**



## **II.2 – Responsabilités collectives et administratives**

### **II.2.1- Responsabilités administratives et électives actuelles**

- Représentant de l'administration à la Commission Paritaire de l'IPB - depuis janvier 2010
- Représentant de l'administration au Comité d'Hygiène et Sécurité de l'IPB – depuis janvier 2010
- Membre élu au Conseil d'Ecole de l'ENSC - depuis septembre 2009
  
- Membre du Groupe de Travail « Handicap » (responsable Mr Demontoux) de l'IPB – depuis octobre 2010
  
- Membre élu au CA de l'ARCo (Association de Recherche en Sciences Cognitives) – depuis janvier 2010.  
L'ARCo est une société savante regroupant les chercheurs en sciences cognitives en France. (<http://sites.google.com/site/assoarco/>)
  
- Responsable des stages de la Filière d'ingénieur en « Cognitique » à l'Université Bordeaux 2 de septembre 2004 à avril 2009, puis à l'Institut Polytechnique de Bordeaux depuis 2009 (3 promotions par an soit 90 à 100 élèves ingénieurs).
- Co-responsable de l'organisation des enseignements dirigés du Diplôme d'Université de Sciences Neuropsychologiques depuis septembre 1994 (Université Victor Segalen Bordeaux 2).
- Responsable d'Unités d'Enseignements délivrées au sein de la filière d'ingénieurs en Cognitique – depuis 2004 (3 UE en 1<sup>ère</sup> année / 2 UE en 2<sup>ème</sup> année et 2 UE en 3<sup>ème</sup> année).

### **II.2.2 - Anciennes responsabilités administratives**

- Co-responsable de l'option Neuropsychologie du Master 2 Professionnel Mention Psychologie Spécialité Psychologie Clinique de l'Université Bordeaux 2 – de 2003 à 2011 (1 promotion de 15 étudiants par an).
- Membre élu au CEVU de l'Université de Bordeaux 2 – de 2005 à 2009.
- Membre du Conseil d'UFR Sciences et modélisation – de 2001 à 2003.
- Responsable pédagogique du Master Recherche de Sciences de la Cognition (Université Victor Segalen Bordeaux 2) – de 1999 à 2003.
- Responsable des modules optionnels de Neuropsychologie Cognitive de la Licence et de la Maîtrise de Sciences Cognitives (Université Victor Segalen Bordeaux 2) – de 1995 à 2000.
- Organisation des enseignements dirigés de la Licence de Sciences Cognitives (Université Victor Segalen Bordeaux 2) - Année scolaire 1995-1996.

### III – Activités scientifiques

#### III.1 – Publications scientifiques

(\*) Doctorants que j'encadre ou que j'ai co-encadrés

##### Article soumis ou acceptés – revues indexées

1. ANDRE, JM, HUSSER, J., BARBAT G., LESPINET-NAJIB, V. (accepté sous réserve de modifications) Linking purchasing to ethical decision-making: an empirical investigation. In *Journal of Business Ethic.*
2. PINEDE N., LESPINET-NAJIB, V. LE BLANC, B., ANDRE, JM., REYMOND, D. (soumis janvier 2013) Taxonomy of hyperlink wording in academic organization : a new methodological approach. In *Journal of The American for Information Science and Technology.*
3. LESPINET-NAJIB, V., DJOULAH F.(\*), ANDRE JM., KIEFFER, S., BOTTARO, S. (Soumis février 2013) Down syndrome and dementia. In *International Journal of Geriatric Psychiatry.*
4. CHAUVÉLLIN, C., SAGI, T., CONI, P., ANDRE, JM., JAUZE, C. & LESPINET-NAJIB, V. (Soumis mars 2013) Haptics on a touch screen. In *IEEE : transactions on haptics.*

##### Articles publiés – revues indexées

1. DJOULAH, F.(\*), LESPINET-NAJIB, V., KIEFFER, S., BOTTARO, S., ANDRE, JM. (sous presses 2013). Down's syndrome and dementia. In *Advancement of Modeling & simulation Techniques in Entreprises.*
2. LESPINET-NAJIB, V. & BELIO, C. (sous presses 2013). Classification des handicaps : enjeux et controverses. *Numéro spécial : Classification, normalisation et rangement des savoirs - Revue Hermès.*
3. HUSSER, J., ANDRE JM., BARBAT G., LESPINET-NAJIB, V. (2012). CSR and sustainable development: are the concepts compatible ? *Management of Environmental Quality : an international journal.*23, 658-672.
4. HUSSER J., ANDRE JM., BARBAT G., LESPINET-NAJIB, V. (2011). Le rapport de développement durable des entreprises françaises : Quelle perspective pour les parties prenantes ? dans *Management & Avenir*, 48, 37-56.
5. CLAVERIE, B., LESPINET-NAJIB, V., FOUILLAT, P. (2009). Pervasion, transparent interfaces and augmented cognition. *Journal of Human Mediated Interactions/RIHM*, 10, 2, 85-99.
6. TYNDIUK, F. (\*), LESPINET-NAJIB, V., THOMAS G., SCHLICK, C. (2007). Impact of tasks and users' characteristics on VR performances. *CyberPsychology and Behavior.* 10, 444-452.
7. TYNDIUK F. (\*), THOMAS G., LESPINET-NAJIB, V., SCHLICK, C. (2007). Etude des caractéristiques de l'utilisateur, de la tâche et de l'interface en Réalité Virtuelle" *Revue Européenne de Psychologie Appliquée*, 57, 225-236.
8. DINIZ-MARMAYOU C. (\*), N'KAOUA, B., LESPINET-NAJIB, V. (2007). Profil mnésique préopératoire des patients présentant une épilepsie temporale unilatérale : oubli ou problème d'apprentissage. *Revue Neurologique*, 163, 59-60.
9. BRESSON, C. (\*), LESPINET-NAJIB, V., SAUZEON, H., ROUGIER, A. CLAVERIE, B., N'KAOUA, B. (2007). Verbal memory compensation: Application to left and right temporal lobe epileptic patients. *Brain and Language*, 13-21.
10. TYNDIUK F. (\*), THOMAS G., LESPINET-NAJIB, V., SCHLICK, C. (2005). Cognitive Comparison of 3D Interaction in Front of Large vs. Small Displays. *Proceedings of Virtual Reality Software and Technology*, 117-123.

11. LESPINET-NAJIB V., ROUGIER A., CLAVERIE. B., N'KAOUA B. (2004). Déficiets mnésiques préopératoires, observés dans l'épilepsie temporale unilatérale, selon le mode de traitement sollicité et la nature de l'information traitée. *Revue de Neuropsychologie*, 259-283, 14.
12. TYNDIUK F. (\*), THOMAS G., LESPINET-NAJIB, V., SCHLICK, C. (2004). Impact of large display on virtual reality task performance. Dans les actes de AFRIGRAPH 2004, 61-65.
13. LESPINET-NAJIB, V., N'KAOUA, B., ROUGIER, A., CLAVERIE, B. (2002). Effect of early versus late onset of temporal lobe epilepsy on the severity and the nature of memory deficits. *Neuropsychologia*, 40, 1591-1600.
14. AUVERGNE. R., LERE, C., EL BAHH, B., ARTHAUD, S., LESPINET, V., ROUGIER, A., LE GAL LA SALLE, G. (2002). Delayed kindling epileptogenesis and increased neurogenesis in adult rats housed in an enriched environment. *Brain research*, 954, 277-285.
15. N'KAOUA, B., VERON, AL., LESPINET, V., CLAVERIE, B., SZTARK, F. (2001). Time course of cognitive recovery after propofol anaesthesia: a level of processing approach. *Journal of Clinical and experimental Neuropsychology*.
16. N'KAOUA, B., LESPINET, V., BARSSE, A., ROUGIER, A., CLAVERIE, B. (2001). Exploration of hemispheric specialization and lexico-semantic processing in unilateral temporal lobe epilepsy with fluency tasks. *Neuropsychologia*, 39, 635-642.
17. SAUZEON, H., N'KAOUA, B., LESPINET, V., CLAVERIE B. (2000). Age effect in recall performance as a function to the levels of processing elaboration and retrieval cues. *Experimental aging research*, 26 56-73.
18. LIRAUD, F., N'KAOUA, B., LESPINET, V., FLEURY, B., CLAVERIE, B. (1999). Approche multifactorielle des troubles de la mémoire observés chez des patients alcooliques chroniques. *Revue de Neuropsychologie*, 9, 61-82.
19. ROUGIER, A., LURTON, D., EL BAHH, B., LESPINET, V., BIDABE AM., GUILLOT, MD, CAILLE, JM. (1999). Bilateral decrease of interictal hippocampal blood flow in unilateral mesiotemporal epilepsy. *Journal of Neurosurgery*, 90(2), 282-288.
20. EL BAHH, B., LESPINET, V., LURTON, D., COUSSEMACQ, M., LE GAL LA SALLE, G., ROUGIER, A. (1999). Correlations between granule cell dispersion, mossy fiber sprouting and hippocampal cell loss in temporal lobe epilepsy. *Epilepsia*, 40, 1393-1401.

### **Actes de congrès**

1. LESPINET-NAJIB, V., CLAVERIE, B., LE BLANC, B., ANDRE, JM. (à paraître avril 2013). *Design universel et accessibilité : quels enjeux pour une société "nouvelle" ?* Actes du 4ème Colloque international "Jules Verne : sciences, crises et utopies", Edition Coiffard, 22-23 novembre 2012, Nantes.
2. DJOULAH, F.(\*), ANDRE, JM., KIEFFER, S., BOTTARO, S., LESPINET-NAJIB, V. (2012). *Apparition de démence chez les personnes atteintes du syndrome de Down: enquête auprès de structures d'accueil.* Actes du 54ème congrès de la Société Française de psychologie, 3-5 septembre 2012, Montpellier, pp.190-192.
3. LESPINET-NAJIB, V., PINEDE, N., BELIO, C., DEMONTOUX, F., LIQUETE, V., LE BLANC, B. (2012). *Ataccweb : mise en place d'une plateforme didactique sur l'accessibilité web.*, Actes du 54ème congrès de la Société Française de psychologie, 54ème Congrès National de la Société française de psychologie. 3-5 septembre 2012, Montpellier, pp. 164-166.
4. DJOULAH, F.(\*), ANDRE, JM., KIEFFER, S., BOTTARO, S., LESPINET-NAJIB, V. (2012). *Syndrome de Down et démence : quelle réalité ? la question du vieillissement et du handicap mental.* In Dupire, J., Lopez Krahe, J. & Tiger, G. (eds), Handicap 2012, 13-15 juin 2012, Paris, pp. 79-83.
5. HUYSENTRUYT J., LESPINET-NAJIB V., CHEN D. (2012). *A Model of Cognitive Processes In Design.* 9th International Conferences of Modeling, Optimization and Simulation – MOSIM'12. 6-8 juin 2012 – Bordeaux – France. Article de 10 pages
6. CLAY A., REAL M., WIDJENES P., REAL M., ANDRE JM., LESPINET-NAJIB V. (2011). Movement transcription of SECs in a componential model of emotions. In *CHI 2011*. 5 pages.

7. LESPINET-NAJIB V., GOURDON B., BELIO C., COUVIN P., GABASSI F., DAUBA D., BARDAIL F., SANDEAU A., CLAVERIE B. et ANDRE JM. (2011). Surdité et Conception Centrée Utilisateur : Outil de communication en LSF adapté au contexte d'un service d'Admission du CHU de Bordeaux. In *ASSISTH'2011 : 2 me Conférence Internationale sur l'accessibilité et les systèmes de suppléance aux personnes en situations de handicaps*. Edition BNF, Paris, pp 115-124.
8. LESPINET-NAJIB V., ANDRE JM., CLAVERIE B., LE BLANC B., PINEDE N., FAVIER PA. (2011). Les nouvelles technologies d'aides à la communication: quelques pistes de réflexion. In *ASSISTH'2011 : 2 me Conférence Internationale sur l'accessibilité et les systèmes de suppléance aux personnes en situations de handicaps*. Edition BNF, pp 134-147.
9. REYMOND D., PINEDE, N., LESPINET-NAJIB V., LE BLANC B. (2011). Une étude terminologique de la communication hypertexte web. Caractéristique du domaine universitaire. *TIA 2011 : 9th International Conference on terminology and Artificial Intelligence*, Ed. INALCO, Paris. pp. 139-142.
10. PINEDE N., REYMOND D., LE BLANC B., LESPINET-NAJIB V. (2011). Terminologie hypertexte: dynamique temporelle d'une taxonomie. *Le Document à l'ère de la différenciation numérique*. Ed. Europa Production, pp. 98-110.
11. LESPINET-NAJIB, V. & CLAVERIE., B. (2007). Réorganisation fonctionnelle pour le langage : apport du test de Wada. *Revue neurologique* 163,4,63-64.
12. TYNDIUK, F., THOMAS, G., SCHLICK, C., LESPINET-NAJIB, V., (2005). Cognitive comparison of 3D interaction in front of large vs. small displays.VRST'05, *ACM symposium on Virtual Reality Software and Technology*, Dans les actes pp. 117-123, 2005.
13. TYNDIUK, F., THOMAS, G., LESPINET-NAJIB, V., SCHLICK, C. (2004). Impact of large display on virtual reality task performance. *AFRIGRAPH 2004*, Dans les actes pp 61-65, 2004.
14. BRESSON, C. (\*), LESPINET, V., SAUZEON, H., N'KAOUA, B., ROUGIER, A. & CLAVERIE, B. (2002). Epilepsie temporale unilatérale / approche compensatoire des déficits mnésiques. *Revue neurologique*, suppl. 1/3, tome 158, 2S125.
15. LESPINET V., N'KAOUA B., ROUGIER A., CLAVERIE B. (2000). Essai de mise en relation des données neuroanatomiques et des données neuropsychologiques dans les épilepsies temporales unilatérales. In B. N'KAOUA (Ed.). *2 me colloque de Sciences Cognitives Façade Atlantique*, Bordeaux, Département de Sciences Cognitives. 191.
16. CLAVERIE, B., LESPINET, V., OBLET, V., ROUGIER, A. (2000). Emotion et dominance hémisphérique en reconnaissance d'image pendant le test de Wada. . In B. N'KAOUA (Ed.). *2 me colloque de Sciences Cognitives Façade Atlantique*, Bordeaux, Département de Sciences Cognitives. 178.
17. GIRARD, L., N'KAOUA, B., LESPINET, V., CLAVERIE, B. (2000). Modélisation des rapports entre processus mnémoniques et processus langagiers. . In B. N'KAOUA (Ed.). *2 me colloque de Sciences Cognitives Façade Atlantique*, Bordeaux, Département de Sciences Cognitives. 185.
18. OBLET, V., LESPINET, V., N'KAOUA, B., CLAVERIE, B. (2000). Déficits phonétique et sémantique au cours du vieillissement normal et pathologique (maladie de Parkinson). In B. N'KAOUA (Ed.). *2 me colloque de Sciences Cognitives Façade Atlantique*, Bordeaux, Département de Sciences Cognitives. 196.
19. SAUZEON, H., N'KAOUA, B., LESPINET, V., CLAVERIE, B. (2000). Etude de l'âge d'apparition de l'altération des processus sémantiques intra- et inter-items au cours du vieillissement. . In B. N'KAOUA (Ed.). *2 me colloque de Sciences Cognitives Façade Atlantique*, Bordeaux, Département de Sciences Cognitives. 201.
20. LESPINET, V., N'KAOUA, B., GUILLEM, F., ROUGIER, A., CLAVERIE, B. (1993). Approche neuropsychologique du rôle des structures temporales dans le traitement des informations interférentes. In B.CLAVERIE, R.JAFFARD, E.ESPERET (Eds.) *Cognisciences Façade Atlantique* 92, Bordeaux : CNRS & Université de Bordeaux II, 105-118.

## **Autres publications**

1. LESPINET-NAJIB, V., ANDRE JM., CLAVERIE B., LE BLANC B. et FAVIER PA. (2011). Les nouvelles technologies d'aides à la communication: quelques pistes de réflexion. *Esquisse, Besoins éducatifs particuliers et handicap* ; coord. Magdalena Kohout-Diaz. n°54-55, 127-138.
2. DINIZ-MARMAYOU, C. (\*) & LESPINET-NAJIB, V. (2010). Cognition & Epilepsie : des liens complexes. *Neurologie Pratique*, 3, 2-5.
3. BRESSON, C. (\*), LESPINET-NAJIB, V., SAUZEON, H., CLAVERIE, B., ROUGIER, A. & N'KAOUA, B. (2003). Déficiences de mémoire verbale et Aides compensatoires dans l'épilepsie temporale unilatérale. *Epilepsies*, 15, 187-193.
4. SAUZEON, H., N'KAOUA, B., LESPINET, V., CLAVERIE, B. (2000). VIème journées d'Etude du Vieillessement Cognitif. *Cognitive*, volume 4, novembre 2000.
5. LESPINET, V. (1999). *Approche neuropsychologique de la spécialisation hémisphérique et de la mémoire: apport de l'épilepsie temporale unilatérale*. Presses Universitaires du Septentrion, Villeneuve d'Ascq.

## **III.2 – Communications Scientifiques**

### **Conférencière invitée**

1. LESPINET-NAJIB, V. (2013). *Handicap visuel et traitement de l'information*. Ateliers-Conférences autour de la robotique organisés par le Club des Industriels de l'option Robot, Bordeaux – 29 janvier 2013.
2. LESPINET-NAJIB, V. (2012). *Usages et utilisabilité*, Colloque DEFISENS-CNRS « Systèmes embarqués pour la santé », Paris - 6-7 décembre 2012.
3. LESPINET-NAJIB, V. (2012). *Projet transdisciplinaire Ataccweb*. Journée Scientifique IPB « ingénierie de la santé », Bordeaux - 30 novembre 2012.
4. LESPINET-NAJIB, V. (2012). *Recherche en Cognitive: un parcours singulier*. Mairaine Scientifique d'Exposcience Pays de la Loire – La Roche sur Yon, 4 au 6 avril 2012.
5. LESPINET-NAJIB, V. (2012). *Quels sont les freins à la poursuite d'études pour les élèves handicapés ? résultats enquête* Journée « Réussir le défi des études supérieures et de l'insertion professionnelle pour les jeunes en situation de handicap ? » 15 mars 2012 - ENSCBP Bordeaux.
6. LESPINET-NAJIB, V. (2011). *Cognitive & Handicap: vers une approche transversale...* 1<sup>ère</sup> Journée d'échange sur l'adaptation de l'enseignement - 28 juin 2011 - ENSCBP Bordeaux.
7. LESPINET-NAJIB, V. (2009). *A propos du handicap : "accessibilité et design pour tous"*. Club Aquitain de Sciences Cognitives, Bordeaux - 15 décembre 2009.
8. LESPINET-NAJIB, V. (2008). *Le cerveau, quel drôle de machine ?* Mairaine scientifique d'Exposcience Pays de la Loire – La Roche sur Yon, 27 mars au 30 mars 2008.
9. LESPINET-NAJIB, V. (2006). *Le cerveau à quoi ça sert ?* Mairaine scientifique d'Exposcience Pays de la Loire - Saint Jean de Mont - 30 mars au 2 avril 2006.

### **Congrès internationaux avec comité de lecture – communication orale**

1. LESPINET-NAJIB, V., CLAVERIE, B., LE BLANC B., ANDRE JM. (2012). Design universel et accessibilité : quels enjeux pour une société « nouvelle » ? 4<sup>ème</sup> colloque international « Jules Verne : sciences, crises et utopies », Nantes, les 22-23 novembre 2012.

2. HUYSENTRUYT J., LESPINET-NAJIB V., CHEN D. (2012). A model of cognitive Processes In Design. 9th International conférences of modeling, optimization and simulation. MOSIM'12, 6-8 juin 2012, Bordeaux, France.
3. REYMOND D., PINEDE, N., LESPINET-NAJIB V., LE BLANC B. (2011). Une étude terminologique de la communication hypertexte web. Caractéristique du domaine universitaire. *TIA 2011 : 9th International Conference on terminology and Artificial Intelligence*, 8-10 Novembre 2011, Paris.
4. PINEDE N., REYMOND D., LE BLANC B., LESPINET-NAJIB V. (2011). Terminologie hypertexte: dynamique temporelle d'une taxonomie. *CIDE 2011: Colloque International sur le Document électronique*. Rabat Maroc, 6-8 décembre 2011.
5. CLAY A., REAL M., WIDJENES P., REAL M., ANDRE JM., LESPINET-NAJIB V. (2011). Movement transcription of SECs in a componential model of emotions. In *CHI 2011*, Vancouver, Canada, 7-12 mai 2011
6. LESPINET-NAJIB V., GOURDON B., BELIO C., COUVIN P., GABASSI F., DAUBA D., BARDAIL F., SANDEAU A., CLAVERIE B. et ANDRE JM. (2011). Surdité et Conception Centrée Utilisateur : Outil de communication en LSF adapté au contexte d'un service d'Admission du CHU de Bordeaux. *ASSISTH'2011 : 2 me Conférence Internationale sur l'accessibilité et les systèmes de suppléance aux personnes en situations de handicaps*. Paris, 17-19 janvier 2011
7. LESPINET-NAJIB V., ANDRE JM., CLAVERIE B., LE BLANC B., PINEDE N., FAVIER PA. (2011). Les nouvelles technologies d'aides à la communication : quelques pistes de réflexion. *ASSISTH'2011 : 2 me Conférence Internationale sur l'accessibilité et les systèmes de suppléance aux personnes en situations de handicaps*. Paris, 17-19 janvier 2011
8. PINEDE N., REYMOND D., LESPINET-NAJIB V. (2011). Représentations informationnelles et dynamiques organisationnelles des sites web : approche temporelle comparative de traces lexicales hypertextuelles. *18 me colloque International en sciences de la communication : traces, mémoires et communication*. Bucarest, 30 juin et 1 juillet 2011.
9. TYNDIUK, F., THOMAS, G., SCHLICK, C., et LESPINET-NAJIB, V., (2005). Cognitive comparison of 3D interaction in front of large vs. small displays. *VRST'05, ACM symposium on Virtual Reality Software and Technology*, 2005.
10. TYNDIUK, F., THOMAS, G., LESPINET-NAJIB, V. et SCHLICK, C. (2004). Impact of large display on virtual reality task performance. *AFRIGRAPH 2004*, 2004.
11. BRESSON, C. LESPINET, V. SAUZEON, H., CLAVERIE, B., N'KAOUA, B. (2004). Compensatory approach of semantic memory deficits in left and right temporal lobe epileptic patients. *28 me Congrès International de psychologie*, Pekin, Chine.
12. SAUZEON, H., N'KAOUA, B., LESPINET, V., CLAVERIE, B. (1999). Age effect in recall performance as a function of the levels of processing, élaboration, and retrieval Cues. VI European Congress of Psychology, Rome, 4-9 juillet 1999.
13. LESPINET, V., N'KAOUA, B., ROUGIER, A., CLAVERIE, B. (1997). Role of temporal lobe in phonetic and semantic processing. *Fifth European Congress of Psychology*. Dublin - 6-11 juillet 1997.
14. SAUZEON, H., N'KAOUA, B., LESPINET, V., CLAVERIE, B. (1997). Age onset of semantic Memory impairments in relational and item-sp cific processing during normal aging. *Fifth European Congress of Psychology*. Dublin - 6-11 juillet 1997.
15. OBLET, V., N'KAOUA, B., LESPINET, V., CLAVERIE, B. (1997). Memory impairment in Parkinson's disease *Fifth European Congress of Psychology*. Dublin - 6-11 juillet 1997.

### **Congrès nationaux avec comité de lecture – Communication orale**

1. LESPINET-NAJIB, V., DEMONTOUX, F., LIQUETE, V., BELIO, C., PINEDE, N. (2013). *ATAccWeb : outil didactique d'accompagnement à la formation à l'accessibilité web*. CETSIS2013 Enseignements des Technologies et des Sciences de l'Information et des Systèmes. 20-22 mars 2013, Caen.

2. BONA, A., LI CONG SANG, R., SALOTTI, JM., SALEMBIER, P., LESPINET-NAJIB, V., JACOBENAUROIS, C., BARRIERE, C. (2013). *Etude des actions du quotidien pour l'induction de comportements écologiques*. Ecobat 2013. 20-22 mars 2013, Paris.
3. LESPINET-NAJIB, V., PINEDE, N., BELIO, C., DEMONTOUX, F., LIQUETE, V., LE BLANC, B. (2012). Ataccweb : mise en place d'une plateforme didactique sur l'accessibilité web. *54<sup>ème</sup> Congrès National de la Société française de psychologie*, Montpellier, 3-5 septembre 2012.
4. DJOULAH F. (\*), ANDRE JM., KIEFFER S., BOTTARO S., LESPINET-NAJIB V. (2012). Apparition de démence chez les personnes atteintes du syndrome de Down: enquête auprès de structures d'accueil. *54<sup>ème</sup> Congrès National de la Société française de psychologie*, Montpellier, 3-5 septembre 2012.
5. DJOULAH F. (\*), ANDRE JM., KIEFFER S., BOTTARO S., LESPINET-NAJIB V. (2012). Syndrome de Down et démence : quelle réalité ? la question du vieillissement et du handicap mental. *Handicap 2012 : 7<sup>ème</sup> congrès sur les aides techniques pour les personnes handicapées*. Paris, les 13-15 juin 2012.
6. LESPINET-NAJIB V. (2009). Nouvelles technologies et Handicap : de l'accessibilité au Design Universel. *24<sup>e</sup> congrès de la Société française de médecine physique et de réadaptation (SOFMER)*. Lyon, 15 au 17 octobre 2009.
7. LESPINET-NAJIB, V. et CLAVERIE, B. (2007). Réorganisation fonctionnelle de la mémoire verbale : apport du test de Wada. *Journées Françaises de l'Epilepsie 1997-2007 : Avancées en épileptologie*. Nice, 8-10 novembre 2007.
8. N'KAOUA, B., SAUZEON, H., CORSINI, MM., LESPINET, V., CLAVERIE, B. (2002) Effet du vieillissement selon la théorie des niveaux de traitement : une application du modèle mathématique de mémoire associative CHARM. *VII Journée D'étude du Vieillissement Cognitif*, Tours, 19-20 novembre 2002.
9. VERON, AL., N'KAOUA, B., LESPINET, V., CLAVERIE, B., SZTARK, F. (2000). Effets du propofol sur les fonctions mnésiques. *42<sup>ème</sup> Congrès national de la société française d'anesthésie et de réanimation*. Paris - 21-24 septembre 2000.
10. LESPINET, V., LURTON, D., N'KAOUA, B., ROUGIER, A., CLAVERIE, B. (1998). Epilepsie temporo-mésiale : quantification de la perte neuronale et des troubles mnésiques : paradoxe et plasticité. *Journées Françaises de l'Epilepsie*. Bordeaux - 8-11 novembre 1998.
11. LESPINET, V. (1998). Importance des études neuropsychologiques pré- et post-opératoires. *Réunion conjointe des sociétés basques de neurologie et de neurochirurgie et de la société de neurologie et de neurochirurgie de Bordeaux et du Sud-Ouest*. Bilbao - 20-21 novembre 1998.
12. ROUGIER, A., LURTON, D., LESPINET, V., BIDABE, AM., GUILLOT, M. (1998). Baisse bilatérale du débit sanguin hippocampique dans les épilepsies méiotemporales unilatérales. *Réunion de la Société de Neurologie du Sud-Ouest*. Bordeaux - 22 janvier 1998.
13. LIRAUD, F., LESPINET, V., N'KAOUA, B., CLAVERIE, B. (1996). Approche multifactorielle de l'altération amnésique observée chez les alcooliques chroniques. *XIII Colloque scientifique, IREB (Institut de Recherches scientifiques sur les Boissons) Colloque du 25<sup>ème</sup> anniversaire de la création de l'IREB*. Paris - 27-28 novembre 1996.
14. SAUZÉON, H., N'KAOUA, B., LESPINET, V., CLAVERIE, B. (1996). Etude de l'effet de production sur les déficits sémantiques intra- et inter-items au cours du vieillissement. *Atelier de conjoncture du département recherche de la Société Française de Psychologie, "Psychologie et vieillissement"*; Tours - 26-27 septembre 1996.
15. SAUZÉON, H., N'KAOUA, B., LESPINET, V., CLAVERIE, B. (1996). Etude de l'âge d'apparition des troubles sémantiques intra- et inter-items au cours du vieillissement. *IV Journée d'Etude du vieillissement cognitif*, Louvain - 8-9 novembre 1996.
16. OBLET, V., N'KAOUA, B., LESPINET, V., CLAVERIE, B. (1996). Déficit sémantique au cours du vieillissement normal et pathologique. *Atelier de conjoncture du département recherche de la Société Française de Psychologie, "Psychologie et vieillissement"*; Tours - 26-27 septembre 1996.
17. SAUZÉON, H., OBLET, V., N'KAOUA, B., LESPINET, V., CLAVERIE, B. (1996). Etude de l'altération du traitement sémantique au cours du vieillissement normal et de la maladie de

Parkinson. *Réunion conjointe du Laboratoire de Neuropsychologie Expérimentale (Bordeaux) et du Laboratoire de Neurosciences comportementales (Toulouse)*; Toulouse - 14 juin 1996.

18. LESPINET, V., N'KAOUA, B., ROUGIER, A., CLAVERIE, B. (1996). Congrès de la Société de Neuropsychologie de Langue Française - Neuropsychologie de l'épilepsie; Genève - 2-3 mai 1996. *Niveaux de traitement, fluence verbale et épilepsie temporale unilatérale*.
19. LESPINET, V., N'KAOUA, B., ROUGIER, A., CLAVERIE, B. (1995). Effets de l'âge d'apparition de la maladie sur la nature des déficits mnésiques observés dans l'épilepsie temporale unilatérale. *Réunion d'Hiver de la Société de Neuropsychologie de la Langue Française*; Paris - 2 février 1995.
20. CLAVERIE, B., LESPINET, V., N'KAOUA, B., ROUGIER, A. (1995). Corrélations anatomofonctionnelles : performances mnémiques et densité cellulaire hippocampique chez l'homme. *Société de Neurologie de Bordeaux et du Sud-Ouest*; Bordeaux - 18 novembre 1995.
21. LESPINET, V., N'KAOUA, B., CLAVERIE, B. (1993). Etude comparative des troubles cognitifs en fonction de la latéralisation du foyer dans les épilepsies temporales. *Workshop Aquitaine Euskadi : Actualités en Neuropsychologie de la Mémoire - Mémoire et représentation*; Ciboure - 20-21 mai 1993.

### **Congrès internationaux - Communication écrite**

1. NOUCHER, M., NAGELEISEN, S., COUDERCHET, L., PIERSON, J., PINEDE, N., LESPINET-NAJIB, V., IRMI, O., DEMADE, M. (2012). Les paysages numériques en 3D dans les démarches participatives. Vers une approche par les usages. *SAGEO 2012*, Liège, Belgique, 7-9 novembre 2012.
2. LESPINET-NAJIB, V., N'KAOUA, B., ROUGIER, A., CLAVERIE, B. (2003). A multifactor approach of language representation and neuropsychology in unilateral epilepsy. *25th International Epilepsy Congress*, Lisbonne - 12-16 octobre 2003.
3. BRESSON, C., LESPINET-NAJIB, V., ROUGIER, A., CLAVERIE, B., N'KAOUA, B. (2003). Compensation and unilateral lobe temporal epilepsy. *25th International Epilepsy Congress*, Lisbonne - 12-16 octobre 2003.
4. LESPINET, V., N'KAOUA, B., ROUGIER, A., CLAVERIE, B. (1999). A multifactorial approach of memory deficits observed in temporal unilateral epilepsy. *VI European Congress of Psychology*. Rome - 4-9 juillet 1999.
5. SAUZEON, H., N'KAOUA, B., LESPINET, V., CLAVERIE, B. (1997). Age of onset of semantic memory impairments in relational- and item - specific processing during normal aging. *Fifth European Congress of Psychology*. Dublin - 6-11 juillet 1997.
6. LESPINET, V., N'KAOUA, B., ROUGIER, A., CLAVERIE, B. (1997). Effect of early versus late onset of temporal lobe epilepsy on the severity and the nature of memory deficits. *22nd Congrès international d'épilepsie*, Dublin - 29 juin-4 juillet 1997.
7. LESPINET, V., LURTHON, D., N'KAOUA, B., ROUGIER, A., CLAVERIE, B. (1997). Verbal memory impairment in right temporal lobe epilepsy: role a contralateral dysfunction evaluated by Xenon-CT blood flow study. *22nd Congrès international d'épilepsie*, Dublin - 29 juin-4 juillet 1997.

### **Congrès nationaux - Communication écrites**

1. LESPINET-NAJIB, V., CLAVERIE, B. (2007). Réorganisation fonctionnelle pour le langage: apport du test de Wada. *Journées de neurologie de Langue Française*, Paris, 11-14 avril 2007.
2. DINIZ-MARMAYOU, C., LESPINET-NAJIB, V., CLAVERIE, B., N'KAOUA, B. (2007). Profil mnésique préopératoire des patients présentant une épilepsie temporale unilatérale : oubli ou problème d'apprentissage. *Journées de neurologie de Langue Française*, Paris, 11-14 avril 2007.



3. LESPINET, V., N'KAOUA, B., ROUGIER, A., CLAVERIE, B. (2002). Latéralisation des déficits mnésiques, observés dans l'épilepsie temporale unilatérale selon le mode de traitement sollicité et la nature de l'information traitée. *Journées de Neurologie de Langue Française*, Tours – 2-6 avril 2002.
4. BRESSON, C., LESPINET, V., N'KAOUA, B., ROUGIER, A., CLAVERIE, B. (2002). Epilepsie temporale unilatérale : approche compensatoire des déficits mnésiques. *Journées de Neurologie de Langue Française*, Tours – 2-6 avril 2002.
5. ODANO, I., LESPINET, V., N'KAOUA, B., ROUGIER, A., CLAVERIE, B. (1999). Est-il possible de prédire les altérations mnésiques post-opératoires dans le cadre de l'épilepsie temporale pharmaco-résistante. *Réunion de printemps de la Société de Neuropsychologie de Langue Française « Neuropsychologie de la mémoire à long terme »*. Saint Etienne – 28-29 mai 1999,?
6. LESPINET, V., N'KAOUA, B., SAUZEON, H., ROUGIER, A., CLAVERIE, B. (1998). Latéralisation des niveaux de traitement : évaluation pré- et post-opératoire dans le cadre de l'épilepsie temporale unilatérale. *Journées Françaises de l'Epilepsie*. Bordeaux – 8-11 novembre 1998.
7. LESPINET, V., N'KAOUA, B., SAUZEON, H., ROUGIER, A., CLAVERIE, B. (1998). Etude des troubles mnésiques dans l'épilepsie temporale unilatérale en fonction du mode de traitement mis en jeu. *Journées Françaises de l'Epilepsie*. Bordeaux – 8-11 novembre 1998,
8. SAUZEON, H., LESPINET, V., N'KAOUA, B., SAUZEON, H., ROUGIER, A., CLAVERIE, B. (1998). Mise en relation des asymétries hémisphériques des troubles de la production verbale observées chez des patients présentant une épilepsie temporale unilatérale et chez des sujets âgés. *Journées Françaises de l'Epilepsie*. Bordeaux – 8-11 novembre 1998.
9. LESPINET, V., N'KAOUA, B., SAUZEON, H., ROUGIER, A., CLAVERIE, B. (1998). Effet des niveaux de traitement dans des épreuves de rappel libre et rappel indicé dans l'épilepsie temporale unilatérale. *Journée de Neurologie de langue Française*. Paris - 1-4 avril 1998.
10. SAUZEON, H., N'KAOUA, B., LESPINET, V., CLAVERIE, B. (1996). Etude de l'évolution des processus sémantiques intra- et inter-items de la mémoire verbale au cours du vieillissement normal. *Deuxième Colloque Sciences Cognitives Façade Atlantique, Langage, Mémoire, Représentation*, Biarritz - 21-22 novembre 1996.
11. LESPINET, V., N'KAOUA, B., ROUGIER, A., CLAVERIE, B. (1996). Essai de mise en relation des données neuroanatomiques et des données neuropsychologiques dans les épilepsies temporales unilatérales. *Deuxième Colloque Sciences Cognitives Façade Atlantique, Langage, Mémoire, Représentation*, Biarritz - 21-22 novembre 1996.
12. LIRAUD, F., LESPINET, V., N'KAOUA, B., FLEURY, B., CLAVERIE, B. (1996). Mémoire visuo-spatiale et dépression dans l'alcoolisme chronique. *Deuxième Colloque Sciences Cognitives Façade Atlantique, Langage, Mémoire, Représentation*, Biarritz - 21-22 novembre 1996.
13. OBLET, V., N'KAOUA, B., LESPINET, V., CLAVERIE, B. (1996). Déficit sémantique au cours du vieillissement normal et de la maladie de Parkinson. *Deuxième Colloque Sciences Cognitives Façade Atlantique, Langage, Mémoire, Représentation*, Biarritz - 21-22 novembre 1996.
14. OBLET, V., N'KAOUA, B., LESPINET, V., CLAVERIE, B. (1996). Etude de l'altération du traitement sémantique au cours du vieillissement normal et de la maladie de Parkinson. *IV Journée d'Etude du vieillissement cognitif*, Louvain - 8-9 novembre 1996.
15. LESPINET, V., N'KAOUA, B., CLAVERIE, B. (1994). Ontogénèse de la spécialisation hémisphérique et troubles de la mémoire chez les patients épileptiques. *Journées Franco-Italiennes de la Société de Neuropsychologie de Langue Française*, Carqueiranne (France) - 4-5 novembre 1994.
16. LESPINET, V., N'KAOUA, B., GUILLEM, F., ROUGIER, A., CLAVERIE, B. (1992). Approche neuropsychologique du rôle des structures temporales dans le traitement des informations interférentes. *Réunion "Cognisiciences - Façade Atlantique"*, Bordeaux - 11 décembre 1992.

### III.3 – Activités d’encadrement scientifique

#### III.3.1 - Encadrement de Thèses

- **Amélie ROCHE** – Thèse en Ingénierie Cognitive (école doctorale SPI<sup>2</sup> – Bdx 1) – Contrat doctoral de l’Université Bordeaux 1 obtenu lors du CS du 12 juin 2012/ début 1 novembre 2012 - Soutenance prévue novembre 2015.  
Co-direction avec Jean-Marc André. Cette thèse s’effectue au sein de l’équipe CIH de l’IMS et a pour thème :  
*« Usage et utilisabilité pour l’étude des interfaces Homme-Système: élaboration de cartes heuristiques et d’un système expert sur les outils et les méthodes d’évaluation. »*  
L’encadrement scientifique de cette thèse a été réparti entre 30 % pour JM André et 70% pour moi-même.
  
- **Farida DJOULAH** – Thèse CIFRE en Ingénierie Cognitive (école doctorale SPI – Bdx 1) – Acceptée par l’ANRT lors du CS du 1<sup>er</sup> mars 2011/ début mai 2011- Soutenance prévue mai 2014.  
Co-direction avec Jean-Marc André. Cette thèse s’effectue en collaboration avec le Cabinet EQR management (Paris) et a pour thème :  
*« Les personnes handicapées mentales vieillissantes. Une approche pluridisciplinaire des nouveaux enjeux socio-économiques, des impacts organisationnels sur les structures d’accueil, et des outils diagnostiques spécifiques de cette population. »*  
L’encadrement scientifique de cette thèse a été réparti entre 40 % pour JM André et 60% pour moi-même.
  
- **Christel BRESSON** – Thèse de Sciences Cognitives (Ecole doctorale SHS - Bdx 2) soutenue le 13 septembre 2008, mention Très Honorable.  
*« Hémisphères cérébraux & mémoire verbale: du normal au pathologique, une approche de l’épilepsie temporale unilatérale à visée écologique »* Thèse financée par la Ligue Française contre l’Epilepsie  
Co-direction avec Bernard Claverie.  
**Jury** : C. Semal (Président), S. Samson (Rapporteur), F. El Messaoui (Rapporteur), S. Faure (Examineur), B. Claverie (Directeur de recherche), V. Lespinet-Najib (Co-direction).  
Le taux d’encadrement de cette thèse était de 50 % pour B. Claverie et 50% pour moi-même. Mlle Bresson a été qualifiée sur les listes de qualification de MCU en 16<sup>ème</sup> section en janvier 2011.
  
- **Cristiane DINIZ-MARMAYOU** (2005 à 2008) Thèse de Sciences Cognitives (Ecole doctorale SHS - Bdx 2)

---

<sup>2</sup> école doctorale SPI : Sciences Physiques et de l’Ingénieur (ED 209) dans laquelle se retrouve depuis 2011 l’Ingénierie et la Cognitive.

« *Approche écologique de l'épilepsie temporale unilatérale* »

Co-direction avec Bernard N'Kaoua

La candidate durant le déroulement de sa thèse était salariée (neuropsychologue à mi-temps) et a dû malheureusement interrompre sa thèse pour des raisons financières et personnelles (obtention d'un plein-temps en tant que neuropsychologue dans un centre de rééducation fonctionnelle).

Le taux d'encadrement de cette thèse était : 40 % pour B. N'Kaoua et 60% pour moi-même.

Actuellement, Mlle Diniz-Marmayou est neuropsychologue clinicienne à plein-temps dans un centre de rééducation fonctionnelle dans le Pays Basque.

### **III.3.2 - Autres encadrements d'élèves ingénieurs et/ou d'étudiants**

- Elèves Ingénieurs en Cognitive : tous les ans depuis 2004, j'encadre :
  - Les stage des élèves ingénieurs : 2 à 3 stages de 3<sup>ème</sup> année (durée minimum 5 mois), 2 à 3 en 2<sup>ème</sup> année (durée minimum 3 mois) et 3 en 1<sup>ère</sup> année (durée minimum 1 mois)
  - Les projets d'élèves ingénieurs : 2 projets de fin d'étude effectués sur un semestre et 2 projets transdisciplinaires de 1<sup>ère</sup> année effectués sur les 2 semestres.
- Master 2 de Recherche de Sciences de la Cognition : 1 étudiant encadré
  - Soizic BONNORON – Soutenu en juin 2007
- Master 1 de Sciences Cognitives : 3 étudiants encadrés
  - Mayalen Bedecarrax – Soutenu en juin 2008
  - Anne Loubens – Soutenu en juin 2007
  - Audrey Lemarchand – Soutenu en juin 2007
- Master 1 de Psychologie : 3 étudiants encadrés
  - Noellie Broustet – Soutenu en juin 2009
  - Kheira Khadavi – Soutenu en juin 2008
  - Mayalen Bedecarrax - Soutenu en juin 2007

### **III.4 - Rayonnement scientifique**

#### ***Organisation de journées scientifiques***

- 30 novembre 2011 : journée scientifique de l'ARCo « Cognition et jeu » à Gennevilliers - Université Cergy-Pontoise ;
- 19 mars 2010 : organisation de la conférence de Ricardo RON ANGEVIN de l'Université de Malaga (Espagne) qui travaille sur les BCI (Brain Interface Computer) ;

- 1er avril 2010 : organisation de la conférence d'Olivier GAPENNE (MCU à l'Université Technologique de Compiègne, responsable du CRED Cognitive Research & Enaction Design) qui travaille sur la suppléance sensorielle et l'énaction ;
- 21 juin 2010 : organisation de la Journée Scientifique de l'ARCo sur le thème de la « *Personnalité Numérique ou Personnalités Numériques : Que nous disent les Sciences Cognitives sur les liens entre Personnalités et Mondes Numériques ?* » à Bordeaux. 4 conférences (Professeur Charles Lenay / Professeur Jean-Claude Martin / Yannick Prié – MCU / Benoit Virole).

#### **Participation à des comités de lecture**

- Revues scientifiques : *Epilepsia, Journal of Experimental and Clinical Neuropsychology, Neuropsychologia* ;
- Comité scientifique de congrès : IEEE EDUCON (depuis 2011).

#### **Autres**

- Elaboration du site internet et des affiches de l'équipe CIH (<http://www.ensc.fr/fr/cognitique-ingenierie-humaine-cih>).

#### **Vulgarisation scientifique**

- Co-organisation de la Fête de la Science (CNRS) au sein de l'ENSC et de l'équipe CIH-UMR5218 depuis 2007 (2 jours tous les ans). Mise en place d'ateliers scientifiques : illusions visuelles, robotique et réalité virtuelle à visée des lycéens et collégiens ;
- Visage des Sciences en Aquitaine pour l'édition 2010 (responsable Cap-Sciences) ;
- Mairaine Scientifique du prix de la vocation scientifique et technique des filles d'Aquitaine : Edition 2009 et Edition 2010.

#### **Invitée en tant que spécialiste usage et TIC**

- Participation en tant que spécialiste en TIC et usages aux Ateliers 2011 « *Les imaginaires du savoir* » - organisation par Cap-Sciences et la Mairie de Bordeaux le 18 mars 2011 ;
- Participation en tant que spécialiste handicap et accessibilité web des Escales du Design sur le thème « *Design, ergonomie et graphisme dans les nouveaux sites internet* » - organisation par Cap-Sciences le 10 décembre 2009.

## IV – Parcours thématiques des axes de recherches

### IV.1 - Thématique initiale période 1 de 1995 à 2009 : la neuropsychologie cognitive

Mes travaux de recherche se sont initialement inscrits dans le domaine de la neuropsychologie cognitive. La neuropsychologie cognitive a pour objectif « *l'étude des perturbations cognitives et émotionnelles de même que les désordres de la personnalité provoqués par les lésions du cerveau qui est l'organe de la pensée donc le siège de la conscience* » (Gil, 2010). Ces perturbations cognitives sont interprétées et étudiées en référence aux modèles théoriques issus de la psychologie cognitive, comme les modèles de la mémoire, de l'attention, etc.

Au cours des dix années passées au sein de l'équipe EA 487 de Sciences Cognitives (Université Bordeaux 2), je me suis intéressée à comprendre l'origine des troubles de la mémoire observés chez des patients présentant une épilepsie temporale unilatérale chirurgicale. Le cadre théorique de référence était celui de la spécialisation hémisphérique. Les objectifs de mes travaux étaient multiples :

- **Mettre en évidence les profils cognitifs** des patients présentant une épilepsie temporale en fonction de la latéralisation du foyer épileptique (hémisphère gauche versus hémisphère droit);
- **Comprendre l'impact de facteurs** liés à la maladie sur les performances cognitives (comme l'âge d'apparition des premières crises épileptiques) ;
- **Etudier les retentissements de cette maladie** sur la qualité de vie des patients.

L'épilepsie est une maladie complexe et multifactorielle qui se caractérise par la « *décharge excessive et à haute fréquence de groupes neuronaux* ». Parmi les différentes formes d'épilepsie, 20 % ne peuvent être traitées par voie médicamenteuse. Dans ce cadre de pharmacorésistance, l'épilepsie temporale unilatérale est la forme la plus fréquemment rencontrée (Engel, 1996). L'épilepsie temporale unilatérale se caractérise par des crises épileptiques qui ont pour point de départ et origine le lobe temporal interne droit ou gauche appelé foyer épileptique. Ce dernier concerne très souvent la formation hippocampique et les structures avoisinantes (cortex entorhinal, complexe amygdalien). Depuis très longtemps, il a été montré que ces structures temporales internes jouent un rôle majeur dans les processus de mémorisation notamment dans nos capacités à acquérir des connaissances nouvelles (mémoire épisodique) (Tulving & Thomson, 1973 ; Tulving, 1983).

Mes principaux résultats ont permis de mettre en évidence plusieurs points importants dans le champ de l'épileptologie, notamment en ce qui concerne la compréhension et une meilleure prise en charge de ces patients :

- **L'âge d'apparition de la maladie** (i.e. de la première crise épileptique) est un des facteurs explicatifs le plus pertinent. Ce facteur a un impact important sur la gravité et la nature des perturbations cognitives observées chez mes patients adultes (Lespinet-Najib et al, 2002). Ainsi, j'ai pu mettre en évidence que les conséquences au niveau cognitif seront d'autant plus importantes si la lésion épileptique survient pendant la période critique<sup>3</sup>;
- **La nature du profil de déficits cognitifs** est dépendant de la latéralisation du foyer épileptique (Diniz-marmayou, N'kaoua et Lespinet-Najib, 2007 ; Lespinet-Najib et al., 2004; Bresson, Lespinet-Najib et al., 2007 ; N'Kaoua, Lespinet et al., 2001). Mes travaux ont permis de préciser l'impact d'une lésion temporale droite versus une lésion temporale gauche. Cette compréhension s'avère importante pour l'aide au diagnostic lors d'un bilan pré-chirurgical de ces patients et permet de proposer un meilleur pronostic post-opératoire en terme de devenir neuropsychologique.
- **Des protocoles de prise en charge** en terme d'atelier de remédiation ont été élaborés (Bresson, Lespinet-Najib et al., 2007). J'ai pu mettre en évidence la pertinence de certaines aides cognitives (comme l'imagerie mentale, les associations sémantiques) afin d'aider les patients à compenser leur déficit cognitif. Ce travail est particulièrement important car l'objectif final est d'améliorer la qualité de vie de ces patients qui s'avère souvent très dégradée (dépression, anxiété forte, dévalorisation, etc.).

L'ensemble de ces travaux de recherche a été réalisé en collaboration avec le service de neurochirurgie du Professeur Alain Rougier (CHU Pellegrin Bordeaux) au sein duquel j'étais responsable des évaluations neuropsychologiques pré et post opératoires des patients épileptiques. J'ai réalisé plus d'une cinquantaine d'évaluations et de compte-rendu neuropsychologiques.

Cette première période scientifique a donné lieu à de nombreuses publications dans mon thème principal (neuropsychologie de l'épilepsie et spécialisation hémisphérique) : 7 articles publiés (dont 6 de niveau international); 9 communications orales (dont 3 internationales); 4 actes de conférences; 18 communications affichées (dont 7 internationales) et 2 conférences invitées. J'ai co-encadré durant cette période 2 thèses en neuropsychologie cognitive (Christel Bresson & Christiane Diniz-Marmayou).

La thèse de Christel Bresson a été soutenue avec succès le 13 décembre 2008. Ce travail de thèse avait été financé par la Ligue Française contre l'Epilepsie. La candidate a été ATER et est inscrite sur la liste de qualification MCU en 16ème section par le CNU. Ce travail de recherche a permis la publication de 3 articles scientifiques dont 2 internationaux, de nombreuses communications ont été effectuées.

---

<sup>3</sup> Eric Lenneberg (1967) a proposé une théorie illustrant les étapes ontogénétiques de la spécialisation hémisphérique notamment il a montré l'existence d'une période critique (de la naissance à l'âge de 5 ans) durant laquelle la spécialisation hémisphérique se mettrait en place.

La thèse de Christiane Diniz-Marmayou a dû être interrompue fin 2009 pour des raisons financières et personnelles. Néanmoins, le travail initial avec cette étudiante a permis la réalisation de 2 articles et de plusieurs communications orales et affichées.

Durant cette période, j'ai pu, à travers diverses collaborations, élargir mes thèmes de recherche dans le champ de la neuropsychologie cognitive et de la psychologie cognitive:

- [au modèle animal de l'épilepsie](#) (collaboration avec le laboratoire d'Epileptologie Expérimentale et Clinique - EA 480) où j'ai pu m'intéresser à la problématique de la neuroprotection. L'objectif de ces travaux était de comprendre les phénomènes physiologiques impliqués dans la neuroprotection spontanée consécutive à une lésion épileptique. Cette collaboration a permis la rédaction de 3 articles de niveau international ;
- [à la maladie de Parkinson](#) (collaboration avec le service de neurologie du professeur Pierre Burbaud du CHU Haut Lévéque - Pessac) : l'objectif était de comprendre l'impact cognitif sur cette maladie de la stimulation à haute fréquence (1 conférence internationale, 2 nationales et 2 communications affichées) ;
- [à l'alcoolisme](#) (collaboration avec le service d'alcoologie et d'addictologie du professeur Benoit Fleury CHU Pellegrin - Bordeaux) : la problématique concernait la compréhension des troubles mnésiques dans l'alcoolisme chronique (1 article, 1 communication orale et 1 affichée) ;
- [à l'anesthésie ambulatoire](#) (en collaboration avec le service d'Anesthésie du Professeur J Sztark du CHU Pellegrin) (1 article international et 1 communication orale) ;
- [au vieillissement cognitif normal](#) (en collaboration avec Hélène Sauzéon membre de l'EA 487) (1 article international, 2 communications orales et 1 affichée).

Durant cette première période de recherche, j'ai pu acquérir les méthodes et les démarches en neuropsychologie cognitive et en psychologie cognitive (évaluation cognitive, protocole de tests, étude de cas, analyses statistiques des données, démarche expérimentale, modélisation théorique, etc.).

Le Tableau 3 récapitule mon activité de publications scientifiques en rapport avec ma première thématique de recherche : neuropsychologie cognitive et psychologie cognitive.

		Thème principal épilepsie	Autres thèmes en neuropsychologie
<b>Articles</b>	Revue indexées	5	6
	Actes de congrès	4	3
	Autres publications	2	1
<b>Communication Orale</b>	Conférence Invitée	2	-
	Congrès International	2	3
	Congrès National	8	7
<b>Communication affichée</b>	Congrès International	5	1
	Congrès national	11	5

**Tableau 3. Récapitulatif des publications scientifiques réalisées durant la période 1.**

#### ***IV.2 – Période 2 - Conversion thématique à partir de 2009 : la cognitive***

En 2004, j'ai été amenée à collaborer avec l'équipe IPARLA du LaBRI (INRIA - université Bordeaux 1) sur la prise en compte des caractéristiques individuelles et l'usage de la réalité virtuelle. L'objectif de cette collaboration, à travers la réalisation de la thèse de Florence Tyndiuk<sup>4</sup>, concernait la prise en compte des changements de points de vue de l'utilisateur dans des épreuves de navigation en réalité virtuelle. Plus concrètement, l'objectif de ma participation était d'étudier l'impact des caractéristiques individuelles en terme d'expertise, de style cognitif<sup>5</sup>, d'âge du sujet sur ses capacités à manipuler des objets dans des environnements virtuels. Nos principaux résultats ont permis de mettre en évidence que certains facteurs humains comme le style cognitif influençait les performances cognitives (i.e. temps de réalisation, exactitude, etc.) et subjectives (i.e. mal du simulateur) dans des épreuves de manipulation d'objets en réalité virtuelle. A l'issue de ce travail, 2 articles ont été publiés, 2 actes de congrès internationaux, et 2 communications orales dans des congrès internationaux.

Cette collaboration a été le point de départ de la conversion thématique que j'aborde pleinement aujourd'hui, le passage de la neuropsychologie cognitive à la cognitive.

La loi du 11 février 2005 sur « *l'Egalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées* » a profondément modifié le domaine de la santé et du soin. Cette loi a suscité un changement sémantique majeur : l'adoption du concept de « *personnes en situation de handicap* ». Ce changement fait évoluer la vision purement biologique et médicale du handicap vers une véritable prise en compte des contraintes de l'environnement. Ainsi une nouvelle approche « *écologique* » est proposée avec un

<sup>4</sup> Florence Tyndiuk est actuellement MCU en ergonomie cognitive à l'Université technologique Belfort-Montbéliard.

<sup>5</sup> Le style cognitif est un concept ancien de psychologie, proposé par Witkin (1950) correspondant aux préférences individuelles dans la manière de traiter et d'organiser les informations perçues.



changement de point de vue : c'est l'environnement et ses contraintes qui provoquent la situation de handicap (ex. : bâtiment non accessible aux personnes à mobilité réduite, navigation impossible pour des personnes mal- et non-voyantes sur des sites internet ne respectant pas certaines règles d'accessibilité, aides techniques défaillantes pour les malentendants, etc.).

La convergence de ces deux évènements m'a convaincue de la nécessité de réorienter mes thématiques de recherche. Il me paraissait toutefois important de mettre à profit mes acquis antérieurs pour les valoriser dans cette nouvelle perspective appliquée au handicap. Simultanément, mon rattachement institutionnel a évolué, et j'ai quitté l'UFR Sciences et Modélisation pour rejoindre en 2004 l'Institut de Cognitique, jeune école d'ingénieurs centrée sur les usages cognitifs des technologies et des systèmes complexes. Il m'a été demandé d'assumer la responsabilité de la relation aux entreprises dans le cadre de l'organisation des stages pour les 3 années de formation. Par ailleurs, j'ai pu assurer personnellement l'encadrement de nombreux stages et travaux d'ingénieurs axés sur l'étude des usages des TIC à travers la prise en compte des facteurs humains. C'est ainsi que j'ai été amenée à orienter l'ensemble de mes activités de recherche sur des problématiques de cognitique, notamment dans le domaine de la santé et du handicap. Depuis fin 2009, j'ai développé deux axes de recherche en cognitique :

- l'accessibilité pour le sujet sain et en situation de handicap ;
- l'usage des TIC et la représentation de l'information, notamment dans les systèmes interactifs web.

La cognitique est une discipline récente (Claverie, 2005). Etymologiquement elle est née de l'association des mots connaissance et automatique. La cognitique est la discipline scientifique et technique du traitement automatique de la connaissance (Truong, 1988). L'objectif de la cognitique est la compréhension des modes de fonctionnement de l'homme en vue, soit de les modéliser, soit de les faciliter par le biais d'interfaces adaptée (Vignaux, 1991). Néanmoins, cette discipline s'inscrit dans une problématique plus large, et vise à optimiser les interactions entre l'homme et son environnement, que ce soit d'un point de vue technologique (ergonomie logicielle, IHM...) ou humain (gestion des connaissances, outils collaboratifs, intelligence collective...). Il s'agit d'aider l'utilisateur dans sa tâche ou sa vie quotidienne, en tenant compte de ses spécificités (physiologiques, psychologiques, comportementales...). Ainsi, la cognitique essaye d'apporter une réponse appropriée au défi posé à l'humanité par la complexité du monde et de sa gestion.

Mes travaux de recherche abordent la problématique suivante : comment apporter, à travers une démarche d'ingénierie et une démarche expérimentale, une réponse concrète face à des situations particulières. Je développe mon activité autour de deux axes majeurs :

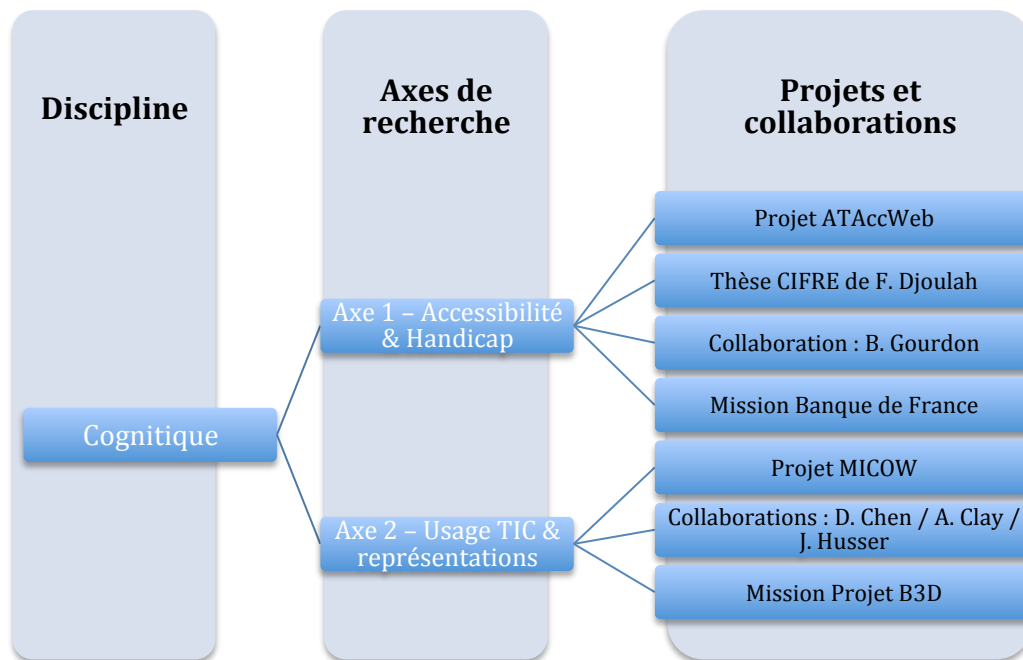
- *Axe 1 : réponse à la question du handicap* : la loi de 2005 a permis de modifier les représentations<sup>6</sup> et d'imposer des droits et des devoirs en termes d'accessibilité numériques, éducatifs, et autres (Van Lancker, 2008). De nombreuses questions en découlent et constituent des pistes de recherche pour mes travaux : quelles sont les limites de l'accessibilité ? Quels sont les liens entre l'élaboration d'aides techniques et la conception d'interfaces accessibles ? Comment permettre un accompagnement des modifications en termes de représentation ? Comment répondre en termes de conception à une situation spécifique de handicap ?
- *Axe 2 : réponse à la question des usages des TIC<sup>7</sup> et des représentations des informations numériques* : Le développement rapide du tout numérique a pour conséquence d'entraîner des changements dans les usages des TIC. L'apparition de nouvelles interfaces (haptiques, environnement virtuel, interfaces nomades, etc.) suscite un questionnement non seulement sur la représentation de ces interfaces, mais aussi sur l'appropriation et l'acceptation de ces nouveaux usages par les usagers. Les concepts clés sont les concepts associés à celui d'utilisabilité comme l'efficacité, l'efficience et la satisfaction (Baccino et al., 2005). C'est à travers ces questionnements que s'articule mon second axe de recherche.

La Figure 1 suivante illustre l'ensemble des projets de recherche auxquels je participe en référence à mes deux axes de recherche actuels.

---

<sup>6</sup> Cela fait référence au glissement sémantique entre le concept ancien de personnes handicapées à celui de personnes en situation de handicap. Cette nouvelle vision a pour conséquence de placer l'environnement, du fait de sa conception, à l'origine de la situation de handicap.

<sup>7</sup> TIC : Technologies de l'information et de la communication



**Figure 1. Présentation des deux axes actuels et des missions, des projets, collaborations associés.**

Voici maintenant un descriptif des missions, projets financés et collaborations scientifiques actuels s’articulant autour de mes deux axes de recherche.

#### **IV.2.1 - Axe 1 : Accessibilité & Handicap**

##### **- *Projet ATAccWeb***

Dans le cadre d’une collaboration interdisciplinaire (psychologie, TIC, ergothérapie, responsable mission handicap, informatique), j’ai initié et je conduis un projet innovant appelé ATAccWeb (Approche Transversale de l’Accessibilité Web). L’objectif de ce projet est de développer un outil didactique afin de former, de sensibiliser les professionnels du web (concepteurs, chargés de communication, formateurs) à l’accessibilité numérique (web, documents multimédia style pdf, etc.). L’outil développé se présente sous forme d’un site web ([www.ataccweb.fr](http://www.ataccweb.fr)) et repose sur les principes des formations ouvertes à distances.

Ce projet repose sur la collaboration de chercheurs issus de disciplines et de structures différentes : Véronique Lespinet-Najib (psychologie – équipe CIH-IMS), Nathalie Pinède (STIC – équipe GRESIC-MICA), Vincent Liquète (STIC équipe CIH-IMS), Christian Bélio (ergothérapeute – CHU Bordeaux), François Demontoux (responsable Groupe de Travail Handicap du PRESS de Bordeaux) et équipe CEMT-IMS et Benoit Le Blanc (informatique – ISCC CNRS et équipe CIH-IMS).

En 2011, nous avons obtenu un premier financement lors de l’appel à projet interdisciplinaire de l’institut Polytechnique de Bordeaux. Nous allons répondre en 2013 à d’autres appels pour pouvoir poursuivre ce travail.

Les premiers résultats ont permis deux communications dans des congrès de niveau national.

- ***Handicap mental - Encadrement THESE CIFRE de Farida DJOULAH***

Collaboration avec Samuel Bottaro (directeur) et Simon Kieffer (senior Manager Santé) du cabinet EQR Management à Paris : nous avons initié un premier travail de recherche sur la question du vieillissement de la population handicapée mentale. Dans ce cadre, une thèse CIFRE a démarré début avril 2011. Cette thèse est co-encadrée avec Jean-Marc André. La problématique de cette recherche s'oriente autour de 3 thèmes :

- Socio-économique : évaluer les enjeux socio-économiques liés à la prise en charge des personnes âgées dépendantes et handicapées ;
- Organisationnel : évaluer l'impact de cette population handicapée vieillissante sur l'évolution des organisations et institutions d'accueil ;
- Diagnostic : identifier les pratiques spécifiques en matière de diagnostic et recueillir des informations sur l'évolution de cette pathologie pour cette population.

Cet encadrement de recherche a déjà permis, après 1 an, 2 communications orales et 1 article soumis dans une revue.

- ***Collaboration avec Bénédicte GOURDON, psychologue à « Accueil Sourd » CHU Bordeaux***

Cette collaboration concerne la mise en place d'outils d'aide à la communication en Langue des Signes Françaises (LSF) adaptés au contexte d'un CHU. Cette collaboration a permis la réalisation d'un prototype d'aide en LSF pour favoriser l'admission des personnes sourdes au sein d'un CHU. Mon travail a consisté en l'étude des contraintes cognitives de la situation de communication entre une personne non-entendante et le personnel administratif du CHU et de les transformer en préconisations de conception. Les réalisations informatiques ont été effectuées par des élèves ingénieurs de l'ENSC. Le prototype devrait être mis en application au printemps 2013. Une communication orale associée à 1 publication dans les actes de colloque a déjà été réalisée.

En parallèle de ces trois projets de recherche, j'ai pu réaliser une mission en tant que consultant extérieur au sein d'un grand groupe financier.

#### - *Mission d'expertise au sein de la Banque de France (Siège Paris)*

L'objectif de la mission d'expertise que j'ai menée est double : 1/ évaluer les compétences cognitives des travailleurs en situation de handicap mental, mises en jeu dans l'usage des outils informatiques, et mettre en place un cahier des charges pour la conception d'un logiciel destiné à évaluer ses compétences ; 2/ rédiger un guide de bonnes pratiques de conception de logiciels à travers l'évaluation ergonomique et d'accessibilité de deux progiciels. Cette étude a été effectuée sur une durée d'un an. Elle se poursuit par la mise en place d'un accompagnement du personnel de la Banque de France à travers des formations et une sensibilisation à la question du handicap, mental notamment, et à la prise en compte des facteurs humains en conception.

Ce travail s'effectue en collaboration avec Christian Bélio, ergothérapeute (EA 4136 – Handicap et Système Nerveux - Bordeaux), la « mission handicap » de la Banque de France (responsable Danielle Le Barh) et l'Organisation Informatique de la Banque de France (avec Sylvie Boulay).

#### **IV.2.2 - Axe 2 : Usage TIC & Représentations**

##### - *Projet MICOW (Méthodes, Instruments et Corpus de l'Observation du Web)*

*Financements Feder et Régional - de début 2009 à septembre 2012.*

Ce projet se situe dans le cadre du projet global RAUDIN « Recherches Aquitaine sur les Usages pour le Développement des dispositifs Numériques ». L'objectif est de déterminer les usages des dispositifs numériques et en particulier ceux dispensés via des applications Web pour améliorer la compréhension de la publication hypertexte, centrale à tous les dispositifs TIC moderne. Nous avons étudié un corpus de sites web d'Aquitaine (en englobant l'organisation éditrice, le résultat d'édition et les clients des sites) afin d'élaborer des indicateurs de performance qualité du mode d'édition web. 4 partenaires sont impliqués dans ce projet de recherche :

- Le laboratoire CEMIC (EA 4200 – Bordeaux 3) ;
- le groupe GRESIC du laboratoire MICA (EA4487 – Bordeaux 3) ;
- l'équipe LAPS du laboratoire IMS (UMR 5218) ;
- l'équipe CIH du laboratoire IMS (UMR 5218).

La participation à ce projet a donné lieu à plusieurs communications orales dans des congrès.

Dans la suite de ce projet, j'ai démarré une collaboration étroite avec Nathalie Pinède (MCU) MICA-GRESIC de l'université Bordeaux 3, sur l'étude de l'intérêt des théories de la communication et des représentations appliquée au domaine

du web. De plus, je mène avec ce chercheur une réflexion sur la compréhension et l'appropriation par l'utilisateur de différents modes de visualisation (nuage de tags, arbres hiérarchique, etc.) de bases de données issues de l'analyse de sites web. Actuellement, 1 article a été soumis dans une revue de niveau international, et nous avons supervisé 2 stagiaires ingénieurs en 2<sup>ème</sup> année sur l'utilisation de la technique d'eye-tracking sur la navigation web.

J'ai aussi pu mener une mission de consultant extérieur auprès d'une entreprise de réalité virtuelle.

- ***Mission d'expertise pour le Projet B3D (société Heritage Prod, Bordeaux)***

Le projet B3D consiste à mettre en place un dispositif numérique global novateur (à l'aide de la réalité augmentée) au service de la valorisation du patrimoine historique du cœur de Bordeaux, à destination de tous les publics (jeunes, personnes âgées, handicapées, etc.). Les six entreprises partenaires sont : AMAK, Art Graphique et Patrimoine, At Once Technologies, Axyz Image, BDL Systemes SA et GMT Editions. L'Ecole Supérieure Nationale de Cognitique et l'Université Michel de Montaigne Bordeaux 3 sont également partenaires du projet. L'objectif de mon intervention en tant qu'expert a été de proposer des préconisations centrées utilisateurs (sous forme de rapports) en terme d'interfaces en réalité augmentée et de dispositifs nomades. La poursuite de mon intervention concernera les tests utilisateurs en situations réelles du dispositif B3D.

Le projet B3D, appelé maintenant Imanaya, a été financé par le conseil régional d'Aquitaine et les fonds FEDER.

Ce travail d'expertise s'est effectué en collaboration avec Pierre-Alexandre Favier, chercheur en Intelligence Artificielle (CNU 27), membre de l'équipe CIH-IMS 5218 sur les années 2011 et 2012.

Actuellement, le dispositif Imanaya (anciennement B3D) est opérationnel et a été déployé au niveau de l'office de tourisme de la ville de Bordeaux ([http://www.bordeaux-tourisme.com/pl/coup\\_coeur.pl?lg=fr&id=1133](http://www.bordeaux-tourisme.com/pl/coup_coeur.pl?lg=fr&id=1133)) depuis septembre 2012.

De plus, j'ai été amené à démarrer d'autres collaborations qui sont un plus éloignées de mes thématiques principales de recherche.

- ***Collaboration avec David Chen (PU) équipe MEI du groupe productique - IMS***

L'objectif de cette collaboration est d'élaborer un modèle théorique global du processus de conception. Ma participation a pour objectif d'intégrer une approche théorique de la cognition au sein de ce modèle. L'idée principale est

d'intégrer les concepts cognitifs (représentation, mémoire de travail, processus attentionnels, etc.) au sein des modèles théoriques décrivant les processus de conception. Un des objectifs à terme sera de tester à travers des mises en situation (interview d'experts en conception, scénario de conception réelle, etc.) les hypothèses issues de nos modèles.

Actuellement, les premières modélisations théoriques ont pu être valorisées à travers une communication orale (avec actes du congrès) au sein d'un congrès de niveau international.

- ***Collaboration avec Jocelyn Husser (MCU) CRECCI de l'université Bordeaux IV***

L'objectif est d'étudier les représentations des différents acteurs du monde de l'entreprise et leur intentionnalité de communication à travers des documents écrits professionnels. Les domaines d'application concernent le développement durable et le comportement éthique de personnes en situations professionnelles. Les premiers résultats ont permis la publication de 2 articles et la soumission d'un autre ainsi que plusieurs communications orales dans des congrès.

- ***Collaboration avec Alexis CLAY, chercheur post-doctorant, « ESTIA Recherche »***

Il s'agit d'un travail sur la reconnaissance des émotions à travers les gestes. Ce travail repose sur la technologie de la Motion-capture. Une première série d'expérimentations effectuées depuis septembre 2010 a permis une communication au congrès CHI (*Conference on Human Factors in Computing Systems*) en 2011. Ce travail s'est aussi appuyé sur la supervision d'un stage de fin d'étude d'un élève ingénieur Marion Réal (stage effectué entre ESTIA et CIH-IMS de janvier 2011 à septembre 2011).

Les deux missions d'expertise (Banque de France et projet B3D) et les différents projets scientifiques auxquels je participe, m'ont permis d'acquérir de nouvelles compétences (les tests utilisateurs, la compréhension de nouvelles technologies comme la motion capture, la réalité virtuelle, l'eye tracking, la mise en place de préconisations pour la conception, l'approche conception centrée utilisateurs, le design universel, l'accessibilité) et de renforcer mes capacités d'encadrement aussi bien au niveau de la recherche expérimentale (master et/ou doctorants) qu'au niveau ingénierie (projets et stages d'élèves ingénieurs en cognitive). Le Tableau 4 résume mon activité de publications scientifiques en rapport avec ma thématique de recherche actuelle à savoir la cognitive selon les deux axes de recherche.

		<b>Axe 1 Accessibilité et handicap</b>	<b>Axe 2 usages TIC &amp; représentation</b>
<b>Articles</b>	Revue indexées	1	9 (dont 2 soumis)
	Actes de congrès	4	4
	Autres publications	1	-
<b>Communications Orales</b>	Conférence Invitée	5	-
	Congrès International	3	7
	Congrès National	4	-
<b>Communications affichées</b>	Congrès International	-	1
	Congrès national	-	-

**Tableau 4. Récapitulatif des publications scientifiques réalisées durant la période 2.**

Le développement de cette thématique de recherche a trouvé son essor et pleinement sa place depuis notre rattachement institutionnel en janvier 2010 au sein du Laboratoire Intégration du matériau au Système (IMS – UMR CNRS 5218) et plus particulièrement au sein de l'équipe Cognitive et Ingénierie Humaine (responsable Jean-Marc André).

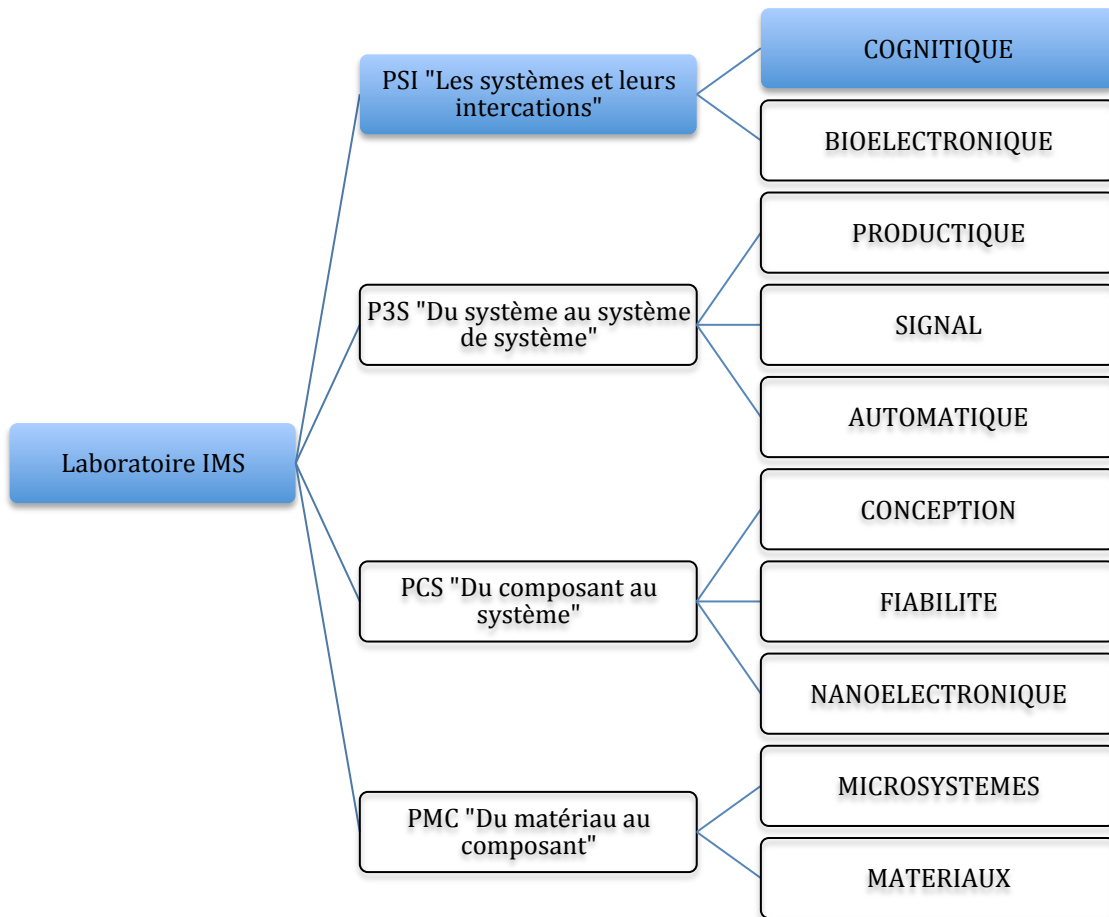
#### **IV.2.3 – Rattachement institutionnel actuel : Equipe CIH – IMS UMR 5218**

Le laboratoire de l'Intégration du Matériau au Système (IMS) a été créé le 1er janvier 2007 suite au regroupement de 3 laboratoires sous la direction de Pascal Fouillat. Il s'agit d'une unité mixte (UMR 5218) rattachée au CNRS, à l'Institut Polytechnique de Bordeaux (IPB) et à l'Université Bordeaux 1 Sciences et technologies. Depuis avril 2012, le directeur du laboratoire est Claude Pellet.

Le laboratoire est composé de 4 pôles d'intérêts scientifiques (cf. Figure 2) regroupant au total 10 groupes de recherche et 28 équipes. Il regroupe plus de 400 personnes (chercheurs, enseignants-chercheurs, personnels administratifs et techniques, doctorants et post-doctorants).

L'équipe Cognitive et Ingénierie Humaine (CIH), à laquelle je suis rattachée, appartient au groupe Cognitive, dirigé par Jean-Marc André, et fait partie du pôle PSI (Les Systèmes et leurs Interactions) supervisé par Bernard Veyret.





**Figure 2. Présentation de l'organigramme du laboratoire IMS.**

Le Groupe Cognitique est l'un des 10 groupes de recherche du laboratoire IMS (intégration du matériau au système). Il est essentiellement composé d'enseignants chercheurs de l'Ecole Nationale Supérieure de Cognitique (ENSC), ainsi que de chercheurs associés issus d'autres institutions ou du monde de l'entreprise. Le groupe se compose de deux équipes : l'équipe CIH « Cognitique et Ingénierie Humaine » et l'équipe ESC « Ergonomie des systèmes complexes».

Mon activité de recherche s'effectue au sein de l'équipe CIH. La Cognitique s'entend comme « science et technologies des connaissances ». La thématique transdisciplinaire de l'équipe est l'intégration et la communication Homme / Systèmes technologiques notamment en ce qui concerne :

- le facteur humain et l'intégration Homme-système,
- la cognition artificielle et augmentée,
- les usages et utilisabilités des technologies numériques.

Elle s'appuie sur la simulation et la métasimulation, en vue de production de méthodes, de produits ou solutions intégrées.

Cette équipe a été labellisée par l'institut des Sciences de la Communication du CNRS (ISCC). Depuis 2007, l'équipe CIH a un laboratoire commun HEAL (Human Engineering for Aerospace Laboratory) avec Thales CIS et a intégré dans ce cadre le GIS Albatros. Le schéma suivant représente les différents membres titulaires, doctorants, ingénieurs et membres associés de notre équipe (Figure 3).

Titulaires	Doctorants	Ingénieurs sous contrat	Associés
•JM. ANDRE (MCU) Biologie	•JC .BORNARD (Thèse) CIH-IFSTTAR	•A. JOHNSTON	•C. JAUZE (PAST) - automatique
•B. CLAVERIE (PU) Psychologie	•F. DJOULAH (Thèse CIFRE) CIH-EQR	•A. TRAINEAUD	•E. KIJEWski (PAST) - automatique
•PA. FAVIER (MCU) Informatique	•A. ROCHE (Thèse) CIH	•C. CHAUVELIN	•N. PINEDE (MCU bdx 3) - STIC
•B. LE BLANC (MCU) Informatique	•S. LINI (Thèse CIFRE) CIH-Thales	•T. SAGI	•R. LUCONGSANG - ergonome ERSYA
•V. LESPINET-NAJIB (MCU) Psychologie	•A. BONA (thèse CIFRE) CIH-ERSYA	•C. LABAT	•A. LEHMANS
•V. LIQUETE (PU) STIC	•M. FOUCHER (Thèse)		
•F. MORANDI (PU) Sc. de l'éducation	•JC .ARIS (Thèse) CIH- IFSTTAR		
•JM. SALOTTI (PU) Informatique	•X. CHOTAR (Thèse CIFRE) CIH-CG 33		
•K. SOUMAGNAC (MCU) STIC	•C. BEY (Thèse CIFRE) CIH-Thales		

**Figure 3. Présentation de l'ensemble des membres de l'équipe Cognitive et Ingénierie Humaine.**

Les projets de recherches de notre équipe s'articulent autour de 4 axes :

- **Axe 1 - Interfaces homme-système** : 1/ l'évaluation des utilisateurs et des usages, 2/ l'étude de l'homme en situation augmentée et 3/ les simulations et approches intégratives des interfaces.
- **Axe 2 - Gestion des connaissances et des compétences** : 1/ l'étude comparative des théories de la connaissance et de la communication, 2/ la navigation et les usages dans les bases de connaissances et 3/ le transfert de savoir-faire entre communautés professionnelles.
- **Axe 3 - Accessibilité, usages et contraintes cognitives** : 1/ l'étude de l'usage des technologies de l'information et de la communication (TIC) pour l'accessibilité numérique à travers la prise en compte des paramètres cognitifs, sensoriels et

psychiques et 2/ l'évaluation des contraintes ergonomiques et cognitives d'un usager face à un nouveau dispositif.

- **Axe 4 - Simulation et métasimulation** : production de méthodes, d'aide à la conception de produits ou de solutions intégrées.

Mes orientations de recherche s'inscrivent essentiellement autour des axes 1 et 3.

Avant de présenter, plus précisément mes recherches actuelles en cognitive, je vais, dans le chapitre suivant, aborder mes recherches antérieures effectuées dans le domaine de la neuropsychologie cognitive.

## Chapitre 2

# Neuropsychologie Cognitive : Epilepsie et Spécialisation Hémisphérique

I - Neuropsychologie cognitive

II - Spécialisation hémisphérique

III - Epilepsie temporale unilatérale et exploration neuropsychologique

IV - Etudes empiriques

## Chapitre 2 – NEUROPSYCHOLOGIE COGNITIVE : Épilepsie et Spécialisation Hémisphérique

---

L'objectif de ce chapitre est de présenter mes principaux travaux de recherche réalisés entre 1992 et 2009. La thématique centrale portait sur la neuropsychologie cognitive et plus particulièrement, sur la compréhension des troubles cognitifs observés dans l'épilepsie temporale unilatérale en référence au cadre théorique de la spécialisation hémisphérique.

Avant de présenter mes principaux résultats, je me propose d'établir un état de l'art du domaine concerné. Mon propos concernera: 1/ la neuropsychologie cognitive en insistant sur les méthodologies issues de cette discipline et les concepts clés; 2/ la spécialisation hémisphérique en précisant les paradigmes expérimentaux et les principaux modèles théoriques; et 3/ l'épilepsie temporale unilatérale et les questionnements posés concernant la compréhension des troubles cognitifs.

### **I - Neuropsychologie Cognitive**

#### ***1.1 - Présentation générale de la neuropsychologie***

La neuropsychologie est une discipline qui trouve ses fondements dans le rapprochement de différentes disciplines comme la neurologie, la biologie et la psychologie. Un des objectifs de ces disciplines, notamment de la neurologie et de la biologie, concerne la compréhension des comportements incluant les processus mentaux et la mise en évidence de leurs substrats neuro-anatomiques. Il existe de nombreuses définitions du terme neuropsychologie, prenons par exemple une des définitions princeps proposée par Hécaen en 1972: « *la neuropsychologie est la discipline qui traite des fonctions mentales supérieures dans leurs rapports avec les structures cérébrales* ». Actuellement, la neuropsychologie est considérée comme étant au carrefour de quatre disciplines: la psychologie clinique, les neurosciences, la psychologie cognitive et la neurologie (Gil, 2010; Siéroff, 2009). Le terme de neuropsychologie cognitive est actuellement préféré et met en exergue l'importance de la compréhension des signes cliniques associés à une lésion cérébrale en référence aux modèles théoriques des fonctions cognitives (Siéroff, 2009). Pour Seron et Jeannerod, la neuropsychologie cognitive a pour objectif « *de tirer parti du pattern de déficits consécutifs aux atteintes cérébrales pour mieux comprendre l'organisation des processus mentaux normaux* » (Seron et Jeannerod, 1994). Cette définition repose sur le postulat d'une relation entre le fonctionnement normal et le fonctionnement pathologique. En

effet, effectuer des inférences entre les observations pathologiques et les observations du fonctionnement normal, c'est avant toute chose, admettre qu'entre le normal et le pathologique l'organisation cérébrale fonctionnelle est de même nature. Cette idée s'appuie sur la notion de transparence, concept clé en neuropsychologie (notion selon laquelle le fonctionnement pathologique reflète directement le fonctionnement normal, Shallice, 1995).

### **I.1.1 - Principe de transparence : rapport normal-pathologique**

Le principe de "transparence" (cf. Figure 4) suggère que les troubles neuropsychologiques sont le résultat du fonctionnement normal des systèmes cognitifs amputés d'une ou plusieurs sous composantes (Caramazza, 1986). Par leur sélectivité, les altérations neuropsychologiques illustrent, en quelque sorte en négatif (la preuve par la soustraction), la structure normale des architectures cognitives. Dans ce cadre, les modèles issus du fonctionnement normal peuvent être utilisés pour comprendre les observations cliniques, et inversement les observations effectuées en neuropsychologie peuvent être utilisées pour modifier ou enrichir un modèle du fonctionnement normal (Caramazza, 1990). Selon ce principe, une lésion impliquant une structure cérébrale donnée n'a pas de répercussion fonctionnelle sur le reste du cerveau. En d'autres termes, il suppose que les structures non-lésées directement continuent de fonctionner normalement. Ainsi, Caramazza (1990) explique que « *les modèles issus du fonctionnement normal peuvent être utilisés pour comprendre les observations cliniques, et inversement les observations effectuées en neuropsychologie peuvent être utilisées pour modifier ou enrichir un modèle du fonctionnement normal* ».



**Figure 4. Représentation schématique du principe de transparence.**

Deux arguments peuvent être avancés à l'encontre de ce principe de transparence. D'une part, sur le plan neurobiologique, il a été clairement montré qu'une lésion cérébrale

entraîne des modifications et des réorganisations physiologiques importantes au niveau des structures non endommagées (Delacour, 1988; Franck et al., 1995). Le terme de sprouting (bourgeonnement anormal d'axones) a été introduit pour illustrer que dans certaines situations lésionnelles (i.e. ischémie, épilepsie) des bourgeonnements anormaux d'axones peuvent apparaître reliant alors des structures cérébrales entre elles, alors que ces structures en situation pré morbide n'étaient pas connectées (Mathern et al., 1994 ; Represa et al., 1987 ; 1993 ; 1995; Tauck & Nadler , 1985). Ce phénomène a été observé aussi bien au niveau du modèle animal qu'au niveau de l'homme (pour une revue : Represa & Ben-Ari, 1997). Ainsi, des réorganisations fonctionnelles semblent pouvoir se mettre en place consécutivement à une lésion et impliquant les structures cérébrales non lésées non directement.

D'autre part, comme le souligne Reuchlin « *une lésion ne produit jamais une simple soustraction qui rendrait immédiatement évident le rôle normal de la région lésée. Elle suscite le plus souvent le passage d'un mode de fonctionnement à un autre, moins efficace sans doute, mais en tout cas différent* » (Reuchlin, 1989). De nombreux auteurs ont pu mettre en évidence la possibilité de mise en place de stratégies de compensation (Bäckman et Dixon, 1992). Ces phénomènes de compensation ont été observés initialement dans le vieillissement normal (Bäckman et Dixon, 1992 ; Baltes & Baltes, 1993 ; Baltes et al., 2005), mais aussi dans des situations pathologiques comme la schizophrénie (Holthausen et al., 2002) ou consécutivement à des lésions cérébrales (Satz, 1993). Le concept de ressources cognitives a alors été évoqué permettant d'expliquer l'appropriation de nouvelles stratégies cognitives ou l'optimisation de stratégies anciennes afin de compenser d'éventuels déficits cognitifs (Satz, 1993 ; pour une revue : Stern, 2002).

Shallice s'interroge sur le problème des inférences effectuées du pathologique au normal et soulève une série de questions : « *Peut-on étudier un système réorganisé dont le mode de fonctionnement est qualitativement différent du mode normal ? Est-ce que cela pourrait invalider l'inférence à la fonction normale ?* » (Shallice, 1995). Ces interrogations montrent les enjeux du problème de la relation entre le normal et le pathologique. Comme le souligne Shallice, il est possible d'envisager que « *n'importe quelle dissociation observée refléterait seulement le mécanisme de compensation et non l'organisation originale du système cognitif* ». Les données actuelles ne permettent pas de réfuter une telle hypothèse. Les questionnements posés par Shallice (1995) mettent en avant les limites de la relation entre le fonctionnement normal et pathologique, suggérant une grande prudence dans les interprétations fonctionnelles.

Un autre point important en neuropsychologie concerne le débat entre la structure cérébrale et la fonction cognitive, dans la mesure où le programme de cette discipline concerne la mise en relation des structures cérébrales et des fonctions cognitives, à travers l'étude des déficits cognitifs consécutifs à des lésions cérébrales. Ce débat

structure-fonction repose principalement sur deux concepts clés : la modularité et la double dissociation.

### **I.1.2 – Modularité : approche cognitiviste**

Suite aux développements de l'informatique et de la cybernétique dans les années 1950-1960 est née la métaphore entre le fonctionnement de l'ordinateur et celui du cerveau (Von Neuman, 1958; Simon, 1967). Ainsi, le fonctionnement cérébral est abordé en termes de système de traitement de l'information, composé de modules reliés entre eux et caractérisés par des règles de fonctionnements spécifiques (séquentielles, parallèles, en cascade, etc.). Cette position théorique, qualifiée de cognitiviste, repose sur trois postulats essentiels :

- la cognition est un calcul sur des représentations, une manipulation de symboles (le cerveau transforme les informations du monde extérieur en informations de nature mentale ou représentationnelle);
- la cognition est implémentable sur des supports matériels de différente nature (cerveau humain, cerveau animal, ordinateur, etc.);
- la cognition est relativement indépendante du support sur lequel elle se réalise (en ce sens, le cognitivisme est dualiste).

La grande majorité des modèles issus du cognitivisme, reposent sur le postulat de modularité. Ayant pour origine les travaux de Marr et les théorisations de Fodor, ce postulat propose que l'organisation cérébrale est composée de systèmes (ou modules) de traitement de l'information qui sont spécifiques et autonomes (Fodor, 1986; Marr, 1976). Fodor précise que l'architecture cognitive est composée de deux types de système totalement opposés : les systèmes modulaires et les systèmes centraux. Mais, il explique que seuls les processus modulaires sont accessibles à la connaissance scientifique et qu'il ne peut exister de « *psychologie scientifique sérieuse des processus centraux* » (Fodor, 1986).

Fodor, en précisant sa thèse "fonctionnaliste", a posé les propriétés d'une organisation modulaire :

- un module est spécifique à un domaine de la cognition humaine (un module ne peut traiter qu'un seul type d'information);
- les modules sont cloisonnés sur le plan informationnel (un module effectue des traitements qui lui sont propres);
- le déclenchement du fonctionnement d'un module est automatique (l'information est traitée automatiquement, et ce traitement est effectué jusqu'à son terme sans intervention possible du sujet);
- les modules correspondent à des structures neuronales.



Dans les années 50-60, la conception de l'architecture cérébrale s'aligne à la vision modulaire de l'organisation cérébrale entraînant des répercussions majeures dans le domaine de la neuropsychologie. Cette vision modulaire, théorisée par Fodor, propose l'architecture cérébrale comme "domain-specific" (Fodor, 1986). Les modules sont donc en relation avec les structures cérébrales, différenciables par leur développement ontogénétique, et surtout sélectivement vulnérables aux dommages cérébraux. C'est pourquoi, « *la neuropsychologie moderne se donne pour objet d'étude le comportement en essayant de prendre en compte à la fois les théories cognitives du traitement de l'information et les hypothèses qui concernent leur fonctionnement biologique* » (Newcombe, 1989). La neuropsychologie a alors pour objectif de mettre en évidence des signes de modularité fonctionnelle, dont l'outil d'excellence sera notamment le paradigme de la double dissociation. Pour cela, l'étude des dissociations fonctionnelles observées chez les patients cérébro-lésés apportera une contribution non négligeable à la fragmentation des fonctions cognitives. A partir de là, la neuropsychologie cognitive ne vise plus à « *localiser des fonctions dans le cerveau, mais à localiser des modules fonctionnels et des opérations de traitement dans une architecture hypothétique du cerveau* » (Eustache et Faure, 1996).

Pour conclure, la neuropsychologie cognitive s'inspire largement du courant cognitiviste. D'une façon générale, elle s'appuie sur le paradigme du traitement de l'information, selon lequel la pensée est réductible à une somme d'opérations élémentaires simples (correspondant à la manipulation de symboles) dépendante de modules fonctionnels. Selon la thèse fonctionnaliste, toute fonction mentale peut être étudiée indépendamment de son support biologique (postulat d'indépendance : Fodor, 1986). Schreiber propose une métaphore pour illustrer ce postulat : « *La fonction "donner l'heure" peut être offerte par des supports matériels aussi différents qu'une horloge mécanique ou une montre à quartz. D'une part, il est vain de vouloir comprendre la division en minute et seconde en démontant un réveil. D'autre part, la même fonction pouvant être obtenue par des dispositifs totalement différents, la logique de la pensée n'a pas besoin d'une description exhaustive de son support matériel* » (Schreiber, 1992). Même si la métaphore de Schreiber peut sembler réductrice, le postulat d'indépendance a des conséquences importantes sur les moyens d'études de la cognition, puisqu'il rend possible de l'étudier sans référence directe à leur support anatomique.

Néanmoins, l'objectif actuel de la neuropsychologie cognitive reste l'étude de la localisation de ces différents modules et des relations qu'ils entretiennent entre eux. Un des paradigmes utilisé pour fournir des arguments expérimentaux de l'existence et de la localisation des modules est celui de la "double dissociation" (McCarthy et Warrington, 1990; Teuber, 1955).

### I.1.3 – Double dissociation

Le paradigme de la double dissociation a été proposé par Teuber en 1955 (cf. Tableau 5). Ce paradigme vise à « *établir la spécificité de l'effet d'une lésion cérébrale par la comparaison croisée de deux tâches et de deux localisations cérébrales* » (Seron et Jeannerod, 1994). En effet, si une lésion X perturbe les performances dans une tâche A et pas dans une tâche B, et qu'une lésion Y entraîne un déficit pour la tâche B et pas pour la tâche A, alors il semble possible de mettre en relation chaque structure lésée avec chaque fonction sous-jacente à la tâche perturbée. La portée théorique d'une double dissociation est double. En effet, l'existence d'une double dissociation peut permettre d'envisager, d'une part, l'existence de modules autonomes (concernant les processus cognitifs sous-jacents à chaque épreuve), et d'autre part, la localisation cérébrale de ces modules.

	Structure X lésée	Structure Y lésée
Epreuve A	déficit	normal
Epreuve B	normal	déficit

**Tableau 5. Illustration du principe de double dissociation (selon McCarthy et Warrington, 1990).**

L'un des exemples les plus classiques de double dissociation repose sur la confrontation de deux études, celle effectuée par Milner auprès d'un patient nommé HM<sup>8</sup> présentant une lésion bi-hippocampique, et celle proposée par Warrington et Shallice décrivant le cas d'un patient KF<sup>9</sup> présentant des lésions au niveau du cortex postérieur (cf. Tableau 6) (Milner, 1966; Warrington et Shallice, 1969). HM présentait des scores normaux en mémoire à court terme, associés à des performances déficitaires en mémoire à long terme. A l'inverse, KF avait des performances normales en mémoire à long terme, mais ses performances étaient altérées en mémoire à court terme. Ces deux profils de déficits traduisent l'existence d'une double dissociation entre, d'une part, deux fonctions, la mémoire à court terme et la mémoire à long terme et, d'autre part, entre deux localisations cérébrales, les structures hippocampiques et le cortex postérieur. Il semble alors possible de conclure que l'indépendance des deux types de mémoire reflète celle de deux systèmes anatomiques.

	Lésion bi-hippocampique cas HM (Milner, 1966)	Lésion du lobe pariétal cas KF (Warrington et Shallice, 1969)
Mémoire à long terme	déficit	normal
Mémoire à court terme	normal	déficit

**Tableau 6. Illustration d'une double dissociation (selon McCarthy et Warrington, 1990).**

<sup>8</sup> Le patient HM est un patient souffrant d'une épilepsie bi-temporale (ie. impliquant les deux structures temporales) pharmaco-résistante et ayant subi une résection chirurgicales des structures temporales internes de façon bilatérale.

<sup>9</sup> Le patient KF présentait des lésions bilatérales au niveau du cortex postérieur suite à un accident vasculaire cérébral.

Pour conclure, il paraît actuellement difficile de concevoir une neuropsychologie cognitive se désintéressant de façon délibérée du support cérébral, la source privilégiée des inférences utilisée dans ce domaine étant l'étude des sujets cérébro-lésés. Comme le soulignent Eustache et Faure, « *d'une part les contraintes neurobiologiques peuvent influencer voire modifier l'architecture cognitive théorique, et d'autre part les avancées des connaissances dans le domaine de l'imagerie neuro-cognitive semblent envisager des possibilités de passerelles entre les modèles cérébraux et les modèles cognitifs* » (Eustache et Faure, 1996). Les modèles théoriques utilisés doivent s'appuyer sur une prise en compte systématique des données et des propriétés neurobiologiques des systèmes étudiés pour qu'elles soient guides et contraintes.

Au delà de ces considérations épistémologiques, un point important en neuropsychologie cognitive concerne les méthodes à mettre en œuvre. Il existe actuellement principalement deux approches méthodologiques : les études de cas et les études de groupes (Siéoff, 2009).

## **I.2 - Approches méthodologiques en neuropsychologie**

### **I.2.1 - Etude de cas**

L'étude de cas est sûrement la méthode la plus ancienne en neuropsychologie. De nombreuses découvertes importantes ont été effectuées à travers une analyse précise de données cliniques d'un patient. Certains patients, comme illustré Tableau 7, sont devenus très célèbres (malgré eux), et ont marqué l'histoire de la neuropsychologie, citons par exemple : le patient « tan », « phinéas gage », « HM ».

<b>Les patients</b>	<b>Localisation de la lésion</b>	<b>Référence</b>	<b>Découvertes majeures</b>
Patient « tan »	Aire de Broca (hémisphère gauche)	Broca (1865)	Rôle de l'aire de Broca pour la production langagière et latéralisation du langage
Patient « phinéas gage »	Lobes frontaux (accident avec une barre à mine)	Damasio (1995)	Rôle des lobes frontaux sur la personnalité et les émotions
Patient « HM »	Lésions bi-temporales (chirurgie de l'épilepsie pharmaco-résistante)	Milner (1966)	Dissociation entre mémoire à court terme et mémoire à long terme Rôle des structures temporales internes pour l'apprentissage de nouveaux événements

**Tableau 7. Illustration de quelques découvertes majeures en neuropsychologie à l'aide d'études de cas (liste non exhaustive).**

Selon certains auteurs, l'étude de cas est une méthode privilégiée pour comprendre et illustrer les dissociations fonctionnelles (Bub & Bub, 1988 ; Caramazza & McCloskey, 1988 ; 1991 ; Shallice, 1995). Ainsi pour Beauvois et al. (1980) « *il s'agit d'une véritable*

*expérimentation réalisée à partir d'hypothèses précises, à l'aide d'un protocole spécialement mis en point pour tester ces hypothèses, grâce à des méthodes statistiques appropriées, sur un patient hautement sélectionné en fonction de l'intérêt théorique de la perturbation qu'il présente. »*

L'un des objectifs de cette méthode est donc la généralisation des observations effectuées sur un patient à la connaissance générale de l'architecture fonctionnelle de la cognition humaine (Eustache et al., 2001). Pour mener une étude de cas, il est indispensable que les hypothèses de travail reposent sur un modèle théorique de référence. Le choix des outils d'évaluation et la démarche d'analyses descriptives des troubles cognitifs doivent être dirigés par les connaissances concernant l'architecture du modèle théorique de référence. Il s'agit, à travers l'étude des données neuropsychologiques d'un patient, de déterminer quelle(s) étape(s) du traitement de l'information du(des) module(s) est(sont) perturbée(s). La question sous-jacente est la mise en évidence de dissociations fonctionnelles voire de double dissociation. Une des difficultés est de déterminer si les performances du patient sont déficitaires ou normales. Se pose alors le problème de la norme. Il existe actuellement 3 grandes voies pour répondre à ce problème : 1/ il s'agit de positionner le patient à partir d'une norme (mais il faut que celle-ci existe) ; 2/ il s'agit de constituer un groupe contrôle et de comparer le patient à ce groupe ; et 3/ le sujet est sa propre référence (Cardebat et al., 2001 ; Sieroff, 2009). Les outils statistiques pour tester les hypothèses sont plus complexes à mettre en œuvre que dans la situation classique de comparaison de groupes de patients. Actuellement, certains auteurs élaborent des outils statistiques spécifiques à la comparaison de données individuelles par rapport à une norme, à un groupe contrôle ou à un autre patient (Crawford et al., 2004 ; 2010 ; 2011). Malgré le développement de ces nouvelles procédures statistiques, il perdure de nombreuses critiques concernant l'étude de cas.

Le problème de la duplication des données est souvent avancé : « *est-il possible de trouver un patient présentant rigoureusement le même profil de performances que celui dont l'étude a permis de préciser le modèle de référence ?* » (Cardebat et al., 2001). Une autre critique concerne la « pureté » du cas clinique choisi. La plupart des patients présentent une intrication des déficits cognitifs, la localisation de leurs lésions est rarement bien délimitée. Ces constats rendent difficile l'exploration d'un module cognitif en particulier (Siéoff, 2009). Malgré ces limites, les études de cas permettent une grande précision dans l'évaluation des déficits cognitifs rencontrés et la construction d'inférences valides concernant l'architecture fonctionnelle de la cognition humaine.

Shallice (1995) précise qu'il ne faut pas opposer les études de cas et les études de groupes, les objectifs empiriques et théoriques sont en fait de natures distinctes et sûrement complémentaires.

## I.2.2 – Etude de groupes

L'étude de groupes, apparue dans les années 1950, constitue l'une des méthodes la plus usitée aujourd'hui. L'objectif premier de cette méthode est la possibilité de généralisation des données d'un échantillon à la population de référence dont il est issu (Siéroff, 2009). La démarche d'analyse des données repose sur la comparaison des performances obtenues par deux groupes de sujets (soit 2 groupes de patients soit 1 groupe de patient versus 1 groupe contrôle). Les outils statistiques trouvent ici toute leur place et légitimité permettant de tester des hypothèses de nature inférentielle. Pour que cette démarche soit valide et pertinente une démarche rigoureuse doit être mise en place notamment en terme de définition des critères de constitution des groupes. L'un des risques est de constituer des groupes hétérogènes, il faut donc veiller à contrôler les variables secondaires pouvant influencer les performances cognitives étudiées : âge du sujet, répartition homme-femme, niveau d'éducation, étendue et localisation de la lésion cérébrale, préférence manuelle, acuité visuelle, etc.

Vignolo (2001) précise les principales caractéristiques de cette méthode :

- **l'examen de la fonction cognitive doit être standardisé** : la procédure d'administration et le choix des tests neuropsychologiques doivent être identiques d'un sujet à un autre et donc d'un groupe à un autre ;
- **la démarche expérimentale doit être la démarche de référence** : élaboration d'hypothèses inférentielles à partir d'un modèle théorique, mise en place d'un protocole, passation, analyse des données à l'aide des outils statistiques, retour sur les hypothèses et le modèle théorique.

Malgré la rigueur méthodologique évidente de cette méthode, certaines critiques apparaissent (Caramazza, 1986 ; 1990 ; Siéroff, 2009). La première concerne la difficulté (voire l'impossibilité) de constituer des groupes totalement homogènes (validités intra-groupe et inter-groupes). Par exemple, si l'on souhaite comparer des patients présentant des lésions vasculaires selon la latéralisation de la lésion (droite versus gauche) : d'un patient à un autre, le tableau clinique (étiologie, étendue de la lésion, récupération post-lésionnelle, déficits neurosensoriels associés) est différent. Dans ce contexte clinique, il s'avère alors extrêmement complexe de constituer des groupes homogènes. Une autre critique souvent avancée repose sur l'analyse elle-même des données. La comparaison des performances de deux groupes repose essentiellement sur de la comparaison de moyennes permettant de mettre en évidence des profils moyens. Cette technique noie les particularités individuelles et masque les singularités d'un sujet par rapport à son groupe de référence. De plus, deux sujets peuvent effectivement avoir le même profil cognitif en termes de déficits mais présenter des origines de ce déficit cognitif différentes (ex : problème de ralentissement pour un sujet, trouble attentionnel pour un autre).

Les deux principales méthodes en neuropsychologie, que je viens de décrire, présentent chacune des avantages et des limites. A mon avis, le choix entre telle ou telle méthode doit reposer sur les objectifs théoriques et empiriques que l'on souhaite mener. Dans mon travail de recherche, je souhaitais apporter des éléments pertinents sur la compréhension du rôle respectif de chaque hémisphère cérébral à travers l'étude des profils cognitifs observés chez des patients souffrant d'épilepsie temporale. C'est pourquoi, tout naturellement mon choix méthodologique s'est porté sur l'étude de groupe. Le chapitre suivant a pour objectif de présenter les données actuelles sur la spécialisation hémisphérique qui correspond au cadre théorique de mes recherches.

## **II - Spécialisation hémisphérique**

### **II.1 - Introduction**

Habituellement, deux structures symétriques et identiques d'un point de vue anatomique possèdent des fonctions et des propriétés similaires. Il s'agit d'une loi de physiologie générale dite "loi de symétrie fonctionnelle" (Juan de Mendoza, 1995). De nombreux exemples confirment cette idée : les yeux, les oreilles, les poumons, etc. Or, comme pour justifier l'expression "l'exception confirme la règle", il existe un exemple contraire à cette loi. Le cerveau est un exemple unique d'organe double dont les deux parties latéralisées présentent des attributions fonctionnelles différentes. La découverte de cette différence fonctionnelle a été reconnue et admise très tardivement avec notamment les travaux de Broca et de Wernicke de la fin du XIX<sup>e</sup> siècle (Broca, 1825; Wernicke, 1874). L'hémisphère gauche a été alors considéré comme hémisphère dominant et l'hémisphère droit comme hémisphère mineur : il s'agit de l'apparition de la notion de dominance cérébrale. Puis, dans la première moitié du XX<sup>e</sup> siècle, de nombreux auteurs ont indiqué qu'il existait des différences anatomiques entre le cerveau gauche et le cerveau droit (Cunningham, 1902; Eberstaller, 1890; Von Economo et Horn, 1930). Dans les années 1950-1960, les idées évoluent et la notion de dominance cérébrale fait place à la notion de spécialisation hémisphérique.

A partir de ce moment, un des objectifs de la neuropsychologie sera de décrire les fonctions cognitives propres à chaque hémisphère. La conséquence majeure est qu'il en ressort une sorte de catalogue de compétences n'abordant pas les relations que peuvent entretenir les deux hémisphères entre eux. Sergent (1989) rend compte de ce débat par une série de questions : *« l'hémisphère droit et l'hémisphère gauche fonctionnent-ils sur un mode d'opposition, cherchant à s'inhiber l'un l'autre ? Ou bien s'agit-il d'une simple cohabitation où chacun vaquerait à ses occupations de façon essentiellement indépendante ? Ou bien encore, opèrent-ils dans un esprit de coopération et sur un mode d'échanges interactifs par lesquels les deux hémisphères coordonnent leurs activités dans un souci d'efficacité et d'adaptation au milieu environnant ? »*.

Dans ce cadre et pour tenter d'y apporter un éclairage, je m'intéresserai dans une première partie à l'évolution des idées, en particulier le passage de la notion de dominance hémisphérique à celle de spécialisation hémisphérique, je détaillerai les différentes théories existantes pour rendre compte des compétences cognitives spécifiques à chaque hémisphère. Ce chapitre s'achèvera par une dernière partie sur l'approche ontogénétique de la spécialisation hémisphérique.

## *II.2 - De la notion de dominance à celle de spécialisation hémisphérique*

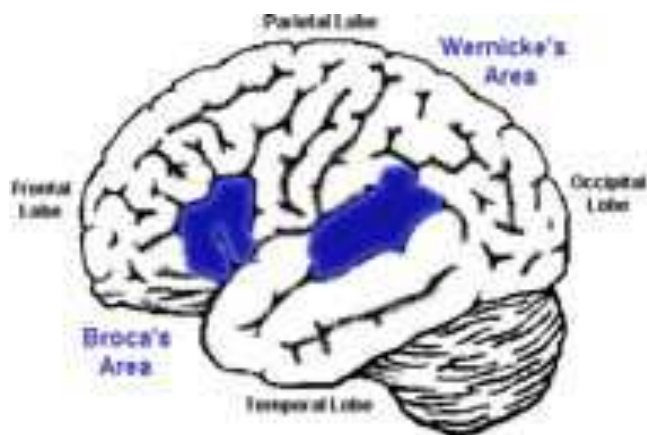
L'idée que deux hémisphères anatomiquement semblables (de manière macroscopique tout au moins) puissent posséder des facultés mentales différentes a mis beaucoup de temps à être acceptée. Les travaux de Bouillaud en 1825<sup>10</sup>, de Broca en 1865 ont été essentiels pour les recherches ultérieures effectuées dans le domaine de la neuropsychologie du langage et du particulièrement de la spécialisation hémisphérique. Ces auteurs<sup>11</sup> ont montré différents cas cliniques (dont HM) présentant une perte du langage articulé associée de façon quasi systématique à des lésions localisées au niveau de l'hémisphère gauche au niveau du carrefour fronto-temporal (aire de Broca – Figure 5). Quelques années plus tard, Wernicke (1874) propose un deuxième centre du langage, celui de la compréhension, lui aussi situé sur ce même hémisphère mais au niveau de structures cérébrales distinctes situées au niveau pariéto-temporal (aire de Wernicke – Figure 5). Il s'agit sûrement d'une des premières doubles dissociations fonctionnelles mise en évidence en neuropsychologie.

Ainsi, le langage n'est pas unitaire, mais peut se dissocier en sous composantes (production versus compréhension) sous-tendues par des structures cérébrales séparées (aire de Broca pour la production et aire de Wernicke pour la compréhension), et la localisation de ces structures reste au niveau d'un seul hémisphère à savoir l'hémisphère gauche.

---

<sup>10</sup> Une description très précise des travaux de Jean-Baptiste Bouillaud et de Paul Broca sont présentés dans le livre remarquable de Hécaen & Dubois (1969).

<sup>11</sup> Jean-Baptiste Bouillaud a été le premier à présenter des cas de patients ayant perdu la capacité de production langagière en 1825, mais il faudra en fait attendre les travaux de Paul Broca avec son patient « tan » pour que cette découverte soit acceptée par le monde de la recherche.



**Figure 5. Présentation des deux aires du langage (aire de Broca et aire de Wernicke) au niveau de l'hémisphère gauche (source : <http://users.skynet.be/illusionsauditives/illusionsvocales.htm>)**

De telles découvertes ont permis à l'hémisphère gauche d'acquiescer le statut d'hémisphère dominant alors que l'hémisphère droit fut relégué au rang d'hémisphère mineur. La notion de dominance cérébrale devient alors un objet d'étude central en neuropsychologie pendant de nombreuses années.

Comme le rapportent Hécaen & Dubois (1969), Broca précise « *Cela revient à dire que, pour le langage, comme pour les actes beaucoup plus simples et beaucoup plus grossiers dont je parlais tout à l'heure, nous sommes gauchers du cerveau. De même que nous dirigeons les mouvements de l'écriture, du dessin, de la broderie, etc., avec l'hémisphère gauche, de même nous parlons. C'est une habitude que nous prenons dès notre première enfance* ».

Ainsi, il semble apparaître une relation directe entre la préférence manuelle et la latéralisation pour le langage, confortant largement l'idée d'un hémisphère gauche dominant. Pendant très longtemps, une dominance de l'hémisphère gauche pour le langage chez les droitiers et de l'hémisphère droit pour les gauchers était admise. En 1977, une étude importante effectuée par Rasmussen & Milner (1977) a mis en relation la préférence manuelle et la latéralisation pour le langage (Tableau 8).

Préférence manuelle	Effectif	Représentation du langage en %		
		hémisphère gauche	hémisphère droit	bilatérale
Droitier	140	96 %	4 %	0 %
Gaucher	122	70 %	15 %	15 %

**Tableau 8. Relation entre la préférence manuelle et la latéralisation du langage à l'aide du test de Wada effectué chez des patients épileptiques (Rasmussen et Milner, 1977).**

La latéralisation du langage est définie chez des sujets épileptiques à l'aide du test de



Wada<sup>12</sup> ou test à l'amobarbital sodique (Rasmussen et Milner, 1977). Ce test consiste à sidérer temporairement l'activité d'un seul hémisphère par l'injection intracarotidienne unilatérale d'un barbiturique d'action rapide (l'amytal sodium)<sup>13</sup>. Ainsi, le patient épileptique se retrouve de façon artificielle et temporaire avec un hémisphère « endormi » et un hémisphère « éveillé ». Un des objectifs est de pouvoir « simuler » l'acte chirurgical et d'en observer les conséquences éventuelles notamment au niveau des fonctions langagières. Les résultats de cette étude indiquent que :

- Une latéralisation du langage au niveau de l'hémisphère gauche est retrouvée chez 96% des sujets droitiers et 70% de sujets gauchers ;
- Une latéralisation du langage au niveau de l'hémisphère droit est retrouvée chez 4% de sujets droitiers et 15 % des sujets gauchers ;
- une représentation bilatérale du langage ne se retrouve que chez les sujets gauchers (15 % des cas).

Un des résultats majeurs de cette étude est que hémisphère gauche sous-tend les fonctions langagières chez la majorité des sujets qu'ils soient gauchers ou droitiers. Néanmoins, cette latéralisation est plus incertaine voire inversée pour les sujets gauchers. La relation entre préférence manuelle et spécialisation hémisphérique ne semble donc pas clairement établie (Bryden, 1982 ; Hécaen, 1984). D'autres études (Kurthen et al., 1994 ; Loring et al., 1990 ; Risse et al., 1997), reposant aussi sur les données issues du test de Wada, vont dans le même sens (Tableau 9) et révèlent surtout la complexité des profils de latéralisation du langage chez les sujets gauchers.

Référence	Préférence manuelle	Effectif	Représentation du langage en %		
			hémisphère gauche	hémisphère droit	bilatérale
Loring et al. 1990	Droitiers	91	80 %	19 %	1 %
	Gauchers	12	50 %	42 %	8 %
Kurthen et al. 1994	Droitiers	142	77 %	20 %	3 %
	Gauchers + ambidextres	31	23 %	45 %	32 %
Risse et al. 1997	Droitiers	304	87 %	9 %	4 %
	Gauchers	64	62 %	20 %	20 %

**Tableau 9. Relation entre la préférence manuelle et la latéralisation du langage à l'aide du test de Wada effectué chez des patients épileptiques.**

Concernant le statut de dominance de l'hémisphère gauche, il faut attendre les années 1960 pour que le concept de dominance cérébrale laisse la place à celui de spécialisation hémisphérique. Sperry et ses collaborateurs, en étudiant des patients épileptiques dit à

<sup>12</sup> Le test de Wada est un test qui n'est préconisé qu'auprès de patients épileptiques pharmacorésistant avant une chirurgie de la structure cérébrale concernée par l'apparition des crises épileptiques.

<sup>13</sup> Ce test est effectué au CHU de Bordeaux par les professeurs Alain Rougier et Bernard Claverie. J'ai pu assister et participer de très nombreuses fois à ce test.

“cerveau divisé”<sup>14</sup> (ou “split-brain”), ont confirmé le rôle prédominant de l'hémisphère gauche pour le langage, mais ils ont montré également que l'hémisphère droit possède des capacités spécifiques pour stocker et traiter des informations non-verbales telles que les visages, les figures abstraites et géométriques, la musique, et certaines aptitudes verbales, etc. (Sperry et al., 1969 ; Sperry, 1989). Ainsi, l'hémisphère droit, considéré initialement comme mineur, possède en fait de réelles compétences cognitives. Le concept d'asymétries fonctionnelles est alors apparu.

Actuellement, la majorité des études a comme objectif de préciser le rôle fonctionnel de chaque hémisphère. Dans cette optique, plusieurs démarches méthodologiques issues de la psychologie expérimentale, comme la présentation tachistoscopique et l'écoute dichotique, sont utilisées. Ces techniques seront utilisées aussi bien chez le sujet sain que chez le sujet cérébrolésé.

### ***II.3 – Principales méthodes***

L'investigation de la spécialisation hémisphérique repose sur différentes approches méthodologiques. D'une part, il est possible de s'intéresser aux compétences cognitives de chaque hémisphère de façon expérimentale selon la modalité de présentation du matériel à traiter :

- face à une modalité auditive : il s'agira de la méthode d'écoute dichotique ;
- face à une modalité visuelle : il s'agira de la présentation tachistoscopique en champ divisé.

D'autre part, il est possible d'obtenir des informations sur la latéralisation fonctionnelle en comparant les performances cognitives de patients cérébro-lésés droits vs gauches.

#### ***II.3.1 – Ecoute dichotique***

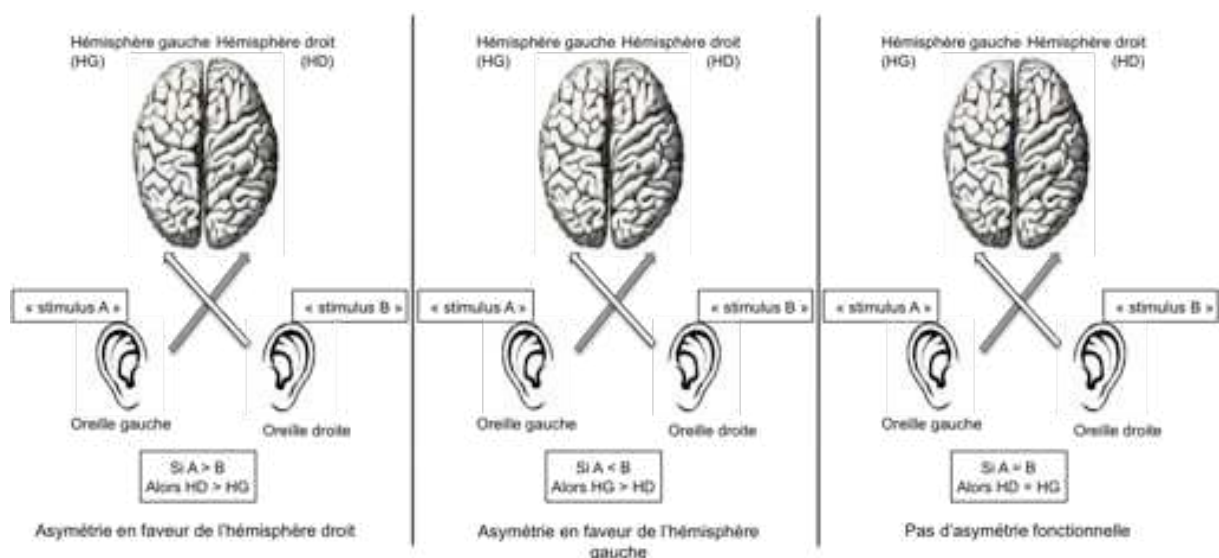
La méthode, dite d'écoute dichotique, a été introduite par Broabent en 1954 dans le contexte de ses travaux sur l'attention et la mémoire. En 1961, Kimura utilise cette méthode pour l'étude de la spécialisation hémisphérique. Il s'agit d'une technique particulière consistant à présenter simultanément une information différente à chacune des deux oreilles à l'aide d'un casque. En effet, chaque écouteur est relié à une piste magnétophonique<sup>15</sup> propre permettant ainsi d'envoyer simultanément des stimuli différents (présentation dite binaurale). Initialement, la tâche demandée au sujet était

---

<sup>14</sup> Dans certaines situations d'épilepsie pharmacorésistante grave, une des solutions proposée consiste en la résection chirurgicale du corps calleux (commissures permettant la transmission nerveuse entre les deux hémisphères). Cette chirurgie a pour objectif d'éviter ainsi la propagation des décharges électriques sur l'ensemble du cerveau. On parle alors de patients au « cerveau divisé » ou « split-brain », du fait que les hémisphères ne peuvent quasiment plus communiquer entre eux.

<sup>15</sup> De nos jours, les casques sont reliés à des ordinateurs permettant une très grande précision et manipulation dans les paradigmes expérimentaux.

de rapporter les stimuli entendus, permettant de mesurer des différences de performances (en termes de temps de réaction et de qualité de la réponse par exemple) obtenues pour les stimuli envoyés à chaque oreille. Ce paradigme expérimental entraîne une « compétition » entre les deux oreilles et permet d'observer s'il existe une prépondérance de l'une ou l'autre oreille pour le matériel présenté. Le postulat sous-jacent est qu'une information sera mieux traitée et plus rapidement si elle arrive directement sur l'hémisphère spécialisé dans le traitement de cette information. Ce postulat repose sur les propriétés des voies neuro-anatomiques à savoir une information perçue par l'oreille gauche sera transmise directement à l'hémisphère droit et inversement pour l'oreille droite qui transmet l'information à l'hémisphère gauche : on parle de voies controlatérales. De telles propriétés neuro-anatomiques permettent de mettre en évidence des asymétries fonctionnelles en référence au cadre d'analyse présenté Figure 6 : par exemple, si un stimulus A présenté à l'oreille gauche entraîne des performances supérieures à celles consécutives à un stimulus B présenté à l'oreille droite alors le traitement de ce type de stimuli sera sous-tendu par l'hémisphère droit (cf. colonne de gauche sur la Figure 6).



**Figure 6. Présentation du cadre d'analyse des données issues de l'écoute dichotique.**

L'un des intérêts de cette technique est qu'elle permet de varier la nature des stimuli. En effet, en modalité auditive, il est possible de présenter des chiffres, des sons (musicaux ou pas), des syllabes, des mots et des logatomes (correspond à des non mots, ex : fafoumi).

Actuellement, il existe de très nombreux paradigmes expérimentaux reposant sur l'écoute dichotique : présentation binaurale, présentation monaurale<sup>16</sup>, attention focalisée sur une seule oreille, etc., permettant d'étudier des fonctions cognitives variées

<sup>16</sup> La présentation monaurale correspond à la situation où un stimulus est envoyé qu'à une seule oreille.

comme la mémoire, l'attention, le langage (Bryden, 1986 ; 1988 ; Cohen et al., 1993 ; Grote et al., 1995 ; Hugdahl, 1995 ; Martin, 1998 ; Ramier, 1972). Cette technique est utilisée aussi bien auprès de sujets normaux que de patients présentant des étiologies variées (Tableau 10).

<b>Population cible</b>	<b>Références</b>
Sujets normaux	Asbjornsen & Helland (2006) ; Ball et al. (1992) ; Bloom-Feshbach (1980) ; Caner-Cukiert et al. (1994) ; Christianson et al. (1992) ; Falkenberg et al. (2011) ; Gadea & Espert (2009) ; Grote et al. (1995) ; Jeffrey et al. (2012) ; Kompus et al. (2012) ; Stephens & Pate (1988) ; Saetrevik (2012) ; Techentin & Voyer (2011) ; Westerhausen et al. (2010)
Epilepsie	Bougeard et al. (2002) ; Bulgheroni et al. (2008) ; Carlsson et al. (2011) ; Fernandes et al. (2006) ; Gramstad et al. (2003 ; 2006) ; Haettig et al. (2003) ; Han et al. (2011) ; Hugdahl (1995 ; 2002) ; Hugdahl et al. (1997) ; Lee et al. (2003) ; Martins et al. (1992) ; Muszkat et al. (1991) ; Roberts et al. (1990) ; Sebongi et al. (1990) ; Zatorre (1989)
Phobie sociale, anxiété, dépression	Bruder et al. (1999 ; 2004 ; 2007 ; 2012) ; Gadea et al. (2011) ; Manassis et al. (1996) ; Roup & Chiasson (2010) ; Stewart et al. (2003) ; Wale & Carr (1990) ; Williams et al. (1990)
Troubles de l'attention	Barbosa et al. (2000) ; Dige et al. (2010) ; Foster et al. (2002) ; Hale et al. (2006 ; 2009) ; Manassis et al. (1996) ; Pelham (1979)
Schizophrénie	Colinson et al. (2009) ; Fiszdon et al. (2005) ; Green et al. (1994) ; Hahn et al. (2011) ; Hugdahl et al. (2003 ; 2008) ; Loberg et al. (2002 ; 2004 ; 2006) ; Malaspina et al. (2000) ; Ragland et al. (1992)
Alzheimer	Bouma & Gootjes (2011) ; Dutchek & Balota (2005) ; Gootjes et al. (2006) ; Grimes et al. (1985) ; Mohr et al. (1990)

**Tableau 10. Principaux travaux basés sur l'écoute dichotique selon le type de population cible.**

La technique d'écoute dichotique, même si elle est fréquemment utilisée, présente certaines limites. Cohen (1993) liste ces limites :

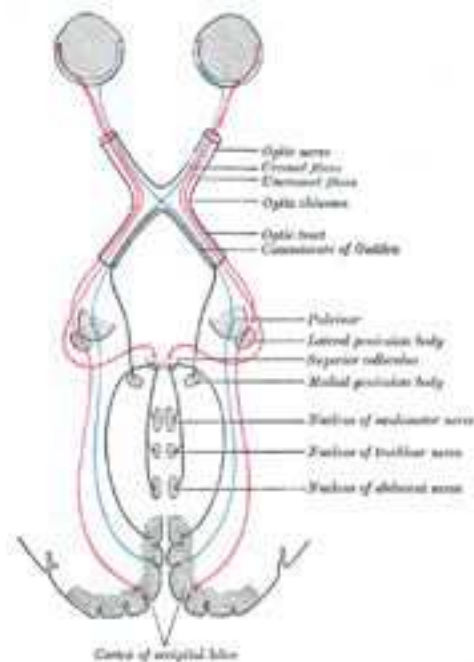
- problèmes liés à la signification statistique du fait de très grandes variances associées à la variable dépendante mesurée à savoir le temps de réaction ;
- effets de fatigue, de fluctuation d'attention et d'anticipation ;
- variabilité inter-sujet, mais aussi intra-sujet.

Au vu de ces limites, une rigueur méthodologique est indispensable si l'on souhaite pouvoir interpréter les données issues de cette technique. Il existe une autre technique, la présentation tachistoscopique en champs visuels divisés, qui permet de présenter une information en modalité visuelle.

### II.3.2 - Présentation tachistoscopique en champ visuel divisé

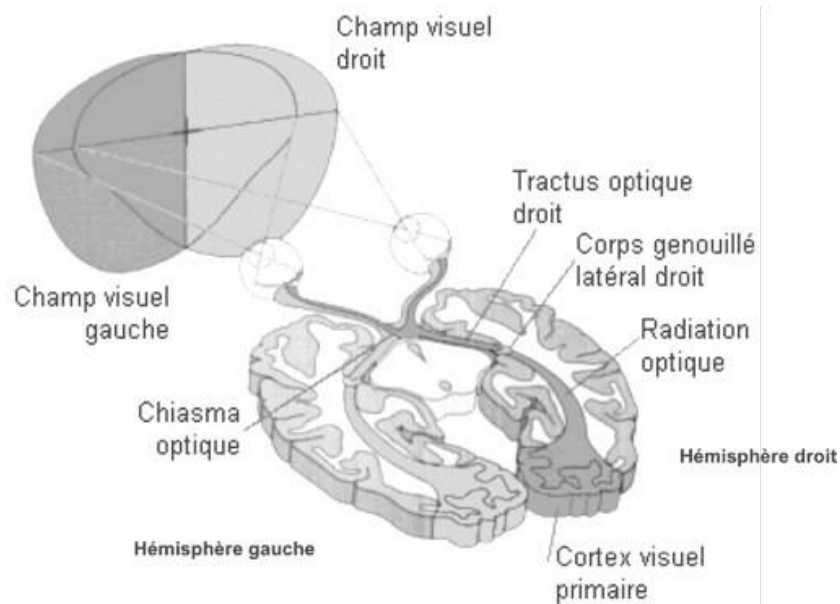
La technique de la présentation tachistoscopique en champ visuel divisé a été élaborée par Miskin & Forgays en 1952. La modalité de présentation des informations est de nature visuelle permettant de faire varier la nature des stimuli à traiter : mots, figures géométriques, figures abstraites, chiffres, objets, visages, etc.

La logique générale de la stimulation en champ visuel divisé repose sur l'organisation anatomo-fonctionnelle de la vision (cf. Figure 7). Il existe deux types de voies neuro-anatomiques : des voies ipsi-latérales (en rouge sur la figure 7) et des voies controlatérales (en bleu).



**Figure 7. Organisation anatomo-fonctionnelle de la vision**  
(source <http://fr.academic.ru/dic.nsf/frwiki/352626>)

Les voies ipsi-latérales ne croisent pas et partent de chaque hémirétine temporale de chaque œil pour projeter sur les aires visuelles primaires du même hémisphère. À l'inverse, les voies controlatérales partant de chaque hémirétine nasale projettent sur les aires visuelles de l'hémisphère cérébral opposé. Comme l'illustre la Figure 8, une information projetée au niveau du champ visuel droit sera perçue par l'hémirétine nasale de l'œil droit et l'hémirétine temporale de l'œil gauche projetant sur l'hémisphère gauche alors qu'une information projetée au niveau du champ visuel gauche concernera l'hémirétine nasale de l'œil gauche et l'hémirétine temporale de l'œil droit projetant sur l'hémisphère droit.



**Figure 8. Illustration de la technique de présentation tachistoscopique en champ divisé.**

Ainsi, la stimulation latérale permet initialement d'adresser un message initialement à un seul hémisphère. Mais, comme le précise Faure (2001 ; 2003) trois conditions doivent être respectées :

- le temps de présentation d'une information doit s'effectuer pour une durée inférieure au temps de déclenchement d'une saccade oculaire. Viviani (1994) estime que ce temps se situe entre 180 à 220 ms.
- La stimulation doit se faire en dehors de la zone fovéale (qui a une projection bi-hémisphérique). La distance doit être au moins de deux degrés d'angle visuel à droite ou à gauche du point central de fixation (Beaumont, 1982).
- Le sujet doit durant toute l'expérience fixer le point central.

Si ces trois conditions sont respectées, alors toute information du champs visuel droit arrivera en premier sur l'hémisphère gauche et inversement pour le champs visuel gauche.

Comme pour l'écoute dichotique, il s'agit de mesurer les différences de performances (temps de réaction, % de bonnes réponses) entre les informations projetées sur le champ visuel droit et celles du champ visuel gauche.

L'intérêt de cette technique, de part sa modalité de présentation de l'information, est qu'elle permet d'étudier différentes fonctions cognitives : mémoire, jugement de rime, décision lexicale, lecture, focalisation attentionnelle, reconnaissance, etc.

De la même manière que pour l'écoute dichotique, la technique de présentation tachistoscopique visuelle en champ divisé est utilisée aussi bien auprès de sujets sains que de patients (Tableau 11).

<b>Population cible</b>	<b>Références</b>
Sujets normaux	Brown et Sainsbury (2002) ; Christianson et al. (1992) ; Domen (2011) ; Hahdal et al. (1993) ; Holländer et al. (2005) ; Honda (2000) ; Hongkeun & Cohen (1992) ; Houde (1996 ; 2005) ; Ince & Christman (2002) ; Johnsen & Hugdahl (1991) ; Keita & Bedoin (2011) ; Landis & Markowitsch (1993) ; Lindell et al. (2002) ; Lindell & Lum (2008) ; Lindell & Nicholls (2003) ; Magnussen et al. (1994) ; Moiseeva et al. (2000) ; Nagae & Moscovitch (2002) ; Okubo & Nicholls (2008) ; Pulvermüller & Zaidel (1994) ; Ratinckx (2007) ; Regard & Landis (1997) ; Tamietto et al. (2006) ; Uecker & Obrzut (1993) ; Weems & Zaidel (2005)
Epilepsie	Baez Martin et al. (2010) ; Christianson et al. (1992) ; Corballis & Sergent (1988) ; Mazuoka et al. (1999) ; Mohr et al. (1994) ; Nilson et al. (1988) ; Peper et al. (2001) ; Saïsä et al. (1990) ; Trevarthen (1990) ; Tröster et al. (1996)
Phobie sociale, anxiété, dépression	Bruder et al. (1990) ; Moretti et al. (1996) ; Ohman & Soares (1993)
Dyslexie, Troubles de l'attention	Abeare & Whitman (2009) ; Brown & Vickers (2004) ; Chiarello et al. (2006) ; Dryer et al. (1999) ; Hollants-Gilhuijs et al. (1998) ; Hugdahl (1993) ; Hugdahl et al. (1989) ; Hynd (1992) ; Kobus et al. (1986) ; Leong (1980) ; Obrzut et al. (1983) ; Sotozaki (2005) ; Sotosaki & Parlow (2006) ; Walker (2002)
Surdité	Emmorey & Corina (1993) ; Manning et al. (1977) ; Samar (1983) ; Scholes & Fischer (1979)
Schizophrénie	Cohen (1982) ; Cai & Chen (2007) ; Goode et al. (1981) ; Oepen et al. (1987 ; 1989) ; Phillips et al. (1996) ; Schweitzer (1982)

**Tableau 11. Principaux travaux basés sur la présentation tachistoscopique en champs visuels divisés selon le type de population cible.**

Il existe en plus de ces deux techniques, deux autres approches pour étudier les asymétries fonctionnelles.

### **II.2.3 - Autres approches**

La première approche consiste à comparer les performances obtenues par des patients présentant des lésions cérébrales à droites et celles obtenues par des patients souffrant de lésions à gauches. Cette approche repose sur la méthode de comparaison de groupes de patients que j'ai déjà largement décrite précédemment (cf. Chapitre 2 – partie I.2.2) et sur le principe de transparence (cf. Chapitre 2 – partie I.1.1). Les contraintes méthodologiques et l'intérêt théorique de cette approche ont déjà été rapportés. Dans le cadre des études sur les asymétries fonctionnelles, il s'agira de constituer des groupes de patients homogènes ne se distinguant que par la latéralisation de la lésion cérébrale (lésion à gauche versus lésion à droite).

La seconde approche repose sur les techniques d'imagerie fonctionnelle comme l'imagerie par résonance magnétique, la SPECT-HMPAO, le TD-Xenon. Quelle que soit la technique, la démarche est là même, il s'agit de comparer les activités cérébrales (en

termes de consommation de glucose, d'oxygène, etc.) des deux hémisphères dans une tâche donnée afin de mettre en évidence celui qui est le plus impliqué dans cette tâche. Je ne détaillerai pas dans ce document ces différentes techniques<sup>17</sup>. En effet, les principaux modèles théoriques permettant d'expliquer les asymétries fonctionnelles reposent sur les données issues de l'écoute dichotique, la présentation tachistoscopique et la comparaison de patients cérébrolésés à droite et à gauche.

Dans mon travail de recherche, je me suis basée essentiellement sur la comparaison de groupes de patients épileptiques présentant des lésions à gauche vs. lésions à droite.

### ***II.3 - Différents modèles théoriques de la Spécialisation Hémisphérique***

Afin de rendre compte des asymétries fonctionnelles de nombreuses théories ont été avancées. L'ensemble de ces théories illustre bien la complexité de la compréhension de la spécialisation hémisphérique. De plus, il est important de souligner que les théories de la spécialisation hémisphérique présentées concernent essentiellement les sujets droitiers.

#### **II.3.1 - Modèle reposant sur la nature du matériel à traiter**

Une des premières dichotomies concernant l'asymétrie fonctionnelle repose sur la nature des informations traitées. Dans ce cadre, il est possible de dissocier le traitement des informations verbales et le traitement des informations non-verbales. De nombreux travaux aussi bien chez le sujet au cerveau divisé (Sperry et al., 1969), le sujet cérébrolésé (Delaney et al., 1980; Fedio et Mirsky, 1969; Helmstaedter et al., 1991; Hermann et al., 1987; Jones-Gotman, 1987; Meyer et Yates, 1955; Milner, 1958; 1970; 1975; Mungas et al., 1985; Selwa et al., 1994; Smith, 1989; Weintgartner, 1968) que chez le sujet sain (Kimura, 1963; 1967) montrent une supériorité de l'hémisphère gauche pour le traitement des informations verbales (mots, phrases, nombres) et une supériorité de l'hémisphère droit pour le traitement des informations visio-spatiales (visages, formes géométriques ou abstraites, musique), indépendamment du mode de présentation (visuelle ou auditive). Comme le souligne Sergent (1987), cette dichotomie est sûrement celle qui rend le mieux compte des nombreuses observations effectuées en neuropsychologie. De nombreux auteurs ont mis en évidence les limites de ce modèle. Les premières limites reposent sur le rôle non négligeable de l'hémisphère droit dans le traitement sémantique des informations verbales (Chiarello & Maxfield, 1996; Hochman & Eviatar, 2004). D'autre part, d'un point de vue méthodologique, il s'avère

---

<sup>17</sup> Pour une présentation détaillée des principales techniques d'imagerie utilisées en neuropsychologie voir par exemple : Robichon & Habib (2001), Baron (2001) et Mazoyer (2001).



complexe de proposer un matériel purement non-verbal sans que le sujet puisse élaborer une stratégie de verbalisation. Ainsi, face à la figure complexe de Rey (Rey, 1942)<sup>18</sup>, épreuve considérée comme non-verbale (Figure 9), un patient utilisera très souvent des stratégies de verbalisation comme par exemple : « *cela ressemble à une église couchée* »<sup>19</sup>.

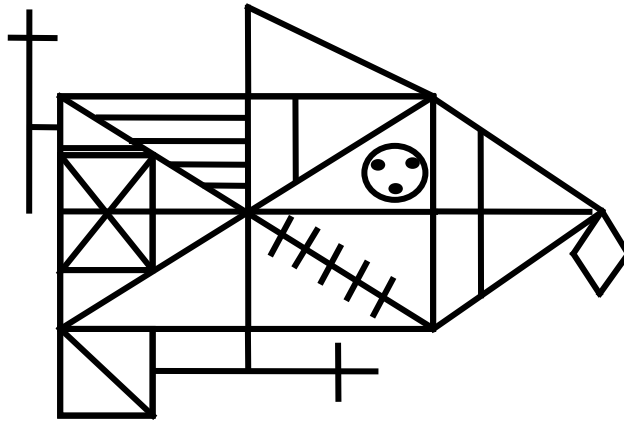


Figure 9. Présentation de la Figure de Rey (Rey, 1942).

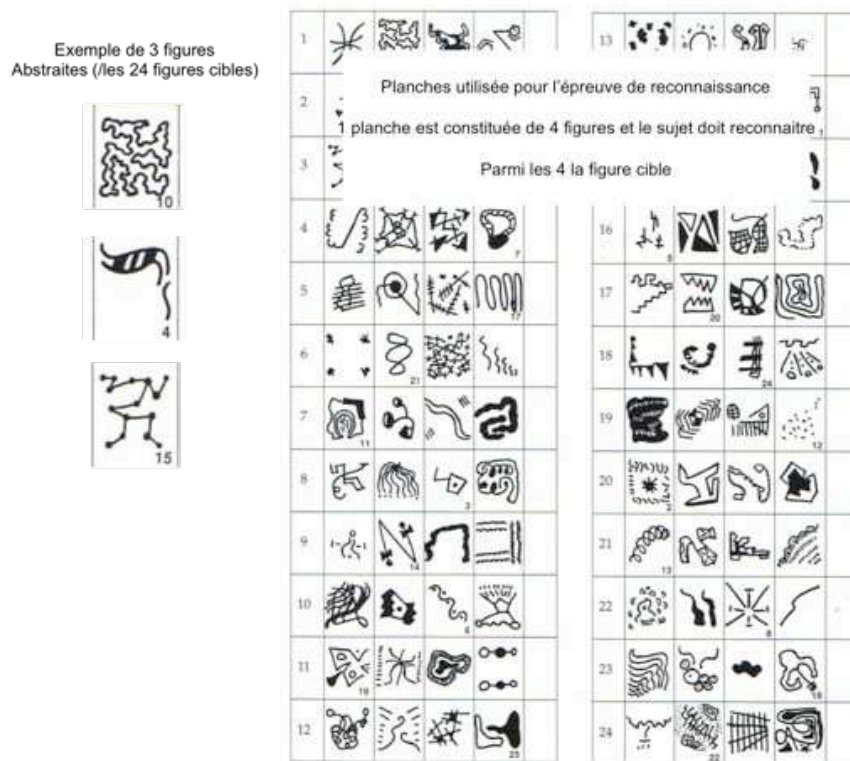
En neuropsychologie, Il existe très peu de stimuli non verbaux ne facilitant pas l'utilisation spontanée d'une stratégie de verbalisation. Voici, un des rares exemples d'épreuves que l'on peut considérer comme non-verbale : l'épreuve « Reconnaissances de figures abstraites » proposée au sein de la Batterie BEM-144 de Signoret (Figure 10). Cette épreuve s'avère très difficilement verbalisable pour les sujets du fait du degré d'abstraction des figures et du nombre important de figures à mémoriser (24).

De plus, il est difficile d'élaborer un protocole de même complexité sur du matériel verbal et du matériel non-verbal.

---

<sup>18</sup> L'épreuve de la Figure de Rey est une épreuve classique en neuropsychologie. Il y a deux phases : la première consiste en une épreuve de copie de la figure avec le modèle et la deuxième consiste en la reproduction sans le modèle et sans que le sujet en ait été informé après un délai de 3 à 5 minutes.

<sup>19</sup> Il s'agit d'un exemple de commentaires que j'ai très souvent entendu de la part des patients épileptiques pendant mes évaluations neuropsychologiques.



**Figure 10. Illustration de figures difficilement verbalisables utilisées dans la batterie BEM-144 de Signoret.**

Pour répondre à ces critiques un autre modèle théorique a été proposé. Il repose sur le mode de traitement sollicité et non sur la nature du matériel à traiter.

### **II.3.2 – Modèle reposant sur le mode de traitement sollicité**

Une autre manière d'aborder l'asymétrie fonctionnelle est de s'intéresser à la nature des processus mis en jeu lors du traitement de l'information. L'objectif est alors de déterminer un mode de fonctionnement spécifique à chaque hémisphère. Il s'agit de la dichotomie opposant les aspects analytiques (ou local) et holistiques (ou global) du traitement de l'information (Bryden, 1982; 1986; Levy-Agresty et Sperry, 1968; Levy et al., 1972;). Juan de Mendoza définit le traitement holistique comme étant « *le traitement d'un item s'opérant de façon globale et simultanée sans identification préalable des parties qui le composent* » et le traitement analytique comme étant la capacité « *à décomposer l'information de ses éléments constitutifs et à analyser successivement les relations existantes entre ces éléments* » (Juan de Mendoza, 1995). Cette dichotomie est séduisante car elle ne dépend pas d'une fonction en tant que telle (mémoire verbale par exemple) mais des processus sous-jacents à une fonction. Dans cette optique, certains auteurs ont précisé le rôle de chaque hémisphère: l'hémisphère gauche serait analytique et temporel et traiterait l'information de façon sérielle alors que l'hémisphère droit serait global et spatial et traiterait l'information de façon holistique et parallèle (Bradshaw et Nettleton, 1986; Cohen, 1973). Afin, d'étudier cette dichotomie, Navon (1977) dans son célèbre

article « *Forest before trees : the precedence of global features in visual processing* » a proposé l'utilisation de stimuli originaux (Figure 11) : les stimuli hiérarchiques. Il s'agit d'un matériel représentant dans sa forme globale une lettre et constitué dans le détail de petites lettres. Il existe deux catégories de stimuli : consistant (ex : 1 grand E formé de petits E) et inconsistant (1 grand E formé d'autres lettres comme par exemple D). Ainsi, il s'avère alors simple de pouvoir dissocier les traitements locaux (correspondant au traitement des petites lettres) et les traitements globaux (correspondant au traitement de la grande lettre).



**Figure 11. Illustration des travaux de Navon (1977). En A : illustration des deux stratégies possibles face à un matériel visuel (analytique : on voit les arbres / holistique : on voit la forêt) ; En B : exemple de stimuli hiérarchiques.**

L'utilisation des stimuli hiérarchiques, pour rendre compte des asymétries fonctionnelles, a été surtout étudiée auprès de sujets normaux en se reposant sur la technique de présentation tachistoscopique en champ divisé (Bryden, 1982 ; 1986 ; Evert & Kmen, 2003 ; Springer & Deutsch, 1989). En fait, il n'existe que très peu d'études neuropsychologiques reposant sur ce modèle et intégrant ce type de stimuli : (Delis et al., 1986).

Plus récemment, Lautrey a proposé un parallèle entre l'opposition cognitivisme et connexionnisme et la dissociation analytique vs. holistique (Lautrey, 1991). Il qualifie d'holistiques les processus mentaux qui correspondent à la modélisation connexionniste et d'analytiques ceux qui correspondent à la modélisation cognitiviste. Selon cet auteur, chaque sujet tendrait à privilégier, selon les situations, un traitement holistique ou un traitement analytique de l'information. Néanmoins, Lautrey indique que les notions d'holistique et d'analytique s'appliquent aux processus et non aux sujets eux-mêmes. Ainsi, chaque sujet fait appel aux deux modes de processus à la fois, mais à des degrés différents selon les situations. La position de Lautrey peut donc se traduire par une métaphore permettant de considérer l'hémisphère gauche comme un "hémisphère cognitiviste" (favorisant le traitement analytique) et l'hémisphère droit comme un "hémisphère connexionniste" (favorisant le traitement holistique). Cette proposition

avancée par Lautrey me semble séduisante car elle permet d'associer dans un même cadre deux positions théoriques opposées (cognitivism versus connexionisme).

D'autre part, des auteurs ont montré que le traitement analytique d'une information verbale, permettant de discriminer les composantes phonétiques et d'effectuer les règles de correspondance entre phonèmes et graphèmes, semble être le mode de traitement privilégié du langage humain (Hécaen et Lanteri-Laura, 1983; Sergent, 1989; 1994). Par conséquent, l'hémisphère droit apparaît moins adéquat pour traiter efficacement les informations verbales. Cependant, même si l'organisation de l'hémisphère droit n'optimise pas le traitement des informations verbales, celui-ci semble posséder certaines capacités langagières.

### **II.3.3 – Implication de l'hémisphère droit dans les fonctions verbales**

Zaidel (1978) a montré, chez les sujets épileptiques au "cerveau divisé" (après section chirurgicale du corps calleux), que des mots simples et/ou courts pouvaient être reconnus lorsqu'ils étaient projetés dans l'hémi-champ visuel gauche (c'est-à-dire contrôlé par l'hémisphère droit). En fait, l'hémisphère gauche joue un rôle privilégié dans la production langagière, mais les deux hémisphères sont impliqués dans le traitement et le stockage de l'information verbale. Pour illustrer l'implication de l'hémisphère droit dans le traitement de l'information, il est possible soit de s'intéresser à la nature du matériel verbal soit au mode de traitement mis en jeu sur ce matériel.

#### ***II.3.3.1 – Latéralisation des niveaux de traitement***

Cette dichotomie repose sur la théorie des niveaux de traitement proposée par Craik & Lockhart (1972). Ces auteurs envisagent la perception d'un stimulus selon des niveaux d'analyse variant en profondeur. Au niveau superficiel, les caractéristiques physiques, (angles d'une forme visuelle, attributs phonétiques d'un mot, etc.) sont analysées. Aux niveaux plus profonds interviennent la reconnaissance de forme et l'extraction de la signification. Ces auteurs annoncent alors le principe de "profondeur de traitement" selon lequel plus l'analyse est profonde (ou sémantique) plus la performance mnésique est élevée et plus les traces mnésiques sont résistantes à l'oubli. L'approche expérimentale qu'ils ont développée consiste à utiliser des tâches d'orientation variant le plus souvent selon trois niveaux d'analyse (Craik & Tulving, 1975; Fisher & Craik, 1977) (Tableau 12) :

- le niveau structural dont la consigne d'orientation consiste à demander au sujet de juger la forme physique des mots présentés ;
- le niveau phonétique dont la consigne porte sur la prononciation des mots ;
- le niveau sémantique qui s'adresse à la signification des mots.

Ces tâches d'orientation sont alors suivies d'une restitution des mots en situations de rappel libre, indicé ou de reconnaissance.

Niveau de traitement	Tâche d'orientation	Oui	Non
Structural	Est-ce que le mot est écrit en majuscule?	TABLE	table
Phonétique	Est-ce que le mot rime avec MIETTE ?	assiette	SIESTE
Sémantique	Est-ce que le mot serait approprié dans la phrase : " Il a rencontré un ——— dans la rue " ?	AMI	nuage

**Tableau 12. Exemples de questions utilisées pour explorer les niveaux de traitement (Craik & Tulving, 1975).**

Dans l'expérience classique décrite dans le tableau 12 (Craik & Tulving, 1975), les pourcentages de reconnaissance sont les plus élevés lorsque le traitement est sémantique et les plus faibles lorsque le traitement est structural. Ils sont intermédiaires pour un traitement phonétique. Concernant l'étude des asymétries fonctionnelles, les auteurs se sont surtout intéressés au traitement phonétique et au traitement sémantique.

#### - *latéralisation du traitement phonétique* -

De nombreux auteurs ont indiqué que l'hémisphère gauche est dominant dans le traitement phonétique des informations verbales, et ceci, indépendamment du type d'épreuves considérées : niveaux de traitement, fluence, dénomination, erreurs lors d'un test de reconnaissance (Abernethy & Coney, 1990 ; Chiarello & Church, 1986 ; Khateb et al., 2000 ; Milner, 1985; Rains, 1987; Rayman & Zaidel, 1991 ; Smith, 1989; Wilkins et Moscovitch, 1978). Cependant, certains auteurs ont mis en évidence une participation des deux hémisphères lors d'un traitement phonétique d'une information verbale (Berman et al., 2003 ; Chiarello, 1985 ; Coney, 2002 ; Shaywitz et al., 1995 ; Tremblay et al., 2004). Globalement, les études réalisées auprès de patients cérébrolésés mettent en évidence des déficits de traitement phonétique lorsque les lésions sont latéralisées à l'hémisphère gauche (Chiarello & Church, 1986). Les études réalisées chez le sujet sain avec des méthodes en champs visuel divisé, ou bien avec des méthodes d'imagerie cérébrale, sont plus contradictoires. Selon les auteurs, l'implication de l'hémisphère droit serait dépendante soit de la complexité du matériel (Coney, 2002), soit du sexe des sujets<sup>20</sup> (Coney, 2002 ; Shaywitz et al., 1995), voire de la préférence manuelle<sup>21</sup> (Tremblay et al., 2004).

<sup>20</sup> Dans ces deux études, les auteurs mettent en évidence une dominance de l'hémisphère gauche pour le traitement phonétique chez les hommes et une participation bilatérale chez les femmes.

<sup>21</sup> Lors d'un traitement phonétique, les sujets gauchers présentent une supériorité de l'hémisphère gauche alors que chez les sujets droitiers il n'y a pas de différence entre les deux hémisphères.

### *- latéralisation du traitement sémantique -*

Concernant les aspects lexico-sémantiques d'une information verbale, il semble qu'ils soient dépendants de la participation des deux hémisphères. En effet, les performances dans des épreuves impliquant un traitement sémantique (niveaux de traitement, fluence, catégorisation, ...) sont perturbées quelle que soit la latéralisation de la lésion (Channon et al., 1989; Fedio et al., 1997; Gainotti et al., 1983; Koivisto et Laine, 1995; Villardita, 1987). Néanmoins, certains auteurs ont mis en évidence une absence d'implication de l'hémisphère droit lors de traitements sémantiques (Billingsley, 2001 ; Giovagnoli, 1999 ; Giovagnoli et al. 2005 ; Khateb et al., 2003 ; Langfitt & Rausch 1996 ; Martin, 1998).

Ainsi, en ce qui concerne la latéralisation des niveaux de traitement, il apparaît une absence de consensus dans les données de la littérature (cf. Tableau 13).

Type de traitement	Résultats	Références
Phonétique	HG > HD	Abernethy & Coney, 1990 ; Chiarello & Church, 1986 ; Khateb et al., 2000 ; Milner, 1985; Rains, 1987; Rayman & Zaidel, 1991 ; Smith, 1989; Wilkins et Moscovitch, 1978
	HG = HD	Berman et al., 2003 ; Chiarello, 1985 ; Coney, 2002 ; Shaywitz et al., 1995 ; Tremblay et al., 2004
Sémantique	HG > HD	Billingsley, 2001 ; Khateb et al., 2003 ; Martin, 1998 ; Giovagnoli, 1999 ; Giovagnoli et al. 2005 ; Langfitt & Rausch, 1996
	HG = HD	Channon et al., 1989; Fedio et al., 1997; Gainotti et al., 1983; Koivisto et Laine, 1995; Villardita, 1987

**Tableau 13. Récapitulatif des principales données de la littérature concernant la latéralisation du traitement phonétique et sémantique.**

Pour certains, il semble indispensable de s'intéresser à la nature même du matériel verbal pour mieux comprendre les asymétries fonctionnelles. Ainsi, Jones-Gotman et Milner ont précisé que la participation de l'hémisphère droit dépend du type de traitement effectué (phonétique vs sémantique), mais aussi de la nature des mots utilisés (Jones-Gotman et Milner, 1978).

#### *II.3.3.2 - Modèle reposant sur la nature du matériel verbal*

Les informations verbales peuvent être caractérisées par leur niveau de concrétude et d'imageabilité (Paivio, 1971 ; 1986 ; 1991 ; West & Holcomb, 2000). La concrétude renvoie au degré auquel un mot réfère à un concept concret tel qu'un objet par exemple « table ». L'imageabilité est relative au degré auquel un mot réfère à une image mentale. Même s'il existe une relation forte entre ces deux concepts savoir les mots concrets sont souvent facilement imageables et les mots abstraits difficilement. Cette relation n'est pas

exclusive puisque comme le montre le Tableau 14, il est possible d’avoir un mot concret difficilement imageable et à l’inverse un mot abstrait peut être facilement imageable. Ainsi, un mot peut être codé de façon verbale ou bien doublement codé de façon verbale et imagée (Paivio, 1971) : on parle alors de double codage. La théorie du double codage de Paivio permet de rendre compte de cette différence inter-hémisphérique (Paivio, 1971, 1991). Selon cette théorie, les mots concrets entraînent spontanément un double codage (verbal et non-verbal), alors que les mots abstraits suscitent essentiellement un codage verbal. Depuis, de nombreux auteurs ont confirmé cette spécialisation hémisphérique, à savoir que le double codage (pour les mots concrets) sollicite les deux hémisphères alors que le codage verbal seul (mots abstraits) serait sous-tendu par l’hémisphère gauche (Bleasdale, 1987; Warrington et Taylor, 1978).

		Concrétude	
		Concret	Abstrait
Imageabilité	Imageable	<i>Table</i>	<i>Liberté</i>
	Non Imageable	<i>Crampe</i>	<i>Paradigme</i>

**Tableau 14. Illustration des notions de concrétude et d’imageabilité.**

Ainsi, les mots concrets seraient traités de façon bilatérale alors que les mots abstraits ne seraient traités que par l’hémisphère gauche (Christianson et al., 1987; Coltheart, 1980; Jones-Gotman et Milner, 1978; Villardita, 1987; Villardita et al., 1988). Cette asymétrie s’expliquerait selon Paivio (1986) par le fait que l’hémisphère gauche sous-tend le traitement des informations codées verbalement tandis que l’hémisphère droit sous-tend le traitement des informations codées visuellement.

Même s’il existe un relatif consensus, Fiebach et Friederici (2003) ont réalisé une revue de la littérature en neuroimagerie et minimisent le rôle de l’hémisphère droit. En effet, ils ont mis en évidence qu’un codage visuel d’une information verbale activerait de façon nette l’hémisphère gauche, tandis que ce ne serait pas systématique pour l’hémisphère droit.

Au vu de la littérature, il s’avère complexe de proposer une vision simple et claire des asymétries fonctionnelles. Non seulement les données bibliographiques sont souvent contradictoires, mais plusieurs modèles théoriques coexistent afin de rendre compte de ces asymétries. Le Tableau 15 synthétise les principaux modèles permettant d’expliquer les asymétries fonctionnelles. Il est à noter que ces dernières ne sont pas établies dès la naissance mais se mettent en place progressivement au cours du développement.

Modèles Fonctionnels		Participation de l'hémisphère gauche	Participation de l'hémisphère droit
Modèles globaux	Selon la nature du matériel	verbale	non-verbale
	Selon la nature du traitement mis en jeu	analytique	holistique
Modèles sur l'information verbale	Selon la nature du matériel	abstrait concret	concret
	Selon la nature du traitement mis en jeu	phonétique sémantique	sémantique

**Tableau 15. Présentation schématique des différents modèles proposés dans la littérature afin de rendre compte de la spécialisation hémisphérique (adapté de Springer et Deutsch, 1989).**

## *II.5 - Ontogenèse de la spécialisation hémisphérique*

Lenneberg a proposé en 1967 une théorie dite de l'équipotentialité. Elle vise à expliquer la mise en place, au cours du développement de la spécialisation hémisphérique, des fonctions langagières et verbales (Lenneberg, 1967). Selon cet auteur, à la naissance les hémisphères cérébraux sont identiques d'un point de vue fonctionnel jusqu'à l'âge de 2 ans environ (période d'équipotentialité). En ce qui concerne le langage, c'est la période pré-langagière durant laquelle le nourrisson effectue des lallations et des babils (Moreau et Richelle, 1981; Rondal et Bredart, 1989). Puis, la spécialisation hémisphérique se met progressivement en place tout au long de l'enfance, durant ce que Lenneberg nomme "la période critique". Cette période s'étalerait de l'âge de deux ans à la puberté (à peu près vers 10 ans) et correspondrait à l'acquisition du langage. Une période critique, appelée aussi période sensible, peut être définie comme étant « une période de l'ontogenèse au cours de laquelle un comportement généralement caractéristique de l'espèce se constitue et en dehors de laquelle il ne peut apparaître, du moins sous sa forme normale » (Moreau et Richelle, 1981). Pendant cette période critique, les fonctions langagières et verbales peuvent être supportées par les deux hémisphères. Ce n'est qu'après cette période que l'hémisphère gauche est définitivement dominant pour les fonctions verbales et langagières et l'hémisphère droit pour les fonctions non-verbales.

A partir des données de Basser (1962) et des observations proposées par Russell et Espir (1961), Lenneberg a montré que les répercussions fonctionnelles de lésions hémisphériques diffèrent selon la latéralité et l'âge de survenue de la lésion (Tableau 16). Les sujets présentant une lésion à gauche ont un déficit du langage quel que soit l'âge de survenue de la lésion. En revanche, chez les patients présentant une lésion hémisphérique droite, les troubles langagiers ne sont présents que dans les cas où la lésion est apparue entre 2 et 10 ans. Ces résultats indiquent que l'hémisphère droit joue



un rôle dans les fonctions langagières durant la période critique, et que ce rôle s'atténue lorsque cette période est achevée.

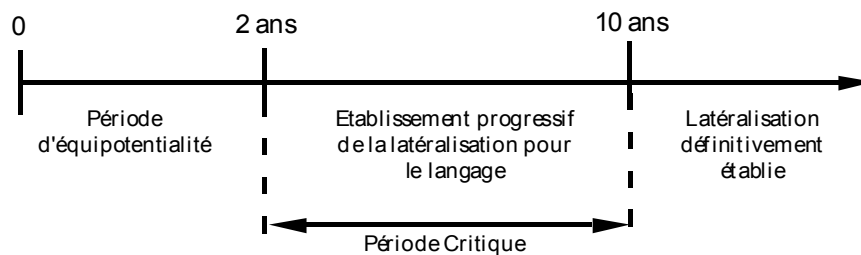
	% d'aphasie suite à une lésion apparue après le début du langage et avant l'âge de 10 ans	% d'aphasie suite à une lésion apparue durant l'âge adulte
Lésion de l'hémisphère gauche	65 %	97 %
Lésion de l'hémisphère droit	35 %	3 %
Etudes	Lenneberg (1967)	Russell et Espir (1961)

**Tableau 16. Résultats de 2 études portant sur le % d'aphasie selon la localisation d'une lésion (droite ou gauche) apparue durant l'enfance (Lenneberg, 1967) et à l'âge adulte (Russell et Espir, 1961).**

De plus, Lenneberg s'est intéressé aux résultats des études anatomiques, biochimiques et électrophysiologiques. Il conclut qu'en ce qui concerne la maturation du cerveau, il existe une période rapide durant les deux premières années, suivie par une période de lente maturation qui s'achève avec la puberté.

Le modèle du développement de la latéralisation proposé par Lenneberg peut être résumé de la façon suivante (Figure 12) :

- de 0 à 2 ans, aucune spécialisation hémisphérique ne peut être détectée;
- la latéralisation cérébrale est détectable pour la première fois à partir de 2-3 ans et devient graduellement de plus en plus importante;
- à partir de la puberté, la spécialisation hémisphérique est établie de façon définitive.



**Figure 12. Illustration du modèle ontogénétique de la mise en place de la latéralisation pour le langage d'après Lenneberg (1967).**

Une des premières critiques avancée à l'encontre des travaux de Lenneberg concerne l'âge critique pour la mise en place au cours du développement de la spécialisation hémisphérique. Pour Lenneberg, c'est à partir de 10 ans que la dominance de l'hémisphère gauche pour le langage est totale. Pour Krashen, l'âge critique se situerait vers 5-6 ans (Krashen, 1973). Cet auteur a repris les données de Bassler, sur lesquelles Lenneberg a travaillées, et montre que dans tous les cas d'aphasie (sauf un) liés à des lésions de l'hémisphère droit, ces lésions sont apparues avant l'âge de cinq ans (Bassler, 1962). De plus, Krashen étaye ses données par différents travaux utilisant la méthode

d'écoute dichotique (Kimura, 1963; Knox et Kimura, 1970). Les résultats de ces études montrent que la supériorité de l'oreille droite et donc la prévalence de l'hémisphère gauche) pour du matériel verbal apparaît vers l'âge de six ans, et que la supériorité de l'oreille gauche (donc de l'hémisphère droit) pour des sons musicaux et familiers apparaît vers l'âge de cinq ans (voir également Rausch et al., 1991; Saykin et al., 1989; Vargha-Khadem et al., 1985). Ce constat doit être nuancé car une étude récente, Everts et al. (2009) a pu mettre en évidence que l'asymétrie fonctionnelle pour le langage (i.e. en faveur de l'hémisphère gauche) et la mémoire non-verbale (i.e. en faveur de l'hémisphère droit) pouvait continuer de progresser jusqu'à l'âge de 15-16 ans.

Une autre critique adressée à Lenneberg concerne la notion d'équipotentialité. Par exemple, certains travaux montrent qu'entre un mois et demi et trois mois, les premiers indices de spécialisation hémisphérique sont déjà présents (Deruelle et Schonon, 1991; Entus, 1977; Glanville et al., 1977; Mancini et al., 1994; Molfese et Palermo, 1975; Schonon et Deruelle, 1991). De plus, dans leur revue de questions, Molfese et Molfese répertorient les différentes études d'ERP<sup>22</sup> (event-related potentials) montrant l'existence d'asymétries cérébrales fonctionnelles dès la naissance (Molfese et Molfese, 1985). L'ensemble de ces travaux est en opposition totale avec la notion d'équipotentialité et montre que les premières différences fonctionnelles inter-hémisphériques apparaissent dès la naissance et sûrement beaucoup plus précocement. Au niveau anatomique, les asymétries du planum temporal sont présentes dès les premiers jours après la naissance (Hécaen et Lanteri-Laura, 1983; Tezner et al., 1972; Wada et al., 1975; Witelson et Pallie, 1973; Witelson et Kigar, 1989), et même chez le fœtus (Chi et al., 1977; Tezner et al., 1972; Witelson et Kigar, 1989).

Le modèle proposé initialement par Lenneberg doit donc être nuancé et modifié. D'une part, la période d'équipotentialité ne semble reposer sur aucun argument, qu'il soit fonctionnel ou neuro-anatomique. D'autre part, l'âge critique semble plus précoce que celui avancé par Lenneberg (Iaccino, 1993; Krashen, 1973; Moreau et Richelle, 1981; Segalowitz et Barnes, 1993).

Actuellement, aucune controverse n'apparaît sur l'existence même d'une période critique, appelée aussi période sensible. Il faut rester néanmoins prudent car de nombreuses études indiquent que l'étendue de la période critique varie selon la composante du langage considérée (Neville et al., 1992; Porter et Berlin, 1975; Ruben, 1997; Werker et al., 1981). Ruben explique notamment qu'une des premières spécialisations mise en place concerne les aspects phonologiques (discrimination des phonèmes). Celle-ci s'achèverait vers la fin de la première année (Ruben, 1997). Ensuite, les aspects sémantiques se spécialiseraient pendant une période s'étalant jusqu'à l'âge de 4-5 ans. Enfin, la période la plus tardive s'achèverait vers l'adolescence et concernerait les caractéristiques syntaxiques (Ruben, 1997). De même, Porter et Berlin

---

<sup>22</sup> ERP = technique de potentiels cognitifs liés aux événements (ou stimulations).

indiquent que « les aspects liés au traitement phonétique auraient une latéralisation précoce tandis que les aspects cognitivo-mnésiques auraient une latéralisation plus tardive » (Porter et Berlin, 1975).

Il ressort de l'état de l'art concernant la spécialisation hémisphérique, plusieurs interrogations :

- *Quel(s) modèle(s) théorique(s) permet(tent) le mieux de rendre compte des asymétries fonctionnelles ?*
- *Y a-t-il des interactions entre ces différents modèles théoriques ?*
- *Ces asymétries fonctionnelles se mettent-elles en place progressivement au cours du développement ?*

Essayer de résoudre ces interrogations nécessite de se reposer sur un cadre explicatif pertinent. C'est pourquoi, j'ai décidé d'aborder l'ensemble de ces questionnements à travers les données observées chez des patients souffrant d'une épilepsie temporale unilatérale. Les raisons de ce choix sont multiples :

- la nature et la gravité des lésions épileptogènes sont relativement comparables d'un patient à un autre ;
- dans cette forme d'épilepsie, une lésion temporale gauche et une lésion temporale droite implique les mêmes structures cérébrales (formation hippocampique et cortex associatif) ;
- l'intégrité des fonctions intellectuelles observée au sein de cette population permet de proposer des évaluations cognitives testant les différents modèles théoriques ;
- l'âge d'apparition de la première crise épileptique (et donc de la lésion associée) est variable des patients à un autre et peut survenir à des moments variés du développement cérébral.

### **III - Epilepsie temporale unilatérale et explorations neuropsychologiques**

Avant de présenter la neuropsychologie de l'épilepsie temporale unilatérale, il me semble indispensable au préalable d'aborder certaines généralités. Ainsi, dans une première partie, je définirai l'épilepsie et proposerai les classifications actuelles de cette pathologie. Puis, dans une seconde partie, l'anatomie et le fonctionnement de la formation hippocampique chez le sujet présentant une épilepsie temporale unilatérale seront abordés. Et enfin, dans une dernière partie, je m'intéresserai aux différentes investigations que subissent les patients présentant une épilepsie temporale unilatérale en me centrant sur les évaluations neuropsychologiques.

### III.1 - Présentation générale

Il est difficile de proposer une définition simple de l'épilepsie. En effet, l'épilepsie présente un tableau clinique très variable. Il semble exister une forme d'épilepsie par patient épileptique. Pourtant, même si chaque patient présente un tableau clinique différent, lié à son histoire personnelle, certaines similitudes peuvent être mises en évidence, et des profils communs entre plusieurs patients épileptiques peuvent être proposés. C'est pourquoi, un effort de clarification et d'objectivation a été proposé par l'Organisation Mondiale pour la Santé (OMS) et la Ligue Internationale Contre l'Epilepsie (ILAE), et ceci aussi bien en termes de définitions, qu'en termes de classifications. Ainsi, Theodore et Porter précisent qu'il ne faut pas confondre les crises épileptiques et l'épilepsie (Theodore et Porter, 1996). L'épilepsie peut être définie comme " *une maladie cérébrale chronique ayant des étiologies variées et caractérisées par des crises récurrentes liées à une décharge excessive des neurones cérébraux* " (Gastaut, OMS, 1973). Du fait de la très grande variété dans l'expression clinique des crises et de leurs étiologies, l'ILAE a proposé en 1981 une classification des crises épileptiques, puis en 1989 une classification des syndromes épileptiques. La première classification repose sur une distinction entre les crises dites généralisées et les crises dites partielles (Tableau 17).

<b>Crises généralisées</b>	- absences	- absences - absences atypiques
	- myocloniques - cloniques - toniques - tonico-cloniques (grand mal) - atoniques	
<b>Crises partielles (ou focales)</b>	- partielles simples	- avec signes moteurs - avec signes somatosensitifs ou sensoriels - avec signes végétatifs - avec signes psychiques
	- partielles complexes	- début partiel simple suivi de troubles de la conscience et/ou d'automatismes - avec trouble de la conscience dès le début de la crise accompagné ou non d'automatismes
	- partielles puis généralisées	- simples puis généralisées - complexes puis généralisées - simples puis complexes puis généralisées
<b>Crises inclassables</b>		

**Tableau 17. Classification des crises épileptiques (ILAE, 1981).**

Les crises généralisées surviennent lors des décharges paroxystiques et hypersynchrones de neurones qui s'étendent à l'ensemble du cerveau et intéressent de façon simultanée les deux hémisphères. Jallon précise qu'il s'agit de crises qui ne comportent " *aucun signe pouvant se rattacher à un système anatomique et/ou fonctionnel localisé dans un des deux hémisphères* ", au contraire des crises partielles qui

intéressent une région limitée du cortex cérébral désignée sous le terme de “foyer épileptique” (Jallon, 1997). La classification proposée en 1989 reprend, elle aussi, la distinction généralisée vs partielle mais s’intéresse aussi à l’étiologie et aux autres facteurs (sévérité et récurrence des crises épileptiques, l’âge de début des crises, les données anatomiques, les facteurs déclenchant, etc.). Le premier niveau de distinction repose sur le type de crises : généralisées et focales. La deuxième distinction concerne l’étiologie et propose trois grands types de syndromes : idiopathique, symptomatique et cryptogénique. Pour les épilepsies idiopathiques (ou “primaires”), le facteur génétique est plus ou moins évident et il n’y a pas de cause organique connue. Les épilepsies symptomatiques correspondent aux épilepsies dont les lésions cérébrales sont identifiables. Et enfin, les épilepsies cryptogéniques sont identifiées par défaut quand les facteurs génétiques et organiques n’ont pu être décelés. Le Tableau 18 présente la classification de 1989 des syndromes épileptiques selon ces deux niveaux de distinction (colonnes 1 et 2), en faisant intervenir les autres facteurs (colonne 3).

<b>Syndromes épileptiques focaux</b>	- idiopathiques (liés à l’âge)	- épilepsie de l’enfance à paroxysmes rolandique - épilepsie de l’enfance à paroxysmes occipitaux - épilepsie primaire de la lecture
	- symptomatiques	- épilepsie du lobe temporal - épilepsie du lobe frontal - épilepsie du lobe pariétal - épilepsie du lobe occipital
	- cryptogéniques	- quand l’étiologie reste inconnue
<b>Syndromes épileptiques généralisés</b>	- idiopathiques (liés à l’âge)	- convulsions néonatales familiales bénignes - convulsions néonatales bénignes - myocloniques bénignes de l’enfance - absences de l’enfance et de l’adolescence - myoclonique juvénile - à crises grand mal du réveil
	- symptomatiques	- sans étiologie spécifique - syndromes spécifiques
	- cryptogéniques / symptomatiques	- syndrome de West - syndrome de Lennox-Gastaut - avec crises myoclo-no-astatiques - avec absences myocloniques
<b>Syndromes dont le caractère focal ou généralisé n’est pas déterminé</b>	- avec associations de crises généralisées et partielles	- myoclonique sévère - pointes-ondes continues durant le sommeil - syndrome de Landau-Kleffner
	- sans caractère généralisé ou focal certain	
<b>Syndromes spéciaux</b>	- crises occasionnelles  - crise isolée, état de mal isolé	- convulsions fébriles - crises précipitées par un facteur toxique

**Tableau 18. Classification des syndromes épileptiques (ILAE, 1989).**

Au cours de mon travail, je me suis intéressée à une forme particulière d'épilepsie : une forme focale et symptomatique à savoir l'épilepsie temporale unilatérale.

## **III.2 - Epilepsie temporale unilatérale pharmaco-résistante**

### **III.2.1 - Présentation générale**

Certains patients épileptiques présentent une résistance aux traitements pharmacologiques. Dans cette situation, soit les crises persistent malgré le traitement médical, soit elles sont bien contrôlées mais au prix d'effets secondaires inacceptables pour le patient. Dans le cadre de cette pathologie, dite pharmaco-résistante, une résection chirurgicale du foyer épileptique (« cortectomie ») est proposée comme solution aux patients. Parmi les épilepsies pharmaco-résistantes, la forme la plus courante correspond à une épilepsie partielle dont le foyer épileptique concerne les structures temporales mais de façon unilatérale (épilepsie temporale unilatérale : ETU). Le foyer épileptique peut être défini « *comme étant la région corticale plus ou moins étendue qui est responsable de l'élaboration des crises* » (Rougier, 1995). Les structures les plus couramment concernées dans l'épilepsie temporale unilatérale sont essentiellement la formation hippocampique, mais aussi le complexe amygdalien et le cortex entorhinal. Dans l'épilepsie temporale, la formation hippocampique se trouve être systématiquement impliquée au niveau du foyer épileptique et donc au niveau de la résection chirurgicale. C'est pourquoi, il apparaît important d'étudier les mécanismes physiologiques impliqués dans l'épilepsie temporale unilatérale.

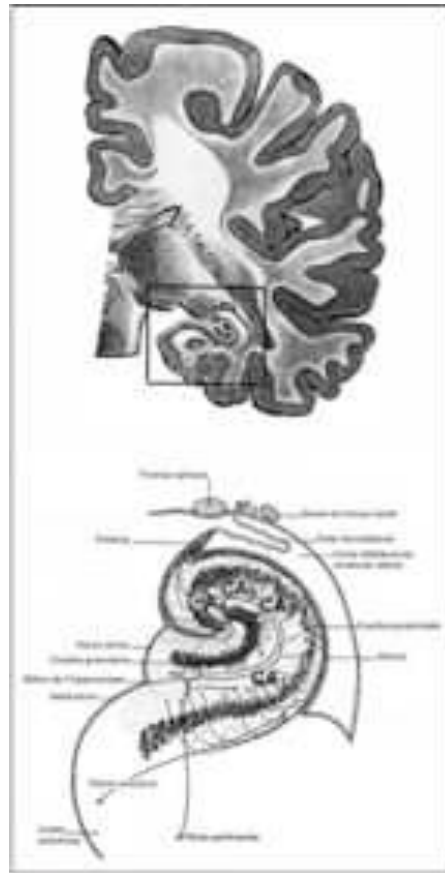
### **III.2.2 - Mécanismes physiologiques impliqués dans l'ETU**

Avant de rapporter les modifications physiologiques liées à la présence d'une ETU, je vais présenter rapidement l'anatomie de la formation hippocampique et de son fonctionnement normal.

La formation hippocampique est située au niveau de la face interne du lobe temporal du cerveau humain (Figure 13). Elle est formée de 3 structures : la corne d'Ammon, le gyrus dentatus et le subiculum. La corne d'Ammon est composée de plusieurs champs : CA1, CA2, CA3 et CA4. Le gyrus dentatus, lui, est formé par trois couches de cellules<sup>23</sup> : couches de cellules moléculaires, granulaires et une couche polymorphe.

---

<sup>23</sup> cellules granulaires = cellules nerveuses en forme de grain  
couches polymorphes = couches présentant les deux types de cellules.



**Figure 13. Architecture de la formation hippocampique - coupe transversale. (Duvernois, 1988)**  
**CA1, CA2, CA3 et CA4 = différents champs de la Corne d'Ammon ; Gyrus Dentatus (couche moléculaire; couche granulaire; couche polymorphe) et Subiculum.**

Au niveau de la formation hippocampique, il existe une organisation relationnelle intrinsèque entre les différentes sous-structures (Duvernois, 1988). Ainsi, les axones des cellules granulaires (appelés aussi fibres moussues) du gyrus dentatus se projettent sur les cellules pyramidales du CA3. En retour, ces cellules pyramidales projettent leurs axones (appelés collatérales de Schaffer) sur le CA2 puis sur le CA1. Enfin, les cellules pyramidales du CA1 projettent en sortie sur le subiculum. Il est à noter que les cellules granulaires et pyramidales sont essentiellement glutamergiques<sup>24</sup> c'est à dire excitatrices. De plus, au niveau de la corne d'Ammon et du gyrus dentatus sont présents des interneurons gabaergiques inhibiteurs<sup>25</sup> permettant ainsi un rétrocontrôle négatif de la neurotransmission glutamergique (Schwartzkroin et al., 1990). De plus, le cortex entorhinal constitue l'entrée corticale majeure vers la formation hippocampique et ceci par l'intermédiaire du faisceau perforant (ou voie perforante).

<sup>24</sup> transmissions glutamergiques = le glutamate est une des molécules (acides aminés naturels) responsables des principales excitations au niveau du système nerveux.

<sup>25</sup> interneurons gabaergiques inhibiteurs = le GABA (acide gamma-amino-butyrique) est le neurotransmetteur le plus répandu dans le système nerveux central et il responsable des transmissions inhibitrices.

Les modèles animaux d'épilepsie temporale ont permis de mettre en évidence les modifications biochimiques et anatomiques associées au phénomène épileptique. Represa et Ben-Ari (1997) indiquent l'existence de trois phénomènes essentiels : l'augmentation de l'excitabilité nerveuse et/ou la réduction de l'inhibition nerveuse; les lésions hippocampiques et la mort neuronale; le bourgeonnement anormal des fibres moussues (appelé sprouting des fibres moussues).

L'activité épileptique a pour conséquence la disparition des interneurons du CA4 (ou Hile) qui exerçaient normalement une inhibition gabaergique sur les cellules granulaires du gyrus dentatus. Cette réduction de l'inhibition entraîne une hyperexcitabilité des cellules granulaires. Puis, les interneurons de l'ensemble de la corne d'Ammon disparaissent entraînant une hyperexcitabilité des cellules pyramidales (glutamergiques) constituant la corne d'Ammon. Cette hyperexcitabilité contribuerait à la genèse de l'activité épileptique.

De plus, le système glutamergique est constitué de plusieurs types de récepteur<sup>26</sup> : récepteurs NMDA, récepteurs kaïnate, récepteurs AMPA, récepteurs L-AP4 et récepteurs métabotropes. Dans une situation normale, l'activation des fibres glutamergiques au niveau de la formation hippocampique, stimule surtout les récepteurs AMPA qui possèdent une action excitatrice rapide et de courte durée. Or, dans le cas de l'épilepsie, du fait de l'hyper-excitabilité, les récepteurs NMDA sont activés dans une proportion nettement plus importante qu'en condition normale. Ces récepteurs NMDA ont, à l'opposé des récepteurs AMPA, une action lente et de longue durée. Ainsi, cette activation importante des récepteurs NMDA dans l'épilepsie temporale serait à l'origine de l'apparition des décharges électriques en salves.

Une autre conséquence de l'hyperactivité des cellules pyramidales est l'apparition d'une mort neuronale au sein même de la formation hippocampique (pour une revue voir Represa et al., 1995). Cette mort neuronale touche de façon différentielle les structures puisqu'elle est surtout observée au niveau du CA1 et du CA3 alors que le CA2 semble lui, relativement préservé. La conséquence majeure de cette mort neuronale consiste en une désorganisation fonctionnelle du réseau hippocampique (Meldrum et Garthwaite, 1990; Represa et Ben-Ari, 1997).

Les crises épileptiques semblent aussi induire l'apparition d'un bourgeonnement axonal anormal (ou "sprouting") des fibres moussues (Babb et al., 1991; Houser et al., 1990; Represa et al., 1987; 1995; Sundstrom et al., 1993). Ces nouvelles fibres se projettent sur les dendrites des cellules granulaires du gyrus Dentatus, créant ainsi une boucle récurrente excitatrice (glutamergiques) amplifiant l'hyperexcitabilité observée au niveau des cellules granulaires du gyrus dentatus.

---

<sup>26</sup> NMDA = N-méthyl-D-aspartate

AMPA =  $\alpha$ -amino-3-hydroxy-5-méthyl-4-isoxasolepropionate

L-AP4 = L-2-amino-4-phosphobutanoate



L'apparition de ces bourgeonnements anormaux amène à s'interroger sur leurs rôles fonctionnels : le sprouting implique-t-il une réorganisation fonctionnelle ? Peut-il être mis en relation avec les mécanismes impliqués dans l'apparition des déficits cognitifs ou au contraire avec les mécanismes impliqués dans la récupération fonctionnelle ? Certains auteurs considèrent que ce phénomène de sprouting permettrait le maintien des processus épileptiques et donc pourrait être mis en relation avec les dysfonctionnements observés tels que les déficits cognitifs (Represa et Ben-Ari, 1991; Tauk et Nadler, 1985).

Les patients présentant une épilepsie temporale unilatérale ont donc pour solution une résection chirurgicale de leur foyer épileptique (impliquant la formation hippocampique). Cette intervention chirurgicale est délicate à effectuer et peut entraîner des conséquences fonctionnelles postopératoires. C'est pourquoi, afin de supprimer tout risque postopératoire majeur, un nombre important d'investigations préopératoires est nécessaire.

### **III.2.3 - Bilan pré-chirurgical**

Les indications et les contre-indications d'une chirurgie dans le cadre de l'épilepsie pharmaco-résistante sont de plusieurs ordres :

- les crises doivent prendre leur origine dans une région localisée et chirurgicalement accessible, pour éviter que la résection n'entraîne des déficits neurologiques et neuropsychologiques inacceptables pour le patient, comme par exemple des troubles phasiques, de la vision, etc.
- elles ne peuvent pas être contrôlées par un traitement pharmacologique adéquat (de nombreux essais de médicaments antiépileptiques doivent avoir été effectués sans succès).
- elles sont suffisamment fréquentes et graves pour perturber sérieusement la vie du patient (familiale, sociale et/ou professionnelle).
- elles doivent avoir été présentes depuis un temps suffisant pour être sûr qu'il s'agit bien d'une épilepsie pharmaco-résistante.
- le patient doit être motivé pour coopérer pendant les périodes d'investigation préopératoire et postopératoire et suivre les prescriptions médicales.

Le bilan pré-chirurgical présente un programme important impliquant différents niveaux d'investigation pour permettre au neurochirurgien de prendre la décision d'opérer. Les investigations pré-chirurgicales ont pour objectifs de préciser la localisation et l'étendue du foyer épileptique et d'en déterminer les répercussions sur le plan fonctionnel. Actuellement, il est encore indispensable d'avoir recours à des explorations invasives et/ou contraignantes, souvent très lourdes pour le patient mais aussi pour l'équipe médicale.

### ***Explorations contraignantes et/ou invasives***

- enregistrement EEG-vidéo (électroencéphalographie) : permet la localisation du foyer.
- imagerie par résonance magnétique : détecte les anomalies comme les lésions épileptiques.
- exploration du débit sanguin et du métabolisme : étudie le débit sanguin ipsi- et controlatéral au foyer épileptique et/ou les modifications du métabolisme énergétique;
- stéréo-électroencéphalographie vidéo : enregistre plusieurs crises spontanées (corrélations électro-cliniques pendant les crises) et mesure l'activité électrique inter-critique.
- test de WADA

### ***Investigations non contraignantes***

L'examen neuropsychologique fait partie de ce type d'investigations. Dans le cadre de l'épilepsie temporale, les bilans effectués chez ces patients impliquent l'étude de l'intégrité des fonctions mnésiques et langagières. De plus, l'entretien clinique tient une place majeure dans ces investigations non-invasives. Il permet d'obtenir les informations essentielles concernant l'histoire de la maladie comme l'âge d'apparition des crises, les conditions d'apparition, la fréquence des crises, le déroulement des crises et les sensations physiologiques ressenties avant, pendant et après une crise, etc.

## ***III.3 - Evaluation neuropsychologique et épilepsie temporale unilatérale***

Comme je l'ai déjà souligné, le foyer épileptique dans l'ETU implique essentiellement la formation hippocampique. Or, depuis très longtemps, le lobe temporal et plus particulièrement la formation hippocampique est reconnu comme jouant un rôle majeur dans les fonctions mnésiques (Bekhterev, 1900). C'est pourquoi, dans des buts de diagnostic et de compréhension des troubles cognitifs des malades, la neuropsychologie a trouvé une place importante dans les investigations pré- et post-opératoires que subissent les patients présentant une épilepsie temporale unilatérale.

Dans le cadre de l'épilepsie temporale unilatérale, de nombreuses investigations neuropsychologiques essaient de mettre en évidence des profils de déficits cognitifs en fonction de la localisation et/ou latéralisation du foyer. Ainsi, ces investigations peuvent permettre de fournir des informations pertinentes concernant la latéralisation hémisphérique des fonctions cognitives. Les évaluations neuropsychologiques sont effectuées dans deux situations distinctes : le bilan préopératoire et le bilan post-

opératoire. Les résultats obtenus dans la littérature, dans ces deux situations, sont relativement différents.

### **III.3.1 - Latéralisation des déficits cognitifs**

#### ***III.3.1.1 - Bilans post-opératoires***

Historiquement, les premières études portant sur les troubles mnésiques associés à une épilepsie temporale ont été effectuées dans le cadre post-opératoire (Kimura, 1963; Meyer et Yates, 1955; Milner, 1958; 1965; 1968). Ces études ont mis en évidence des déficits latéralisés en fonction de la localisation de la résection (droite vs. gauche) (Frisk et Milner, 1990; Goldstein et Polkey, 1993; Jones-Gotman, 1979; McGlone, 1994; Martin et al., 1990; Pigott et Milner, 1993; Rains, 1987; Selwa et al., 1994; Tippett et al., 1996; Wilkins et Moscovitch, 1978; Zaidel et Rausch, 1981). D'une façon générale, les patients opérés à gauche présentent des déficits verbaux et les patients opérés à droite des déficits non-verbaux (Jones-Gotman, 1991; pour une revue de questions voir Smith, 1989).

De plus, la nature des déficits mnésiques observés semble dépendre de l'étendue de la lésion hippocampique (Corsi, 1972 ; Frisk & Milner, 1990 ; Incissa della Rochetta, 1986 ; Jaccarino, 1975; Jones-Gotman, 1986 ; Jones-Gotman & Milner, 1978 ; Kimura, 1963 ; Milner, 1967 ; 1968 ; 1985; Ojemann & Dodrill, 1985 ; Rains, 1987 ; Read, 1981; Samson & Zatorre, 1991 ; Smith & Milner, 1981; Taylor, 1969 ; Wilkins & Moscovitch, 1978), notamment face à certaines capacités mnésiques comme par exemple les apprentissages complexes (figures désorganisées, labyrinthe, empan en ordre inverse, etc.). En revanche, certaines aptitudes cognitives ne semblent pas être en relation avec l'étendue de la lobectomie comme par exemple : empan en ordre direct, figures simples, rappel d'histoire, etc. (Corkin, 1965 ; Corsi, 1972; Frisk & Milner, 1990 ; Jones-Gotman, 1986 ; Jones-Gotman & Milner, 1978 ; Milner, 1965 ; 1985 ; Petrides, 1985 ; Smith & Milner, 1981).

#### ***III.3.1.2 - Bilans préopératoires***

Comme le souligne Rausch (1987), les études préopératoires présentent des résultats souvent contradictoires alors que les résultats post-chirurgicaux sont beaucoup plus cohérents entre eux. En ce qui concerne les résultats préopératoires, selon certains auteurs, les déficits mnésiques associés à une épilepsie temporale ne différeraient pas de ceux observés dans d'autres types d'épilepsie (Mayeux et al., 1980). Ainsi, Mayeux et ses collaborateurs ont comparé les performances obtenues par des patients présentant une épilepsie temporale unilatérale à celles obtenues par des patients ayant une épilepsie non-focalisée. Ils n'ont pas trouvé de différence significative entre les deux groupes de patients aussi bien à l'échelle clinique de mémoire de Wechsler (WMS) qu'à

des épreuves de mémoire verbale (apprentissage de trigrammes consonantiques) et non-verbale (test de Benton et figure complexe de Rey).

D'autres auteurs ont montré que les patients ayant une épilepsie temporale droite ou gauche présentent des troubles mnésiques spécifiques, mais non latéralisés, c'est-à-dire ne dépendant pas de la localisation du foyer (Dennerl, 1964; Glovinsky, 1973; Goldstein et Polkey, 1993; McGlone, 1994; Schwartz et Dennerl, 1969; Tröster et al., 1995). Glovinsky a comparé deux groupes de patients (épilepsie temporale unilatérale et épilepsie centrencéphalique) à l'aide de deux épreuves de mémoire (Mémoire logique et Mots couplés de la WMS-Révisée) (Glovinsky, 1973). Cet auteur montre que les sujets ayant une épilepsie temporale unilatérale présentent des scores significativement plus faibles que les autres sujets épileptiques. En revanche, il n'observe aucune différence de performance selon la latéralisation du foyer épileptique. De la même manière, Tröster et ses collaborateurs comparent les performances de sujets présentant une épilepsie temporale gauche et de sujets ayant un foyer temporal droit à celles obtenues par des sujets témoins dans une épreuve de fluence dite de "supermarché" (tâche dans laquelle le sujet doit dire en 1 minute tout ce que l'on peut acheter dans un supermarché) (Tröster et al., 1995). Ils n'observent pas de différence selon la localisation du foyer alors que les deux groupes de patients sont déficitaires en termes de nombre de mots produits par rapport au groupe témoin. Goldstein et Polkey, en utilisant la WMS-R, la figure complexe de Rey, le Benton visual retention test, n'obtiennent, avant opération, aucune différence de performance entre les patients présentant une épilepsie temporale gauche et les patients présentant une épilepsie temporale droite quel que soit le test considéré (Goldstein et Polkey, 1993).

*Déficits non-verbaux lorsque le foyer est à droite*

Auteurs	Tests	Sous-tests/Procédure	Comparaison foyer à D/foyer à G
Fedio & Mirsky (1969)	Empan visuel		ns
	“Supra-empan” visuel		s
	Figure complexe (Rey)	Délai 3 mn	ns
Ladavas et al. (1979)	Corsi block test	digit span avec apprentissage	ns s
Delaney et al. (1980)	Reproduction Visuelle	Immédiat	ns
		Différé	s
	Figures non-verbales		s
Delaney & Prevey (1982)	Test de Kimura		s
Ellis et al. (1991)	Reconn. de visages		ns
	Classification de visage	familier/non-familier	s
Helmstaedter et al. (1991)	Figures non-verbales		s

*Déficits verbaux lorsque le foyer est à gauche*

Auteurs	Tests	Sous-tests/Procédure	Comparaison foyer à D/foyer à G
Fedio & Mirsky (1969)	Empan verbal		ns
	“Supra-empan” verbal		s
Delaney et al. (1980)	Mémoire Logique	Immédiat	ns
		Différé	s
	Liste de mots	Apprentissage Rappel différé	ns s
Mungas et al. (1985)	Liste de mots	Apprentissage	ns
		Interférences Proactives	ns
		Rappel différé	s
		- Libre	ns
		- Indice phonétique	s
Hermann et al. (1987)	Liste de mots (CVLT=California Verbal Learning Test)	- Indice sémantique	ns
		Apprentissage	s
		Rappel Immédiat	s
		Interférences Proactives	ns
		Organisation Sémantique	s
Martin et al. (1990)	Fluence Verbale	Récupération	s
		littérale (C, V, L) sémantique (animaux)	s
Ellis et al. (1991)	Reconnaissance de mots		ns
	Test de grammaire		ns
	Test de lecture		s
	Test de nomination		s
Hermann et al. (1992)	Liste de mots (CVLT)		ns
	Batterie de langage (MAE)	répétition	s
		nomination	s
		compréhension orale	s

**Tableau 19. Résumé des principales études ayant comparé des patients présentant un foyer à droite et à gauche dans différentes épreuves.**

**s = différence significative entre les deux groupes de patients; ns = les scores entre les deux groupes de patients ne sont pas significativement différents.**

En revanche, un certain nombre d’auteurs ont mis en évidence des déficits latéralisés : verbaux lorsque le foyer temporel est à gauche et non-verbaux lorsque le foyer est à

droite (Delaney et al., 1980; Fedio et Mirsky, 1969; Helmstaedter et al., 1991; Hermann et al., 1987; Mungas et al., 1985). Les principaux travaux sont récapitulés Tableau 19.

Plusieurs hypothèses peuvent être avancées pour expliquer les contradictions observées dans la littérature. La première concerne le problème de la sensibilité du matériel à la présence d'une lésion temporale unilatérale. La seconde repose sur l'impact de différents facteurs pouvant avoir des répercussions sur la nature et la gravité des déficits mnésiques et/ou sur l'organisation fonctionnelle cérébrale (facteurs biologiques : localisation du foyer, âge d'apparition des crises, fréquence des crises, durée de la maladie, étiologie, facteurs médicaments et facteurs démographiques : sexe, niveau scolaire, âge). Ces deux hypothèses ne sont ni exclusives ni opposées.

### **III.3.2 - Matériel neuropsychologique : sensibilité et spécificité ?**

Jones-Gotman précise que les batteries les plus utilisées, dans l'évaluation neuropsychologique de patients présentant une épilepsie temporale unilatérale, sont : l'échelle clinique de mémoire de Wechsler-Révisée (WMS-R), la figure complexe de Rey et les épreuves d'apprentissage de liste de mots (Jones-Gotman, 1991). Ces différentes épreuves s'articulent autour de la dissociation matériel verbal vs. matériel non-verbal et permettent d'obtenir des scores en mémoire verbale et des scores en mémoire non-verbale. Pourtant, cette dichotomie verbale vs. non-verbale ne semble pas si pertinente. Le matériel verbal essentiellement utilisé est composé de mots concrets tels que le rappel d'histoires, de listes de mots concrets, de mots concrets couplés, etc. Comme je l'ai précisé précédemment, de nombreux auteurs ont montré que l'information verbale concrète sollicite les deux hémisphères (Bleasdale, 1987; Coltheart, 1980; Warrington et Taylor, 1978). De la même manière, les épreuves dites non-verbales utilisées semblent facilement verbalisables et permettent la médiation verbale comme stratégie d'apprentissage et de récupération mnésique (Jones-Gotman, 1991; Loring et al., 1989).

En ce qui concerne la figure complexe de Rey, certains auteurs la considèrent comme une épreuve non-verbale par excellence avec peu de possibilités de verbalisation (Delis, 1989; Ogden et al., 1990; Parkin et Leng, 1996). Cependant, pour d'autres, comme je l'avais déjà évoqué, il s'agit d'une épreuve facilement verbalisable (Jones-Gotman, 1991; Loring et al., 1988). De même, la WMS-R est considérée comme non pertinente pour dissocier information verbale vs. information non-verbale (Bornstein et Chelune, 1988; Loring et al., 1989; Roid et al., 1988; Roth et al., 1990). Pour d'autres auteurs, la WMS-R permet de prédire la présence d'une lésion temporale unilatérale, notamment lors d'une lésion temporale gauche (Chelune, 1991; Jones-Gotman, 1991; Milner, 1967; Ojemann et Dodrill, 1985; Rausch, 1987; Rausch et al., 1991).

### III.3.3 - Impact des variables sur les performances cognitives

Une autre hypothèse pour rendre compte des résultats contradictoires concerne l'impact des différents facteurs sur les performances mnésiques (Aldenkamp et al., 1990; 1992; Binnie et al., 1990; Dodrill, 1986; 1990; Loiseau et al., 1982; Hermann et al., 1988; 1995; Rausch et al., 1991).

Hermann et ses collaborateurs classent ces facteurs selon trois catégories principales (Hermann et al., 1988) :

- Biologiques : âge d'apparition des crises, durée de la maladie, localisation du foyer, étiologie et fréquence des crises;
- Médicaments : nombre de médicaments, type de médicaments;
- Démographiques : âge, sexe, niveau scolaire.

Les répercussions de ces différents facteurs sur les performances cognitives ont fait l'objet de nombreux travaux et sont synthétisées Tableau 20. Il apparaît là encore de nombreux désaccord dans la littérature. Seuls trois facteurs semblent entraîner un consensus : l'âge d'apparition de la première crise épileptique, l'âge du patient au moment de l'évaluation et le niveau scolaire atteint par le patient.

En résumé, Il ressort des données issues de la littérature de nombreuses interrogations et une vision complexe du rôle respectif de chaque hémisphère. Pour essayer d'éclaircir les connaissances théoriques sur la spécialisation hémisphérique, j'ai conduit plusieurs études empiriques. Ainsi, la partie qui suit, présente mes principaux travaux s'inscrivant dans le cadre général que je viens d'exposer. Il est important de préciser que je ne décrirai pas dans ce document les études que j'ai pu réalisées au cours de mes différentes collaborations (vieillesse, alcoolisme, modèle animal épileptique, etc.), j'ai centré mon propos sur mes travaux concernant uniquement les asymétries fonctionnelles et l'épilepsie temporale unilatérale.

<b>Facteurs</b>	<b>Effets attendus</b>	<b>Etudes montrant un impact</b>	<b>Etudes ne montrant pas d'impact</b>
<b>Age d'apparition des crises</b>	Age d'apparition précoce (avant l'âge de 5 ans) = déficits importants Age d'apparition tardif (après l'âge de 10 ans) = déficits légers	Dikmen et al., 1975; 1977; Dodrill, 1986; 1993; O'Leary et al., 1981; 1983; Saykin et al., 1989	
<b>Durée de la maladie</b>	Longue maladie (> à 12-15 ans de maladie) = déficits importants	Davies et al., 1986; Dikmen et al., 1975; 1977; Loiseau et al., 1982	Dodrill et Matthews, 1992
<b>Localisation du foyer (différence entre TG et TD)</b>	TG = déficits verbaux TD = déficits non verbaux	Delaney et al., 1980; Ellis et al., 1991; Fedio & Mirsky, 1969; Helmstaedter et al., 1991; Hermann et al., 1987; 1992; Martin et al., 1990; Mungas et al., 1985;	Dennerl, 1964; Glovinky, 1973; Goldstein & Polkey, 1993; Mc Glone, 1994; Schwartz & Dennerl, 1969; Tröster et al., 1995
<b>Etiologie</b>	Présence d'une étiologie connue = déficits importants Pas d'étiologie connue = déficits légers	Klove et Matthews, 1966 Matthews et Klove, 1967	Dodrill, 1986
<b>Fréquence des crises</b>	Fréquence élevée (> à 100 crises dans une existence) = déficits importants	Aldenkamp et al., 1992; Dikmen et al., 1975; 1977; Loiseau et al., 1982	Dodrill & Matthews, 1992 Dodrill & Wilensky, 1992
<b>Médicaments (mono- /polythérapie)</b>	Mono-thérapie = déficits légers polythérapie = déficits importants	Baldy-Moulinier et Belaidi, 1992; Reynolds, 1982; Thompson et Trimble, 1982; Tomlinson 1992; Trimble, 1985; 1990	Dodrill & Wilensky, 1992
<b>Age</b>	Patients âgés (> à 30 ans) = déficits importants Patients jeunes (<30 ans) = déficits légers	Bengzon et al., 1968; Bennett-Levy et al., 1980; Hermann et al., 1995	
<b>Sexe</b>	Patients masculins = déficits latéralisés Patients féminins = déficits globaux	Mc Glone, 1994; 1978; 1980; Trenerry et al., 1995	Ladavas et al., 1979
<b>Niveau scolaire</b>	Niveau scolaire faible (< 12 ans d'année) = déficits importants	Loiseau et al., 1982	

**Tableau 20. Récapitulatif des principaux résultats obtenus dans la littérature concernant l'impact des différents facteurs sur les performances cognitives.**



## **IV – Etudes empiriques**

Les travaux décrits dans la suite de ce document ont été menés durant ma thèse et dans le cadre d'encadrement de recherches (doctorat et masters) réalisés entre 1992 et 2009. Ils ont donné lieu à un certain nombre d'articles dont les plus marquants sont commentés ici.

Ils sont regroupés en deux grands volets :

- **le premier volet** a pour objectif d'étudier la pertinence des différents modèles théoriques de la spécialisation hémisphérique en comparant les performances cognitives préopératoires obtenues par les patients présentant une épilepsie temporale unilatérale droite de celles obtenues par les patients souffrant d'une épilepsie temporale gauche. Ce volet est constitué de trois études principales.
- **Le second volet** offre un éclairage développemental et plus écologique à l'étude des asymétries fonctionnelles en insistant d'une part sur l'importance de l'âge d'apparition d'une lésion cérébrale et d'autre part sur les possibilités de compensation cognitive en fonction de la latéralisation de la lésion épileptique et de réorganisation fonctionnelle. Ce volet est constitué de trois études principales.

### **IV.1 – Profils cognitifs en fonction de la latéralisation de la lésion**

#### **IV.1.1 – Etude 1 - Interaction mode de traitement et nature du matériel**

(Lespinet-Najib et al., 2004 ; Diniz-Marmayou, N'Kaoua et Lespinet-Najib, 2007)

Ma première étude avait pour objectif d'étudier les limites et les interactions possibles entre les deux principaux modèles théoriques permettant de rendre compte des asymétries fonctionnelles. Ainsi, comme précisé précédemment, le premier modèle repose sur la nature de l'information et concerne la dissociation entre l'information verbale et l'information non-verbale. L'hémisphère gauche serait spécialisé dans le traitement des informations verbales (mots, chiffres, etc.) et l'hémisphère droit dans le traitement des informations non-verbales (figures géométriques, visages, etc.) (Smith, 1989; pour une revue de questions : Sergent, 1994). Le second modèle aborde la latéralisation des fonctions mnésiques selon le mode de traitement mis en jeu. Issu des études sur la perception visuelle, il repose sur la dissociation entre traitement analytique et holistique (Brown & Kosslyn, 1995 ; Koffka, 1935 ; Navon, 1977; 1991; Robertson & Delis, 1986). En ce qui concerne les évaluations neuropsychologiques dans le cadre de l'épilepsie temporale, les épreuves utilisées sont souvent centrées sur la dissociation verbale versus non-verbale (Jones-Gotman, 1991). Il s'agit de comparer par

exemple l'apprentissage de liste de mots couplés à celle de figures couplées, le rappel de figures géométriques au rappel d'histoires, ... Si l'objectif principal est d'essayer de définir des profils de déficits dépendant de la latéralisation du foyer épileptique, les résultats de la littérature sont contradictoires. Certains auteurs ont souligné que les profils de déficits étaient similaires entre ceux obtenus par les patients ayant un foyer temporal gauche et ceux obtenus par les patients ayant un foyer temporal droit (Dennerll, 1964; Glovinsky, 1973; Goldstein & Polkey, 1993; McGlone, 1994; Schwartz et Dennerll, 1969; Tröster et al., 1995). A l'inverse, d'autres ont pu mettre en évidence des déficits verbaux (rappel d'histoires, listes de mots couplés, fluences verbales, etc.) lorsque le foyer est à gauche et non-verbaux (figures géométriques, reconnaissances de visages, figure complexe, etc.) lorsque le foyer est à droite (Delaney et al., 1980; Ellis et al., 1991; Fedio & Mirsky, 1969; Helmstaedter et al., 1991; Hermann et al., 1992; Hermann et al., 1987; Làdavas et al., 1979; Martin et al., 1990; Mungas et al., 1985).

Très peu d'études ont abordé les déficits mnésiques préopératoires observés dans l'épilepsie temporale selon le mode de traitement mis en jeu (local versus global). Zaidel & Rausch (1981) présentent à des patients épileptiques opérés des scènes réalistes (organisées ou pas) et proposent une épreuve de reconnaissance à partir, soit des détails, soit des éléments d'ensemble de la scène. Les résultats indiquent que les sujets opérés à gauche sont déficitaires lors de la présentation des détails alors que les sujets temporaux droits ne présentent aucun déficit. D'autres auteurs, comme Webster et al. (1992), montrent que des patients ayant subi un accident vasculaire cérébral ont un rappel moindre des détails d'une histoire lorsque la lésion est à gauche et une altération générale (analytique et holistique) lorsque la lésion est à droite. Kaplan (1988) a mis en évidence une altération pour le rappel des détails de la figure complexe de Rey suite à une lésion à gauche et une altération de la forme globale de la figure suite à une lésion à droite. Dans une étude sur des enfants cérébrolésés (âgés de 11 à 14 ans), Akshoomoff et al. (2002) ont montré d'une part que les enfants ayant une lésion au niveau de l'hémisphère gauche rappellent peu d'éléments de détails de la figure complexe de Rey, et, d'autre part que les enfants cérébrolésés droits ne présentent pas de déficits spécifiques.

Ainsi, ces études suggèrent que les déficits pour le traitement analytique sont associés essentiellement à une lésion au niveau de l'hémisphère gauche alors que les données concernant les altérations du traitement holistique sont plus contradictoires. Au regard de la littérature, il apparaît que déterminer un profil de déficits préopératoires spécifique à chaque groupe de patients s'avère complexe et ceci quelle que soit la dissociation sur laquelle on se repose. Une des hypothèses possibles est que chaque épreuve utilisée (verbale ou non-verbale) sollicite aussi bien un traitement analytique qu'holistique. L'ensemble de ces résultats souligne la nécessité de disposer d'épreuves verbales ou non-verbales contrôlant la nature des traitements qu'elles sollicitent (analytique ou holistique). C'est pourquoi, l'objectif de ce travail était d'étudier les

asymétries fonctionnelles en s'intéressant à la latéralisation des déficits préopératoires observés dans l'épilepsie temporale unilatérale en fonction à la fois de la nature de l'information (verbale versus non-verbale) et du mode de traitement mis en jeu (analytique versus holistique).

#### *IV.1.1.1 - Description de la population*

Trois groupes de sujets ont été explorés : 1 groupe de patients souffrant d'une épilepsie temporale droite (n=21), 1 groupe de patients souffrant d'une épilepsie temporale gauche (n=17) et un groupe de sujets témoins (n=15). Les caractéristiques de ces trois groupes de patients sont présentées Tableau 21. Il est important de noter qu'il n'y a aucune différence significative entre les deux groupes de patients épileptiques pour les variables suivantes : l'âge d'apparition de la première crise, la durée de la maladie, la fréquence des crises, l'étiologie et le traitement pharmacologique. Le groupe contrôle est apparié aux deux groupes épileptiques pour l'âge, le niveau d'éducation et la répartition pour le sexe. Tous les sujets sont droitiers. Le test de Wada a pu mettre en évidence que tous les patients explorés présentent une latéralisation du langage au niveau de l'hémisphère gauche.

variables	Patients temporaux droits	Patients temporaux gauches	Groupe Contrôle
Effectif	21	27	15
Age	27 ±4	31 ±8	27 ±6
Nb d'année d'éducation	12 ±2	12±2	12 ±2
Répartition sexe			
Homme	12	10	9
Femme	9	7	6
Age d'apparition des crises	9 ±3	9 ±3	
Durée de la maladie	22±6	18±6	
Fréquences des crises			
1-5 / an	2	2	
1-5/ mois	8	5	
+2 / semaine	11	10	
Traitement pharmacologique			
Carbamazepine	7	7	
Phénobarbital	11	10	
Phénytoin	14	13	
Valproate	8	6	
Autres	11	6	
Etiologies			
Inconnue	5	6	
Lésion cérébrale	7	4	
Sclérose hippocampique	4	6	
autres	5	1	

**Tableau 21. Caractéristiques des 3 groupes de sujets explorés dans cette première étude.**

### IV.1.1.2 - Protocole expérimental

L'objectif était d'étudier les déficits mnésiques observés en fonction de la latéralisation du foyer selon d'une part le mode de traitement et d'autre part la nature du matériel. J'ai alors décidé de me reposer sur du matériel classique et standardisé en neuropsychologie :

- une épreuve verbale : la mémoire logique de l'échelle Clinique de mémoire de Wechsler-révisée ou WMS-R (Wechsler, 1987)<sup>27</sup> ;
- une épreuve non-verbale : la figure complexe de Rey (Rey, 1942).

Puis en fonction du type de matériel, j'ai utilisé deux procédures expérimentales afin d'étudier le mode de traitement sollicité.

#### Matériel verbal « mémoire logique »

Il s'agit d'une épreuve de rappel d'histoire en prose lue par l'expérimentateur. Il y a deux conditions de récupération de l'information : rappel immédiat et rappel différé (30 minutes après). Webster et al. (1992) ont élaboré une méthode afin d'étudier les traitements mis en jeu lors du rappel d'une histoire. Ils distinguent deux types de propositions (Figure 14) : les propositions holistiques (éléments clés de l'histoire pour le thème, l'intrigue et le dénouement) et les propositions analytiques (éléments n'ayant aucune incidence sur le thème, l'intrigue et le dénouement). En m'appuyant sur cette étude, j'obtiens 7 propositions holistiques et 14 propositions analytiques en attribuant un point par proposition rappelée

“ Anne / Boiron / du 20<sup>e</sup> arrondissement / de Paris / travaillant / comme cuisinière / dans une cantine / scolaire, / a raconté / au poste de police / de la mairie / qu'elle avait été attaquée / dans la rue / la nuit précédente / et qu'on lui avait volé / deux cent cinq francs. / Elle avait quatre petits enfants, / le loyer devait être payé, / et ils n'avaient pas mangé/ depuis deux jours. / Le policier, / ému par l'histoire de cette femme, / organisa une collecte / pour elle. ”

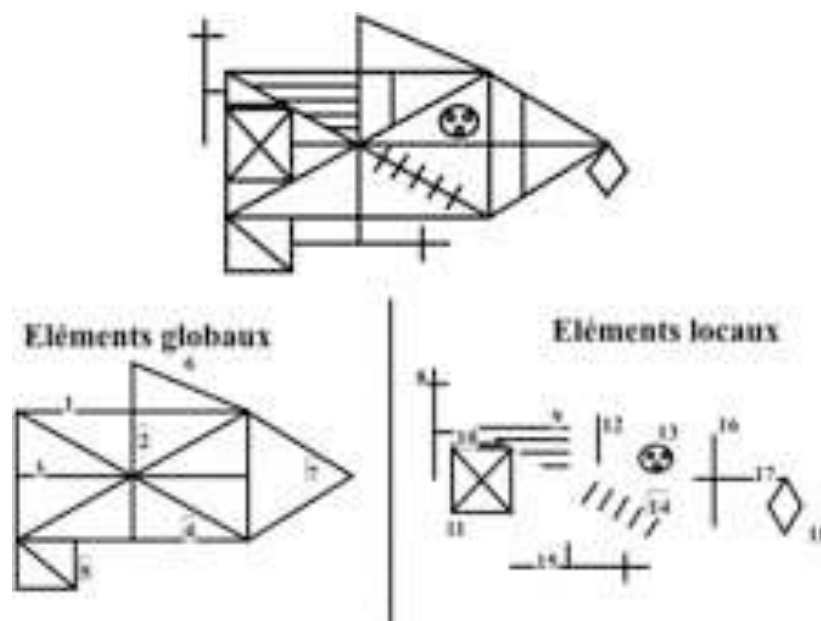
Propositions “globales” (au total 7 points)	Propositions “détails” (au total 14 points)
- il s'agit d'une femme	- son prénom Anne
- elle a été volée	- son nom Boiron
- elle était pauvre	- habite le 20ème arrondissement
- elle a des enfants	- à Paris
- elle raconte son vol à la police	- elle est cuisinière
- la police l'aide	- dans une cantine scolaire
- la police effectue une collecte pour elle	- poste de police de la mairie
	- la nuit précédente
	- on lui a volé 205 francs
	- elle avait quatre petits enfants
	- le loyer devait être payé
	- ils n'ont pas mangé
	- depuis deux jours
	- le policier est ému

**Figure 14. Illustration de deux types de propositions analytiques et holistiques mesurées sur l'épreuve verbale.**

<sup>27</sup> Actuellement, la WMS-R n'est plus utilisée car une nouvelle version a été proposée en 2001 la MEM-III (Echelle Clinique de Mémoire – troisième Edition (Wechsler, 2001).

### *Matériel non-verbal « Figure complexe de Rey »*

Il s'agit d'une figure complexe que le sujet doit reproduire avec le modèle (copie) puis de mémoire trois minutes après (reproduction). Le sujet ne sait pas qu'il devra reproduire la figure (apprentissage implicite). Cette figure est constituée de 18 éléments différents présentés dans la Figure 1 (Rey, 1942; 1964). Afin d'identifier la nature de chacun des éléments, je me suis inspirée de la procédure proposée par Akshoomoff & Stiles (1995) et j'ai demandé à 20 étudiants (âge moyen : 23 ans / 10 garçons et 10 filles) d'indiquer, sur un exemplaire de la figure complexe de Rey, les éléments qu'ils considéraient comme holistiques (nécessaires pour la forme globale de la figure) et ceux qu'ils considéraient comme analytiques (ne modifiant pas la forme globale). Au total, 7 éléments ont été considérés comme holistiques (du numéro 1 au numéro 7) et 11 comme analytiques (du numéro 8 au numéro 18). J'ai attribué 2 points par élément correctement reconnu et placé (1 point pour l'identification et 1 point pour l'emplacement). La Figure 15 illustre les deux types d'éléments de la figure complexe de Rey.



**Figure 15. Illustration de deux types de propositions analytiques (éléments locaux et holistiques (éléments globaux) mesurés sur l'épreuve non verbale.**

### IV.1.1.3 - Résultats

Le Tableau 22 présente les pourcentages obtenus par les trois groupes de sujets en fonction d'une part d'un type de matériel et du type de traitement.

Matériel	Traitement	Rappel	ETD	ETG	Contrôle
Verbal	Analytique	Rappel Immédiat	45,7 ±18,6	<b>39,4 ±18,2</b>	57,9 ±12,5
		Rappel Différé	33,7 ±18,6	<b>28,8 ±21,5</b>	45,7 ±8,2
	Holistique	Rappel Immédiat	64,6 ±24,6	57,6 ±23,8	73,5 ±9,1
		Rappel Différé	55,8 ±26,9	57,1 ±30,5	73,5 ±20,3
Non- verbal	Analytique	Copie	93,1 ±9,2	<b>87,7 ±18,6</b>	98,7 ±2,8
		Rappel Différé	<b>40,0 ±23,2</b>	<b>30,5 ±23,6</b>	65,9 ±14,7
	Holistique	Copie	95,9 ±7,7	92,0 ±17,5	98,9 ±3,8
		Rappel Différé	<b>64,3 ±24,0</b>	79,0 ±29,5	85,7 ±11,9

**Tableau 22. Pourcentages moyens (et écart-types) d'éléments restitués par les 3 groupes de sujets. En bleu : déficit par rapport au groupe contrôle.**

Les principaux résultats révèlent que :

- les patients temporaux droits sont déficitaires uniquement lors du rappel différé du matériel non-verbal aussi bien pour les éléments analytiques qu'holistiques ;
- les patients temporaux gauches sont déficitaires uniquement lors du rappel immédiat et différé des éléments analytiques que le matériel soit verbal ou non-verbal.

### IV.1.1.4 - Discussion

Je discuterai uniquement des résultats concernant les données sur les asymétries fonctionnelles. Ainsi, les résultats ont mis en évidence des déficits distincts selon la latéralisation du foyer épileptique.

Un foyer épileptique temporel gauche est associé à un déficit du traitement analytique et ceci indépendamment du matériel à mémoriser. Alors qu'un foyer épileptique temporel droit est associé à un déficit lors de la mémorisation du matériel non-verbal et ceci indépendamment du mode de traitement mis en jeu.

L'ensemble de mes résultats permet d'avancer l'hypothèse d'un hémisphère droit préférentiellement non-verbal quel que soit le mode de traitement mis en jeu (analytique versus holistique), donc un hémisphère plutôt « matériel-dépendant ».

L'hémisphère gauche lui intervient d'une part lors du traitement analytique d'une information verbale et d'une information non-verbale, il s'agit donc d'un hémisphère plutôt « traitement-dépendant ». Ces résultats vont dans le sens d'une approche des asymétries fonctionnelles intégrant à la fois la nature de l'information et le mode de traitement mis en jeu. Elle rejoint le constat de Brown & Kosslyn (1995) selon lequel il est difficile d'étudier la latéralité cérébrale uniquement en référence à l'une des dichotomies proposées. Pour ces auteurs, les différences hémisphériques s'expliquent plutôt en terme de "relatively specific principles". Il en ressort pour ces auteurs que les différentes dichotomies proposées interagissent nécessairement entre elles et ne sont pas indépendantes. Dans leur revue de question, Brown & Kosslyn (1995) soulignent les contradictions observées dans la littérature concernant le rôle respectif de chaque hémisphère. Dans cette perspective, les compétences analytiques de l'hémisphère droit (en plus des compétences holistiques) permettent de rendre compte des capacités de cet hémisphère à traiter certains aspects du matériel verbal (Bleasdale, 1987; Channon et al., 1989; Fedio et al., 1997; Koivisto & Laine, 1995; Lespinet-Najib et al., , 2004 ; N'Kaoua et al., 2001; Villardita, 1987; Warrington & Taylor, 1978). L'hémisphère droit possède en effet des capacités lexico-sémantiques, des facultés à traiter des informations verbales de nature concrète (mots concrets, histoires), ou encore est impliqué dans certaines épreuves de production langagière (notamment de fluence littérale). De la même façon, les compétences analytiques de l'hémisphère gauche (quel que soit le type de matériel considéré) rendraient compte des capacités de cet hémisphère à traiter certains aspects du matériel non-verbal (Delis et al., 1986; pour une revue : Springer & Deutsch, 1989; 2000).

Il semble donc nécessaire d'élaborer des épreuves verbales et non-verbales en contrôlant systématiquement la nature des traitements (analytique ou holistique) qu'elles sollicitent (Riding, 1997). Par exemple, une épreuve verbale peut mettre en jeu simultanément les deux modes de traitement, il s'avère alors difficile d'interpréter un éventuel déficit (matériel et/ou traitement altéré). Un rappel efficient d'une histoire nécessite le stockage simultané des éléments essentiels pour le thème et le dénouement et des d'éléments de détail n'ayant aucune incidence sur l'intrigue de l'histoire (Webster et al., 1992). Ainsi, dans les études ne distinguant pas ces deux types de traitement (analytique et holistique) dans le rappel d'histoires, l'interprétation des déficits observés s'avère difficile (Frisk & Milner, 1990; Milner, 1967; Ojemann & Dodrill, 1985). De la même manière, un matériel complexe et organisé (comme une histoire, une figure géométrique, etc.) induit plus spontanément les deux niveaux de traitement alors qu'un matériel isolé (comme une liste de mots non reliés ou de figures abstraites) peut favoriser plus facilement l'un ou l'autre de ces traitements (pour une revue: Springer et Deutsch, 2000). De plus, dans ce travail, les deux épreuves que j'ai utilisé (mémoire logique et figure complexe de Rey) sont très différentes aussi bien en terme de complexité de la tâche qu'en terme de procédure expérimentale. Cette première étude avait pour objectif essentiel de mettre en évidence la nécessité d'intégrer dans une

même approche les deux dichotomies classiquement proposées dans la littérature afin de mieux comprendre le rôle respectif de chaque hémisphère.

Les deux études suivantes vont se focaliser sur le traitement de l'information verbale.

#### **IV.1.2 - Etude 2 - Latéralisation des niveaux de traitement**

(Lespinet-Najib et al., 2004)

L'objectif de cette seconde étude concernait l'étude de l'impact d'une lésion des structures temporales unilatérales dans les processus de niveaux de traitements et ceci selon la nature du type de rappel (rappels libre et indicé). Il s'agissait ici de mieux comprendre les asymétries fonctionnelles des traitements mis en jeu lors de la mémorisation d'une information verbale. Comme je l'ai déjà souligné, le cadre théorique de référence est la théorie des niveaux de traitement élaboré par Craik & Lockhard (1972) en focalisant sur deux niveaux de traitement : le traitement phonétique et le traitement sémantique. J'avais déjà pu étudier la pertinence de ce cadre théorique pour rendre compte des déficits cognitifs dans d'autres situations cliniques : le vieillissement cognitif (Sauzón, N'Kaoua, Lespinet et al., 2000) et l'anesthésie ambulatoire (N'kaoua, Veron, Lespinet et al., 2001).

De plus, Tulving et ses collaborateurs proposent, en s'appuyant sur les données métaboliques issues de la TEP (tomographie par émission de positons), un modèle d'asymétrie hémisphérique HERA (Hemispheric Encoding Retrieval Asymmetry) précisant la participation des hémisphères à la mémorisation d'informations épisodiques (Tulving et al., 1994). Selon ce modèle, l'hémisphère droit contribuerait de façon majeure au rappel en mémoire épisodique alors que l'hémisphère gauche serait particulièrement impliqué dans l'étape d'encodage. Ce modèle met l'accent essentiellement sur le cortex préfrontal mais de façon non exclusive dans la mesure où cette structure fait partie d'un réseau neuronal étendu, incluant notamment les structures temporales internes.

Dans ce cadre, le but de mon travail était de préciser : 1- les répercussions de la latéralisation du foyer sur le traitement phonétique et sémantique d'informations verbales lors de la mémorisation; 2- l'implication respective des deux hémisphères dans les différentes étapes de la mémorisation (encodage, récupération).



#### IV.1.2.1 - Description de la population

Trois groupes de sujets ont été explorés : 1 groupe de patients souffrant d'une épilepsie temporale droite (n=20), 1 groupe de patients souffrant d'une épilepsie temporale gauche (n=17) et un groupe de sujets témoins (n=17). Les caractéristiques de ces trois groupes de patients sont présentées Tableau 23. Il est important de noter qu'il n'y a aucune différence significative entre les deux groupes de patients épileptiques pour les variables suivantes : l'âge d'apparition de la première crise, la durée de la maladie, la fréquence des crises, l'étiologie et le traitement pharmacologique. Le groupe contrôle est apparié aux deux groupes épileptiques pour l'âge, le niveau d'éducation et la répartition pour le sexe. Tous les sujets sont droitiers. Le test de Wada a pu mettre en évidence que tous les patients explorés présentent une latéralisation du langage au niveau de l'hémisphère gauche.

variables	Patients temporaux droits	Patients temporaux gauches	Groupe Contrôle
Effectif	24	24	24
Age	29 ±8	31 ±8	30 ±7
Nb d'année d'éducation	13 ±2	12±2	13 ±3
Répartition sexe			
Homme	9	8	10
Femme	11	9	7
Age d'apparition des crises	11 ±8	9 ±6	
Durée de la maladie	18 ±12	22 ±9	
Fréquence des crises			
1-5 / an	1	2	
1-5 / mois	8	5	
5-10 mois	6	7	
+2 / semaine	5	3	
Traitement pharmacologique			
Carbamazepine	7	7	
Phénobarbital	11	10	
Phénytoin	14	13	
Valproate	8	6	
Autres	5	6	
Etiologies			
Inconnue	5	6	
Lésion cérébrale	7	4	
Sclérose hippocampique	4	6	
Autres	5	1	

Tableau 23. Caractéristiques de 3 groupes de sujets explorés dans cette première étude.

#### IV.1.2.2 - Protocole expérimental

Deux conditions ont été explorées : une condition dite phonétique et une condition dite sémantique. Tous les mots utilisés étaient concrets afin de permettre la participation de l'hémisphère droit. Lors de la condition phonétique, on présentait 15 mots d'une liste A

et pour chaque mot le sujet devait produire une rime (ex : mot cible « bateau», réponse du sujet « moto»). Lors de la condition sémantique, les sujets devaient pour chaque mot de la liste B, indiquer où l'on pouvait trouver ce mot (ex : mot cible « table », réponse du sujet « cuisine »). Ensuite, on procédait à un rappel libre de la liste puis un rappel indicé (c'est à dire que l'on fournissait comme aide l'indice donné par le sujet). L'ordre entre les deux conditions était contrebalancé.

#### IV.1.2.3 - Résultats

	Condition phonétique		Condition sémantique	
	Rappel libre	Rappel indicé	Rappel libre	Rappel indicé
ETD	4,4 ±1,8	6,6 ±3,5	7,8 ±2,5	13,0 ±1,9
ETG	3,1 ±1,4	4,2 ±2,5	7,8 ±2,3	10,4 ±2,3
Contrôle	4,7 ±2,4	7,3 ±2,4	10,0 ±1,9	14,2 ±0,8

**Tableau 24. Résultats obtenus par les 3 groupes en fonction du niveau de traitement et du type de rappel. En bleu : déficit par rapport au groupe contrôle.**

Les principaux résultats de ce travail (Tableau 24) révèlent que :

- les patients souffrant d'une épilepsie temporale gauche présentent des déficits lors d'un traitement phonétique et sémantique indépendamment du type de rappel ;
- les patients souffrant d'une épilepsie temporale droite présentent un déficit lors du traitement sémantique mais uniquement pour le rappel libre.

#### IV.1.2.4 - Discussion

Ces résultats permettent de mettre en évidence une contribution du lobe temporal droit dans le traitement d'une information verbale. Il apparaît que cette contribution est dépendante du type de traitement sollicité, à savoir sémantique, au moment de l'encodage de l'information. Cette implication de l'hémisphère droit dans les aspects sémantiques d'une information verbale avait déjà été révélé par d'autres études, notamment à travers des épreuves de production langagière (Gleissner & Elger, 2001 ; Loring et al., 1990 ; Martin et al., 1990), de priming sémantique (Koivisto & laine, 1995) et de reconnaissance de mots (Channon et al., 1989 ; Villardita, 1987). Il est important de noter que la nature même du matériel verbal est primordiale pour comprendre la contribution de l'hémisphère droit. En effet, l'hémisphère droit ne semble pouvoir intervenir lors du traitement sémantique des mots lorsque ceux-ci sont facilement imageable, c'est-à-dire concret. Un autre point important de notre étude concerne l'efficacité de l'indication uniquement pour les patients souffrant d'une épilepsie temporale droite alors que les patients temporaux gauches sont déficitaires quel que soit le type de rappel (libre et indicé). Ces résultats permettent de mieux comprendre

l'origine des déficits observés auprès de nos patients. Ainsi, les patients temporaux droits présentent un défaut de récupération et non d'encodage alors que les patients temporaux gauches semblent présenter une difficulté non seulement au moment de l'encodage mais aussi au niveau de l'efficacité des indices de récupération.

#### **IV.1.3 - Etude 3 - Implication des structures temporelles lors de la production langagière**

(N'Kaoua, Lespinet et al., 2001)

L'objectif de ma troisième étude était de conforter les données obtenues lors de la seconde étude, mais cette fois-ci dans des épreuves de productions langagières. En effet, il est également possible de manipuler ces niveaux de traitement (phonétique et sémantique) dans des paradigmes de productions langagières. Les épreuves de fluence verbale permettent d'orienter le niveau de production selon le type de critère proposé. Ce critère peut être de nature phonétique, sémantique ou bien littérale. Les épreuves de fluence verbale sont classiquement utilisées dans les évaluations neuropsychologiques puisqu'elles fournissent des informations sur la récupération, l'accès au lexique, le niveau de fluidité verbale, les phénomènes de persévération, etc. De plus, il est admis que l'étude des performances obtenues lors d'une fluence de nature sémantique permet d'appréhender les stratégies d'accès à la mémoire sémantique et l'intégrité du réseau sémantique lui-même (Binetti et al., 1995; Loring et al., 1994; Martin et al., 1990; 1994; Tröster et al., 1995). Dans le domaine de l'épilepsie, de nombreux auteurs ont montré que les patients ayant une épilepsie temporale gauche sont déficitaires dans des épreuves de fluence littérale et sémantique (Loring et al., 1994; Martin et al., 1990; Smith, 1989; Tröster et al., 1995). En ce qui concerne les patients temporaux droits, les résultats de la littérature sont plus contradictoires. Certains auteurs indiquent que ces patients sont déficitaires dans les épreuves de fluence littérale (Martin et al., 1990; Smith, 1989) et/ou sémantique (Martin et al., 1990). En revanche, pour d'autres auteurs, ces patients ne sont pas altérés et ceci quelque soit le type de fluences verbales considéré (Howell, 1994; Loring et al., 1994; Tröster et al., 1995). Il est important de noter qu'aucune de ces études n'a utilisé l'épreuve de fluence phonétique.

Ainsi, le but de cette étude était d'étudier la latéralisation des déficits en fonction du critère de production proposé (phonétique, littérale ou sémantique). De plus, la méthode proposée par Tröster et ses collaborateurs, m'a permis de préciser la nature du déficit sémantique observé en termes d'appauvrissement du réseau sémantique et/ou d'inefficacité des stratégies de récupération (Tröster et al., 1995).

### IV.1.3.1 - Description de la population

Comme dans l'étude précédente, 3 groupes de sujets ont été explorés (Tableau 25): patients temporaux gauches, patients temporaux droits et sujets contrôle. Le groupe contrôle est apparié avec les deux autres groupes pour l'âge, le niveau d'éducation et la répartition homme-femme. Les 2 groupes de patients sont homogènes pour les variables suivantes : âge d'apparition de la première crise, la fréquence des crises, la durée de la maladie, l'étiologie et le traitement pharmacologique.

Variables	Patients temporaux droits	Patients temporaux gauches	Groupe Contrôle
Effectif	23	22	22
Age	29 ±10	32 ±8	31 ±6
Nb d'année d'éducation	12 ±2	11±1	11 ±2
Répartition sexe			
Homme	12	10	13
Femme	11	12	9
Age d'apparition des crises	11 ±7	10 ±6	
Durée de la maladie	18 ±12	22 ±9	
Fréquence des crises			
1-5 / mois	10	6	
5-10 / mois	5	7	
+2 / semaine	8	9	
Traitement pharmacologique			
Carbazepine	6	8	
Phénobarbital	8	6	
Phénytoin	7	7	
Valproate	6	5	
Autres	6	8	
Etiologies			
Inconnue	4	5	
Lésion cérébrale	6	5	
Sclérose hippocampique	10	9	
Autres	3	3	

Tableau 25. Caractéristiques des 3 groupes explorés dans la deuxième étude.

### IV.1.3.2 - Protocole expérimental

3 types de fluences verbales ont été utilisés :

- fluence littérale « F »: Les sujets devaient produire en 1 minute tous les mots possibles commençant par la lettre « F »
- fluence phonétique « marteau » : Les sujets devaient produire en 1 minute tous les mots possibles rimant avec le mot « marteau »
- fluence sémantique « supermarché » : Les sujets devaient produire en 1 minute tous les mots possibles correspondant à ce que l'on peut acheter dans un supermarché.

Concernant la fluence supermarché, j'ai effectué une analyse plus fine en me basant sur la méthodologie proposée par Tröster et al. (1995). Ces auteurs proposent une classification des mots produits à travers cette fluence (cf. Figure 16). Cette classification se définit à travers 10 catégories (fruits, végétaux, viande, etc.) puis des labels (niveaux inférieurs) et enfin les exemplaires eux-mêmes (c'est à dire les mots directement produits).

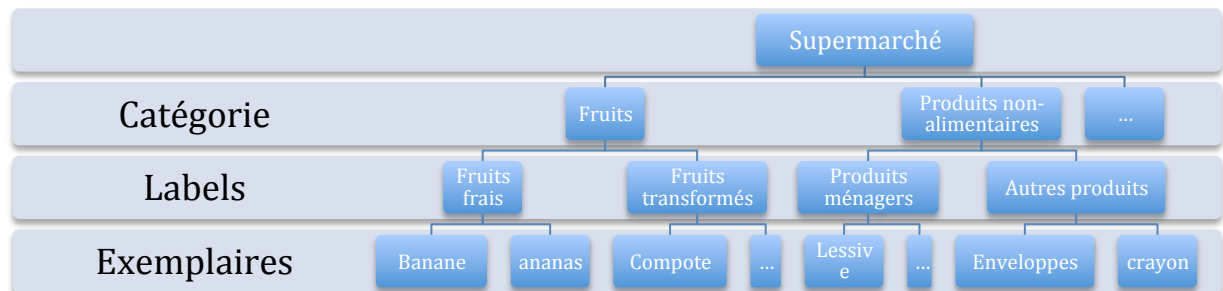


Figure 16. Présentation schématique de l'organisation catégorielle selon Tröster et al. (1995).

En me reposant sur cette classification, plusieurs indicateurs ont été calculés :

- nombre de catégories visitées (/10) ;
- nombre et % d'exemplaires et de labels ;
- nombre (et ratio) de mots produits par catégorie visitée ;
- nombre (et ratio) de changements de catégorie
- nombre d'erreurs (intrusion et persévérations) ;

#### IV.1.3.3 - Résultats

En terme de profils de déficits en fonction de la latéralisation, les résultats révèlent que (cf. Tableau 26) :

- les patients ETG présentent une production langagière déficitaire et ceci quelque soit la condition testée (ie. Littérale, phonétique, et sémantique) ;
- les patients ETD présentent un déficit de production uniquement pendant la condition sémantique.

	Fluence Littérale	Fluence Phonétique	Fluence Sémantique
ETD	10,1 ±2,6	12,5 ±3,7	<b>19,2 ±8,1</b>
ETG	<b>6,6 ±2,5</b>	<b>10,2 ±3,4</b>	<b>16,4 ±4,7</b>
Contrôle	11,1 ±3,1	14,5 ±3,4	24,5 ±7,3

Tableau 26. Résultats obtenus par les 3 groupes de sujets en fonction du type de fluence verbale. ETD : épilepsie temporale droite ; ETG : épilepsie temporale gauche ; en bleu : déficit significatif par rapport au groupe contrôle.

Afin de préciser l'origine du déficit sémantique commun aux deux groupes de patients, une analyse plus précise a été effectuée sur les données de la fluence supermarché. Les performances obtenues par les trois groupes sont présentées Tableau 27.

	<b>ETD</b>	<b>ETG</b>	<b>Contrôle</b>
Nombre de mots produits	<b>19,2 ±8,1</b>	<b>16,4 ±5,1</b>	24,5 ±7,3
Total exemplaires	<b>11,7 ±8,0</b>	<b>11,5 ±5,7</b>	18,3 ±7,0
Ratio exemplaires (%)	<b>54,6 ±20,8</b>	68,6 ±23,2	73,5 ±11,0
Total labels	<b>7,4 ±2,0</b>	4,8 ±3,6	6,1 ±2,4
Ratio labels (%)	<b>45,4 ±20,8</b>	31,4 ±23,2	26,5 ±11,0
Nombre de catégories visitées / 10	7,1 ±1,5	6,6 ±1,8	7,6 ±2,0
Nombre de changement de catégorie	<b>8,6 ±2,4</b>	<b>7,8 ±3,3</b>	12,8 ±4,3
Nombre de mots par catégories	2,8 ±1,7	2,5 ±0,8	4,0 ±3,4
Nombre d'erreurs (intrusion et persévération)	0,69 ±1,2	0,9 ±1,5	0,5 ±0,8

**Tableau 27. Résultats obtenus par les 3 groupes de sujets en fonction du type d'indicateurs obtenus dans la fluence supermarché. ETD : épilepsie temporale droite ; ETG : épilepsie temporale gauche ; en bleu : déficit significatif par rapport au groupe contrôle.**

Ainsi, il apparaît que les deux groupes de patients produisent moins d'exemplaires et effectuent moins de changement de catégories par rapport au groupe contrôle. Il est important de noter qu'en plus de ces déficits, les patients temporaux droits produisent de façon significative beaucoup plus de labels que les deux autres groupes.

#### **IV.1.3.4 - Discussion**

Les résultats indiquent que les sujets temporaux gauches sont déficitaires par rapport aux sujets témoins dans les quatre types de fluences verbales proposés. Une épilepsie temporale gauche semble donc associée à une altération globale de la production langagière indépendamment du type d'indices. De plus, ce groupe de patients produit moins de mots lors d'une fluence phonétique que les patients temporaux droits. Cette différence entre les deux groupes de patients est en faveur d'une implication préférentielle de l'hémisphère gauche dans le traitement phonétique des informations verbales. Cette hypothèse a déjà été formulée par de nombreux auteurs mais jamais à partir d'épreuves de fluence phonétique (Kimura, 1967; Milner, 1971; Rains, 1987; Smith, 1989).

Les patients temporaux droits sont altérés uniquement dans les deux tâches mettant en jeu le traitement de type lexico-sémantique (fluences sémantique et supermarché). Ce résultat, en faveur d'une implication de l'hémisphère droit dans ce type de traitement, a déjà été souligné par d'autres auteurs (Channon et al., 1989; Fedio et al., 1997; Gainotti

et al., 1983; Koivisto et Laine, 1995; Villardita, 1987) et conforte les premiers résultats que j'avais obtenu dans les épreuves de mémoire (cf. Etude 1). En fait, il faut noter que ce déficit lexico-sémantique est présent chez nos deux groupes de patients. C'est pour cette raison qu'il m'a semblé important de préciser la nature de ces déficits à l'aide de la méthode proposée par Tröster et ses collaborateurs (Tröster et al., 1995). Il faut cependant noter que cette méthode, même si elle est utilisée par de nombreux auteurs, présente un certain nombre de limites. En particulier, il est possible de s'interroger sur la pertinence des catégories identifiées<sup>28</sup> et sur les relations entre les indices calculés et les processus qu'ils sont supposés représenter. Néanmoins, selon ces auteurs, de faibles performances dans une épreuve de fluence "supermarché" peuvent s'expliquer soit par une inefficacité des processus de récupération, soit par un appauvrissement du réseau sémantique lui-même.

Dans mon étude, les deux groupes de patients effectuent moins de changements de catégorie, ce qui semble indiquer une difficulté dans l'utilisation des stratégies de récupération (bien qu'ils ne commettent pas plus d'erreurs que les témoins). Les patients temporaires droits produisent également moins d'exemplaires et surtout plus de labels que les témoins. Ces patients présenteraient donc, en plus des difficultés de récupération, un appauvrissement du réseau sémantique. Cet appauvrissement ne concerne pas le nombre de catégories lui-même puisque le nombre de catégories visitées par ces patients est identique à celui des sujets témoins. Il s'expliquerait en fait par une difficulté à accéder à un niveau inférieur dans le réseau car les patients temporaires droits produisent plus de labels et moins d'exemplaires.

Je vais maintenant présenter le second volet de mes études empiriques qui porte sur une vision plus développementale et plus écologique des asymétries fonctionnelles.

## ***IV.2 - Approche développementale et écologique***

Comme je viens de l'évoquer ce second et dernier volet de mes études dans le domaine de la neuropsychologie de l'épilepsie portent sur une approche développementale et plus écologique des asymétries fonctionnelles.

Il comporte 3 études principales :

- **la première étude** va s'intéresser à la mise en évidence de la mise en place progressive de la spécialisation hémisphérique au cours du développement à travers l'étude de l'âge d'apparition de la maladie ;

---

<sup>28</sup> En effet, en France les supermarchés présentent de nombreux produits non alimentaires par rapport au supermarché des pays anglo-saxons.

- la *seconde étude* va essayer de comprendre les possibilités de compensations (en termes de stratégies cognitives), selon la latéralisation des lésions épileptiques ;
- *et enfin, la dernière* va tenter de poser les limites du modèle épileptique et du postulat de transparence, en s'intéressant aux possibilités de réorganisations fonctionnelles consécutives à la présence de lésions épileptiques.

#### **IV.2.1 – Etude 4 - Effet de l'âge d'apparition**

(Lespinet-Najib et al., 2002)

La latéralisation des fonctions cognitives se met en place progressivement au cours du développement pendant une période dite critique. Le modèle de Lenneberg, que j'ai présenté précédemment, sur l'ontogenèse de la spécialisation hémisphérique ne concerne que la dissociation entre mémoire verbale et mémoire non-verbale et propose une période critique s'étendant sur les dix premières années. Pour d'autres, cette période concernerait uniquement les cinq premières années (Krashen, 1973). Une lésion cérébrale, survenant pendant ou après cette période, aura alors des conséquences fonctionnelles différentes.

De plus, dans le cas de l'épilepsie temporale unilatérale, de nombreux auteurs ont montré l'existence d'une relation entre l'âge d'apparition des crises et les performances mnésiques préopératoires (Dikmen et al., 1975; 1977; Dodrill et Matthews, 1992; Hermann et al., 1995; O'leary et al., 1981; 1983; Saykin et al., 1989). En revanche, peu d'auteurs se sont intéressés à l'effet de l'âge d'apparition des crises sur la nature des déficits mnésiques (verbal vs. non-verbal ou analytique vs. holistique).

C'est ce problème que j'ai abordé dans cette étude en me centrant sur la nature des déficits observés en fonction de l'âge d'apparition des crises (précoce ou tardif) et de la latéralisation du foyer (gauche ou droite). Les résultats seront discutés en fonction du modèle révisé de mise en place de la spécialisation hémisphérique proposé par Lenneberg.

##### **IV.2.1.1 - Description de la population**

Cette partie est en continuité avec les expérimentations précédentes. 5 groupes de sujets ont été explorés :

- 14 patients temporaux gauches ayant une épilepsie précoce<sup>29</sup> (avant l'âge de 5 ans) ;
- 15 patients temporaux gauches ayant une épilepsie tardive (après l'âge de 10 ans) ;
- 14 patients temporaux droits ayant une épilepsie précoce (avant l'âge de 5 ans) ;
- 15 patients temporaux droits ayant une épilepsie tardive (après l'âge de 10 ans) ;

---

<sup>29</sup> La notion d'épilepsie précoce (ou tardive) fait référence au moment où le patient a eu sa première crise d'épilepsie.



- 20 sujets contrôle.

Les caractéristiques de ces 5 groupes de sujets sont présentées Tableau 28. Tous les sujets sont droitiers et français de langue maternelle.

Variables	Groupe Contrôle	Epilepsie Précoce		Epilepsie Tardive	
		Temporaires Gauches	Temporaires Droits	Temporaires Gauches	Temporaires Droits
Effectif	20	14	15	10	17
Age	27.5 ±6.2	28.4 ±8.6	29.8 ±9.7	34.1 ±9.5	28.7 ±9.1
Nb d'années d'éducation	12.8 ±2.5	12.0 ±1.7	12.5 ±2.4	12.5 ±2.5	13.5 ±2.1
QI (WAIS-R)	92.2 ±14.0	88.8 ±8	91.6 ±11	86.2 ±15	90.5 ±14
Répartition sexe					
Homme	8	5	6	8	10
Femme	7	9	9	2	7
Age d'apparition des crises		5.0 ±4.7	4.4 ±2.2	16.8 ±4.2	16.8 ±5.2
Durée de la maladie		23.4 ±8.8	25.4 ±9.2	17.3 ±8.6	11.9 ±8.3
Fréquence des crises					
1-5/an		2	3	1	2
1-5/mois		4	4	3	6
5-10/mois		6	5	4	4
+2/semaine		2	3	2	5
Etiologie					
Inconnue		5	3	2	4
Lésion cérébrale		3	4	3	3
Sclérose hippocampique		4	5	4	6
Autoes		2	3	1	4
Drugs Therapy					
carbamazepine		4	6	4	6
phénobarbital		6	5	5	8
phénytoin		9	7	7	9
valproate		4	4	4	6
Autres		5	5	6	6

**Tableau 28. Caractéristiques des 5 groupes explorés dans cette étude.**

#### **IV.2.1.2 - Protocole expérimental**

Les outils utilisés étaient des outils classiques et standardisés en neuropsychologie à savoir :

- Echelle Clinique de Mémoire de Wechsler Révisée ou WMS-R (Wechsler, 1987) ;
- Figure Complexe de Rey (Rey, 1942).

L'intérêt d'utiliser ces deux batteries d'évaluation neuropsychologique est d'avoir des scores en mémoire verbale et des scores en mémoire non-verbale.

Le Tableau 29 permet d'illustrer la répartition des tests utilisés selon la dichotomie verbale vs non-verbale.

	Mémoire Verbale	Mémoire Non-verbale
WMS-R	Mémoire Logique (rappel immédiat et différé)	Reproduction visuelle <sup>31</sup> (rappel immédiat et différé)
	Mots Couplés <sup>30</sup> (rappel Immédiat et différé)	Figures Couplées <sup>32</sup> (rappel immédiat et différé)
Figure de Rey		Copie Reproduction (après 5 minutes)

**Tableau 29. Répartition des différents tests utilisés selon la dichotomie verbale – non-verbale.**

### *IV.2.1.3 - Résultats*

Pour simplifier la lecture de mes résultats, je ne présenterai que certaines données sous forme de graphique (Figure 17)<sup>33</sup>. Tous les scores des patients ont été transformés en z-scores par rapport au groupe contrôle. C'est à dire que la moyenne du groupe contrôle correspond à 0 et les moyennes de chaque groupe de patients se situent en plus ou en moins par rapport à ce 0. Cette transformation statistique permet de comparer tous les groupes entre eux et de repérer très rapidement les déficits (si score < -1). Ainsi, les principaux résultats montrent :

- Pour les épilepsies précoces :
  - o Les patients temporaux gauches sont déficitaires aussi bien en mémoire verbale (mots couplés en différé ; mémoire logique en immédiat et différé) qu'en mémoire non-verbale (figures couplées en immédiat, reproduction visuelle en immédiat et différé, figure de Rey en copie et reproduction) ;
  - o Les patients temporaux droits sont déficitaires aussi bien en mémoire verbale (mots couplés en différé) et en mémoire non-verbale (reproduction visuelle en immédiat et différé, figure de Rey en copie et reproduction).
- Pour les épilepsies tardives :
  - o Les patients temporaux gauches sont déficitaires aussi bien en mémoire verbale (mots couplés en différé) qu'en mémoire non-verbale (reproduction visuelle en immédiat) ;

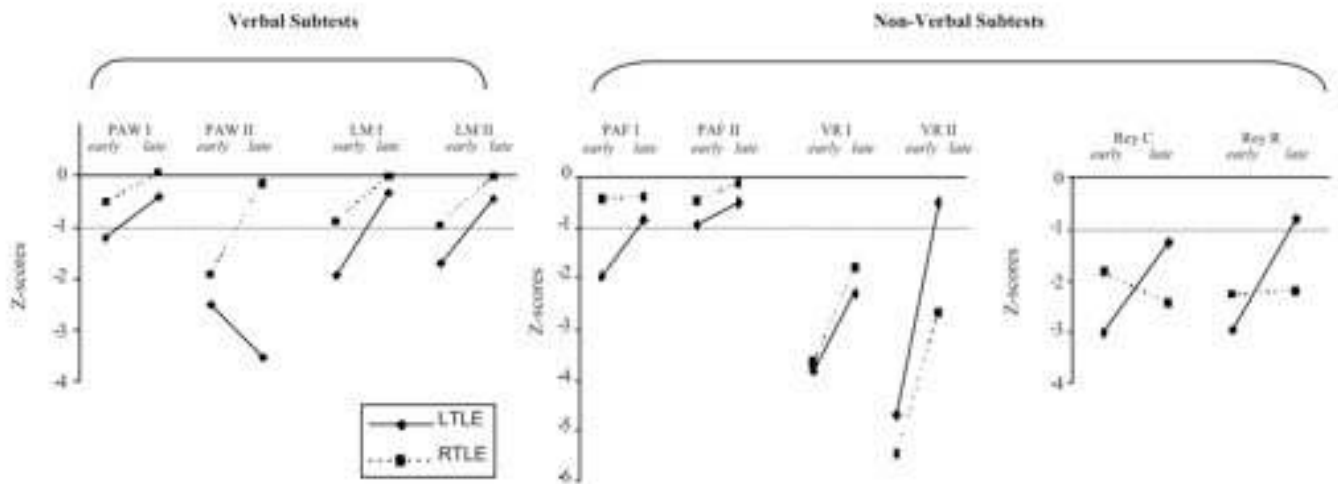
<sup>30</sup> L'épreuve des mots couplés correspond à un apprentissage de 8 couples de mot (ex : chou – plume), le sujet doit apprendre l'association des deux mots et retrouver le deuxième mot du couple. Par exemple l'expérimentateur lui dit « chou » il doit retrouver le mot « plume ». Il y a au total 6 apprentissages suivis d'un rappel différé 30 minutes après.

<sup>31</sup> L'épreuve de Reproduction Visuelle correspond à un rappel immédiat puis différé de 4 figures géométriques simples. Le sujet en regarde une puis doit la dessiner sans le modèle.

<sup>32</sup> L'épreuve de figures couplées a une procédure identique de celle des mots couplés sauf qu'il s'agit d'un couple formée d'une figure avec une couleur. Le sujet doit retrouver la couleur associée.

<sup>33</sup> Je renvoie le lecteur à l'article de référence pour avoir l'ensemble des résultats obtenus : Lespinet et al. (2002).

- Les patients temporaux droits sont déficitaires uniquement en mémoire non-verbale (reproduction visuelle en immédiat et différé, figure de Rey en copie et reproduction).



**Figure 17. Illustration des performances (en z-scores) obtenues par les 4 groupes de patients.** Early : précoce ; Late : tardif ; LTLE : temporaux gauches ; RTLE : temporaux droits ; PAW : mots couplés ; LM : mémoire logique ; PAF : figures couplées ; VR : reproduction visuelle ; I : rappel immédiat ; II : rappel différé ; Rey C : copie de la figure de Rey.

#### IV.2.1.4 – Discussion

Les résultats obtenus permettent de mieux comprendre l'impact de l'âge d'apparition de la première crise épileptique sur les performances cognitives des patients. En effet, dans le cadre de l'épilepsie temporale, il apparaît qu'une lésion précoce a des effets plus importants qu'une lésion tardive. Ce résultat peut sembler surprenant car il est généralement admis que plus la lésion cérébrale survient précocement, plus les possibilités de récupération fonctionnelle sont importantes. Ce principe, dit de Kennard, est issu des travaux effectués sur les singes montrant que des lésions néonatales sont à associer à une récupération fonctionnelle importante grâce à la très grande plasticité cérébrale du cerveau à un tel stade de maturation (Kennard, 1936; 1938; 1942). De nombreux résultats confirment cette relation inverse entre l'âge et la récupération fonctionnelle (Narbonna & Fernández, 1996; Seron, 1989). Néanmoins, certains auteurs modulent cette relation en soulignant que dans certains cas les conséquences fonctionnelles d'une lésion précoce sont plus délétères qu'une lésion tardive (Deonna et al., 1989; Hermann et al., 1995; Saykin et al., 1989; Schneider, 1979). Par exemple, Saykin et ses collaborateurs montrent que les patients épileptiques ayant un âge d'apparition des crises tardif présentent des déficits mnésiques moins importants que ceux observés chez les patients présentant une épilepsie précoce (Saykin et al., 1989).

De plus, mes données illustrent bien les travaux anciens de Jackson (1890) qui avaient dissocié les répercussions fonctionnelles des lésions de type traumatique des lésions de type déchargeant (comme l'épilepsie). Ainsi, si une lésion traumatique survient précocement, elle rend possible les compensations et les récupérations spontanées car le cerveau est plus plastique. A l'inverse, une lésion déchargeante du fait de son dysfonctionnement permanent entraîne une activité cérébrale anormale, cette perturbation rend difficile les réorganisations et les compensations si cette lésion survient durant la période critique.

Un autre point important de mes données concerne l'approche développementale. Les résultats permettent de mettre en évidence clairement qu'avant l'âge de 5 ans, c'est à dire durant la période critique, les deux hémisphères ne sont pas encore spécialisés et leur participation est indépendante de la nature du matériel à traiter. Par contre, après la période critique, les asymétries fonctionnelles semblent définitivement établies.

#### **IV.2.2 – Etude 5 - latéralisation des stratégies de compensation**

(Bresson, Lespinet-Najib et al., 2003 ; 2007)

L'objectif de cette nouvelle étude était de comprendre si d'une part les patients épileptiques étaient capables de bénéficier de stratégies de compensation et d'autre part si l'efficacité de ces stratégies de compensation était dépendante de la latéralisation du foyer épileptique.

La compensation cognitive a été largement étudiée dans le cadre du vieillissement cognitif (Bäckman & Dixon, 1992 ; Baltes & Baltes, 1980 ; Baltes et al., 1984 ; Salthouse, 1987 ; 1995). L'objectif de ces études est de mettre en évidence si un sujet est capable de bénéficier d'une aide cognitive lorsque ses ressources cognitives diminuent. Bäckman (1985) définit trois types d'aides : les aides centrées sur le sujet, les aides centrées sur l'interaction entre le sujet et la tâche et les aides centrées sur la tâche.

Si j'applique ces trois types d'aides au cadre théorique des niveaux de traitement de Craik et Lockhart (1972), il est possible de manipuler ces trois types d'aides de la façon suivante :

- **Aide centrée sur le sujet** : il s'agit de permettre au sujet d'encoder de façon plus efficace une information verbale. Cela fait référence au traitement phonétique versus traitement sémantique, la condition sémantique étant considérée comme la condition d'aide. Cela correspond à une aide à l'intégration (Craik & Tulving, 1975).
- **Aide centrée sur l'interaction sujet/tâche** : au moment de l'encodage, il est possible d'aider le sujet en associant un indice au mot cible à retenir, cet indice peut être soit fourni par l'expérimentateur soit produit par le sujet lui-même. La situation où le sujet produit lui-même l'indice constitue une aide, il s'agit d'une aide à l'élaboration

(Kuiper et Rogers, 1979; Maki & McCaul, 1985 ; Mäntylä & Nilsson, 1993 ; Rogers et al., 1977).

- **Aide centrée sur la tâche** : il s'agit de proposer des aides au moment de la récupération de l'information cible. Cela fait référence aux différentes formes de récupération : rappel libre, rappel indicé ou reconnaissance (Fisher et Craik, 1977 ; Marmurek, 1995 ; Tulving & Thomson, 1973). La reconnaissance et le rappel indicé peuvent être considérés comme une situation d'aide car ils fournissent au sujet des éléments présents lors du contexte d'encodage (indice pour le rappel indicé, le mot cible lui-même pour la reconnaissance). Il s'agit d'une aide à la contextualisation.

Pour ce travail, je me suis intéressée à étudier la pertinence de chacune de ces aides selon la latéralisation du foyer épileptique.

#### **IV.2.2.1 - Description de la population**

Trois groupes de sujets ont été explorés dans cette étude. Les mêmes critères d'inclusion et d'exclusion que ceux utilisés dans les études précédentes ont repris. Les caractéristiques de ces 3 groupes sont présentées Tableau 30.

Il n'y a pas de différence entre les trois groupes en ce qui concerne l'âge, le nombre d'année d'éducation et la répartition homme-femme.

<b>Variabiles</b>	<b>Patients temporaux droits</b>	<b>Patients temporaux gauches</b>	<b>Groupe Contrôle</b>
Effectif	16	14	16
Age	35 ±10	31 ±13	32 ±10
Nb d'année d'éducation	12 ±2	11±3	12 ±2
Répartition sexe			
Homme	9	4	10
Femme	7	10	6
Age d'apparition des crises	15 ±11	13 ±12	
Durée de la maladie	19 ±4	18 ±12	
Fréquence des crises			
1-5 / mois	7	5	
5-10 / mois	4	5	
+2 / semaine	5	4	

**Tableau 30. Caractéristiques des 3 groupes de sujets explorés dans la deuxième étude du volet 2.**

#### **IV.2.2.2 - Protocole expérimental**

Quatre listes de mots concrets ont été élaborées. Deux listes étaient utilisées pour le traitement phonétique et deux pour le traitement sémantique. Pour chaque traitement (phonétique versus sémantique), il y avait deux conditions : une condition imposée (liste

de 16 couples de mots : mot cible associé à un indice) et une condition produite (liste de 16 mots isolés, c'est le sujet qui devait produire l'indice). La relation entre le mot cible et l'indice (imposé ou produit) dépend du niveau de traitement mis en jeu (Tableau 31) :

- phonétique : les deux mots (cible et indice) doivent rimer,
- sémantique l'indice doit expliquer où on peut trouver le mot cible.

Type de traitement	Type d'élaboration	Exemples de mots
Traitement Phonétique	Imposé	Marteau - bateau
	Produit	Marteau - ? (le sujet doit donner un mot qui rime avec)
Traitement sémantique	Imposé	Marteau - garage
	Produit	Marteau - ? (le sujet doit dire où est-ce que l'on peut le trouver)

**Tableau 31. Description des différentes conditions expérimentales.**

Pour chaque condition, deux modes de récupération étaient demandés : un rappel libre suivi d'un rappel indicé. L'intérêt d'un tel protocole est qu'il permettait d'étudier les trois types d'aides citées précédemment.

#### IV.2.2.3 - Résultats

Le Tableau 32 reprend l'ensemble des performances obtenues (en %) par les trois groupes de sujets en fonction du type de traitement mis en jeu (phonétique vs. sémantique), du type d'élaboration (imposé vs produit) et du type de rappel (rappel libre vs rappel indicé).

	Traitement phonétique				Traitement sémantique			
	Imposé		Produit		Imposé		Produit	
	Rappel libre	Rappel indicé	Rappel libre	Rappel indicé	Rappel libre	Rappel indicé	Rappel libre	Rappel indicé
ETG	<b>18,7 ±16</b>	21 ±14	<b>19,2 ±8</b>	<b>15,6 ±14</b>	32,1 ±15	<b>42,4 ±24</b>	<b>35,3 ±7</b>	64,3 ±19
ETD	<b>18 ±11</b>	24,4 ±11	24,2 ±12	27,7 ±20	<b>26,6 ±15</b>	51,5 ±22	<b>33,2 ±9</b>	66,8 ±17
Contrôle	29,7 ±15	32 ±15	29,7 ±14	46,8 ±23	34,4 ±10	64,1 ±15	43,7 ±16	87,9 ±12

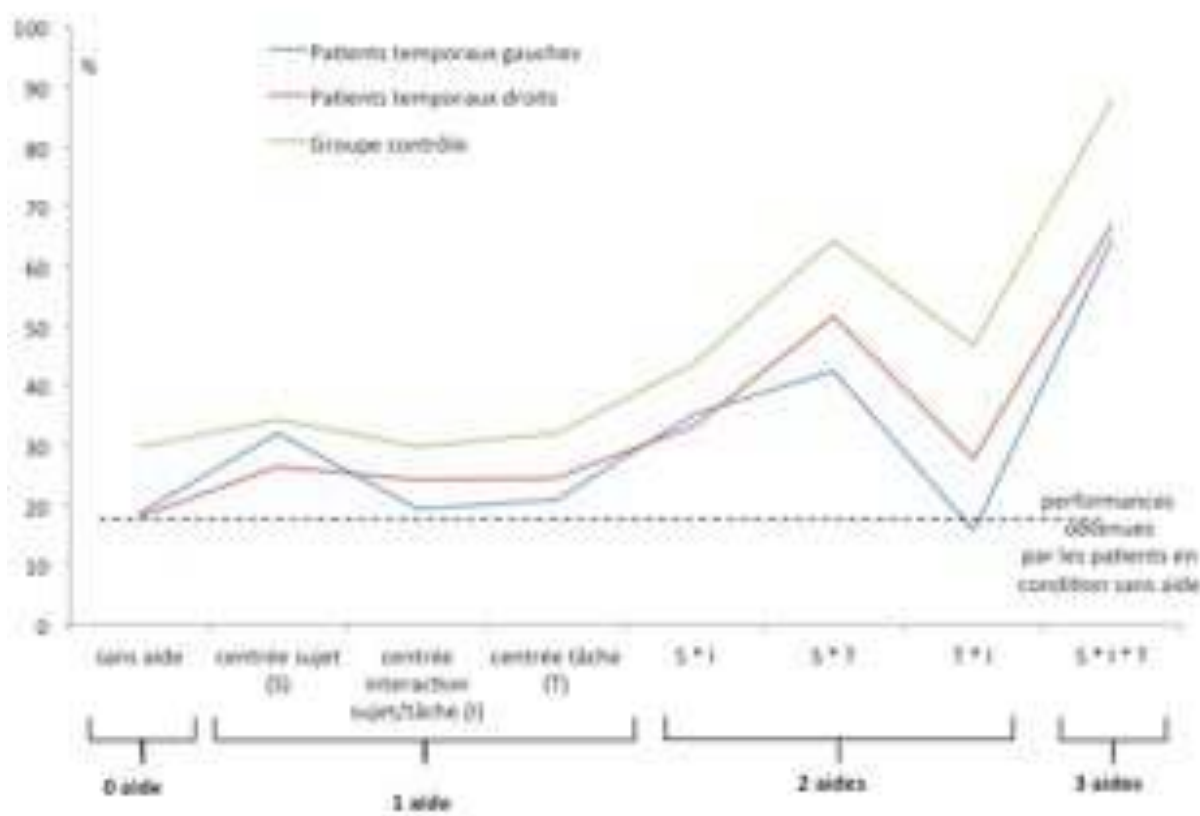
**Tableau 32. Présentation des principaux résultats. ETG : épilepsie temporale gauche ; ETD : épilepsie temporale droite ; en bleu : déficits par rapport au groupe contrôle.**

Si on s'intéresse aux effets de chaque aide prise isolément ou de façon conjointe les profils des deux groupes de patients se distinguent de façon évidente. Le Tableau 33 illustre les conditions expérimentales selon l'aide étudiée ou les interaction des aides entre elles.

Nombre d'aides	Type d'aide	Condition expérimentale
0		phonétique – imposé – rappel libre
1	Aide centrée sur le sujet (S)	sémantique – imposé – rappel libre
	Aide centrée sur l'interaction sujet/tâche (I)	phonétique – produit – rappel libre
	Aide centrée sur la tâche (T)	phonétique – imposé – rappel indicé
2	S * I	sémantique – produit – rappel libre
	S * T	sémantique – imposé – rappel indicé
	I * T	phonétique – produit – rappel indicé
3	S * I * T	sémantique – produit – rappel indicé

**Tableau 33. Présentation des conditions expérimentales selon le nombre aides apportées.**

A partir de cette grille d'analyse, il est possible de comprendre les profils de compensation selon la latéralisation du foyer épileptique (Figure 18).



**Figure 18. Profil des performances des trois groupes de sujets selon le type d'aides et le nombre d'aides apportées.**

Les principaux résultats ont montré que :

- lorsqu'aucune aide n'est apportée les deux groupes de patients sont déficitaires ;

- il est possible de compenser les troubles de mémoire verbale des patients, l'efficacité des aides varie selon la latéralisation du foyer épileptique :
  - les patients temporaux gauches bénéficient essentiellement des aides centrées sur le sujet (aide à l'intégration)
  - les patients temporaux droits bénéficient des trois types d'aides.
- L'interaction des trois aides permet les meilleures performances pour les deux groupes de patients et donc la meilleure compensation.

#### ***IV.2.2.4 - Discussion***

Les résultats obtenus sont très intéressants et surtout très novateurs dans le domaine de la neuropsychologie de l'épilepsie. En effet, la majorité des études s'intéressent surtout à préciser les déficits présentés par les patients, très peu tentent de comprendre comment les patients peuvent compenser ou non leur éventuels déficits (Engelberts et al., 2002). Les résultats obtenus sont très encourageants car ils permettent d'objectiver dans quelles conditions les patients peuvent espérer voir potentialiser leur performance. Malgré tout, il est à noter que même dans la condition maximum d'aides (i.e. interaction des 3 aides), les patients, indépendamment de la latéralisation du foyer, ne compensent pas totalement leurs déficits. Face à une lésion cérébrale, le système cérébral va essayer de s'appuyer sur les capacités restantes, ainsi dans le cas d'une lésion temporale gauche, le système va s'appuyer sur les compétences de l'hémisphère droit et inversement dans le cas d'une lésion temporale droite.

Il est possible alors de penser que l'efficacité de telle ou telle stratégie compensatoire reflèterai les compétences de l'hémisphère non lésé :

- l'hémisphère gauche interviendrait au niveau de l'intégration, de l'élaboration et de la contextualisation d'une information verbale ;
- l'hémisphère droit lui interviendrait essentiellement au moment de l'intégration d'une information verbale.

Les perspectives de mon étude sont importantes notamment en terme clinique et plus particulièrement en terme d'élaboration de programme de réhabilitation cognitive afin d'aider les patients à utiliser des stratégies de compensation afin de pallier au mieux leur déficit.



### IV.2.3 – Etude 6 - Réorganisation fonctionnelle

(Lespinet-Najib & Claverie., 2007 : communication orale)

La dernière étude que j'ai réalisée dans le cadre de la neuropsychologie de l'épilepsie s'intéresse à comprendre les conséquences d'une lésion épileptique sur les possibilités de réorganisation fonctionnelle concernant les fonctions langagières. Comme je l'ai décrit précédemment une des techniques utilisées pour mettre en évidence la latéralisation pour le langage est le test de Wada (cf. Chapitre 2 – II.1 p 61). A partir de ce test, trois profils de représentation pour le langage ont été déterminés : représentation typique - hémisphère gauche / représentation atypique - hémisphère droit / représentation atypique - les deux hémisphères.

Dans la littérature, essentiellement deux facteurs ont été mis en avant comme facteur de risque pour une réorganisation atypique pour le langage : la préférence manuelle et l'âge d'apparition de la maladie. Chacun de ces facteurs a été étudié de façon distincte. Or, il est possible d'imaginer que ces deux facteurs, et, peut-être d'autres, peuvent interagir entre eux. C'est cette hypothèse que ma dernière étude se propose de tester.

#### IV.2.3.1 - Description de la population

Dans cette étude, 40 patients épileptiques ont été inclus présentant tous une épilepsie temporale unilatérale. Plusieurs variables ont été incluses dans cette étude : la latéralisation du foyer épileptique ; la fréquence des crises épileptiques ; la préférence manuelle, le sexe, la présence ou non d'antécédents médicaux ; l'âge d'apparition de la maladie et la latéralisation du langage. La répartition des patients pour chacune de ces variables est présentée Tableau 34.

Variabes	dissociation	effectif	description
Latéralisation du foyer	Temporal Gauche	22	
	Temporal Droit	18	
Fréquence des crises	Fiable	21	Moins de 5 crises par mois
	Elevée	19	5 ou plus de 5 crises par mois
Antécédents médicaux	Pas d'antécédent	23	-
	Avec antécédent	17	Convulsions fébriles (n=8) Souffrance néonatale (n=6) Prématurité (n=3)
Age d'apparition de la première crise	Précoce	12	Avant l'âge de 5 ans
	Tardif	28	Après l'âge de 10 ans
Préférence manuelle	Gaucher	12	Déterminée à l'aide du test d'Harris (questionnaire composé de 20 questions)
	Droitier	28	
	Ambidextre	0	
Sexe	Homme	20	
	Femme	20	
Latéralisation du langage	Hémisphère gauche	22	Déterminée à l'aide du test de Wada, pour la procédure voir : Claverie & Rougier (1994)
	Hémisphère droit	9	
	Bilatérale	9	

**Tableau 34. Répartition de la population étudiée selon les différentes variables.**

#### IV.2.3.2 - Procédure d'analyse

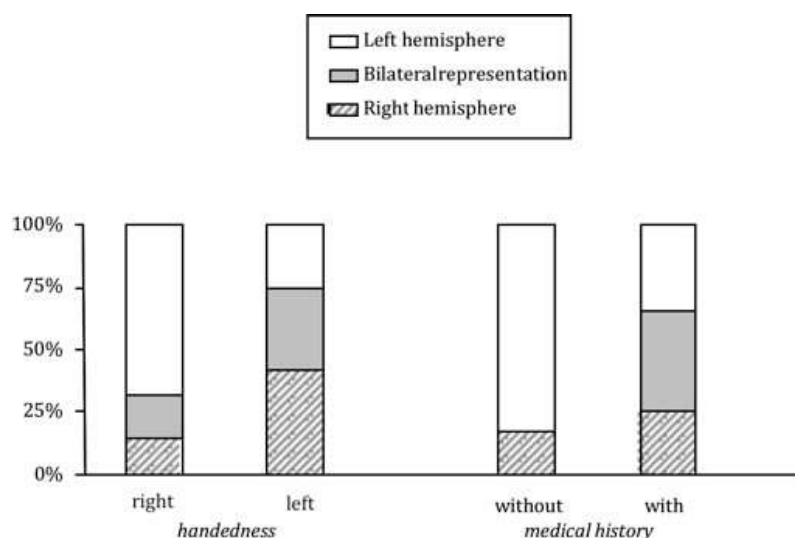
J'ai analysé les résultats en deux temps :

- en utilisant le test de Chi2, j'ai mis en relation la latéralisation du langage et les 6 autres variables ;
- afin de déterminer des profils de patients, j'ai réalisé une analyse factorielle des correspondances sur les 7 variables.

#### IV.2.3.3 - Résultats

La latéralisation pour le langage est en relation avec deux autres variables à savoir : la préférence manuelle et la présence d'antécédents médicaux (Figure 19). Ces relations s'expliquent :

- 32% des patients droitiers ont une représentation atypique du langage (Hémisphère droit ou bilatérale) contre 75% des patients gauchers ;
- 18% des patients sans antécédent médical ont une représentation atypique du langage contre 75% des patients présentant des antécédents.



**Figure 19. Répartition des 3 types de représentation pour le langage en fonction d'une part de la préférence manuelle et d'autre part de la présence d'antécédents médicaux.**

D'autre part, les résultats ont pu permettre de mettre en évidence des profils de patients et donc de mieux cerner les facteurs de risque pour une éventuelle réorganisation fonctionnelle pour le langage (Figure 20).

- Une **organisation typique pour le langage** (i.e. hémisphère gauche) est associée à une préférence manuelle droite et une absence d'histoire médicale ;

- Une **organisation atypique pour le langage inversée** (i.e. hémisphère droit) est associée à une préférence manuelle à gauche, la présence d'antécédents, une fréquence de crises faible et un âge d'apparition tardif ;
- Une **organisation atypique pour le langage bilatérale** est associée à une préférence manuelle à gauche, la présence d'antécédents, une fréquence de crises élevée et un âge d'apparition précoce.

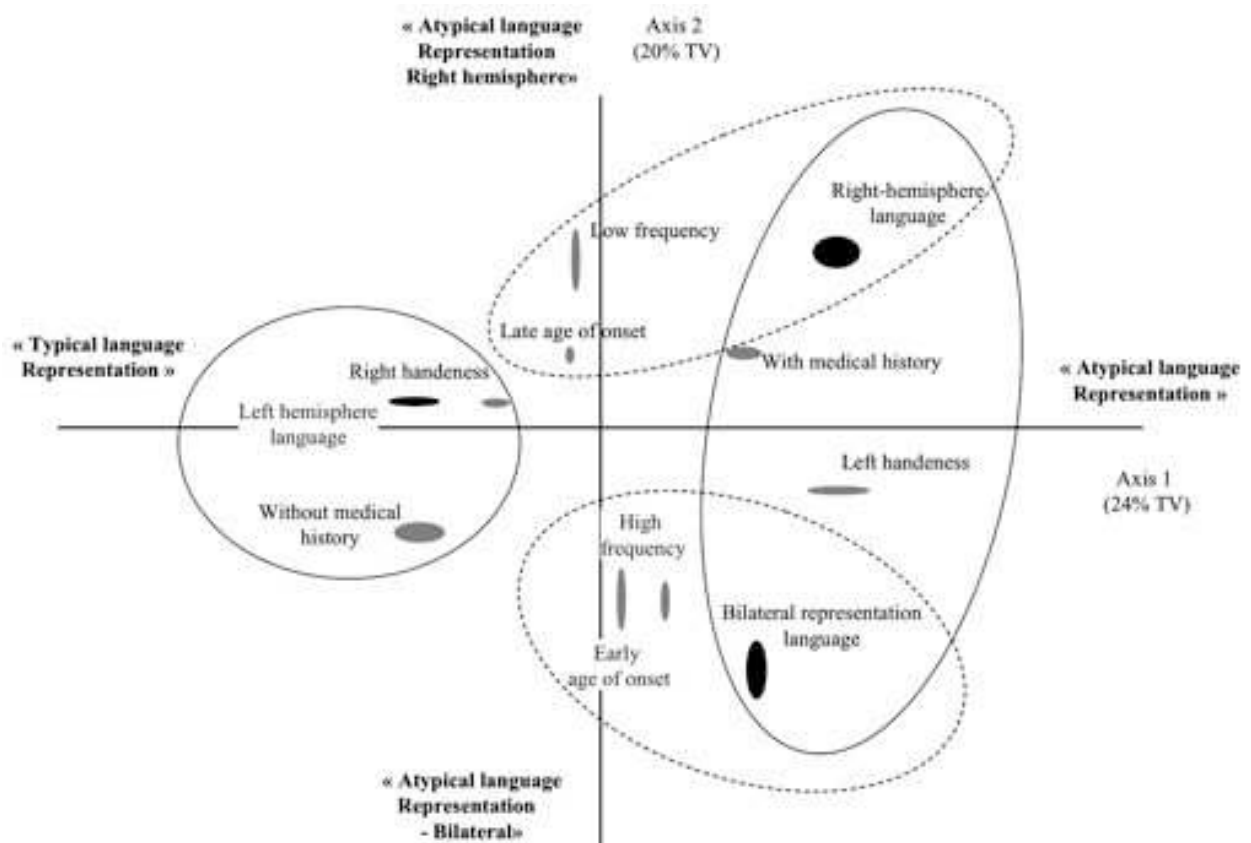


Figure 20. Illustration des profils de patients obtenus après l'analyse factorielle. TV : variance totale.

#### IV.2.3.4 - Discussion

Cette dernière étude avait pour objectif d'étudier les possibilités de réorganisation cérébrale notamment au niveau de la représentation du langage. Il s'agissait de pouvoir mettre en évidence des profils de patients particuliers pouvant présenter ces réorganisations. Au niveau du langage, lorsqu'on parle de réorganisation fonctionnelle on fait référence à deux situations dite atypiques : hémisphère droit et représentation bilatérale.

Plusieurs facteurs sont apparus comme facteurs de risque : la préférence manuelle, l'âge d'apparition de la maladie, la fréquence des crises et la présence d'antécédents

médicaux. La préférence manuelle avait souvent été évoquée dans la littérature comme facteur de risque (Loring et al., 1994).

Il est possible de comparer mes données à celles obtenues dans la littérature concernant la relation entre la préférence manuelle et la latéralisation pour le langage (Tableau 35). Mes données se rapprochent nettement de celles obtenues par Kurthen et al. (1997). L'effectif peu élevé de mon échantillon (comparé aux autres études) ne permet pas vraiment d'avancer des hypothèses pour expliquer les différences.

	Préférence manuelle	Effectif	Représentation du langage en %		
			hémisphère gauche	hémisphère droit	bilatérale
Wada & Rasmussen, 1977	Droitier	140	96 %	4 %	0 %
	Gaucher	122	70 %	15 %	15 %
Loring et al. 1990	Droitiers	91	80 %	19 %	1 %
	Gauchers	12	50 %	42 %	8 %
Kurthen et al. 1994	Droitiers	142	77 %	20 %	3 %
	Gauchers + ambidextres	31	23 %	45 %	32 %
Risse et al. 1997	Droitiers	304	87 %	9 %	4 %
	Gauchers	64	62 %	20 %	20 %
Mon étude	Droitiers	28	68 %	16 %	16 %
	Gauchers	12	25 %	45 %	30 %

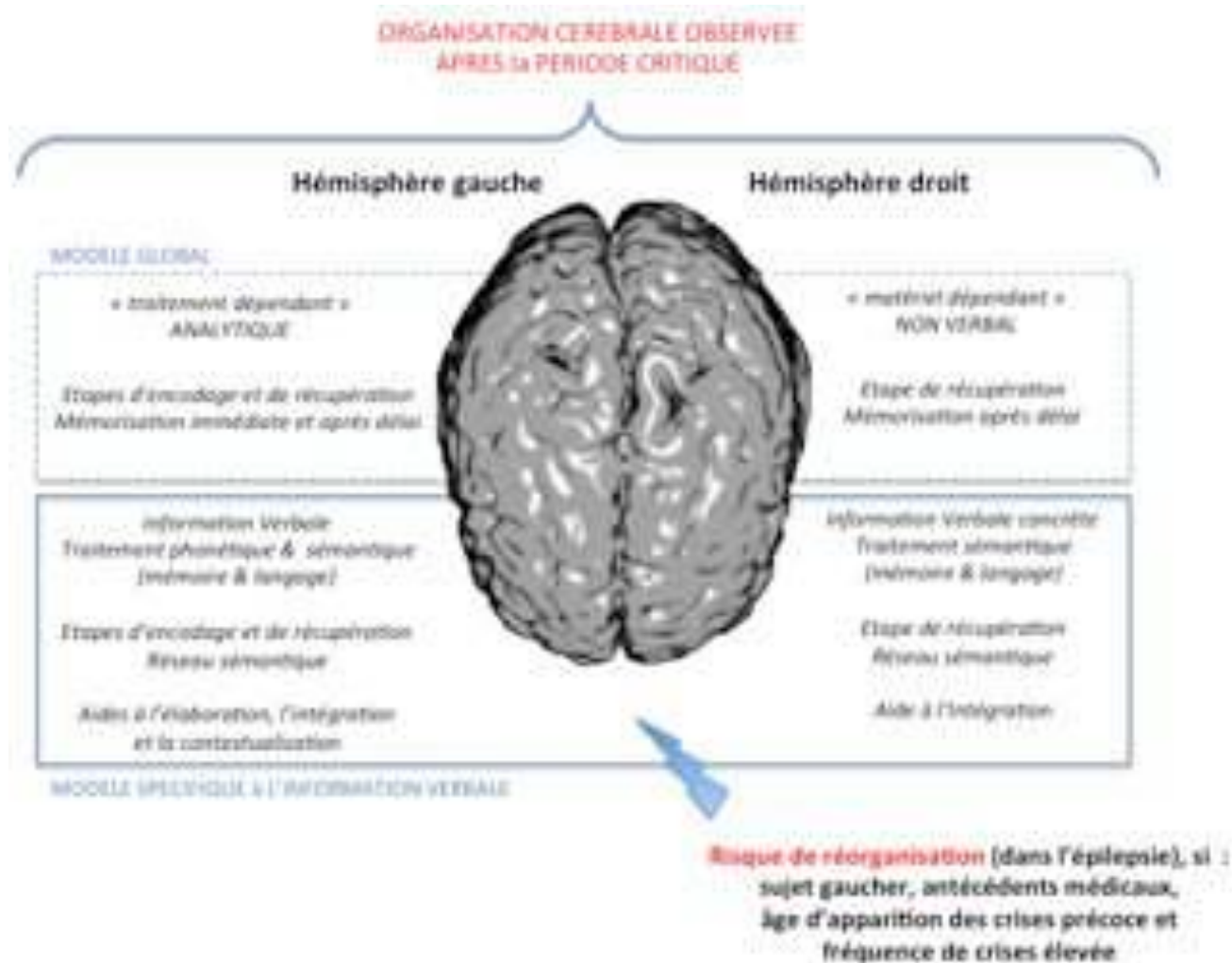
**Tableau 35. Comparaison de mes données à celles obtenues par d'autres auteurs concernant la relation entre la préférence manuelle et la latéralisation pour le langage.**

Il est important de mieux cerner ces profils à risque car une représentation bilatérale pour le langage est un facteur d'exclusion pour le geste chirurgicale. Les risques post-opératoires étant alors trop élevés pour les fonctions langagières (risque de troubles aphasiques).

### ***III.5 - Synthèse des travaux***

Les principales études empiriques que j'ai pu mener ont permis de tester les principaux modèles de la spécialisation hémisphérique décrits précédemment. Il en ressort une vision plus complète et surtout plus complexe du rôle respectif de chaque hémisphère comme l'illustre la Figure 21. Cette organisation cérébrale met surtout en exergue l'importance de faire interagir les différentes dichotomies ensembles.

Il est important de noter que l'organisation cérébrale proposée n'est valable qu'une fois la période critique achevée. En effet, comme j'ai pu le montrer durant la période critique, les asymétries fonctionnelles ne sont pas encore établies.



**Figure 21. Illustration synthétique de l'organisation cérébrale en terme d'asymétries fonctionnelles à partir de mes données expérimentales.**

Pour finir, j'ai pu aussi mettre en évidence les limites du rapport normal / pathologique et plus particulièrement du concept de transparence. Ainsi, dans des conditions cliniques particulières (épilepsie précoce, antécédents médicaux, fréquence de crises élevées, etc.) des réorganisations fonctionnelles apparaissent, notamment pour la latéralisation pour le langage. Les représentations atypiques pour le langage (bilatérale et hémisphère droit) sont alors fréquentes dans ces conditions cliniques. Il est possible alors de se demander si les modèles théoriques classiques de la spécialisation hémisphériques restent pertinents pour expliquer les déficits observés chez ces patients ayant un profil particulier. Il est intéressant de noter que ces réorganisations fonctionnelles pourraient peut-être être mises en relation avec des données que j'ai été amenée à observer dans une étude précédente à savoir des modifications neurobiologiques observées au niveau des structures temporales internes (sprouting, dispersion de neurones, etc.) chez des patients présentant une épilepsie temporale. (Bahh, lespinet, et al., 1999).

# Chapitre 3

## La Cognitique

I – Présentation générale de la Cognitique

II – Domaine d'application n°1 « accessibilité et handicap »

III – Domaine d'application n°2 « web et usages »

## Chapitre 3 – LA COGNITIVE

---

Ce troisième chapitre sera organisé en trois parties. Premièrement, je présenterai la discipline dans laquelle s'inscrivent mes travaux de recherche actuels à savoir la cognitive. J'insisterai sur les paradigmes de cette discipline, les concepts clés et surtout les démarches méthodologiques sous-jacentes. Puis, j'aborderai les deux domaines d'application, axe 1 « *accessibilité et handicap* » d'une part et axe 2 « *web et usage* » d'autre part, dans lesquels s'inscrivent mes travaux actuels en proposant un état de l'art et les questionnements émergents. Pour chacun des deux domaines, je présenterai mes premières études empiriques et les projets que je suis en train de développer et de faire émerger (Figure 22).



Figure 22. Présentation des projets de recherche selon les deux axes.

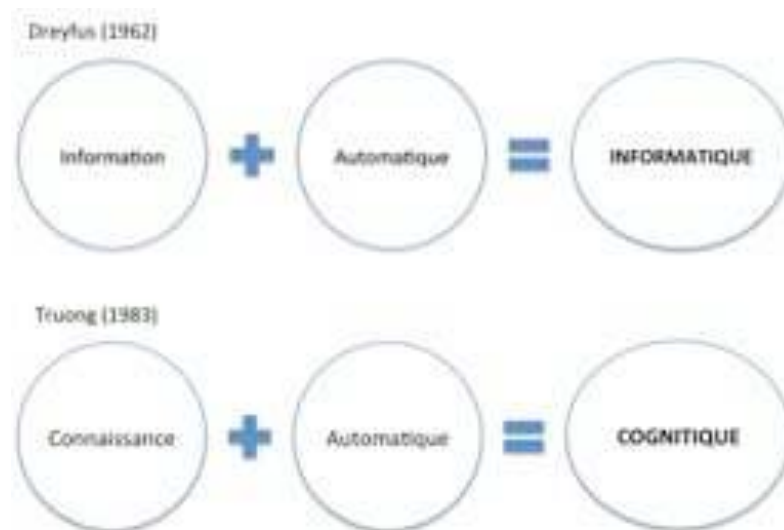
Depuis ma conversion de la neuropsychologie à la cognitive, mes travaux de recherche ne s'articulent plus autour d'une problématique unique, mais ont pour objectif de répondre à des questions appliquées dans le cadre d'une démarche par projet. Pour le lecteur, je ne présenterai donc pas une seule problématique mais bien plusieurs questions de recherche inhérentes à chaque projet. Néanmoins, l'ensemble de mes travaux actuels a comme point commun d'être au centre d'une même discipline à savoir la cognitive et de reposer sur des approches méthodologiques similaires.

### I – Présentation générale de la Cognitive

#### *1.1 – Définition & Origines*

Le terme de cognitive a suivi le même processus de création que celui du terme informatique à savoir un néologisme entre deux mots (Figure 23). Pour le mot

Informatique, il s'agit de Philippe Dreyfus en 1962 qui le crée en associant le mot Information et le mot Automatique avec l'idée que l'informatique correspond à la science du traitement automatique de l'information. Philippe Dreyfus était l'ancien directeur du Centre National de Calcul Electronique de Bull et a utilisé le mot informatique pour désigner son entreprise SIA : Société d'Informatique Appliquée. En 1967, l'Académie Française adopte le terme informatique qui rentre alors dans le langage courant. Vingt ans après, le mot Cognitique suit le même processus. Il est créé par Jean-Michel Truong en 1981 par la contraction du mot connaissance et automatique. Ainsi, la cognitique correspond originellement à la science du traitement automatique des connaissances. Jean-Michel Truong définit la cognitique comme « *discipline scientifique et pratique technique, branche de l'informatique, qui a pour objet l'acquisition et la représentation formelle des connaissances et des modes de raisonnement, en vue de leur simulation à l'aide d'ordinateurs* » (Truong, 1988).



**Figure 23. Illustration des néologismes ayant permis de créer le mot Informatique et le mot Cognitique.**

Ce rapprochement fort avec le domaine de l'informatique est conforté par Dessimoz (2008) qui précise que le domaine d'application de la cognitique correspond à « *la prise en charge automatisée des activités cognitives traditionnellement typiquement, voire exclusivement réservées à l'humain* ». Néanmoins, Il apparaît aujourd'hui que cette discipline associe non seulement le domaine de l'informatique, du biologique et mais aussi celui des sciences humaines et sociales. Plusieurs termes sont souvent utilisés comme synonyme au terme cognitique : sciences cognitives appliquées, cognition automatisée, ingénierie cognitive, etc....

Claverie (2005) précise que la cognitique a pour objectif « *d'aborder la complexité de son objet d'étude : la connaissance* ». Ainsi, la cognitique se donne pour objectif « *d'apporter une réponse appropriée au défi posé par la complexité, qui elle, ne cesse de croître* » (Dessimoz, 2008). L'idée de « *réponse appropriée* » se doit d'être mise en avant, car elle



permet de situer la cognitive comme ayant une visée très opérationnelle et très appliquée. Ainsi, la démarche d'ingénierie est l'une des approches clés en cognitive. Comme l'illustre le titre du livre d'Aniorté & Gouardères « *Cognitive : Vers une informatique plus cognitive et sociale* » (2003), l'activité humaine et les interactions entre le sujet et les interfaces numériques font aujourd'hui partie des préoccupations sociétales. La démarche méthodologique d'ingénierie de référence en cognitive est la démarche de conception centrée utilisateur (CCU) que je présenterai ci-après. En France, le développement de la cognitive ne peut pas être comprise sans faire référence à l'Ecole Nationale Supérieure de Cognitive (ou ENSC)<sup>34</sup>. Il s'agit de la première école française formant des ingénieurs en cognitive. L'objectif de cette école est de former des ingénieurs « cogniticiens » spécialistes de la prise en compte des facteurs humains dans les Interfaces Homme – Système. La cognitive, dans l'esprit de cette école, peut alors être définie comme étant « *la sciences du traitement de la connaissance ; ensemble des méthodes et techniques visant à adapter la technologie aux capacités, limites, et préférences humaines.* » (Définition citée par Carrilho, 2012). Cette définition correspond tout à fait à la représentation que je me fais de cette nouvelle discipline dans laquelle je m'inscris aujourd'hui.

Au préalable, pour bien cerner le périmètre de ces deux disciplines, l'informatique et la cognitive, il s'avère indispensable de définir les termes d'information et de connaissance.

## **I.2 - Concepts clés en cognitive**

### **I.2.1 - Information & Connaissance**

Différencier les termes « d'information » et de « connaissance » appelle à en préciser un troisième celui de « donnée ». Ces trois concepts sont souvent confondus mais des différences importantes existent (Machlup, 1983 ; Mintzberg, 1999). D'une façon générale, l'existence d'une relation causale entre l'information et la connaissance (Dretske, 1981) est considérée. L'information fait référence à une association significative (c'est à dire qui prend sens pour le sujet) de données (le concept de données doit être compris comment élément brut) selon un contexte donné. L'information sera alors transformée (d'où l'idée d'une relation causale) afin de permettre que ce qui est transmis représente (notion de représentation) de façon adéquate un état du monde, on parle alors de connaissances. Ces concepts sont pluridisciplinaires puisqu'ils se retrouvent en informatique, en information & communication, en psychologie, etc. Prince (1996) propose une série de définitions de ces différents concepts :

---

<sup>34</sup> Pour une description précise de cette école voir : <http://www.ensc.fr/>

- **Donnée** : « *Nous appellerons donnée tout signifiant susceptible d'être capté, enregistré, transmis ou modifié par un agent cognitif de traitement de l'information, naturel ou artificiel* ». Une donnée peut être objective (ex : 20°C) ou subjective (ex : *il fait chaud*). Une donnée est relativement objective mais est dépendante de l'instrument de mesure utilisé (Prax, 2003) (ex : *le thermomètre*). La notion de donnée est associée avec l'idée de codage, c'est à dire qu'une donnée fait référence à un format précis sous forme d'échelle de mesures, d'intervalle, etc. (Ermine, 1996).
- **Information** : « *L'information est un signifié transporté par une donnée. Ce signifié est dépendant des procédures de décodage des données (c'est-à-dire d'extraction de l'information) et de l'univers cognitif des agents qui mettent en œuvre ces procédures* ». Selon Prax (2003), il existerait plusieurs types d'informations (physique, pragmatique, rationnelle, paradigmatique et expressive).
- **Connaissance** : « *La connaissance est le mode d'emploi permettant de transformer les données en informations. C'est donc ce qui est associé au passage entre le signifiant et le signifié* » (Prince, 1996). Dans le même ordre d'idée, Ermine (2008) précise que la connaissance, selon une approche sémiologique « *se perçoit comme un signe, qui contient de l'information (quelle est la forme codée ou perçue du signe que je reçois ?), du sens (quelle représentation l'information engendre t-elle dans mon esprit ?) et du contexte (quel environnement conditionne le sens que je mets sur l'information perçue ?)* ».

Il me semble intéressant de s'appuyer sur le modèle hiérarchique de la connaissance utilisé en gestion des connaissances (Figure 24) qui reprend ces 3 concepts (Balmissé, 2002). Ainsi, la donnée correspond à un élément brut décontextualisé (ex : *10 heures*). Cette donnée va être contextualisée (on parle de contexte de l'information) et donc prendre sens pour l'utilisateur, la donnée se transforme alors en information (ex : *ce matin, dans ma voiture il est 10 heures*). Cette interprétation peut varier d'un sujet à un autre. Puis, cette information sera assimilée par le sujet en fonction de son activité et de la situation d'usage, on parle alors de contexte de l'activité. Cette information se transforme alors en connaissance (ex : *je dois prendre mon train à 10h30 alors je dois rouler plus vite*).

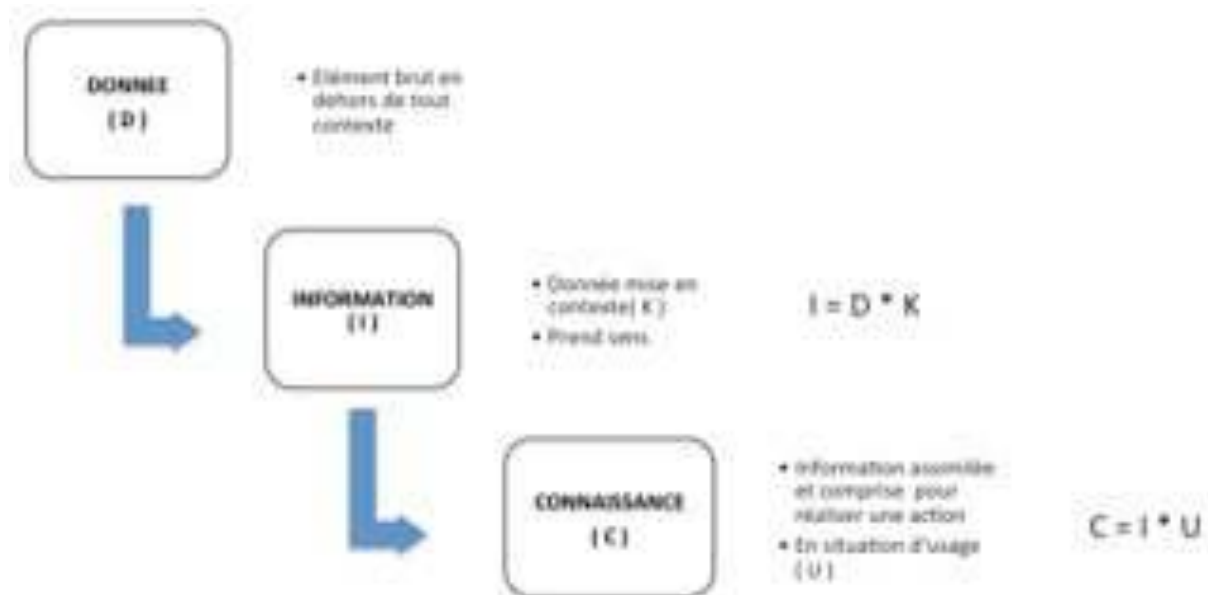


Figure 24. Illustration du modèle hiérarchique de la connaissance (adapté de Balmisse, 2006).  
I : information, D : donnée, K : contexte, U : usage.

Le concept de connaissance n'est pas un concept unitaire, deux formes principales de connaissances sont souvent décrites (Nonaka & Takeuchi, 1995 ; Nonaka et al., 2000) :

- **Connaissances tacites** (Polanyi, 1958) : les connaissances tacites sont enracinées dans l'action, dans les routines, dans un contexte spécifique. Les connaissances tacites regroupent les compétences innées ou acquises, le savoir-faire et l'expérience des sujets. Cette connaissance est personnelle, difficilement communicable et ne s'exprime pas aisément dans le formalisme du langage. Elle serait composée de deux dimensions :
  - Dimension cognitive : correspondant aux connaissances fabriquées par les individus au cours de leur action en manipulant et agrégeant des concepts par analogie : schémas, paradigmes, croyances, points de vue, ... Autant d'outils permettant au sujet de l'aider à comprendre et interpréter son environnement. Ces outils permettent à l'individu de construire les images de la réalité en terme de « ce qui est » et « ce qui devrait être ». Un parallèle fort peut être effectué entre cette dimension et le concept de modèle mental développé par Jonhson-Laird (1993).
  - Dimension technique : cette dimension inclut les savoir-faire, dons et qualités, gestes pratiques et automatiques.
- **Connaissances explicites (ou codifiées)** (Cowan, 2001 ; Cowan et al. 2000) : correspond à des connaissances formalisées pouvant être facilement transmises sans perte d'intégrité et généralement très facilement. Cette forme de connaissance reposerait sur trois éléments : un vocabulaire, une grammaire et des messages. L'élaboration de ce type de connaissances impliquerait, selon Schreiber et al. (1993), les processus de logiques d'induction et de déduction.

Nonaka & Takeuchi (1995) propose le modèle SECI (Socialization, Externalization, Combination, Internalization) permettant de rendre compte des conditions de création de connaissances (Figure 25). Ce modèle reposerait sur l'existence d'interactions entre les connaissances tacites et les connaissances explicites. Il y aurait quatre processus de conversions (ou transformations) entre les connaissances : la socialisation, l'externalisation, la combinaison et l'internalisation.

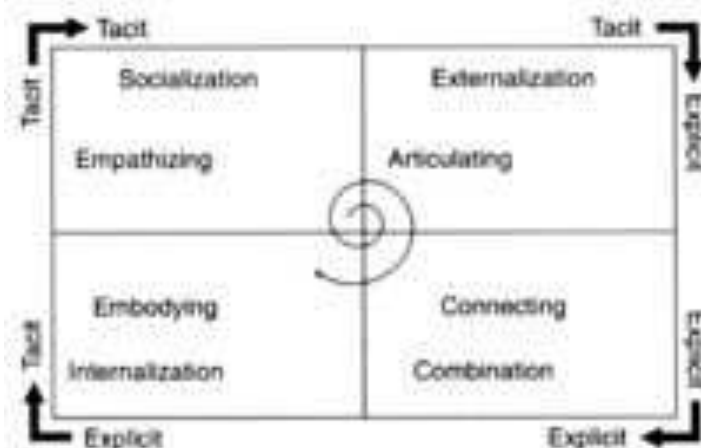


Figure 25. Illustration du modèle SECI (Nonaka & Takeuchi, 1995) représentant la transmission entre dimensions tacite et explicite de la connaissance.

Une autre dimension a été proposée par Lam (2000) et concerne la distinction individuelle et collective. Ainsi, Lam (2000) reprend ces deux dimensions (tacite vs. explicite et individuel vs. collectif) et propose l'existence de quatre types de connaissances comme illustré Tableau 36. Cette typologie des connaissances avait déjà été suggérée par Collins (1993).

		Dimension Ontologique	
		Individuel	Collectif
Dimension épistémologique	Explicite	Connaissance formelle théorique, abstraite	Connaissance symbolisée simplifiée, sélective
	Tacite	Connaissance expérimentale localisée, particulière	Connaissance partagée relationnelle, contextuelle et dispersée

Tableau 36. Illustration des quatre types de connaissance selon Lam (2000).

- La connaissance formelle (ou *embrained knowledge*) est dépendante des compétences conceptuelles et des capacités cognitives des individus. On parle de connaissance abstraite, théorique, formelle ou scientifique reposant sur une compréhension rationnelle du monde. (le savoir)
- La connaissance expérimentale (ou *embodied knowledge*) est orientée par l'action, la

pratique d'un individu. Elle est fabriquée à partir des pratiques et des expériences physiques (sensori-motrice). (le savoir-faire)

- **La connaissance symbolisée** (ou *encoded knowledge*) correspond à l'abstraction des connaissances individuelles. Elle se caractérise par des codes et symboles partagés par un groupe d'individus. Elle est codifiée sous forme de règles, recettes, procédures. Ce type de connaissance se rapproche du concept d'informations.
- **La connaissance partagée** (ou *Embedded knowledge*) correspond à la forme collective de connaissance tacite résidant dans des routines organisationnelles et des normes partagées. C'est la connaissance tacite basée sur des croyances partagées. Elle fait référence au concept de « communauté de pratiques » (Brown & Duguit, 1991 ; Wenger & Gervais, 2005) illustrant la nature socialement construite et interactive.

Ainsi, avoir comme objet d'étude la connaissance revient à s'intéresser aux deux dimensions inhérentes : la dimension épistémologique (tacite vs explicite) et la dimension ontologique (individu vs collectif). Comme le souligne Lam (2000), la connaissance (à travers ces deux dimensions) comme objet d'étude a été très souvent abordée dans le domaine économique, dans celui des organisations (Grant, 1996 ; Hall, 1993 ; Teece & Pisano, 1994) et dans le domaine de l'innovation technologique (Howells, 1996 ; Senker, 1995 ; Spender, 1996).

Si je reviens sur la définition de la cognitique à savoir « *la science du traitement de la connaissance ; ensemble des méthodes et techniques visant à adapter la technologie aux capacités, limites, et préférences humaines.* » (Définition citée par Carrilho, 2012), il apparaît clairement que l'utilisateur joue un rôle central (qu'il soit émetteur ou récepteur de l'information et donc de la connaissance, et qu'il soit en situation individuelle ou collective). De plus, les notions de contexte et de situation d'usage sont indispensables à la construction et à l'élaboration des connaissances. C'est pourquoi, selon moi, la cognitique a pour intérêt majeur de replacer le sujet au centre de toute étude. Ainsi, lorsque l'on s'intéresse au domaine de la conception d'interface homme-système et de l'ingénierie, un concept incontournable en cognitique est celui de conception centrée utilisateur (ou CCU).

## **I.2.2 - Conception centrée utilisateur (ou User-Centered Design)**

Le principe de la conception centrée utilisateur est de prendre en compte l'utilisateur dans la conception d'un système informatique (ou plus globalement numérique) au différents moments du cycle de conception (Nielsen, 1994a ; Norman, 1988 ; Norman & Draper, 1986 ; Preece et al., 2002). Cette approche place donc l'utilisateur et la tâche qu'il doit effectuer (dans la mesure où cette tâche est clairement définie) au centre de la démarche de conception (Mayhew, 1999 ; Vredenburg et al., 2001). Ainsi, les besoins, les attentes et les caractéristiques propres des utilisateurs finaux sont pris en compte à

chaque étape du processus de développement d'un produit, d'un système ou d'un service.

Lorsque l'on parle d'utilisateur, trois formats coexistent :

- *L'utilisateur final imaginaire* correspond à l'utilisateur pressenti par le concepteur,
- *L'utilisateur final réel* correspond à l'utilisateur qui va réellement utiliser le produit ou service,
- *L'utilisateur final potentiel* correspond à un utilisateur qui pourrait être amené à utiliser le produit ou service.

La démarche de conception centrée utilisateur a pour objectif de faire coïncider les objectifs liés aux deux premiers types d'utilisateurs et pourquoi pas essayer d'anticiper ceux du troisième groupe.

La conception centrée utilisateur fait l'objet d'une norme internationale, la norme ISO 9241-210 (et ISO 13407) qui replace l'intérêt de cette démarche : « *les avantages d'une approche centrée sur l'opérateur humain comprennent un accroissement de la satisfaction et de la productivité, une meilleure qualité de travail, des réductions de frais de formation et d'assistance technique et une amélioration du bien-être et de la santé de l'utilisateur.* » (ISO 13407).

Selon cette norme, la CCU repose sur quatre principes de base :

- Mise en concordance entre les capacités de l'utilisateur et les exigences de la tâche ;
- Participation active des utilisateurs, durant l'ensemble du cycle de conception, afin d'améliorer le nouveau système et de permettre son appropriation ;
- Nombreuses itérations durant le cycle de conception pour faciliter le retour d'expérience des utilisateurs après utilisation des premières solutions de conception ;
- Equipe de conception pluridisciplinaire afin de permettre un processus collaboratif reposant sur la prise en compte des différents points de vue.

Sur la base de ces principes, il est possible de définir quatre activités interdépendantes qu'il convient d'intégrer à un projet de développement et de conception d'un système. Comme illustré Figure 26, le processus de conception centrée sur l'utilisateur doit commencer dès la première étape.

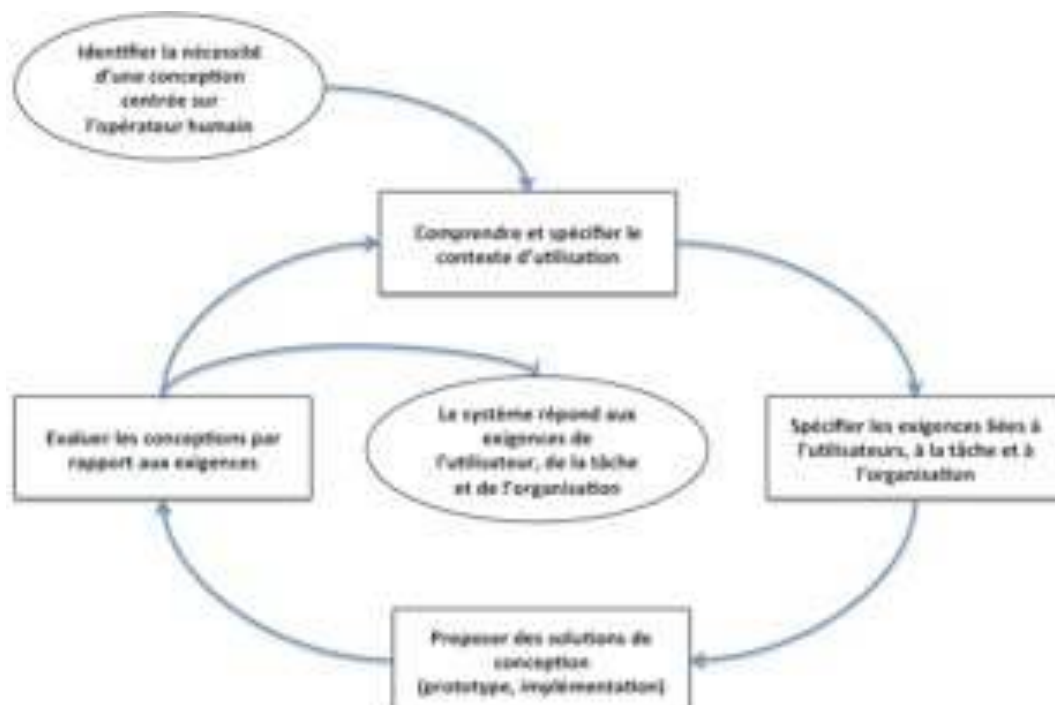
Ainsi, les trois phases classiques de conception doivent s'effectuer de façon itérative et collaborative : Analyse, Conception et Evaluation. Les utilisateurs ne doivent pas intervenir uniquement au moment de la phase d'évaluation mais à chaque étape. Le Tableau 37 reprend ces trois étapes et précise les objectifs à atteindre.

Phase	Objectifs
Analyse	Préciser les attentes et les besoins des utilisateurs finaux (déterminer les caractéristiques des utilisateurs) Préciser les besoins de la tâche Comprendre et spécifier le contexte d'utilisation Comprendre les enjeux organisationnels
Conception	Elaboration d'une première maquette ou prototype qui permet de mettre en concordance les capacités des utilisateurs et les exigences de la tâche
Evaluation	Mesurer l'utilisabilité et l'utilité du produit ou du service par les utilisateurs Plusieurs itérations possibles et donc retour sur la phase de conception

**Tableau 37. Présentation des objectifs des 3 phases classiques en conception centrée utilisateur.**

Il apparaît clairement que les différentes phases d'activités en conception centrée utilisateurs sont interdépendantes, il n'y a pas de linéarité. De nombreuses itérations sont nécessaires entraînant de fréquents feedback et donc des modifications, et des nouvelles spécifications. Cette interdépendance des phases est illustrée Figure 25.

Un des points important concernant la conception centrée utilisateur est la prise en compte de l'interaction homme machine ou homme système. Je préfère utiliser le terme homme système illustrant clairement l'augmentation de la complexité des environnements numériques avec lesquels un (ou plusieurs) utilisateur(s) est amené à interagir.



**Figure 26. Illustration de l'interdépendance des activités de CCU (selon ISO 13407).**

Placer l'utilisateur au centre des différentes étapes de conception renvoie très

clairement à l'étude des concepts comme l'utilité, l'utilisabilité et l'acceptabilité.

### **I.2.3 – Utilité, Utilisabilité & Acceptabilité**

Il faut distinguer l'utilité et l'utilisabilité<sup>35</sup>. La norme ISO 13407 propose une série de définitions des termes clés utilisés en cognitique :

- **Système interactif** : « *combinaison d'éléments matériels et logiciels qui échangent des données en provenance et en direction d'un utilisateur, afin d'aider celui-ci à accomplir sa tâche.* » ISO 13407
- **Utilité** : correspond à la capacité technique à répondre à un besoin défini et à aider à la réalisation de l'objectif de son utilisateur. Ainsi, l'utilité correspond aux possibilités d'un outil et/ou service d'aboutir à ce pourquoi il a été conçu. (Dillon & Morris, 1999).
- **Utilisabilité** : « *degré selon lequel un produit peut être utilisé, par des utilisateurs identifiés, pour atteindre des buts définis avec efficacité, efficience et satisfaction, dans un contexte d'utilisation spécifié.* »
- **Efficacité** : « *précision et degré d'achèvement selon lesquels l'utilisateur atteint des objectifs spécifiés.* »
- **Efficience** : « *rapport entre les ressources dépensées et la précision et le degré d'achèvement selon lesquels l'utilisateur atteint des objectifs spécifiés.* »
- **Satisfaction** : « *absence d'inconfort et attitudes positives dans l'utilisation du produit.* »

Il est possible de considérer qu'une interface est utilisable lorsque l'utilisateur peut réaliser la tâche, de façon efficace, qu'il consomme un minimum de ressources pour le faire (c'est à dire avec efficience) et que le système est agréable à utiliser et donne satisfaction. Si tous ces éléments sont présents alors, le système présentera un niveau d'acceptabilité élevé (Nielsen, 1993).

Selon Tricot et al. (2003), l'acceptabilité se définit comme « *la valeur de la représentation mentale (attitudes, opinions, etc. ; plus ou moins positives) à propos d'un produit ou service, de son utilité et de son utilisabilité. Cette représentation peut être individuelle ou collective.* ».

Se pose alors la question des relations pouvant exister entre ces trois dimensions : l'utilité, l'utilisabilité et l'acceptabilité (pour une revue : Tricot et al., 2003). Dans ce cadre, plusieurs modèles ont été proposés. Ils sont décrits ci après.

#### **Modèle de Nielsen (1993)**

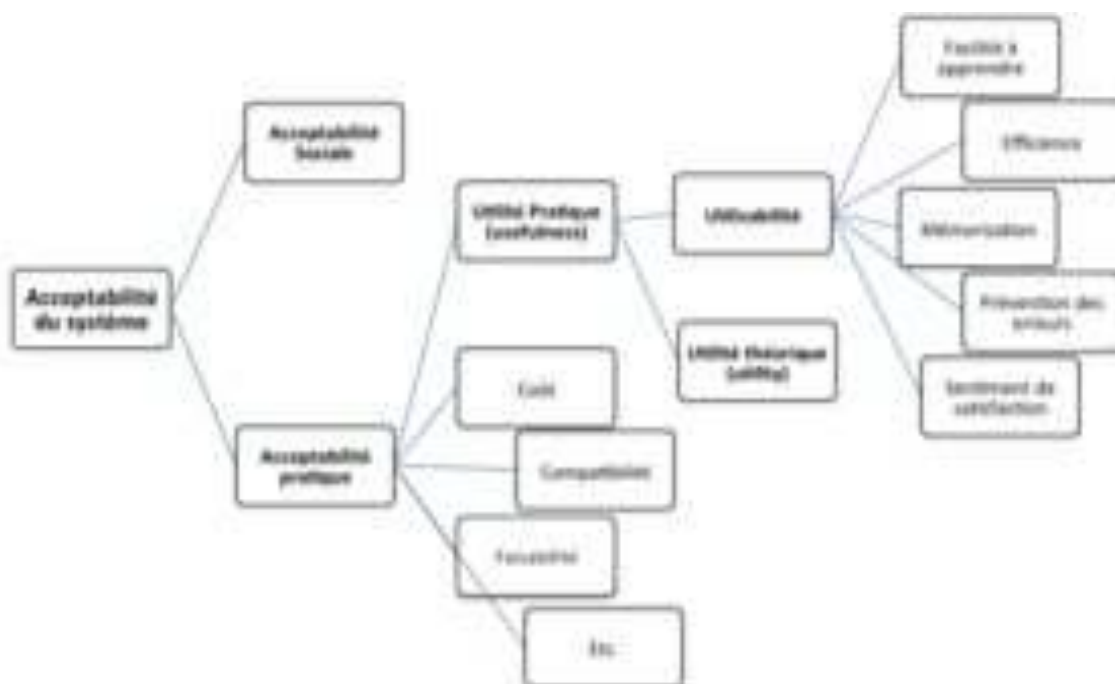
Selon Nielsen (1993), l'acceptabilité d'un système se définirait selon deux dimensions : une dimension sociale (acceptabilité sociale) et une dimension pratique (acceptabilité

---

<sup>35</sup> Il est possible d'utiliser le terme d' « *usabilité* » comme synonyme du terme d' « *utilisabilité* ». Le terme d'usabilité est plus un français traduction littérale de « *usability* ». Je préfère l'utilisation du concept d' « *utilisabilité* » qui correspond à celui défini et proposé dans les normes ISO.



pratique). L'utilisabilité et l'utilité seraient des sous dimensions de l'acceptabilité pratique et plus spécifiquement, comme l'illustre la Figure 27, se retrouveraient sous le terme d'utilité pratique. Nielsen envisage que l'utilité pratique du système est une combinaison de son utilité théorique (c'est-à-dire, l'utilité des fonctionnalités et des contenus du système) et de son utilisabilité (est-ce que les personnes vont pouvoir se servir des fonctionnalités proposées ?). Il apparaît clairement que l'utilisabilité et l'utilité sont des déterminants clés de l'acceptation pratique d'un produit. L'acceptabilité sociale, quant à elle, renverrait aux impressions des utilisateurs, à leurs attitudes envers le système. Les éventuelles contraintes sociales et normatives sont envisagées ici comme contribuant à la décision d'utiliser une technologie donnée : le terme d'intention d'usage est alors avancé (Bobillier-Chaumon & Dubois, 2009).



**Figure 27. Présentation du modèle de Nielsen (1993) sur les déterminants de l'acceptabilité d'un système ou d'un produit.**

Plusieurs limites peuvent être avancées concernant le modèle de Nielsen. Comme le souligne Dillon & Morris (1996), les notions d'usage et de contexte d'usage sont relativement absents de ce modèle. De même, le concept d'intention d'usage n'est pas abordé directement par Nielsen. D'autre part, il semble que le concept d'utilisabilité, pourtant central pour Nielsen, soit surtout associé aux aspects fonctionnels et pratiques d'un système. Or comme le souligne Hertzum (2010) le concept d'utilisabilité est un concept complexe et non uniforme et multi facette.

Hertzum (2010) définit 6 facettes du concept d'utilisabilité :

- **Utilisabilité universelle** : correspond au côté universel de l'utilisabilité d'un système c'est à dire un système qui serai acceptable pour tous (indépendamment des caractéristiques physiques, cognitives ou culturelles des sujets). Il me semble

intéressant de rapprocher ce concept à celui de conception universel (ou design pour tous) proposé par Ronald Mace. Je développerai ultérieurement cette démarche de conception universelle fondamentale dans le domaine de l'utilisabilité des systèmes pour les personnes en situation de handicap (cf. chapitre 3 – II.1.3).

- **Utilisabilité situationnelle** : correspond à la qualité d'usage d'un système dans une situation spécifiée avec ses utilisateurs et ses tâches précises.
- **Utilisabilité perçue** : concerne l'expérience subjective de l'utilisateur basée sur l'interaction qu'il a vécu avec le système.
- **Utilisabilité hédoniste** : correspond au plaisir, à la joie lors de l'utilisation d'un système indépendamment de la facilité d'utilisation, de la performance réalisée.
- **Utilisabilité organisationnelle** : utilisabilité dépendante de la collaboration d'un groupe de personne dans un contexte organisationnel spécifié.
- **Utilisabilité culturelle** : utilisabilité dépendante des significations différentes selon le contexte culturel de l'utilisateur.

Il semble bien que l'utilisabilité ne puisse pas être considérée comme une sous-dimension de l'utilité pratique telle que proposé par Nielsen. L'utilisabilité selon Nielsen pourrait se rapprocher de la notion d'utilisabilité situationnelle proposée par Hertzum (2010). Je renvoie le lecteur vers l'article d'Hertzum qui définit de façon détaillée chacune des facettes de l'utilisabilité.

De la même manière, Alonso-Rios et al. (2010) ont élaboré une taxonomie proposant les différents attributs du concept d'utilisabilité d'un système : connaissance, opérabilité, efficacité, robustesse, sécurité, satisfaction (Figure 28).



**Figure 28. Illustration de la taxonomie des attributs de l'utilisabilité (premier niveau hiérarchique) proposé par Alonso-Rios et al. (2010).**

La taxonomie proposée par ces auteurs est extrêmement complète et repose sur une

structure hiérarchique complexe, jusqu'à 5 niveaux hiérarchiques. Le concept d'utilisabilité s'avère être un concept beaucoup plus complexe que présenté dans la norme ISO ou par Nielsen et dont la définition et les limites d'interventions dépassent largement les propriétés fonctionnelles d'un système.

Afin d'essayer de proposer une vision plus large, Dillon & Morris (1996 ; 1999) ont proposé un autre modèle de l'acceptabilité remplaçant l'usage et l'intention d'usage comme concepts clés.

### ***Modèle de Dillon & Morris (1996 ; 1999)***

Dillon et Morris (1999) mettent en place un modèle simplifié, mais à visée pratique, des déterminants de l'usage des nouvelles technologies. Ils envisagent ainsi de coupler des mesures objectives (utilité de l'application, utilisabilité réelle via des mesures de performance notamment) et des mesures subjectives (perceptions qu'ont les utilisateurs de l'utilité de la technologie et des performances qui peuvent être atteintes avec elle). L'objectif, d'après ces auteurs, est d'obtenir un modèle simple, mais complet et robuste, de l'intention d'usage d'un système (et donc de son acceptation). Les auteurs insistent sur le fait que l'utilisabilité est un déterminant nécessaire mais insuffisant pour l'assurance d'un usage effectif et accordent de l'importance à l'appréciation subjective de la technologie par les utilisateurs.

Les auteurs suggèrent que l'usage d'une technologie donnée est guidé par plusieurs facteurs (cf. Figure 29) :

- **Utilité** : renvoie à la fonctionnalité du système en termes de capacités techniques permettant de réaliser la tâche de l'utilisateur : qu'est-ce que le système peut faire, indépendamment des habiletés des utilisateurs ?
- **Perceptions** : correspond à l'évaluation subjective du système par l'utilisateur (appréciation, valeur subjective accordée au système). Face à deux systèmes différents, l'utilisateur peut en préférer un sur la base d'un jugement personnel, de ses expériences antérieures, de l'esthétique, du coût, *etc.* C'est pourquoi, certains considèrent que le déterminant final de l'usage d'une technologie est constitué par les différentes perceptions liées au système.
- **Utilisabilité** : renvoie à l'aspect opérationnel du système, à la performance que l'utilisateur peut atteindre avec la technologie. Ce facteur d'utilisabilité soulève la question suivante : à quel point les utilisateurs peuvent-ils exploiter l'utilité du système (c'est-à-dire ses fonctionnalités et ses capacités) ?

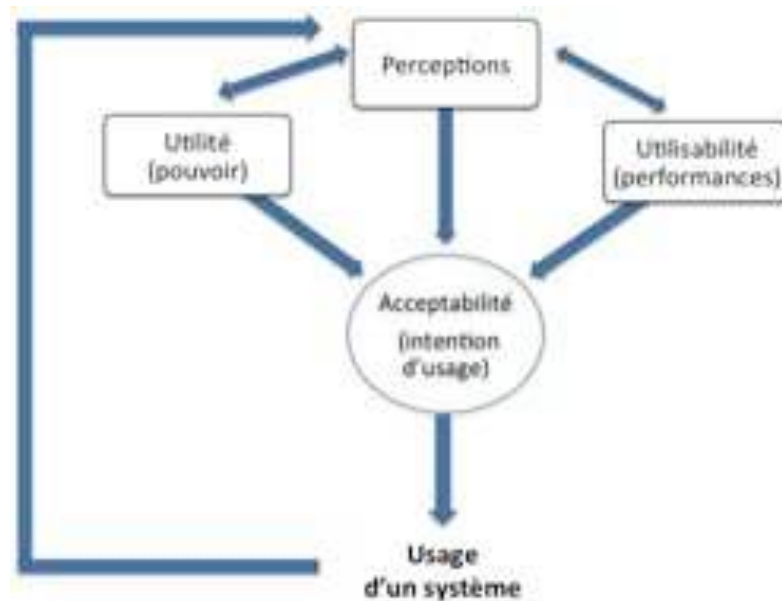


Figure 29. Présentation du modèle d'acceptabilité selon Dillon & Morris (1996 ; 1999).

Un modèle plus récent, complète les modèles précédents, il s'agit du modèle UTAUT (*Unified theory of Acceptance and Use Technology*) élaboré par Venkatesh et al. (2003). Ce modèle repose sur une analyse critique des modèles antérieurs concernant l'acceptabilité.

#### **Modèle UTAUT de Venkatesh et al. (2003)**

Le modèle UTAUT (*Unified Theory of Acceptance and Use of Technology*) (Venkatesh et al., 2003) vise à identifier les déterminants des intentions d'usage et des usages de technologies de l'information. Le modèle met en exergue trois déterminants directs agissant soit sur les intentions d'usage soit sur l'usage réel :

- **Intentions d'usage** : les trois déterminants directs sont les attentes en termes de performances, les attentes en termes d'effort et l'influence sociale (qui toutefois joue un rôle significatif uniquement dans un contexte où l'utilisation du système est obligatoire).
- **Usages réels** : les deux déterminants directs sont l'intention d'utiliser le système et les conditions facilitatrices (conditions matérielles et/ou humaines).

Au-delà des déterminants directs, les auteurs mettent en évidence l'influence significative de variables modératrices : l'expérience antérieure avec le système, l'aspect volontaire ou non de l'utilisation, le genre et l'âge de l'utilisateur.

Les interrelations entre les deux dimensions (usages et intention d'usage), les déterminants directs (attentes de performance et d'effort, influence sociale et conditions facilitatrices) et les variables modératrices (âge, genre, expérience, etc.) sont présentées Figure 30.



Figure 30. Représentation schématique du modèle UTAUT (*Unified theory of Acceptance and Use Technology*) adapté de Venkatesh et al. (2003).

Cependant, le modèle UTAUT semble faire abstraction du concept d'utilisabilité et se focalise essentiellement sur les facteurs influençant les intentions d'usage et l'usage réel.

Au vu de cet état de l'art, il s'avère complexe de définir simplement les concepts d'usage, d'utilisabilité et d'acceptabilité et de mettre en évidence les relations et les périmètres de ces 3 dimensions. Il me semble important dans les années à venir que les recherches en cognitive tendent à définir de façon plus claire et opérationnelle et surtout de mieux cerner les relations que peuvent entretenir ces différentes dimensions. Ceci est d'autant plus important car comme le souligne Hertzum, « *in addition to the methods and techniques associated with each individual image of usability, there is a need for a process supporting researchers and practitioners in applying multiple images.*<sup>36</sup> ». Ainsi, le choix d'une démarche méthodologique et des outils associés est dépendant de la dimension et/ou des dimensions que l'on souhaite étudier. C'est pourquoi, dans la partie suivante, je vais essayer de dresser un panorama des différentes méthodes disponibles dans le cadre d'une démarche d'ingénierie centrée utilisateur.

### 1.3 – Méthodes principales en Cognitive

Il existe de très nombreuses méthodes et outils disponibles pour la mise en place d'une démarche de conception centrée utilisateur. La norme ISO 16982 (2002) liste les principales méthodes d'utilisabilité pour la conception centrée sur l'opérateur humain et identifie deux grandes catégories : 1) celles impliquant la participation directe des utilisateurs ; et 2) celles n'impliquant pas la participation directe des utilisateurs.

Le Tableau 38 présente ces différentes méthodes. Elles sont bien sûr complémentaires et il est fortement recommandé d'en associer plusieurs. Le coût, le temps nécessaire, les

<sup>36</sup> Notre traduction : *en plus des méthodes et des techniques associées à chaque facette de l'utilisabilité, il y a un besoin de procédures pour les chercheurs et les professionnels lorsque l'on souhaite travailler sur plusieurs facettes.*

objectifs, les besoins en utilisateurs sont variables d'une méthode à une autre. De la même façon, les choix méthodologiques devront être adaptés aux différentes étapes du cycle de conception. En référence au modèle présenté précédemment (cf. Figure 26 page 147), il est possible d'identifier la méthode optimale selon l'étape de conception considérée. De même, j'ai précisé sur ce même schéma à chaque étape de conception centrée utilisateur quelles méthodes sont préconisées selon la norme ISO 16982 (Figure 31). Cette approche permet de mettre en évidence que lorsque l'on souhaite mettre en place une démarche centrée utilisateur un large éventail de méthodologie est à notre disposition.

	<b>Nom de la méthode</b>	<b>Descriptif</b>
Participation directe de l'utilisateur	Observation des utilisateurs	Observation des utilisateurs dans un contexte de tâches spécifiques au cours de l'activité réelle
	Mesures relatives des performances	Collecte de mesures de performances quantifiables (temps passé, nombre d'erreurs, etc.)
	Incidents critiques	Collecte systématique d'évènements remarquables au niveau des performances de l'utilisateur
	Questionnaires	Méthodes d'évaluation subjective indirecte à travers des questions précises
	Interview	Méthodes permettant un échange direct en face à face sans imposer un cadre trop rigide
	Penser à haute voix	Méthodes exigeant que l'utilisateur verbalise idées, attentes, doutes, etc. pendant une tâche donnée
	Conception et évaluation collaborative	Méthodes ayant pour objectif de faire collaborer plusieurs acteurs (concepteur, ergonomes, etc.)
Participation non directe de l'utilisateur	Méthode de créativité	Méthodes permettant de faire émerger des idées nouvelles, des nouvelles solutions
	Méthode de créativité	Méthodes permettant de faire émerger des idées nouvelles, des nouvelles solutions
	Méthodes basées sur des documents	Méthodes reposant sur l'analyse par le spécialiste en utilisabilité des documents existants
	Approches basées sur des modèles	Méthodes reposant sur l'analyse des modèles théoriques afin de prédire les performances
	Evaluation par expertise	Méthodes reposant sur l'expertise et la connaissance du spécialiste en utilisabilité
	Evaluation automatisée	Méthodes reposant sur l'utilisation d'algorithmes pour diagnostiquer des défaillances du système

**Tableau 38. Présentation synthétique des principales méthodes d'utilisabilité (ISO 16982).**

De plus, il a été mis en évidence que les contraintes organisationnelles, matérielles et environnementales du projet (Figure 32) influent sur le choix de la méthode (ISO 16982). Il apparaît qu'un projet qui présente des contraintes fortes d'un point de vue temporel et/ou matériel aura tendance à négliger (voir occulter) la participation directe des utilisateurs, mais ce choix a de réelles conséquences car le projet ne pourra pas prétendre à avoir une exigence élevée en terme de qualité, de capacités d'évolution et d'adaptabilité aux différents profils utilisateurs, etc.

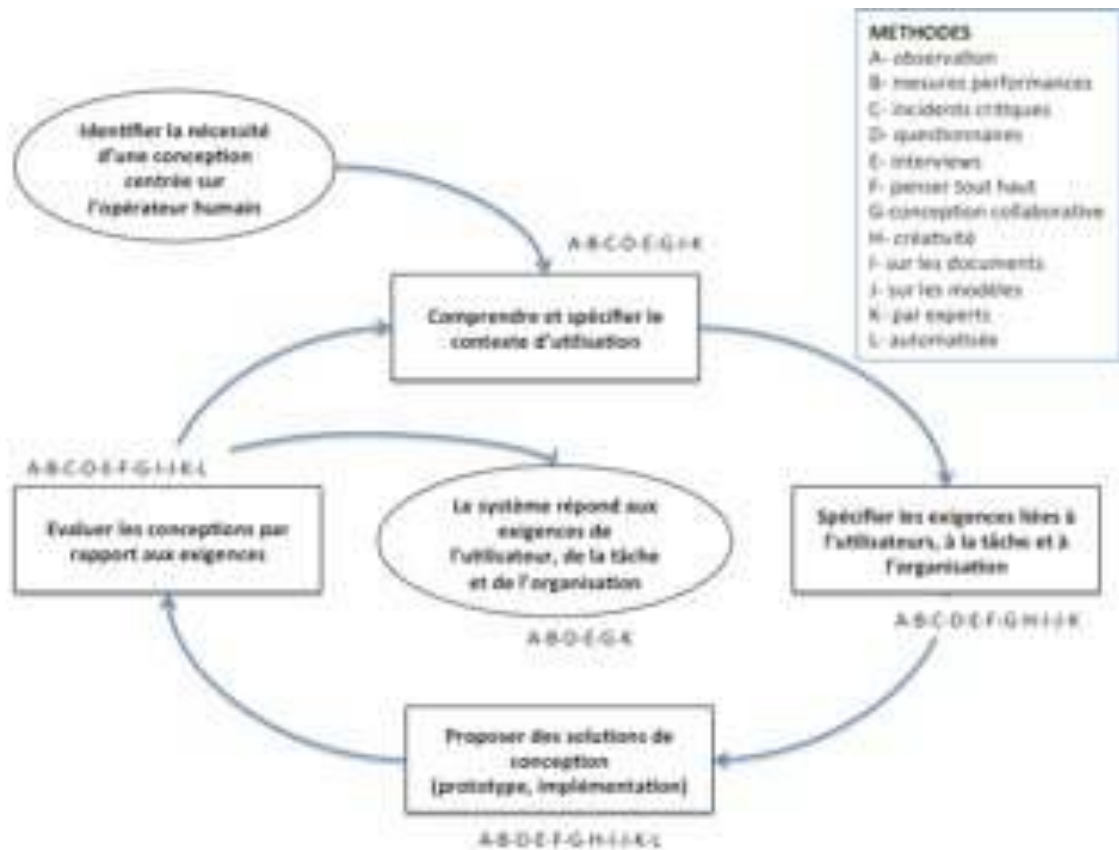


Figure 31. Choix des méthodes selon l'étape du cycle de conception (adapté de la norme ISO 16982).

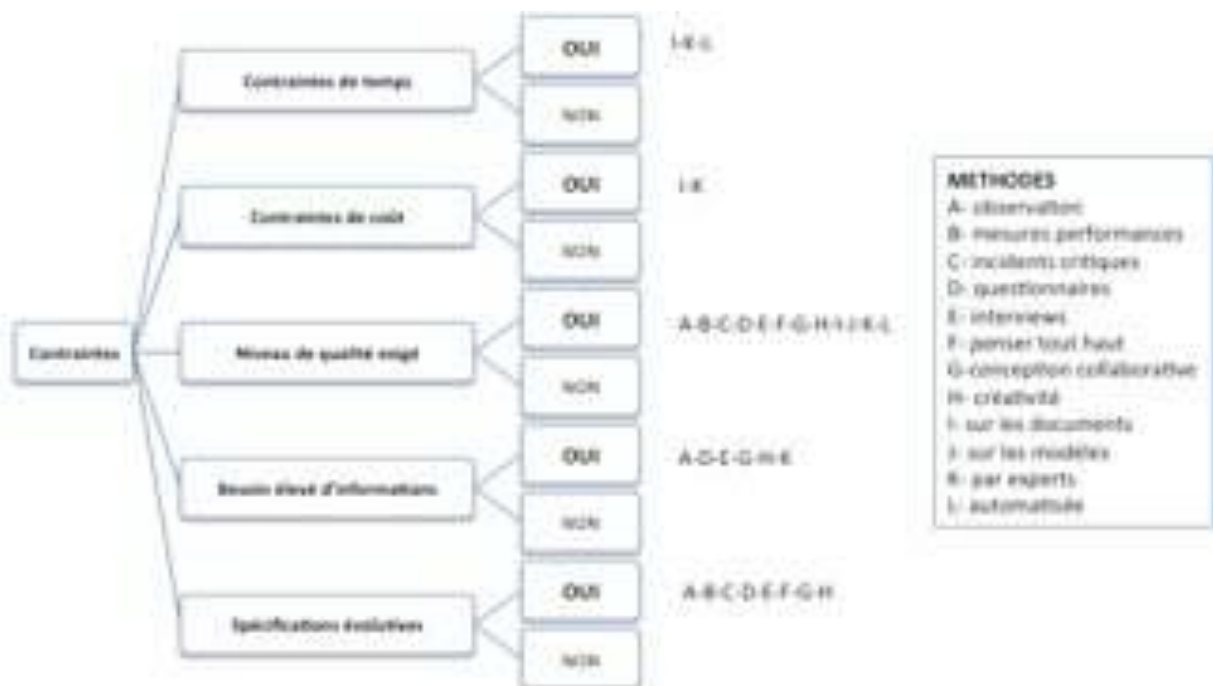


Figure 32. Choix des méthodes selon les contraintes du projet (adapté de la norme ISO 16982).

L'approche proposée par la norme ISO ne m'apparaît pas suffisamment complète pour la pratique de la démarche centrée utilisateur. Tout en gardant la distinction entre les méthodes sans utilisateur de celles avec utilisateurs, il est possible de compléter la classification issue de la norme ISO afin de la rendre plus opérationnelle en tentant de répondre à une série de questions :

- *que fait l'utilisateur ou l'évaluateur ?*
- *sur quoi est-il testé ?*
- *comment ?*
- *Dans quel contexte ?*
- *Quelles mesures analyse-t-on ?*

J'ai tenté de synthétiser sous forme d'une carte conceptuelle les différentes réponses possibles à ces interrogations d'une part dans le cas des méthodes ne nécessitant pas la présence d'utilisateurs finaux (Figure 33) et d'autre part dans le cas des méthodes reposant sur la participation des utilisateurs finaux (Figure 34). Ces deux cartes ont été validées auprès d'un spécialiste en utilisabilité dans le milieu industriel (R. Lucongsang) et auprès de deux spécialistes en utilisabilité dans le milieu académique (B. Le Blanc & JM. André) lors d'entretiens menés en novembre 2012.



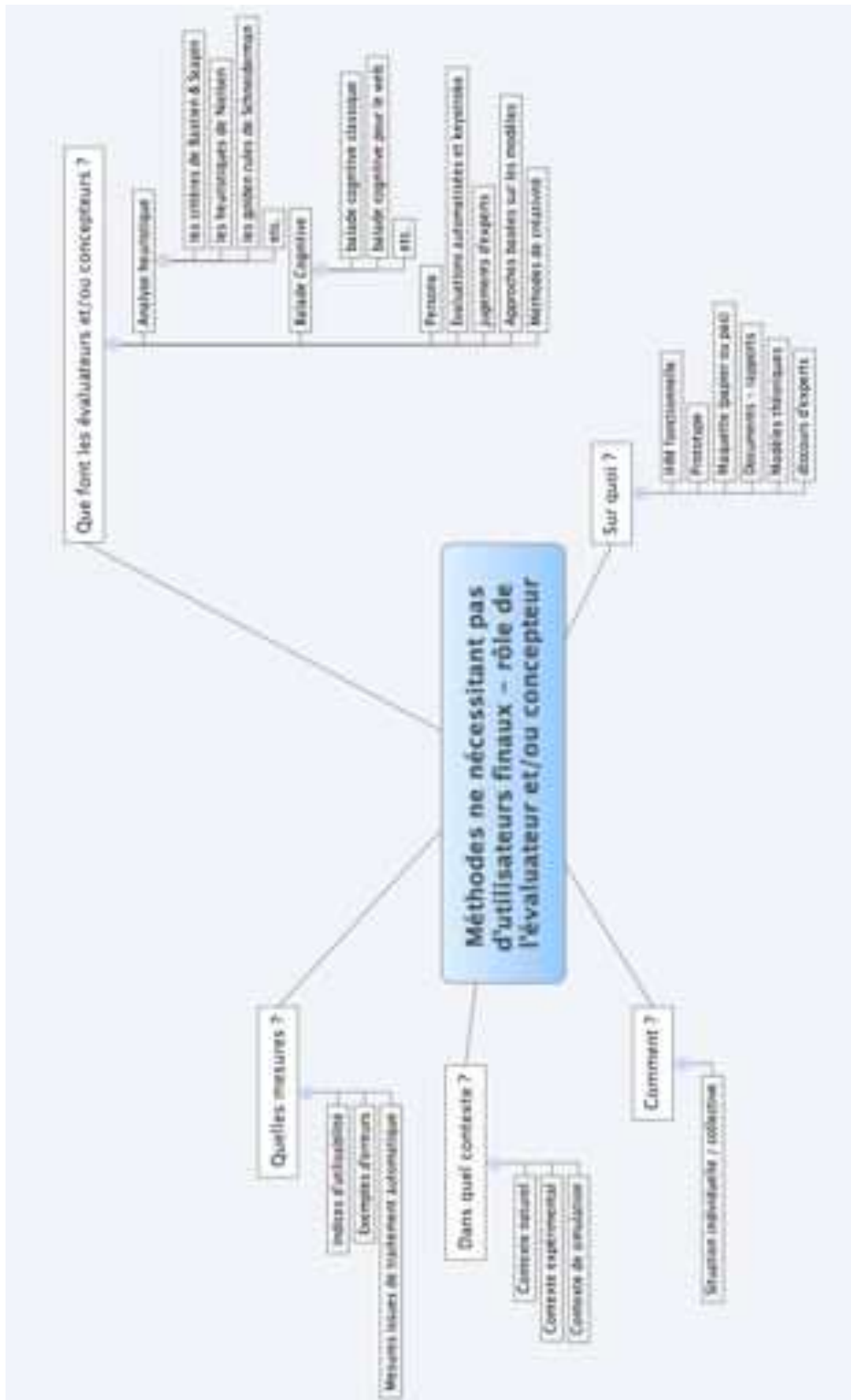


Figure 33. Proposition d'une classification des méthodes ne nécessitant pas d'utilisateurs finaux.

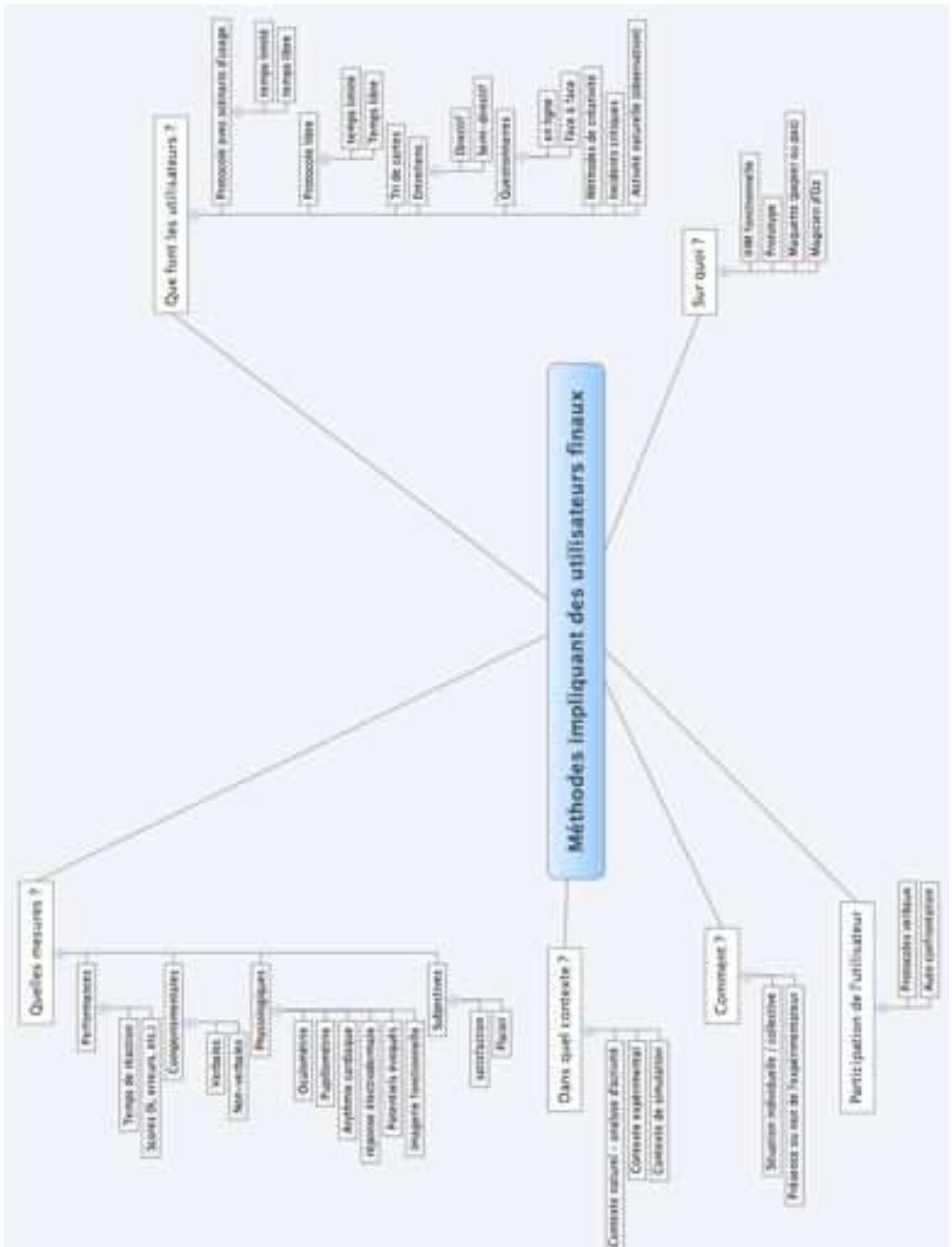


Figure 34. Proposition d'une classification des méthodes impliquant des utilisateurs finaux.

Afin de ne pas lasser le lecteur par une énumération fastidieuse de ces différentes méthodes, le format tableau me semble adéquat, ce format permet a minima de préciser les principales références théoriques, méthode par méthode (Tableau 39 pour les méthodes sans utilisateur et Tableau 40 pour les méthodes avec utilisateurs).

Il est important de souligner que ces différentes méthodes peuvent être complémentaires. Chacune d'elle présente des objectifs distincts et des limites d'application ou d'interprétation spécifiques. Le choix d'une (ou plusieurs méthodes) ne suffit pas, il faut également spécifier la nature des mesures et des éléments de contexte.

Si je reprends la carte conceptuelle concernant les méthodes impliquant les utilisateurs finaux, plusieurs possibilités peuvent être envisagées en ce qui concerne les mesures et le recueil de données (Baccino et al., 2005) :

- les mesures de performances qui peuvent être des temps de réaction, des scores comme des pourcentages ; la réussite et/ou l'échec, etc.
- les mesures comportementales : verbales (discours, commentaires, interactions) et non verbales (attitudes, gestes, postures, etc.) ;
- Les mesures physiologiques : au niveau du système visuel (oculométrie et pupillométrie), au niveau de l'activité cardiaque (arythmie cardiaque) ; au niveau de l'activité cérébrale (potentiels évoqués, imagerie cérébrale), au niveau de la conductance électrique (réponse électrodermale) ;
- Les mesures subjectives : il s'agit des aspects motivationnels, des données sur le plaisir ressenti, la satisfaction, etc.

De plus, il est important de réfléchir au contexte proposé : le contexte peut être naturel, expérimental ou de simulation. Les utilisateurs peuvent se retrouver en situation individuelle ou collective avec ou sans la présence de l'expérimentateur. Il est possible durant le test d'utiliser les protocoles verbaux (c'est à dire de demander au sujet durant la tâche de verbaliser ce qu'il fait) et après le test de demander une auto-confrontation (le sujet doit expliquer et/ou justifier son comportement, ses résultats face à une vidéo par exemple reprenant son comportement).

Méthode	Description	Références
Analyse heuristique	Consiste à inspecter une interface à partir d'une grille d'heuristiques c'est à dire de critères précis afin de détecter les aspects positifs et négatifs du point de vue de l'utilisabilité. Plusieurs analyses heuristiques : <ul style="list-style-type: none"> <li>- heuristiques de Nielsen</li> <li>- critères de Bastien &amp; Scapin</li> <li>- les golden rules de Shneiderman</li> <li>- la norme ISO 9241-10</li> <li>- les critères de Tognazzini, etc.</li> </ul>	Bastien et al. (1996) ; Bastien & Scapin (1992; 1993; 1995) ; ISO 9241-10 (1994) ; Nielsen (1993 ; 1994 a et b) ; Nielsen & Molich, (1990) ; Scapin et al. (1996) ; Shneiderman (2000) ; Shneiderman & Plaisant (2010) ; Tognazzini (1998) ; Wheeler Atkinson et al. (2007)
Balade Cognitive	Le principe de base de cette méthode est pour l'expert en utilisabilité (ou le concepteur) de simuler des comportements cognitifs des utilisateurs en répondant à des questions. Ces questions sont en résonance avec les différents modèles cognitifs de l'utilisateur. La balade cognitive est une méthode d'évaluation d'interface centrée sur une tâche. Elle s'effectue en 3 phases : une phase de préparation (choix des tâches et des objectifs), phase d'évaluation à partir de questions précises et phase d'analyse (mise en évidence des problèmes).	Blackmon et al. (2002) ; Huart et al. (2004) ; Jacobsen & John, (2000) ; Kijatajima (2006) ; Lewis et al. (1990) ; Mahatody et al. (2010) ; Polson et al. (1992) ; Sears, (1997) ; Stanton et al. (2006)
Persona	Les persona sont des personnes fictives définies par le spécialiste en utilisabilité et/ou le concepteur. Il s'agit d'archétypes d'utilisateurs possibles de l'application développée auxquels les concepteurs pourront se référer lors de la conception de l'interface. Les persona sont une description documentée de l'utilisateur type d'un service ou d'une application (identité, attitudes, contexte d'utilisation du produit ou du service, etc.). Ils permettent d'avoir une représentation personnalisée des utilisateurs cibles.	Blompquist & Arvola (2002) ; Chapman & Milham (2006) ; Cooper (1999) ; Pruitt & Grudin (2003) ; Stanton et al. (2006)
Evaluations automatisées	Basée sur des algorithmes d'analyses automatiques de critères d'utilisabilité comme par exemple : <ul style="list-style-type: none"> <li>- analyse automatique de la complexité perceptive des écrans</li> <li>- analyse automatique de la qualité de présentation</li> </ul>	Card et al. (1980) ; Parsons et al. (1996 ; 1997) ; Umm-e-Laila et al. (2011) ; Stanton et al. (2006)
L'évaluation par expertise	Est basée sur l'expérience et la connaissance de l'expert en utilisabilité. Les connaissances acquises de part son expérience permet d'identifier les problèmes les plus fréquemment observés en référence à la représentation d'un modèle d'interface homme-système qu'il possède.	Molich & Dumas (2008) ; Pollier (1992) ; Pomian et al. (1997) ; Nielsen & Mack (1994) ; Stanton et al. (2006)
Analyse de documents, rapports	L'analyse basée sur les documents permet à un spécialiste en utilisabilité de compléter son propre jugement. Ces documents doivent être rigoureux et issus de sources variées (littérature scientifique, normes, rapports d'experts, etc.) .	Dumas & Redish (1999) ; Lindgaard (1994) ; Löwgren & Nordqvist (1992) ; Molich & Dumas (2008) ; Nielsen & Mack (1994)
Approches basées sur les modèles cognitifs de l'utilisateur	Il s'agit de s'appuyer sur les modèles théoriques sur le fonctionnement de l'utilisateur ou des modèles formels axés sur la tâche afin d'élaborer des hypothèses de travail sur le fonctionnement de l'utilisateur dans telle ou telle situation. Il existe deux approches distinctes : <ul style="list-style-type: none"> <li>- celle reposant sur la modélisation de l'utilisateur ;</li> <li>- les méthodes formelles (keystroke level Model, règles GOMS, etc.)</li> </ul>	Card et al. (1983) ; Carroll (2002) ; Harrison & Thimbleby (1990) ; Johnson & Graham. (1993) ; Kato & Hori (2005) ; Kintsch, (1988) ; Markopoulos (1997) ; Monk (1998) ; Norman, (1986) ; Rizzo et al. (1997) ; Kitajima et al. (2000) ; Stanton et al. (2006)
Méthodes de créativité	Il s'agit des méthodes permettant de faire émerger des nouvelles formes, des nouveaux usages, etc. Il existe de très nombreuses méthodes : brainstorming, l'utilisation des associations d'idées, etc.	Bonnardel (2006) ; Choulier (2009) ; Gavriloff, & Jarroson (2011) ; Gotteland, & Haon (2005) ; Lubart (2011) ; Muchielli (1996)

**Tableau 39. Description des principales méthodes ne nécessitant pas d'utilisateur final.**

Méthode	Description	Références
Tests utilisateurs (avec ou sans scénario)	Il s'agit de demander aux utilisateurs d'interagir avec une interface. Cette interaction peut être libre c'est à dire que le sujet n'a pas d'objectifs précis ou scénarisée c'est à dire que le sujet doit réaliser une tâche précise.	Crowell & Wenzel (2012); Hackos & Redish (1998; 1999); Karat et al. (1992); Molich & Dumas (2008); Moller (2013); Nielsen (1994); Rubin (1994); Turner et al. (2001)
Tri de cartes	consiste à présenter à l'utilisateur un paquet de "cartes", qui peuvent être de natures différentes : le tri peut être effectué physiquement avec un support papier ou conceptuellement avec un support informatique, en représentant les cartes par des mots sur un écran. Le sujet doit tout d'abord se familiariser avec les cartes puis les classer et enfin nommer et justifier son classement. Il y a deux grandes catégories de tri de cartes : tri de cartes ouvert (c'est à dire que l'on n'impose pas le nombre de tas) et fermé (on impose le nombre de tas)	Barrère & Mazzone (2012); Capra (2005); Chaparro et al. (2008); Rugg & McGeorge (1997); Spencer (2009); Tullis (2003; 2007); Wood & Wood (2008)
Entretiens	Il existe plusieurs types d'entretien à savoir : <ul style="list-style-type: none"> <li>- entretien non-directif : le thème principal est imposé ensuite le sujet est libre de raconter ce qu'il souhaite et dans l'ordre qu'il veut ;</li> <li>- entretien semi-directif : les différents thèmes que le spécialiste souhaite aborder sont définis, mais le sujet reste libre dans l'ordre de ces thèmes et a la possibilité d'introduire des thèmes non définis;</li> <li>- entretien directif : on impose au sujet l'ordre des thèmes</li> </ul>	Albarello et al. (1995); Blanchet & Gotman (2010); Durkheim (1999); Revault d'Allones et al. (1989); Roussel & Wacheux (2005); Weils-Barais (1997)
Questionnaires	Il existe de nombreux questionnaires normalisés permettant de mesurer l'utilisabilité d'une interface de façon standardisée, le nombre de questions varie de 10 à 100 selon le questionnaire : <ul style="list-style-type: none"> <li>- WAMMI (Website analysis measurement inventory)</li> <li>- SUMI (Software usability measurement inventory)</li> <li>- CSUQ (Computer system usability questionnaire)</li> <li>- WUS (Website user satisfaction)</li> <li>- etc.</li> </ul>	Brinkman et al. (2009), Brooke (1996); Chin et al., 1988; Davis (1989); Dautriat (1959); Foddy (1994); Kirakowski (2001); Kirakowski & Corbett (1993); Kirakowski et al. (2005); Lewis (1995); Lin et al. (1997); Muylle et al. (2004); Oppenheim (2000); Weils-Barais (1997)
Méthodes de créativité	Il s'agit des méthodes permettant de faire émerger des nouvelles formes, des nouveaux usages, etc. Il existe de très nombreuses méthodes : brainstorming, l'utilisation des associations d'idées, etc.	Bonnardel (2006); Choulier (2009); Gavriloff, & Jarrosson (2011); Gotteland, & Haon (2005); Lubart (2011); Muchielli (1996)
Incidents critiques	Il s'agit d'une technique qualitative d'interview qui a pour objectif l'étude d'événements significatifs (incidents, processus, ou questions) identifiés par la personne impliquée dans ces événements. L'utilisateur explique la façon avec laquelle ces incidents sont gérés, et les conséquences. L'objectif est de mieux comprendre l'incident du point de vue de l'individu, en tenant compte des éléments cognitifs, affectifs et comportementaux.	Butterfield et al. (2005); Chell (1998); Flanagan (1954); Koch et al. (2009); Ostrom & Wilhelmsen (2012); Stanton et al. (2006)
Observation d'activité	L'utilisateur est en situation naturelle (travail ou autre) et doit effectuer les activités habituelles, le spécialiste est là pour observer les activités.	Arborio (2008); Borillo & Goulette (2002); Gallais & Said (2002); Guerin et al. (1991); Kirvan & Ainsworth (1992); Sebillotte (1991); Simonet et al. (2011); Stanton et al. (2006)

**Tableau 40. Description des principales méthodes impliquant des utilisateurs finaux.**

D'un point de vue opérationnel, il n'est pas toujours simple de choisir la bonne démarche méthodologique : comment choisir la ou les méthodes « idéale(s) », quelles sont les mesures pertinentes par rapport aux hypothèses d'utilisabilité que l'on souhaite tester. Comment combiner ces méthodes et ces mesures ? Comme le souligne lors d'un

entretien, R. Luongsang<sup>37</sup>, spécialiste en utilisabilité, il serait pertinent d'avoir un outil permettant de « *pouvoir immédiatement être opérationnel et visualiser les incompatibilités des méthodes entre elles comme par exemple : Je vais faire une mesure oculométrique dans un contexte naturel pour un groupe en auto confrontation, ...* ». La réalisation d'un tel outil d'aide à la décision correspond, comme je le préciserai ultérieurement, à l'une des perspectives importantes de mon activité de recherche, notamment à travers le financement de la thèse que j'ai obtenue de l'université Bordeaux 1 et qui a débutée mi novembre 2012 (doctorante : Amélie Roche).

Comme je l'ai déjà précisé la cognitive est le nouveau champ disciplinaire dans lequel s'inscrivent mes recherches actuelles. J'ai décidé d'axer mes travaux et mes futurs projets d'investigations sur deux domaines d'application :

- *le domaine du handicap et de l'accessibilité* : ce domaine correspond à la suite logique au domaine de la neuropsychologie cognitive avec une visée très appliquée et une approche orientée en ingénierie ;
- *le domaine du numérique et plus particulièrement le domaine du web*. Ce domaine est un domaine nouveau pour moi mais qui me permet d'aborder la problématique de l'utilisabilité, des méthodes et des mesures.

C'est pourquoi, dans la partie suivante je présenterai ces deux domaines d'application en insistant sur les problématiques actuelles et les questions soulevées. Ceci recentre donc mes projets de recherche actuels autour de 2 axes thématiques : axe 1 - handicap & accessibilité et axe 2 - web et usage.

Pour chaque axe, je présenterai le cadre théorique de référence (concepts, théories, méthodes, etc.) ainsi que les principaux projets de recherche que je conduis. Pour chaque projet, la même présentation sera adoptée : problématique spécifique, démarche méthodologique, premiers résultats et perspectives. La Figure 35 met en évidence la répartition des projets de recherche actuels selon les deux axes thématiques.



**Figure 35. Répartition des principaux projets de recherche selon mes deux axes thématiques.**

<sup>37</sup> Entretien réalisé le 16 novembre 2012 auprès de R. Luongsang directeur de l'entreprise ERSYA (<http://www.ersya.com>) et spécialiste depuis plus de 30 ans en facteur humain et utilisabilité.

## II - Domaine d'application n° 1 : Handicap & accessibilité

### II.1 - Cadre Théorique

#### II.1.1 - Evolution des idées: du concept de personne handicapée à celui de personne en situation de handicap.

Comprendre le rôle de l'ingénierie et plus particulièrement celui de la cognitive dans le champ du handicap, ne peut se faire sans comprendre l'évolution de la terminologie associée au domaine du handicap.

L'origine du mot « handicap » remonte à la Grande-Bretagne au XVIIème siècle, où il était employé pour désigner un événement lié à un jeu de hasard : « hand in the cap » (« *la main dans le chapeau* ») qui par contraction a donné « hand i' cap »<sup>38</sup>. Puis, l'utilisation de ce terme va s'étendre au milieu hippique au XVIIIème siècle, usage qui perdure jusqu'à nos jours. Il désigne le fait que dans certaines courses, les chevaux considérés comme plus performants avaient l'obligation de porter un poids plus lourd ou de parcourir une distance plus importante afin de donner une équité de chance de gagner pour les chevaux les plus faibles (Borioli & Laub, 2007). Son acceptation médicale est beaucoup plus tardive puisqu'elle n'apparaît que dans la première moitié du XXème siècle. Selon Sticker (1996), le terme handicap apparaît dans les années 1930 et il est synonyme d'un désavantage ou d'un défaut physique. Ce concept caractérisait les personnes présentant des déficiences et des incapacités de natures diverses. Il fait souvent référence à la métaphore de l'inadaptation de personnes inadaptées (Rossignol, 2010). Pour l'état français, le terme « handicapé » apparaît dans la loi de novembre 1957<sup>39</sup>. L'expression alors utilisée dans le contexte législatif est celle « des handicapés » ou des « travailleurs handicapés ». Le terme de « personne handicapée » n'apparaît pas encore à cette époque. Il faut attendre la loi du 30 juin 1975<sup>40</sup> pour que la terminologie prenne en compte une vision plus complète (et non limitée au domaine du travail) en préférant le terme de « personne handicapée ». A ce moment là une vision médicale et sociale du handicap semble dominante. Veil, en 1968, précise qu'« *un usage récent veut qu'on parle de handicapés plutôt que de déficients, de diminués, d'invalides, d'infirmes, d'incurables, d'anormaux, de chroniques ou d'inférieurs* ». En effet, est associé au terme de personne handicapée l'idée d'une personne souffrant de déficience physique ou mentale. Le modèle dominant est alors le modèle biomédical de la santé sur lequel repose la Classification Internationale des handicaps : déficiences, incapacités et

---

<sup>38</sup> Je conseille la lecture de l'article Borioli & Laub (2007) pour une description précise de l'évolution du mot « handicap ».

<sup>39</sup> Loi n° 57-1223 du 23 novembre 1957 sur « le reclassement professionnel des travailleurs handicapés ».

<sup>40</sup> Loi n°75-534 du 30 juin 1975 sur « l'orientation en faveur des personnes handicapées ».

désavantages : un manuel de classification des conséquences des maladies (CIH – Wood, OMS, 1980). Cette classification introduit trois niveaux descriptifs pour comprendre le handicap :

- **Déficiência** : toute perte de substance ou altération d'une structure ou d'une fonction psychologique, physiologique ou anatomique. (ex : paralysie des membres inférieurs)
- **Incapacité** : toute réduction (résultant d'une déficiencia), partielle ou totale, de la capacité d'accomplir une activité d'une façon ou dans les limites considérées comme normales pour un être humain. (ex : incapacité à monter des escaliers)
- **Désavantage** : résulte d'une incapacité qui limite ou interdit l'accomplissement d'un rôle social normal en rapport avec l'âge, le sexe, les facteurs sociaux et culturels. (ex : impossibilité d'accéder à un bâtiment administratif)

Ce modèle propose une vision linéaire c'est à dire qu'un désavantage est la conséquence d'une incapacité elle-même due à une déficiencia (Figure 36). Ainsi, à travers ce modèle, la « responsabilité » d'un désavantage (et donc d'un handicap) se situerait au niveau de l'individu lui-même c'est à dire au niveau de la présence de déficiencias individuelles.

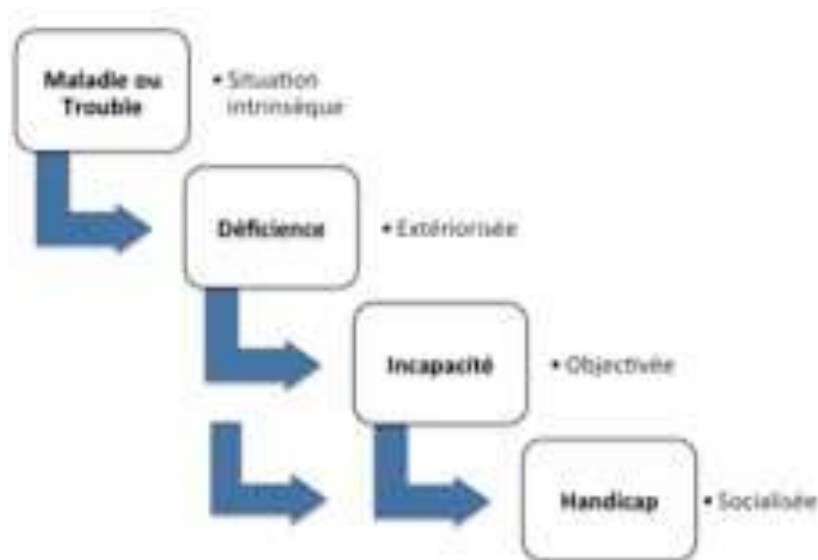


Figure 36. Illustration de la CIH selon Woods (1980).

De très nombreuses critiques ont été adressées à l'égard de cette vision biomédicale et individuelle du handicap, notamment par les personnes handicapées elles-mêmes (Olivier, 1996 ; Ravaud, 2001). Dans ce cadre, il faut noter le rôle prépondérant de l'Organisation Mondiale des Personnes Handicapées (OMPH) qui définit le désavantage lié au handicap comme « la perte ou la limitation des possibilités de participer à la vie normale de la société sur une base égalitaire avec les autres en raison d'obstacles physiques et sociaux » (Ravaud, 2001). Il apparaît alors que la responsabilité n'est plus du côté de la personne handicapée, mais du côté de l'environnement et de la société. Une nouvelle vision va se développer à travers une approche dite biopsychosociale du



handicap reposant sur la Classification Internationale du Fonctionnement, du handicap et de la santé (CIF) élaborée par l'Organisation Mondiale de la Santé en 2001. Dans la version anglaise de cette classification, le terme de *handicap* a été remplacé par celui de *disability*, dans la version française le terme de *handicap* est maintenu<sup>41</sup>.

Cette nouvelle classification aborde la question du handicap de façon beaucoup plus complète puisque les facteurs environnementaux et personnels sont pris en compte comme facteurs contextuels. Dans la CIF, chaque composante peut être exprimée en termes positifs et négatifs.

De plus, comme illustrée Figure 37, la CIF repose sur plusieurs composantes :

- *Fonctions et structures organiques (déficience)* : correspond aux fonctions physiologiques des systèmes organiques (y compris les fonctions psychologiques). Les structures anatomiques désignent les parties anatomiques du corps, telles que les organes, les membres et leurs composantes. Les déficiences désignent des problèmes dans la fonction organique ou la structure anatomique, tels qu'un écart ou une perte importante.
- *Activités (limitations de l'activité)* : l'activité correspond à l'exécution d'une tâche ou d'une action par une personne. Les limites d'activités désignent les difficultés qu'une personne rencontre dans l'exécution d'activités.
- *Participation (restriction de la participation)* : correspond à l'implication d'une personne dans une situation de la vie réelle. Les restrictions de la participation désignent les problèmes qu'une personne peut rencontrer dans son implication dans une situation de la vie réelle (sociale, scolaire, professionnelle, familiale).
- *Facteurs environnementaux* : désignent l'environnement physique, social et culturel dans lequel évolue la personne.
- *Facteurs personnels* : font référence aux facteurs propres à l'individu comme son identité, sa personnalité, etc.

Dans cette approche biopsychosociale, il n'y a pas de relation linéaire entre les trois fonctions citées précédemment, il s'agit en fait d'interrelations entre ces trois concepts sous l'influence des facteurs contextuels (environnementaux et personnels) (Figure 37).

---

<sup>41</sup> Je renvoie le lecteur au travail réalisé par Albrecht et al. (2001) sur l'usage français du terme *handicap* et anglo-saxon du terme *disability*.



**Figure 37. Illustration des relations entre les concepts définis par la CIF (OMS, 2001).**

Cette classification est une avancée majeure par rapport à la CIH (Winance, 2008), même si certains auteurs considèrent que dans les faits, c'est à dire en terme d'opérationnalisation de cette classification, le paradigme reste individuel et fonctionnaliste reposant essentiellement sur des normes organiques, fonctionnelles et sociales (Barnes, 1996 ; Driedger, 1989 ; Oliver, 1996).

Un autre modèle paraît intéressant, le modèle des Processus de Production du Handicap (PHH) proposé par Fougeyrollas et al. (1989 ; 1998). Il s'agit d'un modèle systémique avec une visée explicative des causes et conséquences des maladies, traumatismes et autres atteintes à l'intégrité ou au développement de la personne (Figure 38). Ce modèle systémique est un modèle global et interactif replaçant la personne handicapée dans la société. Il repose sur la dynamique du processus interactif entre les facteurs personnels (intrinsèques) et les facteurs environnementaux (extrinsèques), ainsi que sur la réalisation ou non des habitudes de vie (ie. activité courante ou rôle social valorisé par la personne ou son contexte socio-culturel selon ses caractéristiques personnelles comme l'âge, le sexe, l'identité socioculturelle). Il s'agit d'un système d'inter-influence entre les trois domaines conceptuels (facteurs personnels, environnementaux et habitudes de vie) et continu sur l'ensemble de la trajectoire de vie de la personne. Concernant les facteurs environnementaux, l'ensemble des dimensions dans lesquelles la personne vit est considéré : social, culturel, politique, physique, etc. Comme le soulignent Fougeyrollas & Noreau (2007), « *les facteurs environnementaux peuvent constituer des obstacles ou des facilitateurs ou encore ne pas avoir d'influence sur la réalisation des habitudes de vie d'une personne ayant des incapacités.* »

Les facteurs personnels reposent, eux, sur trois dimensions intrinsèques à tout individu : les systèmes organiques, les aptitudes (ie. capacité pour une personne à accomplir une

activité physique ou mentale) et l'identité personnelle. Leur développement est « influencé depuis la naissance par leurs interactions avec leurs contextes physiques et normatifs socio-culturels d'une part et la réalisation d'habitudes de vie » (Fougeyrollas & Noreau, 2007).

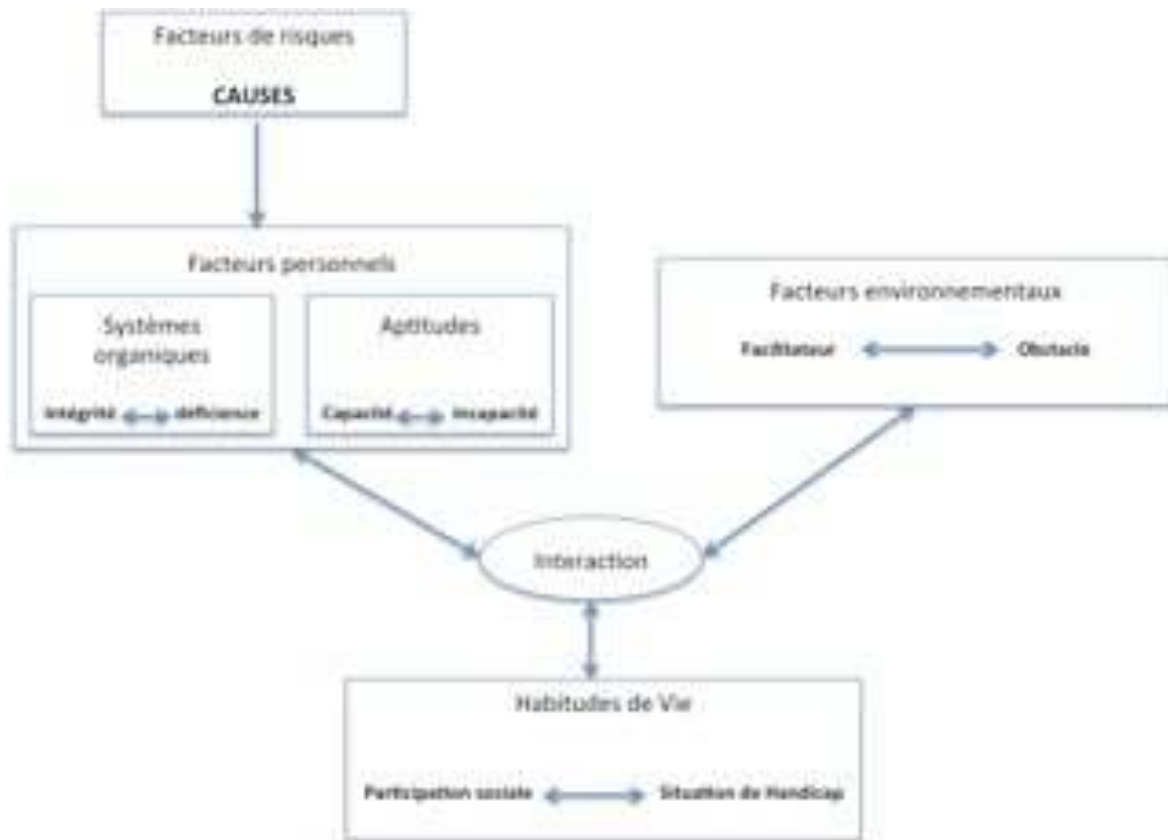


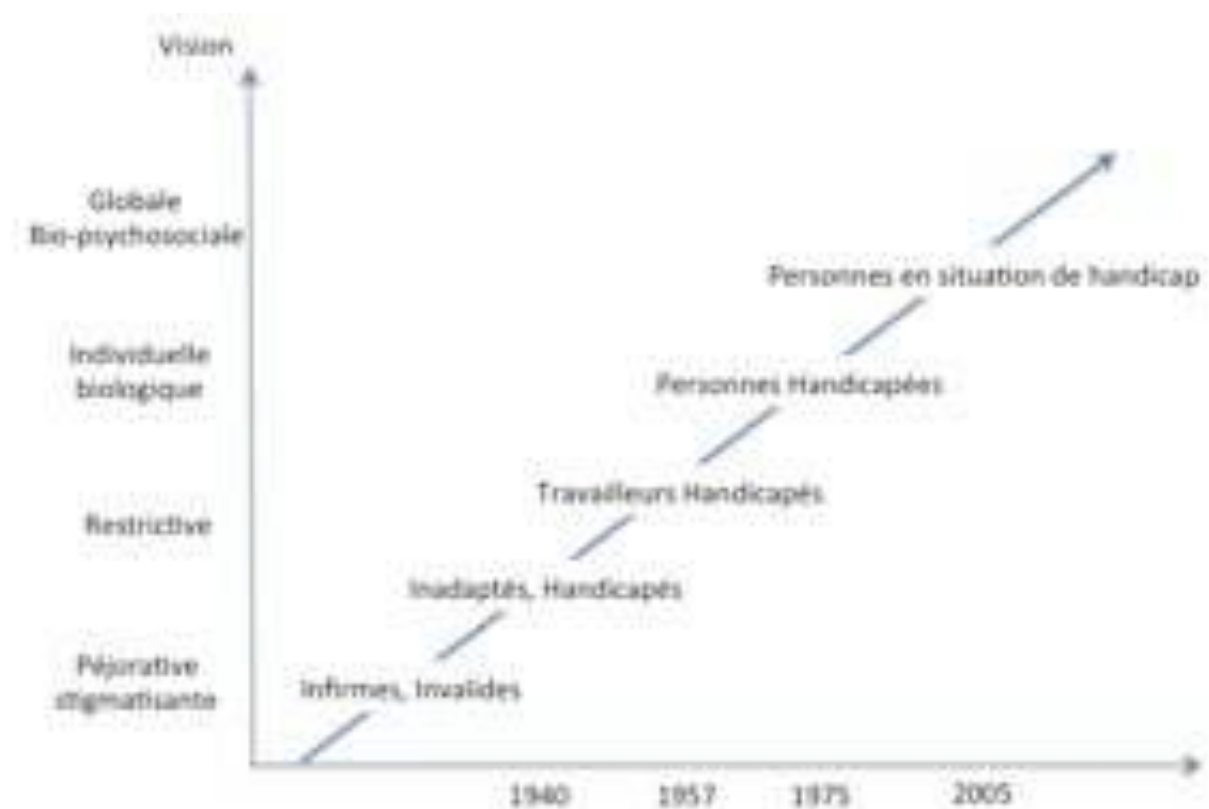
Figure 38. Présentation du modèle systémique PHH (Fougeyrollas et al., 1998).

Il existe plusieurs différences importantes entre la CIF et le modèle PHH. Une des premières différences concerne la définition et la prise en compte des facteurs personnels. En ce qui concerne le modèle PHH, les facteurs personnels englobent tous les aspects intrinsèques à l'individu, contrairement à la CIF où le périmètre des facteurs personnels est plus restreint (Fougeyrollas & Noreau, 2007). Un point important de différenciation entre les deux modèles concerne d'une part l'introduction du concept d'« habitudes de vie » et d'autre part d'une visée dynamique et continue au niveau du modèle PHH.

Malgré une vision plus globale et systémique pour le modèle PHH, il y a une domination de la CIF au niveau législatif (Rossignol, 2010). En France, la prise en compte officielle de la CIF sera effective avec la loi du 11 février 2005, toujours de rigueur de nos jours. Cette loi initie un glissement sémantique majeur entre le terme de « *personne handicapée* » à celui de « *personne en situation de handicap* ». Ce glissement sémantique est primordial

car il renvoie les responsabilités aux niveaux des décideurs et des concepteurs, c'est à dire ceux qui peuvent agir sur l'environnement des individus. Ainsi, comme le souligne Hamonnet (2010), cette formulation « *met en évidence le fait que ce sont le cadre de vie et l'organisation sociale, du fait de contraintes incompatibles avec les capacités restreintes d'une partie croissante de la population, qui créent les handicaps. Elle convient à toutes les formes de limitations fonctionnelles : physiques, sensorielles, mentales et psychiques.* »

La Figure 39 suivante illustre l'évolution terminologique, en France, associée à la vision des personnes en situation de handicap par la société.



**Figure 39. Evolution terminologique du terme handicap en France.**

La loi du 11 février 2005 dans son article 2 précise que le handicap constitue « *toute limitation d'activité ou restriction de participation à la vie en société en raison d'une altération substantielle, durable ou définitive d'une ou plusieurs fonctions physiques, sensorielles, mentales, cognitives ou psychiques, d'un polyhandicap ou d'un trouble de santé invalidant* ». Se pose alors la question de qui est concerné : y a-t-il une classification des handicaps ? Existe-t-il des données épidémiologiques sur la situation actuelle en France ? C'est ce à quoi je vais tenter de répondre dans la partie suivante.

## II.1.2 – Classification actuelle des handicaps et données épidémiologiques

Proposer une typologie des déficiences est complexe et souvent réducteur. Si on se réfère à la définition du handicap proposé par la loi du 11 février 2011 : « toute limitation d'activité ou restriction de participation à la vie en société en raison d'une altération substantielle, durable ou définitive d'une ou plusieurs fonctions physiques, sensorielles, mentales, cognitives ou psychiques, d'un polyhandicap ou d'un trouble de santé invalidant », il est possible de proposer une typologie en 9 catégories (Camberlein, 2011):

- **Déficiences motrices** : elle recouvre l'ensemble des troubles pouvant entraîner une atteinte partielle ou totale de la motricité, notamment au niveau des membres supérieurs et/ou inférieurs. Les conséquences de cette déficience seront variées, à savoir difficultés (ou incapacité) pour : se déplacer, conserver ou changer de position, prendre ou manipuler des objets, effectuer certains gestes, etc. L'origine d'une déficience motrice peut être multiple : génétique, congénitale ou liée à l'accouchement, causée par un traumatisme accidentel ou une maladie. D'un point de vue fonctionnel, la déficience motrice peut être due à une atteinte du système nerveux central et/ou périphérique.
- **Déficiences visuelles** : elle concerne aussi bien les personnes non-voyantes que malvoyantes. L'origine peut être génétique, congénitale (maladie, malformation) ou acquise (traumatisme). L'OMS<sup>42</sup> a codifié en cinq catégories les déficiences visuelles : catégorie I (acuité corrigée  $<3/10$  et  $>1/10$ ) ; catégorie II ( $<1/10$  et  $>1/20$ ) ; catégorie III ( $<1/20$  et  $>1/50$ ) ; catégorie IV ( $<1/50$  avec perception lumineuse) ; catégorie V (cécité absolue sans perception lumineuse). Les personnes non-voyantes vont très souvent utiliser un langage tactile : le Braille.
- **Déficiences auditives** : elle concerne aussi bien les personnes sourdes que malentendantes. La surdité peut être légère, moyenne ou profonde, plus ou moins compensée par des prothèses ou implants. Les personnes présentant une déficience auditive sont classés selon l'importance de la perte auditive en décibel (dB). Cette déficience auditive peut être : profonde (supérieure ou égale à 90 dB) ; sévère (de 71 à 90 dB), moyenne (41 à 70 dB) et légère (20 à 40 dB). Les sourds profonds peuvent utiliser la LSF (langue des signes française) avec la lecture labiale et/ou bénéficier d'un implant cochléaire.
- **Déficiences mentales** : concernent les personnes souffrant d'une limitation des performances des fonctions mentales sur le plan de la perception, de l'abstraction, de la conceptualisation, de l'apprentissage cognitif et plus généralement sur la capacité à élaborer des réponses adaptées aux circonstances de la vie quotidienne. La déficience mentale est souvent associée à déficience intellectuelle. On distingue les personnes selon le niveau de leur « quotient intellectuel » : le retard moyen léger (QI de 69 à 50) ; le retard mentale moyen (QI de 49 à 35) ; le retard mental grave (QI de

---

<sup>42</sup> OMS = Organisation Mondiale pour la Santé

34 à 20) et le retard mental profond (Qi de moins de 20). Les principales déficiences mentales sont par ordre décroissante : le syndrome de Down (ou trisomie 21), le syndrome de l’X fragile, l’autisme, etc.

- **Déficiences cognitives** : concernent les personnes présentant une déficience des grandes fonctions cognitives comme l’attention, la mémoire, les fonctions exécutives et perceptives, le jugement, le langage. Elles désignent principalement les troubles de l’apprentissage (acquis ou pas) et les troubles envahissants du développement.
- **Déficiences psychiques** : elles se distinguent des déficiences mentales et correspondent aux troubles psychiatriques ayant des conséquences importantes sur la socialisation et les capacités relationnelles des sujets.
- **Polyhandicap** : concerne les personnes atteintes d’un handicap rare à expression multiple associant une déficience mentale sévère et une déficience motrice.
- **Handicap rare** : il est à noter que cette notion « handicap rare » a été définie en 2000 par un arrêté (JO n° 186 du 12 août 2000). Ce handicap correspond à une association de déficiences ayant un taux de prévalence inférieure à un cas pour dix mille habitants. Les personnes considérées comme souffrant d’un handicap rare relève d’une des catégories suivantes : association d’une déficience auditive grave et d’une ou plusieurs autres déficiences ; association d’une déficience visuelle grave et d’une ou plusieurs autres déficiences ; une dysphasie grave associée ou non à une autre déficience ; association d’une ou plusieurs déficiences et d’une affection chronique grave ou évolutive (comme par ex : épilepsie sévère, affection mitochondriale, etc.).
- **Trouble de la santé invalidant** : il concerne l’ensemble des maladies respiratoires, cardio-vasculaires, digestives, infectieuses, etc. entraînant des restrictions d’activités. Sont concernés par exemple le diabète, l’hémophilie, le cancer, le sida, l’insuffisance cardiaque, etc.

Cette typologie issue de la définition du handicap de loi du 11 février 2005 a permis d’introduire une reconnaissance et une dissociation claire des déficiences mentales, psychiques et cognitives. En effet, la loi précédente, celle de 1975, ne reconnaissait que le handicap mental. Si je reprend le modèle théorique de la CIF, il apparaît que cette typologie ne porte que sur les fonctions et structures organiques et ne permet pas de définir les restrictions d’activité et encore moins les limitations de participation. En effet, comme le précise Camberlain (2010) « *à déficience identique les incapacités, les restrictions d’activités et de participation sont très variables selon les individus et le contexte dans lequel ils évoluent* ».

L’une des questions fréquentes est de savoir combien de personnes sont concernées par la question du handicap ? Cette question est en fait très complexe. En effet, comme le souligne Brouard (2004) « *combien y a-t-il de personnes handicapées en France ? Il n’y a pas de réponse unique à cette question car la nature, l’origine et la gravité des atteintes peuvent être diverses. On peut appréhender le handicap sous de multiples facettes : l’incapacité à accomplir certains actes simples de la vie quotidienne, la nécessité de*

*recourir à une aide humaine ou technique, les limitations rencontrées dans certaines activités, le bénéfice d'une reconnaissance administrative, l'accès à une prestation sont autant d'indicateurs possibles, qui ne se recoupent pas nécessairement et délimitent donc des populations différentes. »*

Il existe de nombreux rapports présentant un état chiffré de la situation des personnes en situation de handicap en France. Je retiendrai surtout celui réalisé en 2004 « *le handicap en chiffres* » par Brouard qui me semble le plus exhaustif et rigoureux d'un point de vue méthodologique. Ce rapport a été mandaté par le secrétariat d'Etat aux personnes handicapées et réalisé en collaboration par le Centre Technique National D'Etudes et de Recherches sur les Handicaps et les Inadaptations (CTNERHI), la Direction Générale de l'Action sociale (DGAS) et la Direction de la Recherche, des Etudes, de l'Evaluation et des Statistiques (DRESS). Je ne présenterai ici que quelques données clés permettant de se faire une représentation adéquate de la situation du handicap en France.

Ce rapport dissocie les données concernant les trois niveaux du modèle CIF à savoir : déficiences ; incapacité et limitation d'activité.

Ainsi, parmi les personnes vivant en milieu ordinaire en France métropolitaine :

- **42 % déclarent être affecté d'au moins une déficience.** Par ordre de décroissance, on retrouve : les déficiences sensorielles, les déficiences motrices, les déficiences sensorielles associées à une déficience motrice, et les déficiences mentales.
- **21 % déclarent avoir au moins une incapacité.** Les activités les plus concernées sont la mobilité et le déplacement, les tâches ménagères et leur gestion, faire des achats, etc.
- **10 % déclarent avoir une limitation d'activité.** Dans ce rapport, la notion de limitation d'activité se limite à la dimension de l'emploi.

Cette étude montre clairement que plus de 2 personnes sur 10 en France déclarent présenter des incapacités au niveau des activités de la vie quotidienne, sociale et professionnelle. Il semble donc indispensable d'essayer d'aider cette population pour leur permettre de compenser voir de suppléer leurs incapacités. Un des enjeux de l'ingénierie est de proposer des méthodes de conception adaptées aux contraintes physiques, sensorielles, cognitives aux personnes en situation de handicap. Comme je vais le décrire ci-après, il existe une approche de conception particulière pour essayer d'augmenter l'accessibilité de cette population, il s'agit du design universel.

### II.1.3 – Une approche de conception singulière : le design universel

Le concept de conception universelle (ou *universal design*)<sup>43</sup> a été introduit en 1977 par Ronald Mace. L'objectif est de proposer une démarche de conception centrée sur les utilisateurs et leurs besoins. Le design universel préconise la prise en compte des besoins de tous, indépendamment du genre, âge ou de la situation de handicap de la personne. Ce concept issu des travaux en architecture se définit comme une méthode de conception originale « *visant à concevoir, développer et mettre sur le marché des produits, des services, des systèmes ou des environnements courants qui soient accessibles et utilisables par le plus large éventail possible d'utilisateurs* » (Mace, 1990). Ainsi, les concepteurs se doivent d'inclure dans leur procédure de conception la prise en compte de facteurs humains en termes de contraintes physiques, cognitives et/ou matérielles des minorités. Le design universel ne s'adresse pas uniquement aux personnes en situation de handicap mais intéresse une majorité de personnes. Un exemple célèbre est celui de la télécommande, qui a été conçue initialement pour permettre aux personnes à mobilité réduite de commander de façon autonome leur téléviseur, et qui a bouleversé le confort d'usage de tous. Ce principe de design universel envisage l'accessibilité (web, d'IHM, architecturale, domotique, transports, etc.) comme une source d'innovation technologique et replace au premier plan la prise en compte des facteurs humains dont chacun peut bénéficier : simplicité, flexibilité, facilitation, confort, prévention et gestion des erreurs, etc. L'un des challenges actuels est de faire en sorte que le design universel ne soit pas une utopie mais devienne un enjeu de société. Cela pose la question de la définition d'un monde futur dans lequel l'intégration du design universel serait systématique dans les pratiques professionnelles de conception, permettant ainsi une facilitation des usages (Claverie, 2010). Plusieurs questionnements apparaissent : En quoi les notions "d'accessibilité" et de "design universel" définissent-elles une utopie de la ville nouvelle ou des systèmes techniques ? La conception universelle (architecturale, numérique, etc.) permettra-t-elle réellement l'inclusion sociale ? N'y a-t-il pas un risque que la conception universelle ne conduise à l'oubli de ce qui doit être spécifiquement organisé pour la prévention et la réduction du handicap ?

Selon Choi (2005), le design universel constitue la phase la plus récente de l'histoire du design, comme l'illustre la Figure 40. En effet, l'histoire du design se caractérise par une succession de phases : artisanat et art, art appliqué, design de produit, design industriel, éco-conception, conception centrée utilisateur et, enfin, la design universel. Des concepts théoriques sont associés à chacune de ces phases. Ainsi, la phase de conception centrée utilisateur est caractérisée par les concepts « d'utilisabilité » et de responsabilité, alors que le concept clé associé au design universel est celui de diversité.

---

<sup>43</sup> Plusieurs concepts sont utilisés pour définir le design universel : design pour tous, design inclusif ; etc.



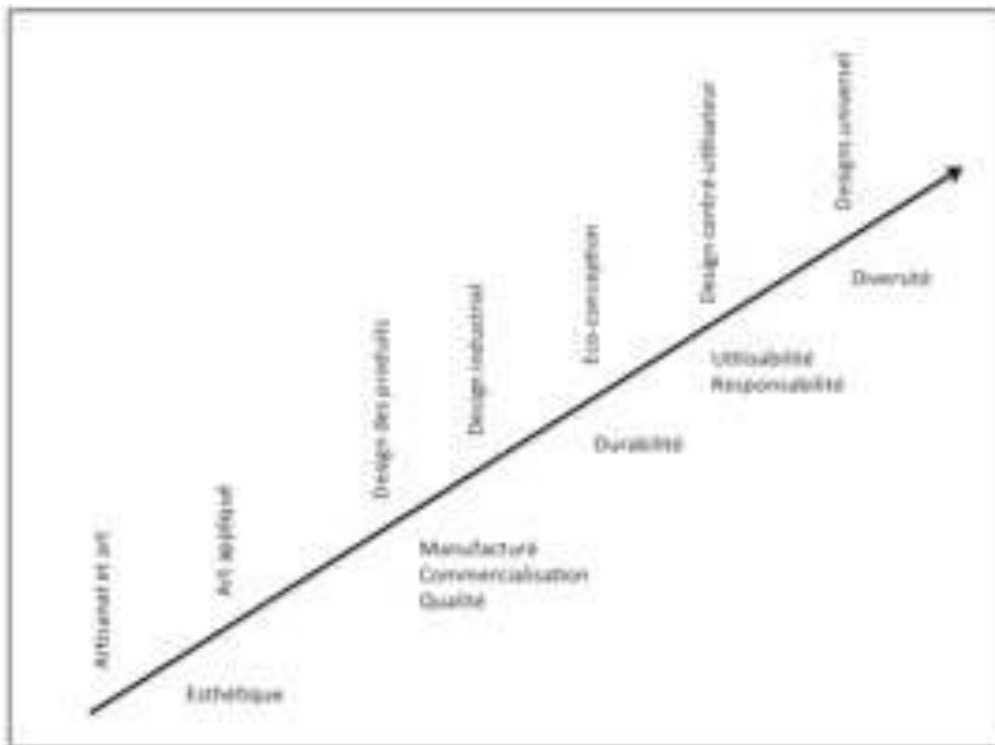


Figure 40. Histoire du design selon Choi (2005)

Il est important de comprendre qu'une des grandes avancées du design universel par rapport au design centré utilisateur est l'intégration systématique des caractéristiques des personnes présentant des contraintes (motrices, sensorielles ou cognitives) maximales (Figure 41). La conception centrée utilisateur classique a, pour objectif de concevoir des produits répondants aux caractéristiques du plus grand nombre, ce que l'on peut nommer la majorité (les 80 % de la population). Il faut remarquer que cette répartition 20/80 correspond à celle du principe de Pareto dont l'application bien connue dans le domaine de la qualité engage le concepteur à s'intéresser aux 20% pour le bénéfice des plus nombreux (Juran, 1960). Dans le cas du design universel, il s'agit de prendre en compte au préalable les contraintes de la minorité (les 20%) avec l'idée que cela sera bénéfique à la majorité. Prenons un exemple : l'entrée dans un magasin. Si les concepteurs ont pris en compte les contraintes de personnes à mobilité réduite, alors la largeur des portes sera relativement importante, l'ouverture des portes sera soit automatique, soit équipée de poignées ne demandant aucun effort physique. Cette conception, selon l'esprit du design universel, sera bien sûr pertinente pour une personne se déplaçant en fauteuil roulant. Mais son usage sera aussi apprécié par une personne promenant son enfant en poussette ou circulant avec une lourde valise. Ainsi, si on conçoit un produit accessible à des personnes en situation de handicap grave, ce produit conviendra à ceux qui ont des difficultés moindres ainsi qu'aux valides.

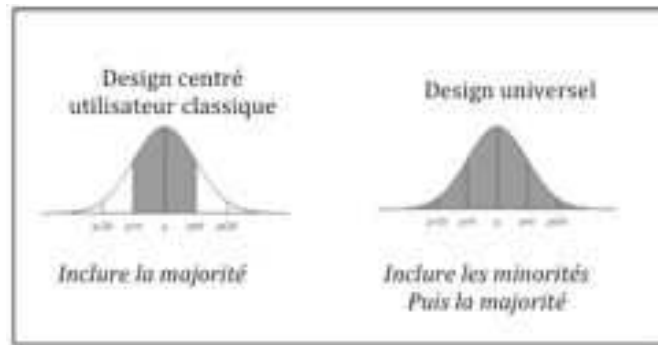




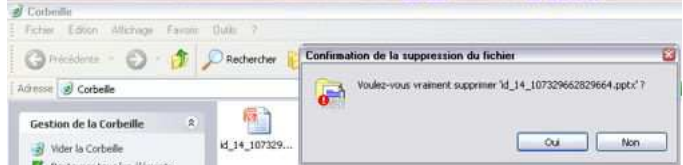




Figure 41. Comparaison de deux approches en design.

En 1993, Ronald Mace définit le principe du design universel selon 7 principes :

- **Utilisation équitable** : Ce principe consiste à donner un accès équitable à tous, d'une manière digne et intégrée. Il implique une conception qui plaît à chacun et qui procure un même niveau de sécurité à tous les utilisateurs. Le concept clé est celui d'équité aussi bien en termes d'accès que d'usage.
- **Flexibilité de l'utilisation** : Ce principe sous-tend que la conception d'un produit ou d'un service a tenu compte d'une vaste gamme de préférences et d'habilités individuelles sur la totalité du cycle de vie des personnes. L'objectif est de concevoir des produits proposant une adaptabilité aux préférences individuelles, comme par exemple la préférence manuelle, et aux habilités motrices et/ou cognitives comme par exemple la vitesse de traitement d'une information.
- **Simplicité et intuitivité** : L'aménagement de l'habitation ou la conception du produit doivent être faciles à comprendre, quelles que soient l'expérience ou la capacité cognitive de l'utilisateur. Ce principe nécessite que les éléments de conception soient simples et fonctionnent de manière intuitive.
- **Perceptibilité de l'information** : la diffusion d'informations au moyen d'une combinaison de modes différents (visuels, auditifs ou tactiles) permettra à chacun d'interagir avec le milieu de manière efficace et en toute sécurité. Ce principe encourage une transmission d'information faisant appel à l'ensemble des sens.
- **Tolérance à l'erreur** : Ce principe implique une certaine tolérance à l'erreur, ce qui doit conduire à minimiser la possibilité d'obtenir des résultats indésirables. Il faut donc que le concepteur prévoie des caractéristiques à sécurité intégrée tenant compte des différentes façons dont chacun peut se servir de l'espace ou du produit. Il s'agit de veiller à ce que toute action d'un individu soit délibérée, et non effectuée de façon fortuite.
- **Effort physique faible** : consiste à limiter la force, la résistance et la dextérité requises pour accéder aux espaces ou utiliser les commandes et les produits.
- **Dimensions et espaces pour l'approche et l'utilisation** : Ce principe vise l'espace nécessaire pour accéder aux lieux, à l'équipement et aux commandes. Les dimensions et les espaces calculés par le concepteur doivent permettre à tous d'atteindre, de faire fonctionner une commande ou de se mouvoir.

Le Tableau 41 illustre ces 7 principes en présentant un exemple de conception prenant en compte les différents principes du design universel.

Les principes	1 exemple	Description de l'exemple
Principe 1 Utilisation équitable		Une porte à ouverture automatique permet à 'n'importe quelle personne indépendamment de ses difficultés de mobilité d'accéder de la même façon à un bâtiment.
Principe 2 Flexibilité de l'utilisation		Ciseau alternatif, peut être utilisé avec une seule main, peut s'utiliser aussi facilement de la main gauche que droite.
Principe 3 Simplicité et intuitivité		Une notice simple et explicite permettant une compréhension immédiate
Principe 4 Perceptibilité de l'information		Des lampes LED s'allument en fonction de la température de l'eau.
Principe 5 Tolérance à l'erreur		Message permettant de vérifier que le sujet veut effectuer cette action de façon vraiment délibérée
Principe 6 Effort physique faible		Cetteessoreuse ne nécessite aucun effort, il suffit d'appuyer sur le bouton
Principe 7 Dimensions et espaces pour l'approche et l'utilisation		Accessibilité indépendamment de la taille, de la position ou de la mobilité du sujet

**Tableau 41. Présentation d'un exemple de produit respectant les différents principes du design universel.**

Dans le domaine de l'architecture, une application stricte de l'ensemble de ces 7 principes conduirait à la construction de bâtiments répondant aux contraintes suivantes :

*« Etre conçu dans un immeuble dont les circulations verticales et horizontales sont garanties sans obstacle (accès extérieurs avec une pente minimale de 5 % et un dévers maximal de 2%, un cheminement sécurisé sans obstacle en saillie, avec un revêtement de sol stable et une main courante, une porte électrifiée ou nécessitant peu de force pour son ouverture, un hall d'entrée lumineux mais non-éblouissant, des interrupteurs et boutons d'appel facilement préhensibles situés à 1m10 du sol, des espaces suffisants pour assurer la rotation d'un fauteuil roulant électrique, aucun seuil, aucune différence de niveau, un ascenseur aux dimensions suffisantes muni de boutons de sélection d'étage facilement utilisables, etc.). L'appartement sera conçu en tenant compte d'espaces suffisants, notamment la cuisine et les salles de bain, pour permettre une circulation facilitée en fauteuil (largeur de portes à 90 cm, largeur des couloirs entre 1m20 et 1m50, espace suffisant pour assurer un transfert latéral fauteuil/WC, etc.). Les meubles de salle de bain et de cuisine doivent être amovibles afin de garantir une utilisation flexible. On veillera tout particulièrement à la luminosité, à l'éblouissement, à l'isolation phonique et aux contrastes de couleurs, etc. » (Margot-Cattin, 2007)*

Il apparaît alors une question majeure, celle du coût financier d'une telle conception. En effet, comme le soulignent Nolan & Taylor (2008), un des arguments à l'encontre du design universel est l'importance du coût économique d'une conception respectant ses principes, par rapport à une conception classique, ainsi que la difficulté pour trouver des aides financières. Aujourd'hui, si une personne reconnue comme étant en situation de handicap par des organismes concernés (Maison départementale du handicap notamment), souhaite construire un habitat accessible, elle pourra bénéficier d'aides. En revanche, une personne valide qui souhaite concevoir son habitat en respectant les principes du design universel ne bénéficiera d'aucune aide et cela représentera pour elle un véritable surcoût financier. Pourtant, il est important de noter que la définition de la conception universelle a été inscrite dans la convention relative aux droits des personnes handicapées adoptées le 13 décembre 2006 par l'Organisation des Nations Unies :

*« On entend par 'conception universelle' la conception de produits, d'équipements, de programmes, et de services qui puissent être utilisées par tous, dans la mesure du possible, sans nécessiter ni adaptation, ni conception spéciale. La 'conception universelle' n'exclut pas les appareils et accessoires fonctionnels pour des catégories particulières de personnes handicapées là où ils sont nécessaires. » (Article 2)<sup>44</sup>*

---

<sup>44</sup> Article 2 issu du *Droit de l'homme en droit international*, Strasbourg, Editions du Conseil de l'Europe, 2007.

Il ressort de cette définition l'existence de deux approches distinctes de conception centrée utilisateur répondant aux contraintes des personnes en situation de handicap : la conception spécifique et la conception universelle. La conception spécifique repose sur l'élaboration d'aides techniques adaptées spécifiquement à une situation de handicap particulière. De telles aides ont pour objectif de suppléer, de compenser les déficiences des sujets. Le design universel va quant à lui agir sur les caractéristiques de l'environnement en améliorant les exigences du produit et/ou du service et faire ainsi en sorte que toute personne puisse accéder à cet environnement, dans une « transparence fluide ». Comme l'illustre la Figure 42, l'association conjointe des aides techniques et d'une conception universelle a pour objectif ultime de réduire fortement le fossé qui peut exister entre les capacités du sujet (cognitives, motrices, etc.) et les exigences fonctionnelles du produit ou du service. Le développement de la conception universelle ne rend absolument pas obsolètes les technologies d'assistances ; bien au contraire elle permet une meilleure interaction entre l'environnement et l'usage de ces technologies d'assistance. Prenons un exemple simple : une personne non-voyante a besoin, pour accéder au contenu numérique d'un site web, d'utiliser une aide technologique telle qu'un lecteur d'écran. Si le site web ne respecte pas certaines règles de conception universelle, dite d'accessibilité web, alors le lecteur d'écran ne servira à rien.<sup>45</sup> Ainsi, concevoir un environnement dans l'esprit du design universel nécessite d'avoir une bonne connaissance de la compatibilité et de l'adaptabilité aux dispositifs technologiques d'assistance.

Se pose alors la problématique de la formation au design universel dans les filières de conception : écoles d'architecture, d'ingénieurs ou de design industriel. En effet, cette méthode de conception et sa démarche de mise en œuvre restent encore présentées (lorsqu'elles le sont) de façon anecdotique, rarement concrète et encore moins comme une préoccupation centrale. Il semble donc indispensable qu'une véritable offre de formation au design universel soit développée dans les années à venir, à destination des professionnels comme des élèves.

---

<sup>45</sup> Pour une présentation de ce qu'est l'accessibilité web, voir : <http://www.ataccweb.fr>

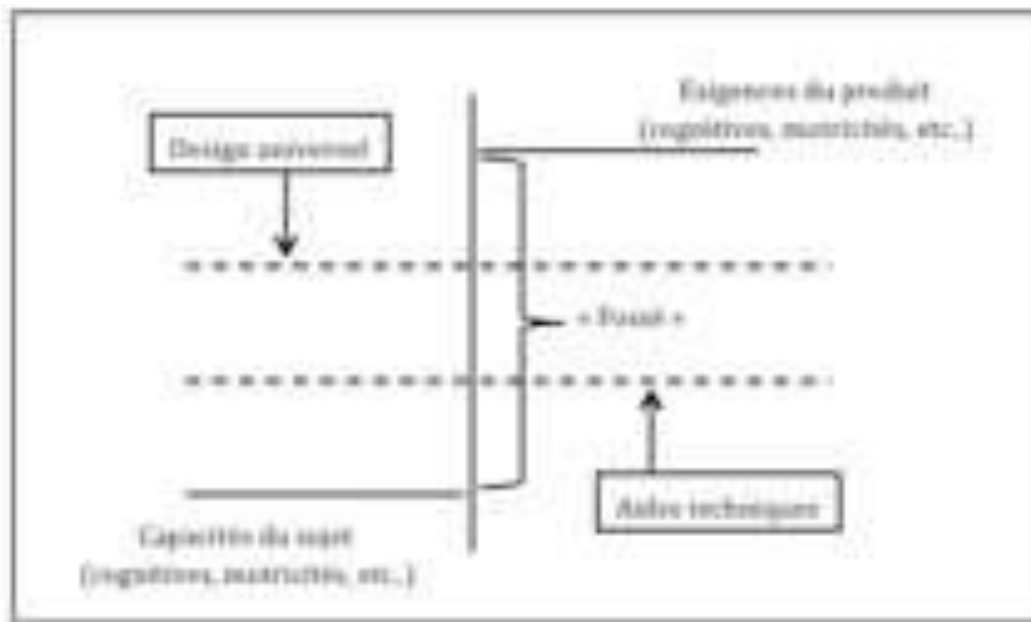


Figure 42. Illustration de l'impact des deux approches : les aides techniques et le design universel.

Si le design universel est fortement intégré et développé dans l'architecture des pays nord-américains, au Japon ou en Europe du nord, en France, cette approche reste minoritaire et est très souvent vécue « *comme une belle utopie* » (Margot-Cattin, 2007).

Pourtant, le design universel répond à un véritable enjeu économique : il s'avère beaucoup moins coûteux de concevoir d'emblée un produit ou un service dans l'esprit du design universel que de l'adapter après sa conception. Devailly (2010) précise que « *le design universel est réussi quand il est invisible, il rend aussi le handicap moins visible en supprimant les barrières environnementales qui en sont la cause.* » Le revers de la médaille est très justement décrit par cet auteur : « *Prenons garde à ce que la conception universelle ne conduise pas à l'oubli de ce qui doit être spécifiquement organisé pour la prévention et la réduction du handicap. Elle deviendrait alors l'arbre qui cache la forêt d'une inaccessibilité croissante aux soins, masquant l'impérieuse nécessité de mieux intégrer les parcours de soins et d'accompagnement entre soins et social.* »

En effet, il ne faut pas oublier qu'une personne en situation de handicap a très souvent besoin que son statut soit reconnu par la société (Goffman, 1975). Masquer les obstacles de l'environnement, les rendre invisibles, peut être vécu comme une façon de minimiser la question du handicap et donc agir négativement sur le statut social des personnes concernées.

Une autre limite souvent avancée à l'encontre du design universel repose sur le fait que la volonté de satisfaire l'ensemble des utilisateurs entraîne le risque que ce produit ne satisfasse personne, tant la diversité des utilisateurs est importante. Dans le même ordre d'idée, diriger la conception en partant des utilisateurs les plus contraints peut amener à des produits simplistes et donc rejetés par d'autres catégories d'utilisateurs. L'analyse « de

l'utilisabilité» revêt ici une importance centrale dans la recherche de transparence d'interface, de même que les notions d'appropriation et d'intention d'usage.

L'introduction du design universel dans le domaine des pratiques professionnelles des concepteurs doit s'effectuer de façon progressive et accompagnée pour en faciliter l'appropriation. L'instauration d'un caractère légal obligatoire prévoyant des délais raccourcis de mise en œuvre, pourrait au contraire avoir de véritables conséquences négatives : rejet politique, « *stigmatisation encore plus importante du caractère déraisonnable des exigences des personnes en situation de handicap* » (Margot-Cattin, 2007). Il est intéressant de noter que cette approche commence à prendre de l'ampleur et à se développer dans de nombreux domaines : l'architecture bien sûr (Danfort, 2003), les produits issus des technologies de l'information et de la communication et de la vie quotidienne (Claverie, Lespinet et Fouillat, 2009 ; Nolan, 2007 ; Nolan & Howell, 2007) et, plus récemment, dans le domaine de l'éducation (Claflin et al., 2012 ; King-Sears, 2009). Toutefois, cette pratique est encore limitée, surtout en France, à quelques personnes rêvant d'un monde différent où la diversité serait synonyme d'inclusion et d'enrichissement social et interpersonnel.

Ainsi, plus qu'un concept, le design universel consiste en un véritable état d'esprit, un véritable objectif de société, qui veut faire d'une contrainte forte, en l'occurrence l'accessibilité pour le plus grand nombre, un axe de développement et d'innovation susceptible de faire naître des activités économiques nouvelles. Repenser la conception des logements et de l'environnement est devenu nécessaire à l'heure où notre société connaît d'importantes mutations : vieillissement de la population, transformation des structures parentales, essor des technologies numériques innovantes et pervasion des dispositifs communicants, exigences de mixité sociale, culturelle et générationnelle, évolution des modes de vie, fragilité de certaines populations, développement durable, etc. Face à ces changements qui ont suscité l'émergence de comportements et de besoins nouveaux, il semble indispensable de repenser notre approche de la conception afin que les nombreux obstacles qui font encore barrage à la diversité des usages tendent à disparaître. A travers le design universel, c'est la place même de l'utilisateur avec toutes ses caractéristiques, ses spécificités et ses différences qui apparaît centrale et devient le pivot de toutes les réflexions.

Dans la partie suivante, je vais présenter les principaux projets que je mène actuellement et que je souhaite développer autour de la question de l'accessibilité et du handicap.

## II.2 – Etudes empiriques - Axe 1 « Accessibilité et handicap »

Comme je l'ai précisé, mes travaux de recherche actuels se construisent sur la base de projets de recherche tournés vers une orientation appliquée et une démarche d'ingénierie.

Concernant mon premier axe de travail, centré sur l'accessibilité et le handicap, trois projets différents sont menés (Cf. Figure 43). Je ne présenterai pas ici la mission d'expertise, auprès de la Banque de France, que j'ai pu mener en tant que consultant extérieur même si cette expérience professionnelle m'a permis de renforcer mes compétences en gestion de projet et en démarche d'ingénierie.

Le point commun de mes trois projets de recherche appliquée est que tous reposent sur les méthodes issues de la cognitive, centrées autour des concepts d'acceptabilité, d'utilisabilité, de contexte d'utilisation et de représentation.

- **Le premier projet**, ayant abouti à une communication orale et un article avec actes, a pour objectif l'élaboration d'un outil de communication en Langue des Signes Françaises dans un contexte particulier, celui des services d'admissions dans les hôpitaux ;
- **Le deuxième projet**, dans lequel s'inscrit l'encadrement d'une thèse CIFRE (candidate Farida Djoulah), a un objectif assez différent puisqu'il s'agit de comprendre l'impact organisationnel (en terme de modélisation) et de prise en charge (élaboration d'outils spécifiques) du vieillissement des personnes souffrant d'un handicap mental - et plus particulièrement celles présentant un syndrome de Down (ou trisomie 21). Ce travail, commencé il y a un peu plus d'un an, a déjà fait l'objet de 2 communications orales (avec actes) et d'un article accepté dans une revue internationale.
- **Le troisième projet ATAccWeb** consiste lui en l'élaboration d'un outil didactique sous forme d'un site web afin de former et de sensibiliser à la question de l'accessibilité numérique. Ce projet a bénéficié d'un premier financement et a permis 3 communications orales (dont une avec actes).



**Figure 43. Présentation des trois projets que je réalise dans le cadre de l'axe 1.**



Je vais maintenant décrire plus précisément ces trois projets en insistant sur la problématique, la démarche, les premiers résultats obtenus ainsi que les perspectives attendues.

## **II.2.1 – Projet 1 : Outil d'aides à la communication en LSF et surdité** (Lespinet-Najib et al., 2011, communication orale avec actes)

### ***II.2.1.1 – Contexte du projet***

Ce travail est mené en collaboration avec l'Unité d'Accueil Sourds du CHU Pellegrin, et plus particulièrement, avec Bénédicte Gourdon, psychologue, et Christian Bélio, ergothérapeute. Ce projet a démarré en septembre 2011. Le développement informatique de cet outil a été réalisé par des élèves ingénieurs en cognitive dans le cadre d'un projet de fin d'études et/ou de stage (Suzanne Savary, Fanny Morel & Nicolas Fonteneau). Une communication orale (avec actes) a déjà été réalisée.

### ***II.2.1.2 – Problématique***

La communication dans la relation médecin/patient est un élément indispensable de la pratique de la médecine. Pour la compréhension et l'accès aux soins, elle s'avère centrale (cf. code de déontologie). La population sourde dispose de plusieurs langages spécifiques comme la Langue des Signes Française (LSF). Cependant, la LSF reste une langue étrangère pour les « non sourds » (Cuxac, 2000). En cas de communication forcée, contrainte, d'urgence ou nécessitant le recours à un vocabulaire technique précis ou, au contraire, à des notions abstraites, sourds et non-sourds se retrouvent très souvent confrontés à de vrais blocages de communication. Des situations banales comme l'accès aux soins (demander un rendez vous, s'expliquer, comprendre le traitement proposé, accorder un consentement éclairé) peuvent devenir un véritable casse-tête pour le médecin comme pour la personne nécessitant un soin (Zucman, 2011; Dagron, 2011 ; Dalle-Nazébi & Lachance, 2008).

Ce problème de communication entre sourd et non-sourd n'est certes pas nouveau (Ebert & Heckerlings, 1995), mais en France, la véritable prise de conscience de la spécificité de la population sourde a émergée dans le milieu médical à partir des années 80, dans le contexte de l'épidémie du SIDA (Dagron, 1999 ; 2008 ; Peinkofer, 1994). Le constat alarmant qui est fait alors est que toute une frange de la population est marginalisée et mise en danger par défaut d'information et donc de prévention : les

sourds ont appris leur séropositivité en même temps que l'existence du SIDA. La compréhension de la maladie et des soins associés étant complexe, de nombreux sourds séropositifs refusaient de se faire soigner (Dagron, 1999). L'existence d'une rupture de communication entre sourds et entendants a contribué à fragiliser cette population qui, par ailleurs, était globalement exclue ou ignorée des services de soins. Pour répondre à la problématique d'absence d'informations et de soins, s'ouvre en janvier 1995 la première consultation médico-sociale en LSF à l'Hôpital La Salpêtrière de Paris (Dagron, 1999). Depuis cette époque, plusieurs CHU ont suivi ce chemin et ont ouvert leur propre unité d'accueil (Mottez & Benvenuto, 2006).

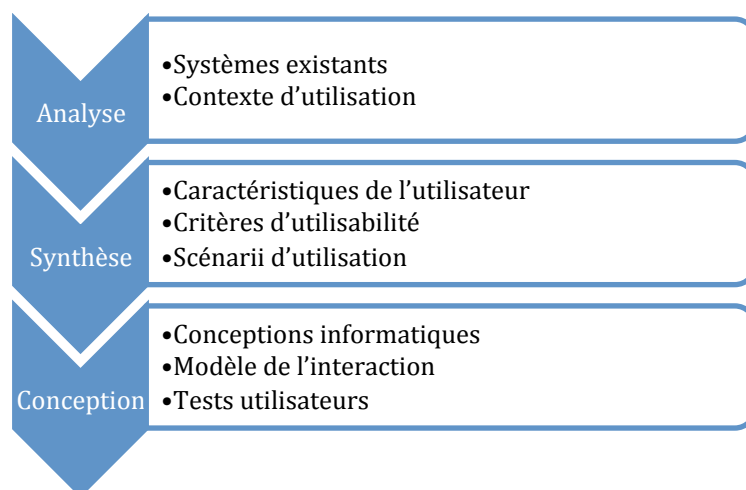
Celle du CHU de Bordeaux (hôpital Pellegrin), dans laquelle a été réalisée ce projet de recherche, a été créée en octobre 2001. Elle est composée d'une équipe bilingue (LSF et français) et mixte (sourde et entendant) qui s'appuie sur un partenariat fort avec un service d'interprètes régulièrement sollicité. Elle comprend médecin, psychologue, aide soignant, secrétaire médicale.

L'objectif qui a prévalu à la création de ces unités était de permettre une accessibilité linguistique (prévention, diagnostic, information, soins) reposant sur l'amélioration de la communication entre le personnel soignant et le patient (cf. Charte des Pôles d'accueil et de soins en langue des signes, 2005). Elles apportent des aides humaines permettant de dépasser, dans le plus grand nombre de situations possibles, les barrières linguistiques existant entre le milieu médical et les personnes sourdes (Chaveiro et al., 2009 ; Dagron, 2008 ; 2011 ; McEwen & Anton-Culver, 1988 ; Meador & Zazove, 2005). Cependant, le besoin d'accompagnement spécifique de la population sourde ne peut reposer uniquement sur ces petites équipes qui ne peuvent être présentes à toutes les étapes de la prise en charge (problème d'effectifs, d'horaires d'ouverture, de localisation, de déplacement, de délai d'intervention,...). Ainsi, malgré la présence du service « Accueil sourd », la population sourde accueillie au CHU de Bordeaux peut se retrouver en situation de difficulté de communication. Que l'on vienne pour une consultation ou une hospitalisation, le risque de marginalisation existe en permanence et peut survenir dès le service d'admission, passage obligé dans un établissement hospitalier. Le personnel administratif de ce service, non formé à la LSF, est régulièrement confronté à des difficultés de compréhension et de communication par exemple pour orienter simplement un visiteur sourd qui souhaite rendre visite à une personne hospitalisée. Seuls 30 % des sourds maîtrisent la lecture labiale. L'utilisation du langage écrit constitue également un problème, car l'illettrisme et/ou des difficultés dans la compréhension des concepts abstraits sont très fréquents (Renard, 2001). Plus de 2/3 de la population sourde dite profonde présente de vraies difficultés face au langage écrit. La population sourde profonde, qui pratique la LSF, représente 80 000 à 100 000 personnes en France (Gillot, 1998 ; Dagron, 1999 ; Martin, 2005). C'est dans ce contexte que ce travail a trouvé son origine.

L'objectif de ce projet était d'élaborer un outil d'aide à la communication permettant à la population sourde, pratiquant la LSF, d'accéder aux services d'admission hospitaliers sans avoir nécessairement besoin d'un interprète. L'outil devait pouvoir présenter une arborescence claire de propositions simples contenant des minis saynètes vidéo, susceptibles de répondre à la majorité des besoins des utilisateurs. Afin de mieux cerner l'importance de ce projet, voici quelques chiffres qui éclairent la réalité de cette problématique.

Au niveau du CHU Pellegrin de Bordeaux, 320 personnes sourdes sont concernées tous les ans par un passage au service d'admission, dont 60 sont des nouveaux patients. En 11 ans d'existence du service d'accueil sourd, plus de 750 personnes sourdes ont été concernées. Et surtout, 95 % des patients sourds usagers du CHU Pellegrin pratiquent la LSF.

Ma démarche s'est appuyée sur la « Conception Centrée Utilisateur » (Norman, 1986), qui représente, comme j'ai pu le préciser précédemment, une des démarches centrales en cognitique (cf. Chapitre 3 - I.2.2). Norman (1986) explique que « *nous vivons dans un environnement psychologique, social et culturel complexe. La connaissance de cet environnement par les concepteurs d'un système est donc fondamentale pour pouvoir fournir aux utilisateurs la représentation de ce système et les moyens d'actions appropriés. La démarche de conception, de mise en œuvre et d'évaluation des systèmes interactifs doit donc être centrée sur l'utilisateur et sur le contexte d'interaction* ». Cette démarche est illustrée par la Figure 44.



**Figure 44. Présentation de la Conception Centrée Utilisateur (D'après la Norme ISO 13407)**

### II.2.1.3 – Description de la démarche

La Conception centrée Utilisateur mise en place a nécessité plusieurs étapes successives (Mayhew, 1999) comme illustrées en Figure 45.



Figure 45. Présentation des étapes issues de la démarche en CCU

L'étape d'analyse est décomposée en plusieurs sous-étapes :

- **Analyse de la demande** : à travers des entretiens semi-directifs menés auprès du personnel de l'Accueil Sourds, du service d'admission et du service informatique, j'ai pu évaluer les enjeux de la demande pour la population sourde, les différents services du CHU et le CHU lui-même. Cette analyse a permis de comprendre que l'arrivée d'un tel outil était perçue de façon positive par l'ensemble des acteurs et allait bien dans le sens des exigences de la loi du 11 février 2005<sup>46</sup>.
- **Rencontre avec les utilisateurs** : l'outil d'aide à la communication sera utilisé par 2 catégories d'utilisateurs : le personnel du service d'admission et la population sourde pratiquant la LSF. Un questionnaire a été utilisé et a permis de comprendre les attentes réciproques de chaque groupe d'utilisateurs. 15 personnes ont été incluses, dont 5 du service d'admission et 10 personnes sourdes (recrutées à l'aide du service Accueil Sourds du CHU). Les premiers résultats ont montré :

<sup>46</sup> La loi du 11 février 2005 est la loi définissant l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées.

- pour le personnel administratif : une véritable motivation accompagnée cependant de la crainte que l'outil ne soit difficile à prendre en main, ne ralentisse le service d'admission, n'entraîne une surcharge de travail supplémentaire et ne soit chronophage.
  - pour la population sourde, une réelle curiosité, une absence totale de blocage, et un véritable intérêt pour participer à la conception de l'outil et à sa validation.
- **Analyse de l'activité** : Cette analyse consiste à observer *in-situ* les utilisateurs (dans notre cas le personnel du service d'admission), afin d'observer, de comprendre et de modéliser les tâches qu'ils effectuent réellement dans leurs contexte (Moscato, 2005). J'ai utilisé des grilles d'observation heuristiques afin de détailler et de modéliser toutes les actions et les échanges nécessaires lorsqu'une personne arrive au service d'admission. Les scénarii possibles obtenus seront utilisés dans l'outil.
  - **Analyse des contraintes de la population sourde utilisant la LSF** : l'analyse (dite de gestion des connaissances) est effectuée à travers le discours de 4 experts (interprète en LSF, aide-soignant sourd, représentant d'association de sourds, spécialiste en LSF). Cette analyse permet de cerner les contraintes de la population sourde concernée utilisant la LSF. Plusieurs points importants devaient être respectés :
    - la qualité des vidéos en LSF,
    - la présence de textes simples et courts,
    - une interface claire et épurée,
    - l'intérêt pour une approche tactile de l'écran,
    - le fait de favoriser au maximum l'usage des icônes.

L'étape de synthèse a pour objectif de déterminer les points indispensables à la conception :

- **contraintes des utilisateurs** : le Tableau 42 permet de synthétiser les principales contraintes côté utilisateur.
- **critères « d'utilisabilité »** : l'outil devra veiller au respect des règles d'ergonomie classiques (Bastien & Scapin, 1992 ; Nielsen, 1994) et d'accessibilité numérique,
- **scénarii d'usage** : les scénarii devront reprendre toutes les actions possibles d'un service d'admission ainsi que l'ordre de ses actions (ex : 1- vérifier si la personne ne s'est pas trompée ; 2- demander le motif de sa venue ; 3-savoir si elle a déjà un dossier ; etc.).

Personnel administratif Du service d'admission	Interaction	Personnes sourdes usagers du CHU pratiquant la LSF
Pas de surcharge en temps de travail	Préserver un échange face à face	Illettrisme fréquent
Un outil facile à utiliser	Pouvoir communiquer sans passer par le langage oral	Besoin des interprètes pour les soins mais pas pour les démarches administratives
Pas un outil de saisie		Qualité parfaite des vidéos en LSF
Respecter l'ordre des étapes d'admission		Phrases courtes
		Icônes non ambiguës
		Possibilité pour ceux qui en ont les capacités d'utiliser l'écrit

**Tableau 42. Présentation des contraintes utilisateurs.**

L'étape finale de conception et de validation se caractérise par une succession de sous-étapes :

- **conception d'une première maquette** (sous format power-point) reprenant l'ensemble des préconisations,
- **validation par les utilisateurs** (3 utilisateurs sourds et 3 utilisateurs issus du personnel d'admission);
- **conception d'un prototype fonctionnel** (en langage C#) validé par des tests utilisateurs reprenant des scénarii d'usage (4 utilisateurs sourds et 2 personnes du service informatique du CHU);
- **amélioration du prototype** afin d'obtenir une version bêta fonctionnelle
- **validation par l'ensemble** des acteurs impliqués dans le projet.

Aboutir à un produit logiciel final a nécessité l'utilisation de plusieurs outils classiques en cognitique (Baccino et al., 2005) tels que l'entretien semi directif, les questionnaires, la gestion et la modélisation des connaissances, l'observation directe, le maquettage et prototypage, les tests d'utilisabilité.

### ***II.2.1.4 – Description de notre outil d'aide à la communication en LSF***

Sans rentrer dans l'ensemble des fonctionnalités du logiciel développé, les quelques « captures d'écran »<sup>47</sup> suivantes permettent d'en présenter les principales fonctionnalités et caractéristiques (Figures 46 et 47). Il est important de noter que la partie technique (développement informatique en langage C#) a été réalisée par

<sup>47</sup> Dans la littérature, on utilise essentiellement le terme anglais « screenshot » pour désigner les captures d'écran.

plusieurs élèves ingénieurs de l'école Nationale Supérieure de Cognitique à travers des projets et stages. Tous ces projets ont été effectués sous ma supervision. La version finale de l'outil a été validée par le service informatique du CHU Pellegrin.

Quel que soit l'écran, les vidéos en LSF sont toujours présentes et permettent d'expliquer à la personne sourde ce qui est attendu d'elle. Celle-ci peut en permanence agir sur la vidéo (stop, relecture, pause). De plus, les acteurs peuvent à tout moment utiliser un clavier virtuel pour communiquer à travers une zone de dialogue.



**Figure 46. Présentation des fonctionnalités de l'outil d'aide à la communication.**

Les différentes étapes de l'admission sont systématiquement indiquées en haut, la multimodalité (icône et texte) est privilégiée le plus possible, une zone de dialogue apparaît en permanence en bas, la communication se fait à travers un clavier virtuel, les sélections se font de façon tactile (interface tactile de 21' permettant un confort visuel et une bonne visibilité des vidéos en LSF).

Le clavier virtuel est alpha-numérique. Il permet de saisir aussi bien du texte que des chiffres et peut être utilisé par la personne sourde ainsi que par le personnel administratif. Pour faciliter la compréhension, une illustration claire et sans ambiguïté est proposée pour représenter les pièces demandées.



Figure 47. Présentation des fonctionnalités de l'outil d'aide à la communication.

Le logiciel que nous avons développé est avant tout un logiciel d'aide à la communication. Il n'a pas pour but de remplacer le logiciel spécifique qu'utilise le service d'admission mais simplement de proposer une aide à la communication entre deux personnes ne partageant pas la même langue. Il s'agit littéralement d'une interface de communication. La mise en situation doit privilégier le contexte d'usage (admission) et favoriser le face à face entre les deux usagers (personnel administratif et personne sourde usager du CHU). La figure 48 illustre le contexte d'usage.

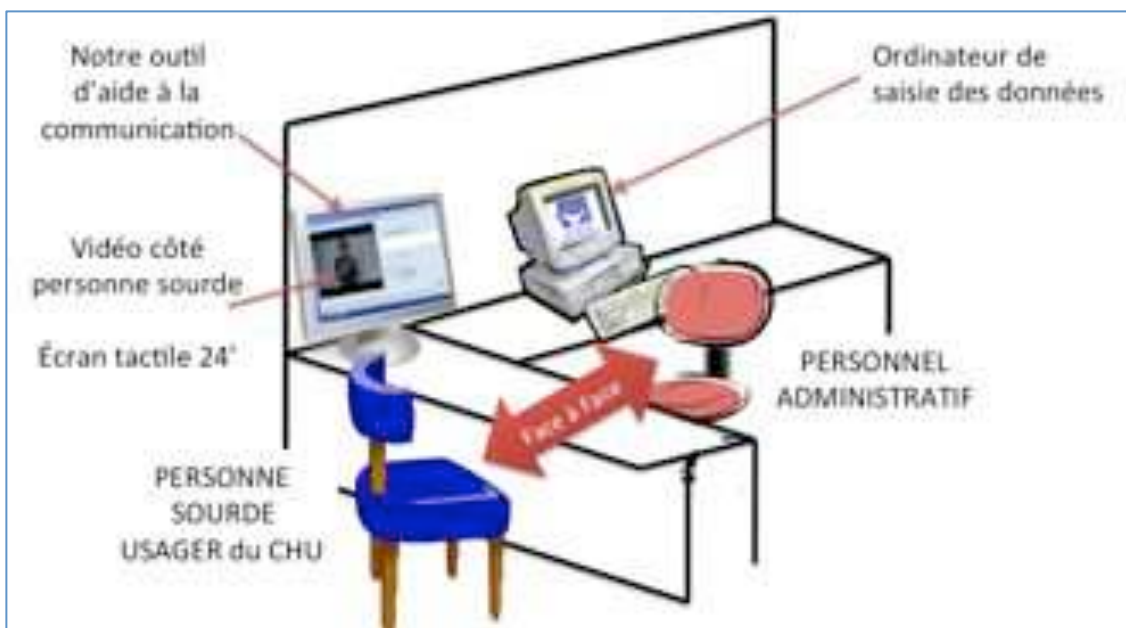


Figure 48. Contexte d'usage de l'outil d'aide à la communication.



### *II.2.1.5 – Perspectives & conclusion*

Actuellement, l'outil a été validé et sa mise en service effective est prévue pour le premier trimestre 2013. Le déploiement d'un nouvel outil numérique au sein d'un service hospitalier, même si il n'y a pas de saisie de données, ne peut se faire que par l'intermédiaire du service informatique du CHU. Il est vrai que pour ce service, même si il a été impliqué dès le début dans le projet, le déploiement d'un tel outil s'avère ne pas être une priorité. Il ne sera possible d'évaluer définitivement son usage qu'après ce déploiement. Des tests utilisateurs seront alors proposés. Si les premiers résultats s'avèrent probants, alors une des perspectives sera d'adapter cet outil à d'autres contexte d'admission : service d'urgence, maternité, service pédiatrique.

En conclusion, si l'on souhaite vraiment proposer un outil efficace d'aide à la communication, permettant l'adhésion des utilisateurs, il est nécessaire de respecter un cycle de conception qui souvent s'avère long et complexe. La Conception Centrée Utilisateur utilisée dans ce projet est une démarche pour laquelle les attentes, les caractéristiques propres des utilisateurs finaux et leurs besoins sont pris en compte à chaque étape du processus de développement.

En cherchant surtout à adapter le produit à l'utilisateur final cette démarche se distingue fortement d'autres processus de conception qui ont, la plupart du temps, tendance à imposer le mode d'utilisation choisi par les concepteurs.

L'idée très simple sur laquelle repose notre approche est que les utilisateurs finaux (personnes sourdes, personnel administratif) sont les mieux placés pour évaluer le produit qu'ils vont utiliser. De ce fait, le développement d'un logiciel est davantage guidé par les besoins et les exigences des utilisateurs finaux plutôt que par les possibilités techniques ou technologiques qui intéressent exclusivement les concepteurs.

L'objectif de ce projet était d'apporter une réponse concrète à une situation de handicap de communication banale mais cependant très fréquente et faciliter ainsi l'accès à la première étape du parcours de soin représentée par le service d'admission. En effet, comme le souligne Dagron (2001) « *Etre sourd ce n'est pas tant ne pas entendre que ne pas être entendu* ».

## II.2.2 – **Projet 2 : Handicap mental et vieillissement**

(Djoulah et al., 2012a et b – communications orales avec actes ; Djoulah et al., 2013 sous presses)

### II.2.2.1 - *Contexte du projet*

Ce projet s'effectue en collaboration avec le cabinet EQR Management (Paris), à travers le co-encadrement d'une thèse CIFRE (candidate Farida Djoulah) avec Jean-Marc André. Cette thèse a démarré en mai 2011. Les premiers travaux effectués ont été valorisés à travers deux communications orales avec actes de congrès et un article sous presse. Le projet « handicap mental et vieillissement » s'achèvera en mai 2014.

### II.2.2.2 - *Problématique*

Un des enjeux actuels important en matière de santé publique concerne le vieillissement de la population souffrant d'un handicap mental<sup>48</sup>. Le handicap mental peut-être défini comme correspondant à des « *perturbations du degré de développement des fonctions cognitives telles que la perception, l'attention, la mémoire et la pensée ainsi que leur détérioration à la suite d'un processus pathologique* » (Dalla Piazza, 2001). L'expression « handicap mental » qualifie à la fois une déficience intellectuelle (approche scientifique) et les conséquences qu'elle entraîne au quotidien (approche sociale et sociétale). Le handicap mental se traduit par des difficultés plus ou moins importantes de réflexion, de conceptualisation, de communication, de décision, etc. Le concept de handicap mental n'est pas un concept unitaire, il existe plusieurs syndromes associés, comme par exemple l'autisme, le syndrome de Prader-Willi<sup>49</sup>, la trisomie 21, le x fragile<sup>50</sup>, etc. Parmi les syndromes les plus connus et les plus fréquents, nous retrouvons le syndrome de Down appelé aussi trisomie 21. Ce syndrome correspond à un handicap mental lié à une anomalie chromosomique (un chromosome supplémentaire, le 21) et s'avère être l'anomalie chromosomique la plus fréquente (incidence de 1 pour 800 à 1 pour 1000 naissances, Supply, 2006). En ce qui concerne les signes cliniques, sont essentiellement observés : un retard de croissance, un retard intellectuel, des particularités physiques (yeux bridés, mains courtes, stature trapue et corpulente, etc.). Il ne s'agit pas d'une maladie héréditaire mais bien d'une anomalie chromosomique.

Il a été montré une augmentation importante de l'espérance de vie de la population porteuse d'un syndrome de Down : l'espérance de vie est passée de 9 ans en 1929 à 55 ans en 1990 (Azéma & Martinez, 2005 ; Bittles et al., 2006). Pour cette population, cette

---

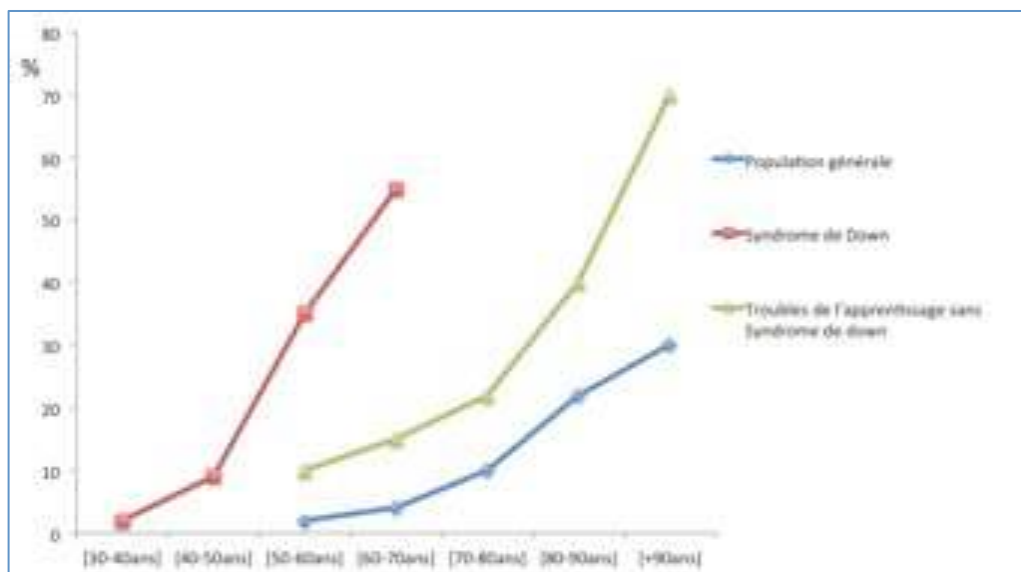
<sup>48</sup> Les termes de « retard mental », « handicap intellectuel », « arriération mentale » sont également usités afin de qualifier le handicap mental.

<sup>49</sup> C'est une maladie génétique rare qui atteint au hasard un nouveau né sur environ 20 000. Ce syndrome est lié à une anomalie sur le chromosome 15. À la naissance, les enfants souffrent entre autres d'une hypotonie sévère. Les personnes atteintes de ce syndrome présentent des troubles de l'apprentissage et du comportement.

<sup>50</sup> Le syndrome de l'X fragile est la cause la plus fréquente de retard mental héréditaire. Les signes cliniques sont multiples : troubles du langage (retard d'apparition du langage, trouble de l'articulation, etc.) et troubles du comportement (hyperactivité, troubles attentionnels, etc.).

augmentation s'accompagne de l'apparition des maladies du vieillissement, comme les syndromes démentiels (Coppus et al., 2006 ; Crayton & Olivier, 1993 ; Visser et al., 1997). Le rapport Paul-Blanc en 2006 précise que plus de 70% de personnes atteintes de trisomie 21 dépassent le stade des 50 ans et ceci malgré un phénomène de vieillissement accéléré [rapport Paul Blanc, 2006]. Un rapport important effectué en 2009 par *Faculty for Learning Disability* fait un état des lieux de cette problématique et met en exergue l'augmentation de l'apparition d'une démence de type Alzheimer chez des personnes souffrant d'un Syndrome de Down en rapport avec l'augmentation de leur espérance de vie. Ainsi, comme l'illustre la Figure 49, l'apparition d'une démence dans une population Syndrome de Down peut apparaître dès l'âge de 30 ans, puis représente 10 % de cette population à partir de 40 ans, 35 % à partir de 50 ans et plus de 60% à partir de 60 ans (rapport Faculty for Learning Disability, 2009).

Lorsque l'on compare le taux de démence dans une population donnée (générale, syndrome de down, troubles de l'apprentissage sans Syndrome de Down), la population Syndrome de Down présente un vieillissement pathologique précoce avec un taux de prévalence élevé par rapport à la population générale.



**Figure 49. Taux de démence dans trois population distinctes selon l'âge (rapport Faculty for Learning Disability, 2009).**

A l'instar du reste de la population, les handicapés mentaux âgés sont victimes en vieillissant d'incapacités et de handicaps nouveaux. Se pose alors le problème de l'évaluation et du diagnostic d'une démence dans cette population. En effet, le diagnostic d'une démence (de type Alzheimer par exemple) chez des personnes déficientes intellectuelles reste problématique compte tenu de l'inadaptation des outils d'évaluation classiques face aux caractéristiques de cette population (Ball et al., 2006 ; Deb et al., 2007a et b ; Prasher et al., 2004). La majorité des outils d'évaluation utilisés repose sur

un quotient intellectuel moyen de 100 et nécessite une intégrité des fonctions intellectuelles (compréhension des consignes, aptitude au raisonnement, etc.). L'inadaptation des outils conduit généralement à un effet plancher. Ainsi, les tests classiquement utilisés pour la population normale ne sont pas applicables. En France, il existe très peu de données concernant l'apparition d'une démence chez des personnes souffrant d'un syndrome de Down, peut-être justement parce que les outils de diagnostic font défaut. D'autre part, il apparaît que cette problématique pose aussi des questions organisationnelles (de Thibault & Prual, 2005). Ainsi, comme le soulignent ces auteurs « *le vieillissement ou l'avancée en âge de la personne handicapée mentale interpelle outre la personne elle-même bien sûr, sa famille, l'équipe qui l'accompagne et le projet du service l'accueillant.* » En effet, il faut bien comprendre que l'organisation médico-sociale en France dissocie la prise en charge des personnes souffrant d'un handicap mental de celles prenant en charge les personnes souffrant d'un vieillissement normal ou pathologique. Actuellement, sont dissociés d'une part les établissements et services pour personnes handicapées adultes (ESAT<sup>51</sup>, FAM<sup>52</sup>, MAS<sup>53</sup>, foyers occupationnels, etc.), et d'autre part les établissements et services pour personnes âgées (Centres de consultation mémoire, EHPAD<sup>54</sup>, etc.). Se pose alors de la question d'une personne handicapée mentale qui vieillit : quel type d'établissement doit la prendre en charge ? Doit-on réfléchir à une prise en charge spécifique de cette population qui se retrouve au croisement de ces deux catégories d'organisation médico-sociale ?

L'objectif global de notre projet est d'apporter des réponses à ces différents questionnements. Plusieurs étapes seront nécessaires. Je ne présenterai ici que la première étape qui a déjà été réalisée à savoir faire un état des lieux de cette problématique en France à travers l'élaboration et la réalisation d'une enquête.

### ***II.2.2.3 - Protocole expérimental***

#### **Elaboration du questionnaire**

Un questionnaire a été élaboré afin de faire un état des lieux de la situation actuelle en France concernant la prise en charge des personnes souffrant d'un syndrome de Down et présentant un syndrome démentiel. Ce questionnaire est composé de quatre parties :

- **Un descriptif de l'établissement**
  - le type de structure (ESAT, MAS, FAM, EHPAD, Centre consultation mémoire, etc.)
  - la capacité d'accueil
  - la fonction (médecin, psychologue..) et l'ancienneté du répondant

---

<sup>51</sup> Etablissements et services d'aides par le travail

<sup>52</sup> Foyers d'accueil médicalisés

<sup>53</sup> Maisons d'accueil spécialisées

<sup>54</sup> Etablissements d'hébergement pour personnes âgées dépendantes

- Un état de lieux d'un point de vue épidémiologique
  - le nombre de patients ou résidents atteints de trisomie 21 et leur âge
  - le nombre de patients ou résidents atteints de trisomie 21 et qui souffrent de troubles démentiels
  - L'âge d'apparition de ces troubles et la différence d'âge d'apparition de ces signes en fonction du sexe
- Une partie sur le diagnostic de démence, les signes cliniques associés et l'évolution de la maladie
  - comment et qui a établi le diagnostic
  - l'utilisation des tests neuropsychologiques ou autres et pour quelles raisons
  - les signes cliniques observés liés à l'apparition d'une démence chez les personnes atteintes de trisomie 21 et leur ordre d'importance
  - les différences observées en termes d'espérance de vie entre une personne atteinte de trisomie 21 démente et une personne non démente
- Une partie sur les possibilités et/ou difficultés de prise en charge de cette population
  - la mise en place d'une prise en charge spécifique à la présence d'une pathologie démentielle dans cette population
  - son impact dans l'organisation et la gestion de l'établissement
  - la mise en place de réponses spécifiques (médicamenteuses, non médicamenteuses ou les 2.)
  - les différences observées en termes d'âge d'apparition et de signes cliniques entre les personnes souffrant d'une trisomie 21 et les personnes non atteintes de trisomie
  - la mise en place de structures spécifiques ou d'unités adaptées dans une structure préexistante pour la prise en charge de cette population

Le questionnaire a été administré en ligne à l'aide du logiciel Sphinx. L'analyse des résultats est effectuée avec les logiciels Sphinx et XLStat.

### Description des établissements

Deux catégories d'établissements ont été visées : les établissements médico-sociaux qui accueillent les personnes souffrant d'un handicap mental comme le syndrome de Down (ex : les FAM, les MAS, etc.) et les structures accueillant les personnes vieillissantes (avec ou sans syndrome démentiel) comme les EHPAD, les centres consultations mémoire.

Au total, 32 établissements ont répondu à notre enquête, dont 15 en tant qu'établissements du secteur du handicap et 17 en tant que structures spécialisées pour l'accueil des personnes âgées.

#### II.2.2.4 - Résultats

Je vais présenter les principaux résultats en fonction des deux catégories d'établissements.

##### *Etablissements du secteur du handicap*

Les types d'établissements ayant répondu sont classés par ordre d'importance : Foyer d'Accueil Médicalisé (FAM), foyer d'hébergement (type ESAT), Maison d'Accueil Spécialisé (MAS), foyer occupationnel et foyer de vie.

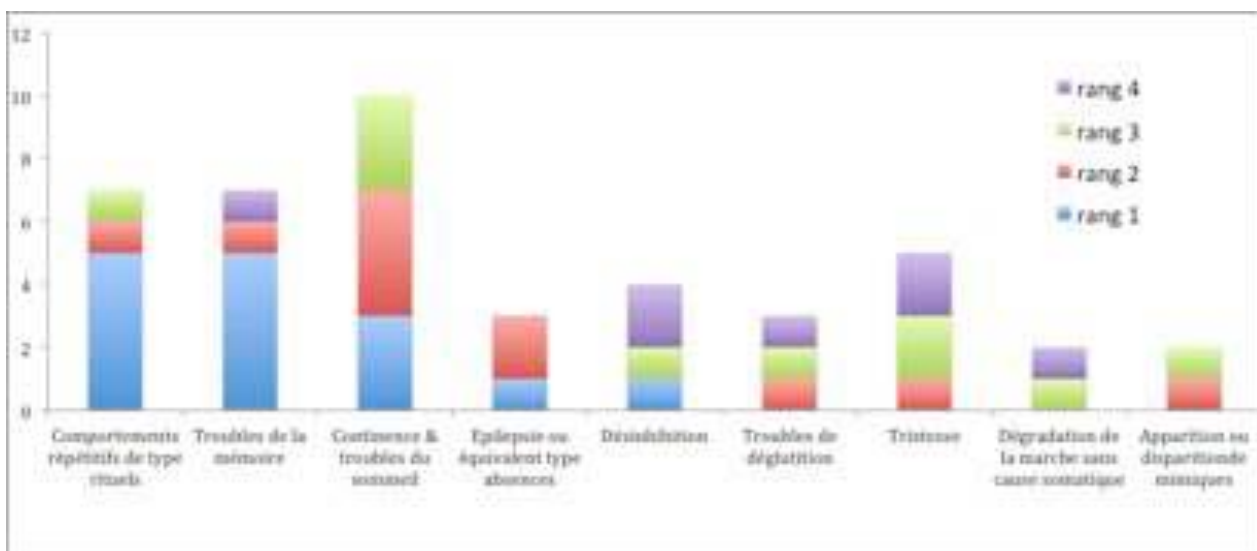
10 établissements sur 15 (soit 66%), indépendamment du type, ont été confrontés à l'apparition de troubles démentiels chez des résidents souffrants d'un syndrome de Down.

Les données suivantes n'incluent que les établissements ayant déjà été concernés par cette problématique à savoir les 10 établissements.

L'âge moyen d'apparition des premiers signes cliniques de la démence est de 49 ans (minimum : 40 ans ; maximum : 70 ans).

Concernant le diagnostic d'une démence, les outils neuropsychologiques classiques ne sont pas ou peu utilisés car considérés comme inadaptés aux capacités cognitives de cette population (selon 70% des répondants).

Un résultat important porte sur les signes cliniques associés à l'apparition d'une démence dans cette population. Les répondants devaient classer les signes cliniques proposés par ordre d'importance. La Figure 50 permet de représenter les signes cliniques les plus fréquemment rapportés pour les quatre premiers choix (du rang 1 au rang 4), à savoir : les troubles du sommeil et les problèmes de continence ; l'apparition et/ou l'aggravation des comportements répétitifs de type rituels, l'apparition et l'aggravation des troubles de la mémoire suivi de l'apparition de tristesse et/ou apathie. Les autres signes cliniques (désinhibition, problème de marche, etc.) ont été rapportés de façon moins fréquente.



**Figure 50. Résultats concernant la fréquence d'apparition des signes cliniques.**

Les derniers résultats concernent la prise en charge : 1 établissement sur 2 ont dû mettre en place une prise en charge spécifique à la fois médicamenteuse et non

médicamenteuse (accompagnement personnalisé notamment) pour prendre en charge cette population.

Tous les établissements concernés par cette problématique rapportent une véritable difficulté pour prendre en charge et accompagner cette population. Un établissement sur deux pense qu'il faut imaginer la création d'unités adaptées à cette population au sein même des structures existantes.

### *Structures d'accueil des personnes vieillissantes*

Concernant les structures spécialisées pour l'accueil des personnes âgées, la moitié correspondait à des EHPAD et l'autre à des services de consultation de mémoire. Une structure sur deux a déjà été concernée par la prise en charge et/ou l'évaluation de personnes souffrant d'un syndrome de Down avec risque d'un syndrome démentiel associé. L'âge d'apparition d'une démence chez ces personnes est observé entre 35 et 45 ans pour les centres consultations mémoire et entre 60 et 65 ans au sein des EHPAD.

Pour 71% des répondants concernés, les outils neuropsychologiques classiques n'ont pas été utilisés pour effectuer le diagnostic d'un syndrome démentiel auprès de cette population.

Enfin, les principaux signes cliniques liés à l'apparition d'une démence dans cette population sont classés par ordre d'importance sur les 4 premiers choix (cf. Figure 51): les troubles de la mémoire, la dégradation de la marche sans trouble somatique, l'apparition et/ou l'aggravation de comportements répétitifs de type rituels, les troubles du sommeil et/ou problème de continence et enfin l'apparition d'une tristesse et/ou d'une apathie.

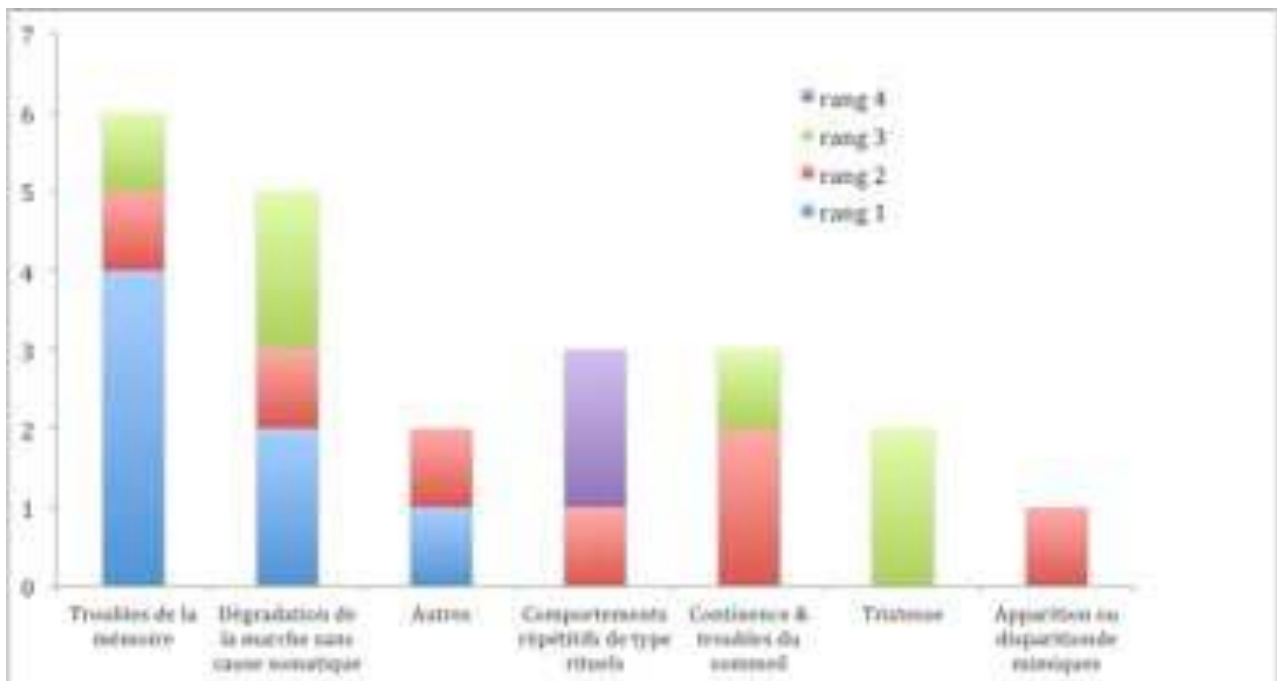


Figure 51. Résultats concernant la fréquence d'apparition des signes cliniques.

Plus d'une structure sur 2 considèrent qu'il ne faut pas mettre en place d'unités adaptées à cette population mais en avoir une meilleure connaissance. Néanmoins, l'impact sur l'organisation de ces structures est réel (impact humain et financier), et entraîne des besoins en formation et en partenariat.

### *II.2.2.5 - Discussion et perspectives*

L'objectif de ce première étape était de proposer un état des lieux de la problématique d'une démence chez des personnes souffrant d'un syndrome de down et plus généralement poser la question du vieillissement des personnes en situation d'handicap mental.

Les résultats de notre enquête ont pu mettre en évidence plusieurs points importants :

- La problématique de la prise en charge des personnes vieillissantes souffrant d'un syndrome de Down ne concerne pas que les établissements médico-sociaux mais concerne aussi les structures spécialisées par l'accueil des personnes âgées.
- L'âge d'apparition des premiers signes cliniques associés à l'apparition d'une démence dans cette population serait situé entre 35 et 55 ans. Ces données vont dans le sens des travaux de Prasher (1995) qui a montré que la prévalence d'une démence chez les personnes souffrant d'un syndrome de Down était de 10 % pour ceux âgés entre 40 et 49 ans et de 40 % pour ceux âgés entre 50 et 59 ans.
- Il existe une prévalence de certains signes cliniques observés au sein de cette population. Les troubles du sommeil, les comportements répétitifs de type rituels, les problèmes de mémoire et l'apparition d'une tristesse et/ou d'une apathie ont été constatés par les spécialistes (éducateur, neuropsychologue, etc.) travaillant au sein des structures interrogées.
- Les outils d'évaluation neuropsychologiques classiques ne sont pas utilisés car totalement inadaptés pour cette population notamment du fait de leurs capacités intellectuelles.

La question de l'évaluation et donc du diagnostic d'une démence semblent donc constituer une question majeure (Jervis & Prinslo, 2008). Il existe actuellement deux pistes complémentaires pour essayer de répondre à cette difficulté. La première consiste à mettre en place des outils d'évaluations des capacités cognitives adaptés aux compétences intellectuelles de cette population. La SIB (Severe Impairment Battery) développée par Saxton et al. en 1993 paraît présenter une bonne validité pour mesurer le fonctionnement cognitif des personnes souffrant d'un syndrome de Down, et paraît convenir à l'évaluation d'une démence dans cette population (Hutchinson & Oakes, 2011). La deuxième piste consiste à proposer une grille d'observation de l'évolution des signes cliniques sous forme d'un questionnaire. Il existe actuellement un questionnaire le DMR (Dementia questionnaire for Mentally Retarded Persons) (Evenhuis et al., 2007),



non traduit en français, qui apparaît comme pertinent comme aide au diagnostic d'une démence dans cette population.

Dans cette perspective, nous avons élaboré une grille d'observation des signes cliniques en conciliant à la fois les aspects cognitifs et les signes comportementaux. Pour ce faire, nous nous sommes reposés d'une part sur les données issues du questionnaire en listant les signes cliniques citées comme apparaissant et/ou s'aggravant dans cette population, et d'autre part des différents tests proposés dans la littérature comme pertinent pour le diagnostic d'une démence chez ces personnes. Plusieurs entretiens ont été effectués auprès d'experts neuropsychologues ou éducateurs (issus des deux catégories d'établissement) afin de vérifier la pertinence de l'outil que nous proposons. Cet outil correspond à une grille d'observation des signes cliniques afin de repérer les différents signes cliniques s'aggravant, régressant ou apparaissant. La figure 52 illustre la grille d'observation que nous avons élaborée.

**Grille d'observation des signes cognitifs et comportementaux**

NOM du PATIENT : Prénom du PATIENT : Sexe : Date de Naissance :	DATE :											
	1ère évaluation				2ème évaluation				3ème évaluation			
	absent	au début	durant	très présent	absent	au début	durant	très présent	absent	au début	durant	très présent
<b>Signes comportementaux</b>												
<b>Comportements sociaux</b>												
- Ne se souvient pas (après un personnel ou à ses côtés) ou												
- Difficulté pour participer à des activités en groupe ou												
- Persévère dans ses activités et dans ses intérêts (ou... pas du tout en général, diagnostic différentiel à exclure, trouble autistique)												
- Manque d'initiative dans les activités (ou)												
<b>Troubles du comportement</b>												
- Comportements répétitifs de type rituels nouveaux (ou)												
- Remise en cause des objets ou de l'agent matériel (des objets...)												
- Arrêt en plein milieu d'une tâche (sans qu'il y ait une interruption d'ailleurs...)												
- Agitation												
- Agressivité												
- Agitation anormale du sommeil												
- Troubles des rêves (rêves à leur réveil, cauchemars...)												
- Troubles du sommeil avec troubles d'endormissement et/ou réveil perturbé												
- Dégradation de la marche												
- Instabilité, épisodes de rétroculer vers l'arrière et/ou												
- Episodes de troubles associés												
- (Toux)												
- Aggravation de troubles												
<b>Signes psychopathologiques</b>												
- Hallucinations (sans être hyperboliques)												
- Dépression (ou)												
- Troubles de l'humeur (sans être dépressifs, irritables, agités)												
<b>Signes de la vie quotidienne</b>												
- Perte d'autonomie (nécessité d'aide humaine dans les gestes de la vie quotidienne)												
<b>Signes</b>												
- Difficulté pour aider à débarrasser la table (à débarrasser le fait ou pour manger, le verre versé à boire)												
- Difficulté pour préparer le repas (sans le faire)												
- Difficulté pour organiser des activités de temps												
<b>Signes personnels</b>												
- Difficulté pour s'habiller (choix des vêtements)												
- Difficulté pour se laver (refus de se laver)												
- Trouble de mémoire rétrospectif (à l'arrière du front, du début)												
- Incapacité partielle (perte de l'objet, oubli momentané)												
<b>Autres particularités</b> (par exemple : concentration, changement d'habitudes de vie (aller au restaurant, carte de séjour...))												
- Difficulté de réaliser un objet												
- Difficulté pour prendre soin de ses affaires personnelles												

Figure 52. Illustration de la grille d'observation des signes cognitifs et comportementaux que nous avons élaboré.

La prochaine étape sera de tester notre grille d'observation des signes cliniques, en contexte d'usage réel au sein d'un établissement spécialisé dans l'accueil de personnes handicapées mentales (FAM Faveris à Paris). Nous avons bien sûr déjà l'accord de cette structure. Cette étape sera effective à partir de février 2013 et ce sur une durée minimum d'un an. Concernant la structure FAM de Paris, une évaluation sera effectuée

auprès de 16 résidents présentant un syndrome de Down tous les 2 mois. Au sein de ces 16 résidents, la moitié est suspectée de présenter un syndrome démentiel. Une première analyse permettra de comparer les deux groupes de résidents (avec ou sans démence) sur l'ensemble des signes cliniques. Cette analyse sera suivie d'une analyse longitudinale sur un an. Cet outil, incluant les aspects cognitifs et les modifications comportementales, devra permettre à terme de mettre en évidence les aggravations et/ou l'apparition de signes cliniques afin de définir à terme un outil d'aide au diagnostic d'un syndrome démentiel chez les personnes souffrant d'un syndrome de Down. L'objectif final de cet outil est de pouvoir repérer et d'évaluer les premiers signes cliniques pouvant évoquer une démence dans cette population afin de pouvoir mettre en place une prise en charge spécifique.

Les premiers résultats obtenus ne sont donc que préliminaires et seront suivis et complétés par des entretiens téléphoniques et/ou physiques auprès d'experts dans le domaine du handicap et dans le domaine du vieillissement. Ces derniers ont été repérés à travers l'enquête menée. Ce travail d'approfondissement permettra de valider nos premières hypothèses sur les enjeux de cette problématique et de proposer des premières pistes de prise en charge.

D'autre part, afin de conforter nos réflexions sur les possibilités ou non de prise en charge, une étape complémentaire sera nécessaire. Elle concernera la modélisation des organisations médico-sociales actuelles, telles que définies par la loi, afin de mieux comprendre les impacts de cette problématique en terme de structures, de prise en charge, de formation, etc. Ce travail de modélisation se fera en collaboration avec des chercheurs du groupe productique (notamment Bruno Vallepsir) du laboratoire IMS auquel j'appartiens. L'intérêt d'une modélisation des organisations est de pouvoir comprendre le parcours de soin des deux catégories de personnes : les personnes souffrants d'un syndrome de Down et les personnes vieillissantes souffrant d'une démence. Nous effectuerons une modélisation distincte pour chaque catégorie de personnes. Ces deux modélisations pourront mettre en exergue la complexité de la prise en charge d'une personne se retrouvant au croisement de ces deux organisations : à savoir présentant un syndrome de Down vieillissant ainsi qu'une démence. J'espère que nous pourrons alors être force de proposition en terme de nouvelle prise en charge pour cette population.

### **II.2.3 – Projet n°3 : Accessibilité et web, le Projet ATAccWeb**

(Lespinet-Najib et al., 2012 ; 2013 : communications orales)

### ***II.2.3.1 - Contexte du projet***

Le projet ATAccWeb (Approche Transversale de l'Accessibilité Web) repose sur le regroupement de chercheurs représentant des spécialités différentes : cognitive (moi-même en tant que responsable du projet), information et communication (Nathalie Pinède & Vincent Liquete), ergothérapie (Christian Bélio), informatique et gestion des connaissances (Benoit le Blanc), référent mission handicap (François Demontoux). Ce projet a bénéficié d'un premier financement dans le cadre de l'appel à projet « Ingénierie » en 2011 et fait l'objet d'une soumission, début 2013, à l'appel IDEX-CNRS de la Région Aquitaine. ATAccWeb a démarré en janvier 2011 et a déjà permis la création d'un site internet ([www.ataccweb.fr](http://www.ataccweb.fr)) et deux communications orales.

Nous avons répondu à un appel à projet IDEX-CNRS en janvier 2013 afin de poursuivre ce projet.

### ***II.2.3.2 - Problématique***

En France, la loi du 11 Février 2005 sur «*l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées*» a profondément changé le domaine de la santé et des soins. Cette loi a provoqué un changement sémantique majeur : l'adoption de la notion de «personnes en situation de handicap» (Boriolo & Laub, 2007 ; Van Lancker, 2008). Cette nouvelle dénomination permet de dépasser la vision purement biologique et médicale du handicap. En effet, ce nouveau point de vue met en évidence le rôle de l'environnement et ses contraintes comme étant à l'origine de la situation de handicap. Plusieurs décrets d'applications ont suivi cette loi et ceci dans de très nombreux domaines (architecture, transport, éducation et numérique). En ce qui concerne l'accès aux informations numériques, le décret français RGAA<sup>55</sup> paru en 2009, fait état des obligations concernant l'accessibilité pour les sites internet administratifs et publics. Le RGAA est très largement inspiré du WCAG 2.0.<sup>56</sup> qui correspond aux normes internationales d'accessibilité numérique. Tim Berners-Lee, inventeur du web et directeur du W3C, définit ainsi l'accessibilité Web : «*mettre le web et ses services à la disposition de tous les individus, quels que soient leur matériel ou logiciel, leur infrastructure réseau, leur langue maternelle, leur culture, leur localisation géographique et leurs aptitudes physiques.*»

La définition de l'accessibilité web est souvent perçue de manière limitative et restreinte comme étant destinée aux seules personnes en situation de handicap (Afchain & Lancereaux, 2003). Or, de nombreux auteurs ont montré que l'accessibilité d'un site est un levier puissant qui peut non seulement faciliter l'accès au savoir et à la vie des

---

<sup>55</sup> Référentiel Général d'Accessibilité pour les Administrations : <http://references.modernisation.gouv.fr/rgaa-accessibilite>

<sup>56</sup> Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) : <http://www.w3.org/TR/WCAG20>

personnes en situation de handicap, mais aussi améliorer la qualité globale des sites (Adam & Kreps, 2009): la portabilité des sites; le référencement, le service, l'ergonomie ou sa visualisation positive par le public. L'accessibilité vise également à optimiser la distribution de l'information, à permettre l'efficacité et l'autonomie en matière de navigation et ceci quel que soit le navigateur et le support considéré. Réduire l'accessibilité à son caractère « coercitif » et légal serait donc une erreur. Tous les acteurs du Web doivent considérer l'accessibilité comme une source d'opportunités et de développement.

Mais, comme l'ont montré Lazar *et al.* (2004) les développeurs de site se considèrent comme très peu concernés par ces enjeux. Les idées fausses sur l'accessibilité du Web sont très fréquentes : l'accessibilité concerne uniquement les personnes non-voyantes, les sites accessibles sont peu attractifs, la mise en œuvre de l'accessibilité est difficile et coûteuse, elle ne concerne qu'un public restreint, etc. La représentation plutôt négative et stéréotypée de l'accessibilité que se font les spécialistes du web entraîne un manque d'intérêt : « ils ne se sentent pas concernés » (Afchain & Lancereaux, 2003 ; Lazar *et al.*, 2004).

Par ailleurs, le développement et l'amélioration des interfaces graphiques rendant les sites de plus en plus attractifs (icônes, listes à cocher, menus déroulants, etc.) représentent paradoxalement un obstacle à la navigation des personnes en situation de handicap (notamment non-voyant) et amplifient l'idée de difficulté de mise en œuvre des normes d'accessibilité (Adams & Kreps, 2009 ; Chiang *et al.*, 2005).

Malgré l'existence de normes (WCAG, RGAA), très peu de sites internet sont accessibles, ne permettant pas alors à une personne en situation de handicap d'accéder pleinement au contenu d'internet (Fagan & Fagan, 2004). Plusieurs enquêtes<sup>57</sup>, effectuées par l'Union Européenne, révèlent que moins de 20% des sites évalués respectent les normes d'accessibilité internationales (WCAG1.0 et 2.0).

Début 2012 dans le même objectif de vérification de la connaissance et du respect de ces normes, l'association Valentin Haüy a mis en ligne son appréciation de l'accessibilité des sites présentant les programmes des candidats à l'élection présidentielle (<http://petition.avh.asso.fr/barometre/>). Cette association a utilisé l'outil « Opquast Reporting » qui est un outil de mesure de qualité et d'accessibilité de sites Web. Suivant ce baromètre, il faut constater qu'aucun de ces sites n'est totalement accessible, que ce soit pour les partis politiques en charge des affaires de l'état, aussi bien que pour les partis de l'opposition. Les sites des candidats ont été classés sur une échelle de 0 à 10. L'appréciation du « meilleur » site n'obtient qu'un score de 6,5/10. Les enquêteurs

---

<sup>57</sup> eAccessibility of public sector services in the European Union (2005). *Rapport de l'UK presidency of the UE.*

Web accessibility in European countries: level of compliance with latest international accessibility specifications, notably WCAG 2.0 and approaches or plans to implement those specifications (2009). *Rapport de European Union.*

rajoutent qu'une note de 10/10 ne reflèterait pas une accessibilité « totale ». Leur conclusion est qu'il n'y a pas de grande ou de mauvaise accessibilité. Il convient surtout d'améliorer l'accessibilité existante.

Par ailleurs, il nous a semblé particulièrement pertinent de concevoir un outil didactique permettant non seulement de sensibiliser les spécialistes du web mais aussi de former les futurs développeurs à la mise en œuvre des normes d'accessibilité. L'objectif final est de susciter un changement dans les représentations de l'accessibilité du Web et d'optimiser la réalisation des sites afin que l'accessibilité numérique soit intégrée de façon systématique dans les pratiques professionnelles des développeurs de sites web.

### **II.2.3.3 - Démarche méthodologique**

Notre démarche s'est effectuée selon deux axes.

- **Le premier axe** consistait à vérifier, auprès de professionnels du Web, nos hypothèses concernant l'existence de préjugés et/ou de méconnaissances des principes de l'accessibilité numérique. L'objectif était de mettre en évidence les obstacles et les freins pour le développement dans les pratiques professionnelles des normes d'accessibilité.
- **Le second axe** portait sur l'élaboration d'un outil didactique accessible en ligne (création d'un site Web). Ce site Web a deux objectifs majeurs : avoir une visée d'accompagnement et de sensibilisation à l'accessibilité web et être lui-même une « vitrine » accessible de l'accessibilité d'un site Web.

### **II.2.3.4 - Résultats des entretiens**

Le projet ATAcc Web s'est construit à partir de l'analyse des entretiens menés auprès de professionnels. Les thématiques qui en sont ressortis ont permis de planifier puis d'élaborer l'architecture et le contenu didactique de notre outil.

Nous avons mené 12 entretiens auprès de professionnels du web (webmasters, chargés de communication, formateurs au Web, responsables de service informatique, etc.). Ces professionnels appartenaient pour moitié à des établissements publics (université, école d'ingénieur, établissement hospitalier) et pour moitié à des entreprises privées (entreprises spécialisées en communication Web et/ou construction de site).

Les principaux éléments issus de ces entretiens peuvent se synthétiser de la façon suivante (des exemples de propos sont cités entre guillemets) :

- L'accessibilité Web est vécue comme ne concernant que les personnes en situation de handicap et plus particulièrement les mal- et non-voyants : « *mes élèves ne veulent pas travailler dans le domaine du handicap, donc c'est pas vraiment nécessaire* » « *cela ne concerne que trop peu de personnes* »
- Une méconnaissance des normes internationales et nationales : « *le RGAA je connais pas* » « *je ne sais pas comment faire* »

- Un site accessible est un site peu attractif, peu dynamique et d'un graphisme pauvre : « *les sites accessibles sont tristes graphiquement* » « *c'est pas sexy comme résultat* »
- Rendre un site accessible représente un coût financier important : « *auprès de mes clients, je ne le propose pas c'est trop cher, je favorise l'aspect esthétique* »
- Complexité et difficulté de mise en œuvre tout en respectant le caractère obligatoire imposé par la loi : « *difficile à mettre en place* » « *trop compliqué* » « *pas une priorité actuelle* » « *on attend de voir la nature des sanctions* »

L'ensemble de ces éléments, issus des entretiens, semble bien montrer les méconnaissances et les préjugés partagés par de nombreux professionnels du web. Ce constat rejoint tout à fait celui proposé par Afchain & Lanceraux (2003) qui pointaient déjà l'existence de préjugés concernant l'accessibilité Web de la part des développeurs Web.

Le point essentiel issu de la littérature et des entretiens effectués est qu'il paraît difficile de trouver une information fiable et synthétique dans le foisonnement disponible d'internet.

L'outil que nous proposerons devra répondre aux exigences suivantes :

- Mettre à disposition un corpus numérique de ressources permettant d'informer et de faire le point sur une question, une situation précise en tenant compte de l'actualité et de l'évolution de l'accessibilité du Web ;
- Offrir des conseils et méthodes applicables à la mise en œuvre de l'accessibilité du Web au cours de la phase de développement de sites et d'interfaces web,
- Offrir des exemples d'exercices et de situations problèmes à résoudre,
- Proposer des scénarii et des simulations de situations d'usage en lien avec les problèmes de l'accessibilité du Web sous forme de vidéogramme;
- Ouvrir un espace de dialogue et d'échanges (forum) concernant les aspects législatifs et techniques, les procédures, les questions d'organisation. Cet espace de type forum permettra aux spécialistes d'interagir avec la communauté des utilisateurs. Tous ces échanges seront conservés sous forme d'archives numériques, afin de pouvoir être ré-interrogés.

Le projet doit permettre d'élaborer un espace de ressources, de dialogue, qui constituera un outil didactique innovant, sous forme d'un site internet. Ce dernier permettra de sensibiliser mais aussi de former et d'accompagner les futurs développeurs ou spécialistes en ingénierie du web aux enjeux de l'accessibilité. Au final ATAccWeb devra participer à l'évolution des représentations de l'accessibilité web et de favoriser par le partage la compréhension de ses principes fondamentaux puis l'acquisition des solutions techniques.

### II.2.3.5 - Réalisation de notre outil ATaccWeb

Afin de lutter contre les préjugés et la méconnaissance, nous avons choisi d'élaborer l'architecture de notre site internet (<http://www.ataccweb.fr>) en nous appuyant sur les principes de conception des Formations Ouvertes à Distance (AFNOR, 2004)<sup>58</sup>. Ces principes s'articulent autour de 3 éléments clés :

- **Ouverture** : ouverture des ressources dans le temps et dans l'espace ; adaptation des ressources selon les capacités et les besoins des utilisateurs ;
- **Distance** : possibilité d'utiliser les supports, les ressources à distance c'est à dire en ligne ;
- **Apprentissage** : présentation d'exemples concrets, simulation de situations d'usage ; accès à des ressources extérieures complémentaires ; foire aux questions ; autoévaluation.

Afin de répondre à ces principes de conception, la page d'accueil (Figure 53) est composée de plusieurs rubriques : Accueil / Accessibilité / Conseils / Ressources / FAQ / ATAccWeb / Vidéos

De plus, une rubrique "actualités" apparaît quelle que soit la page. Cette rubrique permet de proposer les événements clés (colloques, journées scientifiques, publications, etc.) du domaine de l'accessibilité.

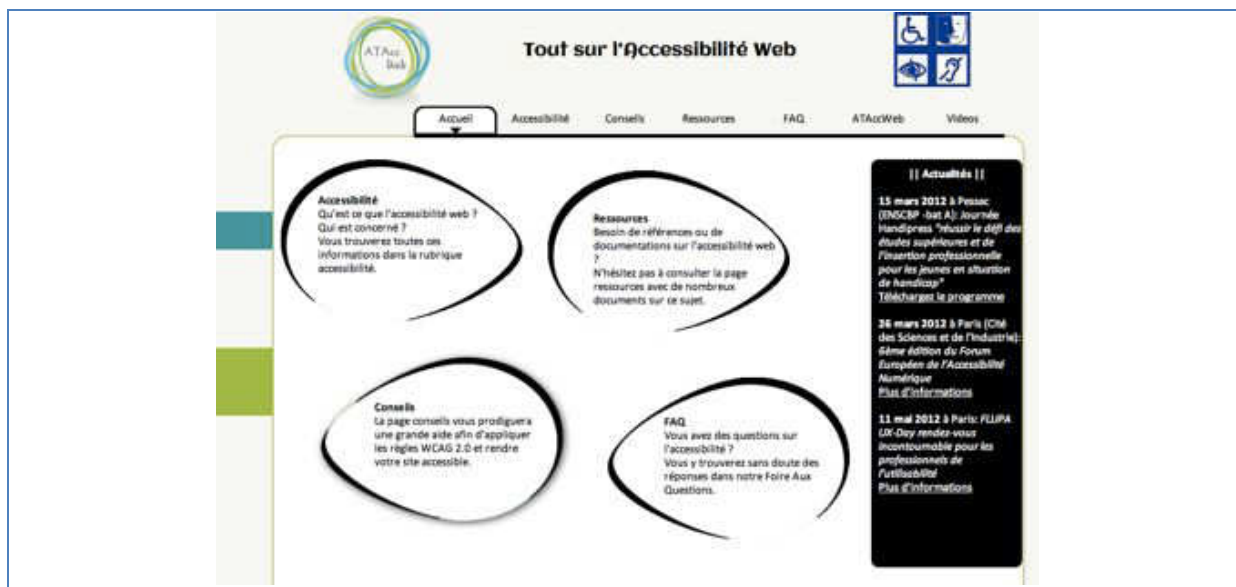


Figure 53. Présentation de la page d'accueil et des différentes rubriques.

Concernant la politique d'accessibilité, plusieurs éléments sont systématiquement proposés :

<sup>58</sup> FFOD AFNOR – référentiel de bonnes pratiques en formation ouverte à distance, collectif mai 2004.

- 4 feuilles de style (Figure 54) permettant de modifier le contraste visuel des pages (normal, police en noir et fond blanc, police en blanc et fond noir, police en bleu et fond jaune). L'utilisateur mal voyant peut ainsi améliorer son propre confort visuel.



**Figure 54. Présentation des 4 feuilles de style proposées au niveau de la politique d'accessibilité.**

- les raccourcis claviers sont clairement présentés pour que l'utilisateur puisse naviguer sans problème au travers des menus.
- des liens d'évitement, destinés à une personne qui navigue à l'aide d'un lecteur d'écran (comme « jaws » par exemple), permettent d'accéder directement au menu ou au contenu de la page elle-même.

Actuellement, l'agrandissement est obtenu en utilisant directement cette fonction proposée par les différents navigateurs. Dans la suite du projet, nous avons prévu de proposer des feuilles de style permettant des agrandissements beaucoup plus importants.

Plusieurs catégories de ressources ont été élaborées et classées en fonction du type de rubrique.

- *Rubrique "Accessibilité"* : présentation générale et définition de l'accessibilité Web comprenant des liens concernant la législation, l'accessibilité et le handicap, l'accessibilité et les technologies. Quelle que soit la rubrique concernée, des liens hypertextes permettent d'accéder à des contenus plus complets.
- *Rubrique "Conseils"* : présentation de conseils de mise en œuvre des normes d'accessibilité en nous reposant sur le WCAG et le RGAA. L'utilisateur dispose d'un accès direct aux conseils en sélectionnant soit le niveau, soit les critères d'accessibilité. Pour chaque conseil, le code html est présenté (voir Figures 55 et 56). Pour faciliter l'apprentissage et évaluer son niveau de connaissance concernant les normes et leur mise en œuvre, l'utilisateur peut utiliser un quiz élaboré à cet effet.



## 1. Perceptible

Le contenu web doit être présenté à l'utilisateur de façon à ce qu'il puisse le percevoir.

Recommandation 1.1 : les équivalents textuels

Proposer des équivalents textuels, à tout contenu non textuel, qui pourra alors être présenté sous d'autres formes selon les besoins de l'utilisateur : grands caractères, braille, synthèse vocale, symboles ou langage simplifié.

### 1.1.1 Équivalent textuel à des contenus non textuels

- Pour une image porteuse d'information, le texte apporte l'information nécessaire à la compréhension du contenu de l'image.
- Pour une image de décoration, l'alternative doit être vide.

Code HTML

```

```

Figure 55. Exemple de conseil et de code HTML associé.

## Les tableaux accessibles

Il existe bien une méthode afin de créer des tableaux accessibles.  
Vous trouverez dans la page [contenu](#) des explications et des méthodes permettant de réaliser de tels tableaux.

Voici un exemple de tableau accessible.

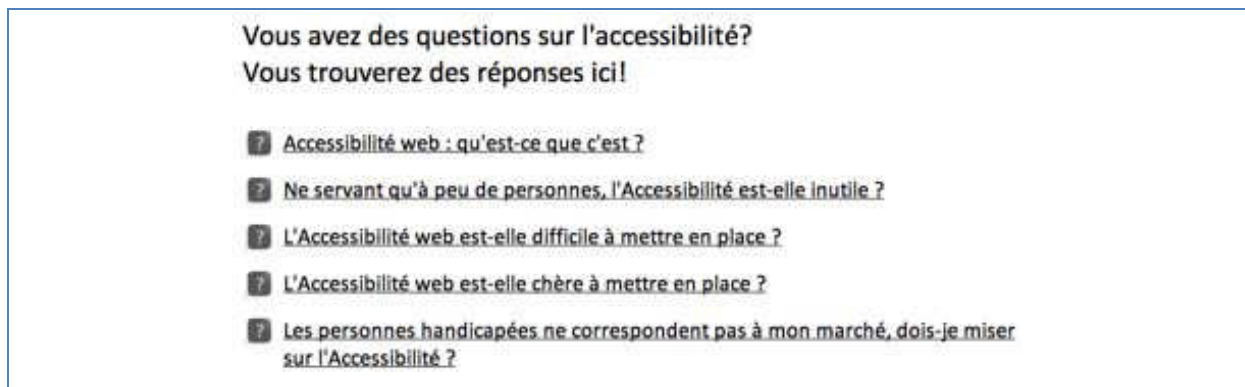
Place	Club	Pts	J	D	N	P
1	Paris SG	29	12	8	2	1
2	Montpellier	22	12	8	2	2
3	Lille	23	12	8	5	1
4	Lyon	23	12	7	2	3
5	Toulouse	22	12	8	4	2
6	Rennes	21	12	8	3	3
7	Lorient	17	12	4	8	3
8	Saint-Etienne	16	12	4	4	4
9	Marseille	15	12	3	6	3
10	Caen	15	12	4	3	5
11	Sochaux	14	12	3	5	4
12	Brest	12	12	1	9	2
13	Auxerre	12	12	2	6	4
14	Evian	12	12	2	6	4
15	Bordeaux	12	12	2	6	4
16	Nice	11	12	2	5	5
17	Dijon	11	12	3	2	7
18	Valenciennes	10	12	2	4	6
19	Nancy	8	12	1	5	6
20	Ajaccio	7	12	1	4	7

```
Code HTML
<table summary="Tableau du classement général de la ligue 1 - Saison 2011-2012"/>
<thead>
<tr>
<th id="place">Place </th>
<th id="club">Club </th>
<th id="points">Pts </th>
<th id="matches perdus">P </th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td id="premier" headers="place">1 </td>
<td headers="club" premier">Paris SG </td>
<td headers="points" premier">29 </td>
<td headers="matches perdus" premier">1 </td>
</tr>
<tr>
<td id="vingtieme" headers="place">1 </td>
<td headers="club" vingtieme">Ajaccio </td>
<td headers="points" vingtieme">7 </td>
<td headers="matches perdus" vingtieme">7 </td>
</tr>
</tbody>
</table>
```

Figure 56. Autre exemple de code HTML pour construire un tableau accessible.

- **Rubrique "Ressources"** : cette rubrique permet à un utilisateur de retrouver toutes les informations complémentaires concernant l'accessibilité. Ces ressources extérieures ont été indexées et classées selon deux types d'entrées. La première catégorie porte sur la nature même des ressources : les livres, les articles, les ressources numériques et les vidéos. La deuxième catégorie porte sur les contenus sémantiques des ressources : les outils d'évaluations, les modules pour navigateurs, les logiciels d'aides, les tests utilisateurs ou les audits par les experts. Cette rubrique bénéficie d'une option de recherche par mots-clés. L'intérêt de la rubrique « Ressources » est qu'il est possible d'effectuer une recherche de ressources selon trois entrées : mots clés, type de ressources et contenus sémantiques.

- *Rubrique "FAQ"* : cette rubrique permet d'aborder et de répondre aux idées fausses et préjugés (Figure 57). Ces questions sont issues des entretiens que nous avons menés et des travaux de Afchain & Lanceraux (2003).



**Figure 57. Présentation de quelques questions traitées au sein de la rubrique FAQ.**

- *Rubrique "ATAccWeb"* : permet de présenter les objectifs de notre outil didactique et de présenter les différents acteurs impliqués dans ce projet de recherche.
- *Rubrique "Vidéos"* : toujours dans une perspective essentiellement didactique, nous avons élaboré 4 scénarii d'usage sous forme de vidéogramme. L'objectif est de simuler une situation d'usage en montrant la différence entre la situation proposée (*ie.* respectant les normes WCAG) et sur un site non accessible (*ie.* ne respectant pas les normes d'accessibilité). Actuellement, 4 scénarii ont été simulés :
  - La lecture d'un tableau par un lecteur d'écran (ici jaws) ;
  - La lecture par un lecteur d'écran (jaws) d'une vidéo;
  - L'utilisation d'un menu déroulant sur un support classique (clavier, souris) et sur un support tactile ;
  - La visualisation d'un site sur un smartphone.

Chaque vidéo peut être téléchargée sous forme d'une transcription textuelle. Une chartre graphique et scénaristique a été élaborée pour que l'ensemble des vidéos soit construit en respectant le même format. Des tests utilisateurs, auprès d'une dizaine de sujets, ont été effectués fin d'année 2012 et début 2013 sur la compréhension des vidéos. Nous avons utilisé durant ces tests utilisateurs, la technique de l'eye-tracking (ou oculométrie) afin de mettre en évidence les stratégies d'exploration visuelle utilisées par les sujets pendant qu'ils visionnent la vidéo.

### *III.2.3.6 – Conclusion & perspectives*

Notre première étude a confirmé que l'accessibilité est perçue essentiellement comme une contrainte législative. La conformité réglementaire n'est pas suffisante pour permettre l'application systématique des normes d'accessibilité. L'accompagnement et la formation des professionnels me paraissent représenter le complément indispensable pour agir sur les freins et les préjugés, et cela de manière simple et facilement « accessible ». En effet, l'obligation légale génère un marché de l'accessibilité des sites, où de nouvelles compétences se créent, accompagnées de leur lot de dérèglements. Un certain nombre d'entreprises proposent ainsi des formations et des conceptions de sites accessibles clefs en main, à des prix libres et non régulés, sans garantie d'efficacité dans le temps. Quand une personne souhaite s'intéresser à l'accessibilité web, elle se trouve face à des ressources très nombreuses, denses, souvent absconses et dont la mise en œuvre est onéreuse. C'est pourquoi il me semble nécessaire de simplifier ces contenus, de les rendre accessibles d'un point de vue didactique et financier (donc gratuit).

Notre outil est en cours de développement. Il s'agit encore d'un prototype. Les développements et améliorations seront planifiés à la suite des tests utilisateurs en cours. Ces tests utilisateurs permettront :

- D'évaluer la validité de la compréhension du contenu et de l'architecture du site ;
- D'évaluer la pertinence des vidéos (actuellement, nous développons un format commun à toutes les vidéos indépendamment du scénario proposé)
- De mesurer l'utilisabilité de notre site à travers des scénarii d'usage ;
- D'apprécier si, à terme, notre outil pourrait représenter un support de formation adéquat.

Nous avons également prévu de compléter notre outil par la mise en place d'un espace collaboratif (blog, veille, etc.). Au cours des entretiens que nous avons menés, la difficulté de faire le tri dans l'ensemble des informations disponibles sur internet a été soulignée plusieurs fois.

D'autre part, nous avons lancé début novembre 2012 une enquête nationale en ligne<sup>59</sup> visant à mieux comprendre les usages et les perceptions actuels de l'accessibilité dans le domaine de la conception de site web auprès de professionnels du web. L'enquête est constituée de plusieurs rubriques : le niveau de représentation de ce qu'est l'accessibilité (sous forme d'une question ouverte), l'existence ou non de préjugés, le niveau de connaissances sur les normes et les outils d'accessibilité et le parcours de formation et professionnel de chacun des répondants. A ce jour, plus de 170 personnes ont répondu. Nous nous sommes fixé la limite 200 répondants avant de procéder à

---

<sup>59</sup> L'enquête est accessible à travers la plateforme Sphinx en ligne à l'adresse suivante : <http://enquetes.u-bordeaux.fr/IPB-csema/ATAccWeb/index.htm>

l'analyse des réponses. Cette analyse s'effectuera lors du premier trimestre 2013. L'objectif de cette enquête est d'avoir une vision la plus exhaustive possible des usages et des perceptions actuels de l'accessibilité dans le milieu professionnel.

Une des perspectives importante du projet Ataccweb concerne la mise à disposition de notre outil didactique d'une part auprès de formateurs, et d'autre part auprès de professionnels du milieu du web. Cette mise à disposition devra bien sûr être accompagnée de tests utilisateurs et de retours d'expériences afin d'enrichir et d'améliorer notre outil de façon continue. Cette étape devrait être effective en 2013.

D'autre part, au delà de l'accessibilité web, une réflexion sera menée concernant l'accessibilité aux contenus numériques comme un document au format pdf, un powerpoint, etc. Cette réflexion est fondamentale notamment pour l'accès aux savoirs pour tous. Rendre un site web accessible est indispensable, mais cela n'a de sens que si les contenus téléchargeables sur le site sont eux aussi accessibles. Cette problématique dépasse largement le cadre du web. En effet, l'usage de documents au format pdf est devenu fréquent dans de nombreux domaines : l'enseignement, les administrations, le milieu professionnel, etc.

Au final, l'intention est de favoriser l'intégration systématique de l'accessibilité web dans les pratiques professionnelles de conception de sites web, de manière à ce que l'univers d'internet et du numérique ne soit pas une source d'exclusion, participant à la fracture numérique, mais bien un outil favorisant l'inclusion sociale.

Dans le chapitre suivant, je vais exposer mon second axe de recherche, qui porte sur les usages et le web.

## III - Domaine d'application n° 2 : Web & usage

### III.1 - Cadre théorique

#### III.1.1 - Présentation générale du Web

L'évolution du Web est exponentielle : en 1993, on comptait 130 sites Web, 10 000 sites en 1994, 600 000 en 1996, et en 2000 plus de 9 millions et demi de sites sont comptabilisés. Le nombre d'utilisateurs a suivi cet engouement : passant de 30 millions d'utilisateurs d'internet en 1994 à plus de 250 millions en 2000 (Ichbiah, 2000).

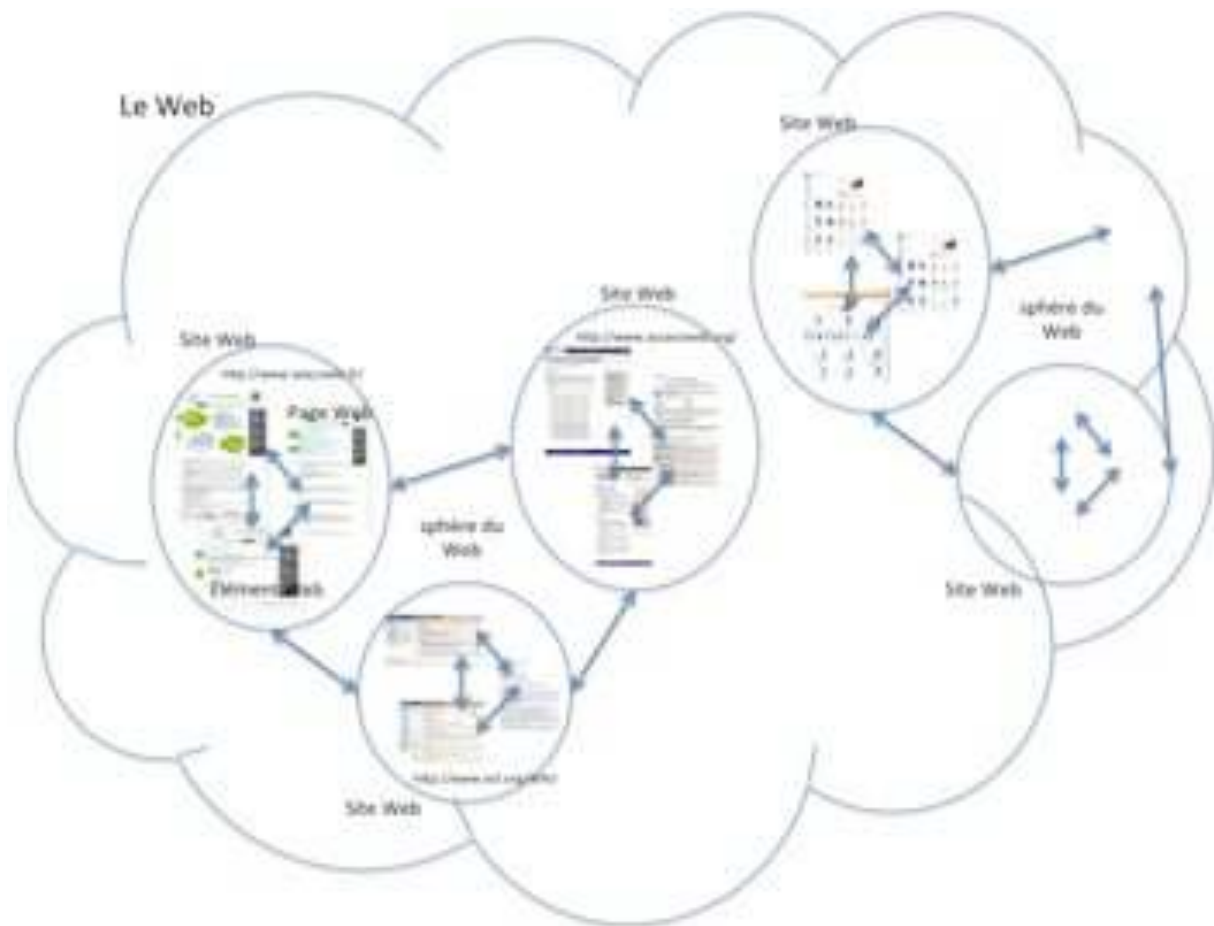
Avant de décrire précisément l'approche du Web dans laquelle mon travail s'inscrit, il me semble indispensable de différencier les concepts de Web et d'internet. Le terme Web est en fait un diminutif de *World Wide Web*, et correspond à un système accessible de ressources multimodales hypertextes. Ce système fonctionne sur internet. Le Web n'est donc qu'une des applications d'internet. Parmi les autres applications, il est possible de trouver la messagerie instantanée, le courrier électronique, etc.

Le terme d'Internet, quand à lui, désigne un système d'interconnexions de machines (ordinateurs, smart-phones, etc.) qui constitue un réseau informatique mondial. Ce réseau de réseaux permet des transferts de données multimediales (textuelle, vidéo, audio, etc.).

Si l'origine d'internet date des années soixante-dix (notamment avec le développement du protocole TCP/IP<sup>60</sup>), le Web tel qu'on le connaît est plus tardif et a été principalement conçu en 1990 par Tim Berners-Lee par la diffusion d'architectures de type client-serveur (Musiani & Schafer, 2011). Concernant l'étude du Web comme objet scientifique, Brügger (2009 ; 2012) dissocie plusieurs concepts : l'élément web, la page web, le site web, la sphère web et le web en tant que tel (cf. Figure 57). Ainsi, « *un élément Web est la plus petite unité analytique possible et peut comprendre, par exemple, une image ou un mot sur une page Web. La page Web est tout ce qui est visible dans une fenêtre de navigation. Le site Web correspond à un nombre de pages Web qui forment un tout cohérent, la sphère Web correspond à des éléments, pages et sites que le chercheur et spécialiste du Web relie à certains types d'événements ou thèmes* » Brügger (2012).

---

<sup>60</sup> TCP/IP = Transmission Control Protocol / Internet Protocol



**Figure 58. Les différents éléments d'analyse du Web (inspiré de Brügger, 2009).**

Ainsi, lorsque l'on souhaite étudier le Web, plusieurs niveaux d'analyses sont possibles : élément Web, page Web, etc. En fonction du niveau qui fera l'objet d'une recherche, l'approche scientifique s'appuiera sur une démarche méthodologique spécifique, mais également sur un modèle théorique adapté (Brügger, 2009). En ce qui concerne mes orientations de recherche, je me suis essentiellement focalisée sur les éléments Web (et notamment les liens hypertextes que je présenterai ci-après) et les pages Web (et plus particulièrement la page d'accueil d'un site Web).

### **III.1.2 – Contenu d'un site Web**

Le « site Web » s'impose comme une manifestation majeure des contenus structurés d'Internet. Si l'émergence de nouvelles formes sur internet (blogs, réseaux sociaux, chats, tweets, etc.) tend à perturber les représentations classiques et à complexifier le paysage, le site Web reste pour autant un mode d'organisation incontournable de l'information numérique, notamment dans le domaine professionnel<sup>61</sup>.

<sup>61</sup> Fin 2011, la société Email Brokers recensait 2,6 millions de sites web en France, dont 2,2 millions de sites web professionnels. (<http://www.les-infostrateges.com/actu/11111313/un-barometre-de-l-internet-francais>)

Néanmoins, la notion de site Web ne fait pas l'objet d'une définition simple et consensuelle. Au premier chef, le site web repose sur un dispositif technique s'appuyant sur un ou plusieurs serveurs informatiques, identifiés par un nom de domaine de type DNS (Domain Name Server). Mais au-delà de cette définition du site Web par la mobilisation de ressources informatiques et de protocoles techniques d'échanges de données (image du site Web peu accessible à l'utilisateur), le site web se donne à voir à travers son contenu. Stockinger définit le site Web comme « *lieu de prestations, lieu de services à destination d'un certain public* » (Stockinger, 2005). Dans le domaine du marketing, un certain nombre de propositions émergent également pour qualifier un site web en fonction des objectifs qui lui sont assignés. Par exemple, Heroux & Demers (2009) définissent trois objectifs pour les sites web : relationnel (présentation d'informations générales de l'organisation) ; promotionnel (diffusion d'information sur les produits et services pour soutenir les activités de marketing) et transactionnel (conditions d'utilisation des transactions électroniques). Mais bien d'autres auteurs dans le domaine de la gestion et du marketing proposent une déclinaison des objectifs des sites Web autour de la relation produits / clients / services.

D'une façon générique, il est possible de considérer que le site web est un produit hypertextuel d'informations et de services résultant de processus de publication, émanant d'un organisme unique ou d'un individu, à destination de certaines catégories d'utilisateurs/clients et participant à la définition de territoires numériques (Musso, 2009).

### *Le lien hypertexte*

Comme je l'ai précisé précédemment, un site Web est constitué de pages Web et le lien permettant de naviguer d'une page à une autre est l'hyperlien ou lien hypertexte. Un lien hypertexte peut être défini comme étant un système (texte, image, etc.) permettant de passer automatiquement d'un contenu consulté à un autre contenu lié, et ceci dans l'immédiateté et par l'intermédiaire d'une seule action de la part de l'utilisateur : « le clic ». Ce lien hypertexte peut être interne, c'est à dire permettre d'accéder à des contenus présents sur des pages issues du même site Web, ou externe c'est à dire permettant d'accéder à d'autres sites Web.

Une des règles fondamentales qui régit le lien hypertexte est l'immédiateté et la non-linéarité (Vandermeulen, 2010). Le lien hypertexte est l'outil principal pour inciter l'utilisateur à agir et interagir avec l'interface. Il fonde l'essence même de nos pratiques numériques. Mais au-delà de cette simplicité de navigation qui a forgé le succès et l'acculturation mondiale des ressources en ligne, le lien hypertexte est un lien complexe et multidimensionnel, qui ne se réduit pas à sa nature technique. Il contribue à créer de nouveaux espaces de connaissance et de nouvelles situations d'usages. Pour certains, le lien hypertexte possède une épaisseur qui transcende la simple activation de nœud en nœud. Ainsi, dénonçant « *la fausse évidence du lien hypertexte* », Davallon & Jeanneret proposent l'expression « *signe passeur* » en lieu et place de celle d'« hyperlien », car cela

permet de « *qualifier comme signes pleins les formes qui permettent de représenter dans un texte actuel un texte virtuel, [c'est] ... refuser l'isolement artificiel des signes pour les intégrer à une construction et à un contexte, indépendamment desquels ils n'ont aucun sens.* » (Davallon & Jeanneret, 2004). Dans cette perspective, un écran sera vu comme « *un espace unique à la surface duquel se cristallisent toutes les fonctionnalités de l'écriture. Confrontés à cet « unimédia » saturé de signes et de codes, nous disposons de « signes outils », de « signes passeurs » qui nous donnent accès aux multiples modalités du texte* » [Souchier et al., 2003, p. 23]. Il est important de comprendre qu'avant tout, un lien hypertexte a été conçu comme un outil de relations et d'interactions à travers un réseau de contenu qu'offre le Web. Cet outil a des répercussions fondamentales sur notre perception de la réalité comme le souligne Moulthrop (1996) : « *L'hypertexte n'est pas une vision excentrique, un projet de recherche académique ou une théorie littéraire : c'est un outil et une affordance utilisé par des millions de gens (...) et tendant à l'être encore plus largement dans le futur. En lui-même, aucun outil ne peut changer le monde ; mais les changements dans le travail et la communication que les outils rendent possible peuvent être source de grands bouleversements* ». En effet, l'usage des liens hypertextes par un utilisateur lui ouvre des domaines de connaissances, des immensités de contenu, un univers sans limite et sans cesse renouvelable (Balpe et al., 1995). Un lien hypertexte a la faculté d'emmener un utilisateur d'une page Web à une autre, d'un site Web à un autre, d'un élément de connaissance à un autre avec l'impression d'un accès à « tout » de façon quasi-immédiate (Vandermeulen, 2010). Landow (1992) précise que « *L'hypertexte est un système infiniment dé-centrable et re-centrable dont le point de focalisation provisoire dépend du lecteur* ». Cette idée du monde infini, non perceptible dans sa globalité par l'utilisateur, se retrouve aussi dans les travaux d'Otman (1996) et de Laufter & Scavetta (1992).

Il me semble que le lien hypertexte se retrouve au carrefour de quatre éléments comme illustré Figure 59 :

- **le concepteur** (ou contributeur) qui définit la nature des liens hypertextes, met en place l'architecture du réseau de son site web (liens externes et internes) et qui choisit la terminologie qui sera visible et donc cliquable par l'utilisateur (unité lexicale du lien) et bien sûr le contenu associé à chaque lien ;
- **L'utilisateur** qui choisit le lien hypertexte sur lequel il va interagir en espérant retrouver le contenu qu'il s'est représenté « derrière » le lien à cliquer ;
- **La navigation** qui permet à travers les liens, les moteurs de recherche et l'utilisation de mots clés, d'accéder à du contenu par une navigation majoritairement non linéaire ;
- **L'interface** qui permet à tout utilisateur de pouvoir interagir. La nature de l'interface dépend d'une part du système d'exploitation (Safari, Internet Explorer, Opéra, etc.) et d'autre part du type de plateforme (PC, smartphone, tablette, etc.).





Figure 59. Illustration des 4 éléments dont dépend le lien hypertexte.

Il semble donc que l'usage des liens hypertextes renvoie à la confrontation de deux types de représentation :

- celle du concepteur qui a élaboré une forme textuelle (ou unité lexicale) pour décrire un contenu lié à cette unité et en faisant l'hypothèse que sa métaphore (c'est à dire relation entre unité lexicale et contenu) sera comprise par l'utilisateur de la même manière ;
- celle de l'utilisateur qui avant de « cliquer » sur un lien hypertexte doit se représenter ce qu'il y a « derrière le lien » en terme de contenu.

Un des grands enjeux en conception web est de prendre conscience qu'il peut exister une distance entre ces deux types de représentation (Nielsen & Loranger, 2006 ; Tricot et al., 2003) Il semble indispensable qu'un concepteur (ou contributeur) prenne conscience de ces différences de point de vue, et veille à l'adéquation entre les attentes de l'utilisateur et ses propres attentes et ce, dès la conception.

Ainsi, il apparaît que l'étude des liens hypertextes suscite des investigations de recherche et des méthodologies variées en fonction de l'angle qui sera choisi pour les analyser. Des approches géographiques raisonnent en termes de couple nœuds / liens pour cartographier les dynamiques à l'œuvre sur le réseau (Puel, Ullmann, 2006) ; d'autres appréhendent les liens hypertextes par la mesure, (Thelwall, 2006). La dimension sémantique des textes peut également être corrélée à leurs contextes relationnels (Kleinberg, 1999).

Dans mon travail, je m'intéresse essentiellement aux unités lexicales des liens hypertextes et à la distance entre les deux formes de représentations (concepteurs et usagers).

## *La page d'accueil*

Je viens de présenter l'importance des liens hypertextes présents sur les pages Web et leur rôle dans la construction de la représentation des connaissances pour les utilisateurs. En ce qui concerne les pages d'un site Web, une catégorie de page semble, selon les auteurs, avoir un rôle majeur : il s'agit de la page d'accueil d'un site Web.

La page d'accueil d'un site représente une grande partie de l'information gérée par l'organisation ou la structure concernée, mais traduit aussi des choix sélectifs et stratégiques, valorisant certaines dimensions plutôt que d'autres. Les auteurs de référence sur l'ergonomie des sites web, comme Nielsen et Tahir (2002) définissent le rôle principal de la page d'accueil d'une organisation comme permettant de « véhiculer l'identité de l'entreprise, de mettre en évidence la valeur ajoutée du site par rapport à la concurrence et au monde réel et de présenter les produits et/ou services que fournit l'entreprise. Cette page serait en même temps comparable à la couverture d'un magazine, à une œuvre d'art, une entrée d'immeuble, la table des matières d'un livre et la une d'un journal [...] ». Impulsée par une organisation, la page d'accueil possède certaines qualités singulières en tant que lieu d'orientation ayant pour mission la mise en valeur de l'information et des fonctions principales du site.

Au plan des usagers, les stratégies de navigation web varient en fonction du niveau d'expérience Web (Thatcher, 2008 ; Chevalier & Kicka, 2006). Il a été montré que les novices du web s'appuient principalement sur la recherche par sommaire (i.e. les menus de navigation), a contrario de la recherche par mots-clés qui s'avère plus efficace pour ceux qui ont déjà des connaissances dans le domaine (Dressen-Hammouda & Drot-Delange, 2009), indépendamment de leur niveau d'expertise web. Il est donc possible de considérer la page d'accueil en tant que « sommaire » du site (au plan lexical), sommaire qui, tout en présentant des régularités de contenus, pourra prendre différentes formes pour un ensemble de sites d'un même domaine considéré.

Sur cette page ayant un rôle particulier par rapport à l'ensemble du site web, la fonction d'orientation des usagers vers des zones informationnelles spécifiques est donc assurée par des signes passeurs qui représentent l'ensemble des contenus des niveaux internes (derrière l'hyperlien). Ces signes passeurs doivent donc être scrupuleusement choisis pour répondre aux contraintes issues de ces interfaces. En s'inscrivant dans une approche sémiotique de la page d'accueil, « on peut distinguer trois éléments : le texte, le contexte (ce qui, en dehors du document affiché à l'écran, détermine les conditions de sa production et de sa réception) et le paratexte, défini provisoirement comme tout ce qui accompagne le texte à l'écran et est, de ce fait, susceptible d'en orienter la réception », avec comme postulat sous-jacent, le fait que « la co-présence d'éléments est génératrice de sens » (Dupuy, 2008). Marquées à la fois par des contraintes d'édition et de structuration web, par les objectifs stratégiques de valorisation de l'information, ainsi que par les capacités rédactionnelles des auteurs, les unités lexicales associées aux liens

hypertextes de la page d'accueil produisent une signature textuelle et sémantique de la page d'accueil (Reymond et Pinède, 2010a et b) et par extension, du site web concerné. En effet, la majeure partie de ces unités lexicales peuvent être considérées comme des mots-clés représentant les contenus sous-jacents et à ce titre, constituent des marqueurs thématiques du site, que l'on peut traduire en « *signature informationnelle* ». Elles peuvent donc être considérées comme représentatives de l'ensemble de l'information portée par le site.

Je vais dans la partie suivante décrire les premiers travaux empiriques réalisés en référence à ce cadre théorique.

### ***III.2 – Etudes empiriques - Axe 2 « web et usage »***

Concernant mon second axe sur le web et l'usage, deux principaux projets sont menés actuellement (Cf. Figure 60).

- Le premier projet, ayant permis deux communications orales et un article soumis, a pour objectif de proposer une méthodologie reposant sur une taxonomie des unités lexicales des liens hypertextes, afin de caractériser à travers des marqueurs sémantiques un site web organisationnel;
- Le deuxième projet a pour objectif d'étudier le niveau de compréhension et de représentation par les utilisateurs des unités lexicales des liens hypertextes présents sur la page d'accueil du site web.



**Figure 60. Illustration des deux projets que je mène actuellement au niveau de l'axe 2.**

Je vais maintenant décrire plus précisément ces deux projets en insistant sur la problématique, la démarche menée, les premiers résultats obtenus et surtout les perspectives.

### **III.2.1 – Projet 1 – Site web organisationnel et taxonomie des liens hypertextes**

(Pinede et al., soumis 2013 ; Pinede et al., 2012a et b : communications orales)

#### **III.2.1.1 – Contexte du projet**

Ce projet a démarré avec ma participation au projet RAUDIN (Recherches Aquitaine sur les Usages pour le développement des dispositifs numériques)<sup>62</sup> et plus particulièrement dans le cadre de l'axe MICOW (Méthodes, instruments et corpus de l'Observation du web) supervisé par Nathalie Pinède (MCU – laboratoire MICA-GRESIC de Bordeaux 3). Plusieurs communications orales ont été réalisées et un article de niveau international a été soumis. Le projet RAUDIN s'est achevé en septembre 2012. Je poursuis ce travail à travers une collaboration avec Nathalie Pinède.

#### **III.2.1.2 – Problématique et questions de recherche**

Notre approche visant à qualifier de façon synthétique, à la manière d'un résumé, les contenus d'un site web, s'appuie sur un élément-clé : le lien hypertexte. Comme je l'ai déjà précisé, le lien hypertexte fonde l'essence même de nos pratiques numériques et s'avère être un lien complexe et multidimensionnel, qui ne se réduit pas à sa nature technique. Il contribue à créer de nouveaux espaces de connaissances et de nouvelles situations d'usages. Il existe de nombreuses approches et méthodes autour des liens hypertextes mais ce qui m'a intéressé tout particulièrement concerne les méthodes classificatoires de ces liens hypertextes.

Une démarche de type classificatoire autour des hyperliens implique de dépasser la nature « évidente » du lien (mise en connexion de « nœuds ») pour s'intéresser à des éléments directement associés à l'action hypertexte : texte, image « porteuse » du lien, éléments contextuels (intention initiale, scénarisation dans une page web, appropriation par des usagers, etc.). Dès la fin des années 1990, des études de classification de pages web ont été développées (Almond, 1995 ; Cronin, 1998, Furnkranz, 1998). Au début des années 2000, des méthodes de classement de liens hypertextes émergent. Elles reposent principalement sur les raisons qui conduisent à mettre en place les liens entre deux sites web. Il s'agit donc de catégoriser les liens à partir de la motivation, explicite ou supposée, qui amène à la production d'un lien hypertexte. Deux voies sont dès lors exploitées pour mettre à jour cette motivation. Il est possible de procéder par entretiens avec les auteurs des pages web concernées pour identifier et codifier ensuite les raisons exprimées (motivation explicite) pour créer un lien (Park, 2002). L'autre voie est de repérer les intentions apparentes (motivation supposée) qui peuvent être identifiées pour un corpus de liens entre sites, en demandant à des chercheurs d'identifier des catégories pour ces liens.

---

<sup>62</sup> Financements Feder et régional de janvier 2009 à septembre 2012.

Dans l'espace académique, et dans le cadre de cette catégorisation *a posteriori* de la motivation, je mentionnerai tout particulièrement les travaux de Wilkinson (Wilkinson et al., 2003) et Bar-Ilan (Bar-Ilan, 2004, 2005). A partir d'un corpus aléatoire de 404 liens entre sites web universitaires de Grande-Bretagne, Wilkinson et al. ont produit un schéma de classification des liens hypertextes répertoriant dix raisons apparentes pour la création des liens : student learning material, information for students, research support and resources, research partners, recreational, page creator or sponsor, research reference, tourist information, libraries and e-journal, similar department. Malgré l'hétérogénéité des liens, les auteurs ont observé que quasiment 90% des liens étaient visiblement créés pour des raisons en relation avec les activités académiques des chercheurs ou étudiants. Bar-Ilan (Bar-Ilan, 2004, 2005) a mis en place une classification élaborée, de type multi-facettes, autour de l'étude des liens hypertextes, considérant que, dans l'étude des raisons possibles amenant à relier entre eux des sites web académiques, il faut prendre en compte non seulement la source et la cible du lien, mais également le lien lui-même ainsi que l'environnement du lien. Dès lors, 7 catégories génériques ont été identifiées : description of entities, content prepared by entities, description and content, non-textual resource, structural information, mixed genre, unclassified. De façon plus spécifique, les éléments suivants ont été identifiés comme pertinents pour qualifier l'intention (apparente) du contributeur de la page : administrative, professional, research oriented, educational, personal, technical, social/leisure, navigational, other, general informative, superficial, unspecified/unknown. En excluant les liens de type « superficial » et « technical », l'étude de Bar-Ilan (Bar-Ilan, 2004) montre qu'environ 85% des liens sont de nature académique, ce qui rejoint les résultats de Wilkinson (Wilkinson et alii, 2003). Cette classification a été reprise ultérieurement par Payne & Thelwall (2008) dans le cadre d'une vaste étude longitudinale pour analyser les évolutions dans la structure des liens académiques entre des universités de Grande-Bretagne, Australie et Nouvelle-Zélande. Cette étude comparative entre deux corpus aléatoires de liens montre notamment l'accroissement important des liens de type recherche (41% → 70%), et le déclin notable des liens de type technique (71% → 40%).

La méthodologie de recherche que je propose s'inscrit pour partie dans la lignée de ces travaux : en effet, on retrouvera des récurrences et proximités du fait d'une démarche de type qualitatif (approche classificatoire), de la nature de l'objet étudié (lien hypertexte) ainsi que du terrain d'étude ici observé (monde académique).

Pour autant, ma méthode se démarque assez nettement de celles vues précédemment. En effet, ces études s'intéressent d'une part, aux liens externes (d'une source vers une cible exogène), d'autre part, aux motivations (détectées ou verbalisées) expliquant la création d'un lien vers telle page web. Le tout afin de comprendre le phénomène d'interrelation web, au sens des raisons motivant un mécanisme de citation externe. Ma démarche est autre, puisqu'elle s'intéresse aux liens internes d'un site web, le point de

départ étant la page d'accueil du site comme lieu principal de citation pointant vers des contenus sous-jacents, en laissant de côté les liens pointant à l'extérieur du site et du domaine organisationnel considéré. D'autre part, ma démarche d'analyse s'appuie sur le libellé associé au lien hypertexte pour effectuer une classification de celui-ci en référence à son contexte organisationnel.

La méthode de classification proposée s'articule autour de trois éléments-clé : la page d'accueil au sein de laquelle seront collecter les textes associés aux liens hypertexte internes, le tout étant considéré à l'échelle d'un site web particulier, que j'appelle « site web organisationnel ».

Mon objectif étant de pouvoir qualifier de façon synthétique les contenus principaux et les dominantes informationnelles d'un site web organisationnel, le postulat sur lequel je m'appuie est que la page d'accueil d'un site représente une grande partie de l'information gérée par l'organisation ou la structure concernée, mais traduit aussi des choix sélectifs et stratégiques, valorisant certaines dimensions plutôt que d'autres.

Le postulat initial et fondateur est donc de considérer que les termes (représentés par des unités lexicales) associés aux liens hypertextes des pages d'accueil caractérisent les contenus internes du site ainsi que ses informations principales. J'appellerai ces fragments informationnels « unités lexicales hypertextes » (ULH).

Marqués à la fois par des contraintes d'édition et de structuration web, par les objectifs stratégiques de valorisation de l'information, ainsi que par les capacités rédactionnelles des auteurs, les ULH de la page d'accueil produisent une signature textuelle et sémantique de la page d'accueil (Reymond et Pinède, 2010) et par extension, du site web concerné. En effet, la majeure partie de ces ULH peuvent être envisagées comme des mots-clés représentant les contenus sous-jacents et à ce titre, constituent des marqueurs thématiques du site, que l'on peut traduire en « signature informationnelle ». Les ULH d'une page d'accueil de site peuvent donc être considérées comme représentatives de l'ensemble de l'information portée par le site.

Le traitement et l'interprétation des ULH prennent tout leur sens dès lors qu'on travaille à l'échelle d'un domaine organisationnel. En effet, des organisations ou institutions relevant d'un même secteur d'activités présentent des similitudes en termes de types d'information, de valorisation des contenus, de stratégies de communication. Je propose donc le concept de site web organisationnel (SWO), que je définis comme un site web représentant l'identité de son organisation de référence, à l'appui de l'activité (économique ou autre) de celle-ci. A ce titre, le périmètre du SWO recouvre l'ensemble des contenus publiés sous la responsabilité éditoriale d'un représentant identifié de l'organisation.

Sur la base de cette délimitation, le SWO peut avoir une architecture complexe, agrégeant nombre de serveurs informatiques, représentant les composantes multiples d'une organisation à travers une grappe de sous-sites web, ayant pour points communs :

- d'appartenir à la même organisation (en tant que système social organisé pour atteindre certains objectifs),
- de relever du domaine DNS de cette organisation,
- de dépendre de la même responsabilité éditoriale.

Cette approche du site web par l'angle organisationnel constitue donc un facteur de cohérence et d'homogénéité en termes de missions, objectifs, services et publics visés, et permet notamment des analyses comparatives de sites web appartenant à un même domaine. En effet, en s'inscrivant dans un domaine organisationnel, il sera possible de retrouver des permanences en matière de terminologie utilisée pour la qualification de liens internes sur les pages d'accueil de différents sites web de ce domaine. Cette permanence (que l'on vérifiera plus loin) permet la création d'une taxonomie des ULH pour un domaine organisationnel donné. Cette classification des ULH par le biais d'une taxonomie représentant les principales caractéristiques d'un type d'organisation pourra conduire à diverses analyses sur des corpus de sites web affiliés à un type d'organisation : profils informationnels différenciés, évolutions stratégiques et organisationnelles, choix terminologiques, etc.

Partant de cet ensemble d'éléments issus de la littérature, une question de recherche est soulevée :

*Comment une taxonomie constituée à partir des éléments lexicaux associés aux liens hypertextes internes des pages d'accueil (ULH) peut-elle renseigner sur les dominantes thématiques et les caractéristiques d'un site web organisationnel (SWO)?*

### **III.2.1.3 - Présentation de la structure de notre taxonomie**

Pour mettre en œuvre ma méthode de classement des ULH appartenant à des SWO, je me suis intéressée au domaine académique, à savoir les sites web des universités françaises. Le support internet est au cœur de la communication des universités. Ainsi que le rappelle Lainé-Cruzel, « le site de l'université se doit d'être à jour : renseigner d'une manière efficace, présenter des formations et des équipes existantes, des annuaires exploitables, etc. Sa fonction est d'être utile et de rendre des services. Sa nature est d'être évolutive, pour restituer une image aussi fidèle que possible d'un univers en transformation permanente. La qualité du site sera liée à sa capacité à évoluer en même temps que l'univers sur lequel il informe » (Lainé-Cruzel, 2004).

L'autre intérêt de travailler sur le domaine académique français est qu'il s'appuie sur une architecture du web complexe, puisque sous l'appellation « site web d'université » se dissimule une démultiplication de sous-sites web autonomes, mais participant tous de l'image organisationnelle de l'université. Ainsi, dans le domaine académique français,

un SWO d'une université regroupera en moyenne une centaine de sous-sites web (selon une approche DNS<sup>66</sup>).

La classification des ULH a été réalisée selon une méthode de catégorisation dérivée de Nielsen (Nielsen, 2001), qui permet de structurer la page d'accueil en trois grandes catégories de navigation :

- navigation thématique (vers des contenus internes),
- navigation de type fonctionnel (outils, aide, etc.),
- navigation par profils (linguistique/ type d'utilisateurs).

La taxonomie proposée se découpe selon ces trois modes de navigation, eux-mêmes scindés en différentes classes permettant de regrouper sémantiquement les unités lexicales :

- **Catégorie 1 « Navigation thématique »** : correspond aux ULH permettant de donner accès aux contenus des zones profondes des sites.

Cette catégorie a elle-même été divisée en 2 sous-catégories :

- la sous-catégorie « activité » pour laquelle les ULH font référence à des contenus directement liés aux activités de l'organisation. En ce qui concerne le domaine académique ici considéré, cela représente 5 classes.
- la sous-catégorie « générique » pour laquelle les ULH sont transversales et communes à différentes organisations, ce qui représente 9 classes.

- **Catégorie 2 « Navigation fonctionnelle »** : correspond aux ULH faisant référence aux liens de type outils (constituée de 8 classes).

- **Catégorie 3 « Navigation par profil »** : correspond aux ULH permettant d'avoir accès à une recomposition du site pour les utilisateurs en fonction de spécificités linguistiques ou autres (constituée de 2 classes).

Le choix et la définition des classes ont fait l'objet d'ajustements successifs et itératifs par le biais de la méthode du brainstorming. Plusieurs chercheurs ont participé à cette méthode de brainstorming.

Le Tableau 43 présente les niveaux de navigation et les classes qui les constituent, appliqués aux SWO académiques français. La Figure 61 présente des exemples de classement d'ULH.

---

<sup>66</sup> Pour autant, il est possible que le périmètre du SWO ne recouvre pas intégralement celui de l'organisation, certaines de ses composantes pouvant choisir de faire héberger leurs contenus en dehors de la zone DNS d'appartenance organisationnelle.



Catégories	Classes	Définition	Exemples d'ULH
Navigation thématique	Activités	Recherche	Activités ayant trait à la recherche Ecole doctorale Laboratoires
		Formation	Activités ayant trait à l'enseignement Master 2 Nouvelle licence 2011-2012
		Ressources documentaires	Ressources documentaires générales ou spécialisées accessible en ligne Livres numériques Thèses électroniques
		Partenariat/transfert/valorisation	Partenariats affichés de l'université (hors international) Nos partenaires Collaborations et contrats
		International	Relations et politique internationales de l'université Etudes à l'étranger Relations internationales
	Génériques	Accueil/présentation	Contenus généralistes sur l'organisation Bienvenue Accueil
		Actualités	Contenus ayant une dimension temporelle, éphémère A la une Evènements à venir
		Composantes extérieures	Mention de composantes ou structures extérieures à l'organisation Accueil CNRS IPB
		Informations pratiques	Informations, contenus démarches dépendantes de l'organisation Infos pratiques étudiants Logement
		Services dématérialisés	Accès à des services identifiés accessible en ligne (annuaire, etc.) Intranet Annuaire
		Recrutement	Proposition d'emploi, mode de recrutement (hors formation) Offres d'emploi Travailler à l'université
		Culture / loisirs	Activités liées au culturel, à l'associatif Atelier photo Ciné-club
		Composantes de l'organisation	Dimension structurelle de l'organisation (hors activités) Conseil d'administration Bibliothèque
	Logistique / équipement	Mention d'infrastructures techniques et des modalités de gestion de celle-ci Equipement Réservation salles	
	Navigation Fonctionnelle	Accès web	Navigation en termes d'action dans le site Cliquer ici Aller au pied de page
Contacts		Renvoi sur un contact Nous écrire Contactez-nous	
Technologies		Renvoi sur des formats, langages, ou outils (hors outils web 2.0) Joomla Template XHTML 1.0	
Accès géographique		Indications géographiques d'accès au site physique Plan d'accès Localisation	
Outils de comm. web		Renvoi sur des outils d'échange et de communication du web 1.0 et 2.0 Flux RSS Liste de diffusion	
Authentification		Procédure d'authentification (sans mention du service associé) Identifiez-vous Mot de passe oublié ?	
Mentions légales		Renvoi sur des mentions, informations obligatoires et légales Crédits et mentions légales Législation	
Fonction rechercher		Renvoi sur la fonction de recherche (sur/hors du site) Rechercher Moteur de recherche	
Navigation par profils	Profil utilisateurs	Renvoi sur un espace dédié à un profil précis d'utilisateurs Espace Entreprise Accès étudiants	
	Profils linguistiques	Renvoi sur l'interface traduite dans la langue concernée En fr	

Tableau 43. Présentation détaillée de notre taxonomie.

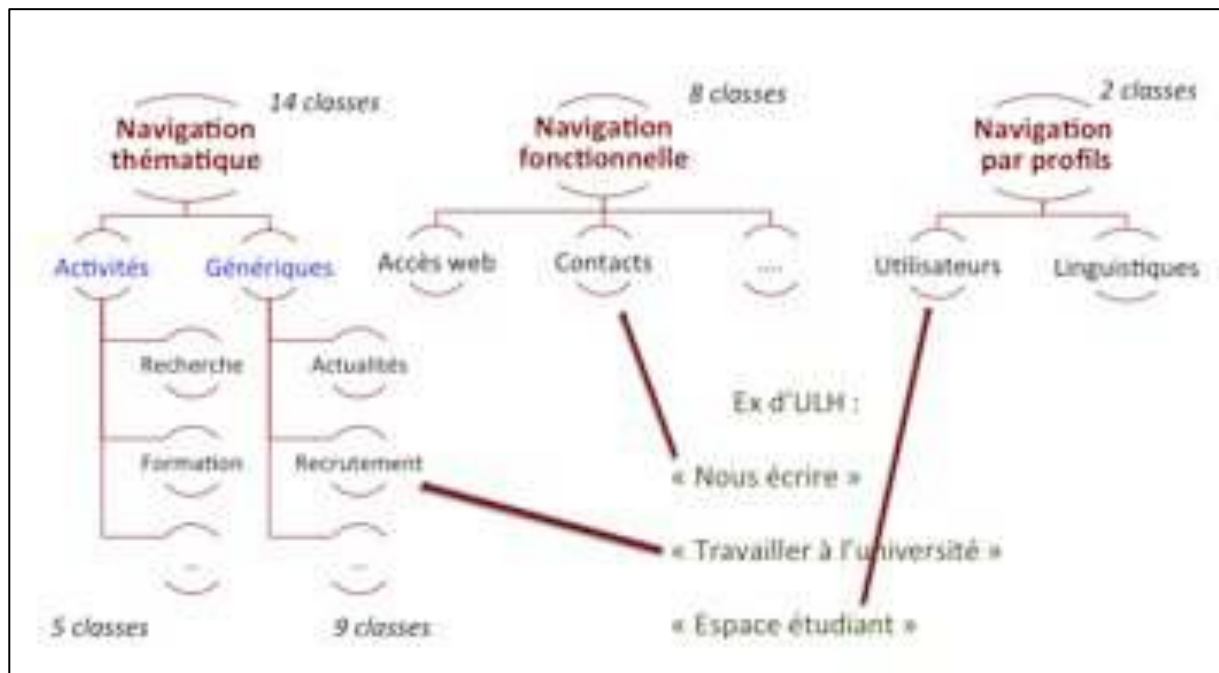


Figure 61. Exemple d'ULH et de leur classement au sein de notre taxonomie.

Néanmoins, un certain nombre d'ULH n'ont pu être classées. 3 séries de raisons pour lesquelles il n'a pas été possible d'intégrer certaines ULH dans la taxonomie peuvent être identifiées :

- **ULH rejetées** : certaines ULH renvoient à des mentions marginales ou anecdotiques qui ne peuvent entrer dans un recensement terminologique dont la finalité est d'aboutir à une normalisation.
- **ULH de spécialité** : certaines ULH renvoient à des termes relatifs à des spécialités (disciplinaires, métiers) qu'on pourra tenter d'intégrer ultérieurement dans la taxonomie en s'appuyant sur des référentiels dédiés.
- **ULH ambiguës** : certaines ULH sont ambivalentes sans qualification par le contexte associé (page d'accueil –source- où est présente l'ULH considérée) et pourraient appartenir à plusieurs classes : sans cette précision, il s'avère impossible de les classer sans risque d'erreur.

Je vais présenter maintenant de façon plus détaillée l'application de ma démarche méthodologique de classement des ULH à un corpus du domaine organisationnel choisi, à savoir celui du domaine académique français.

### *III.2.1.4 - Application de notre taxonomie*

#### *Choix du terrain*

Mon terrain d'étude porte sur des sites relevant d'un même domaine organisationnel (SWO) identifié, à savoir le domaine universitaire. Je me suis intéressé aux pages d'accueil de sites web relevant de deux établissements universitaires, se distinguant par leur champ disciplinaire : Sciences et Techniques (Université Bordeaux 1) et Sciences Humaines et Sociales (Université Bordeaux 2). Par page d'accueil, j'entends l'ensemble des pages d'accueil de tous les sites recensés dans une zone DNS identifiée, soit une centaine de pages d'accueil en moyenne pour chaque organisation universitaire.

Le corpus de site est constitué au final de 96 pages d'accueil (ou pages de menu lorsqu'il existe une page d'introduction) de sites pour moitié issus respectivement des domaines DNS des Universités de Bordeaux 1 et de Bordeaux 2.

#### *Constitution du corpus d'ULH*

Une collecte automatique des ULH présentes sur les 96 pages d'accueil sélectionnées a été effectuée en 2011.

Cette collecte automatique s'appuie sur un analyseur lexical qui requête en premier lieu la page d'accueil ou son éventuelle redirection. La seconde phase permet d'extraire du code source les termes passeurs (ancres) des pages ainsi que le contenu des balises <ALT><sup>68</sup>. L'extraction opère dans le contenu en langage html tout ce qui se trouve entre les balises <a href=' '> et </a> ainsi que dans le champ des balises ALT pour les hyperliens sur images, icônes ou zone (<xxx src=..>) inscrits en tant qu'hyperliens. Selon le format éditorial choisi par les éditeurs, la collecte automatique souffre d'un biais issu de la possibilité de masquer certains éléments du code source lorsque le navigateur en produit le rendu via des feuilles de style (CSS par exemple) ou par programmation (ECMAScript).

Au total, 2940 ULH ont été obtenues. Concernant le corpus d'ULH, les variables suivantes sont distinguées :

- Le nombre d'ULH différenciées (i.e. ULHd) : les ULH différenciées correspondent aux unités lexicales se distinguant par la forme. Par exemple, « Présentation » / « présentation » / « présentations » correspondent à trois ULH différenciées, bien qu'il s'agisse du même terme.
- Le nombre total d'ULH (ie. ULHt) : cet indicateur inclut les occurrences pour chaque ULH différenciée.

---

<sup>68</sup> Ces balises sont destinées à l'accessibilité de la page pour combler la déficience visuelle et ont donc vocation à décrire textuellement un marqueur de lien ou d'image.

Le Tableau 44 représente les principales données sur les ULH : nombre d'ULHt et d'ULHd collectées et nombre moyen d'ULHt par site.

Nombre total d'ULH	Nombre différenciées	D'ULH	Nombre moyen d'ULH par site
2940	1895		30

**Tableau 44. Caractéristiques de notre corpus 2011.**

Une autre variable dépentante semble également pertinente, à savoir le taux d'occurrence des ULH. Ce taux d'occurrence correspond au rapport entre les ULHt et les ULHd. Ce taux a pour valeur 1,55, illustrant un faible taux de répétition des ULHd au sein du corpus global.

### *ULH non classées concernant le corpus*

Il est à noter que, sur les 2940 ULHt collectés, 912 ULHt n'ont pas pu être classées (ie. 31 % des ULHt) et ce, pour trois raisons principales :

- **ULH rejetées** : par exemple, « âme du bâtiment ».
- **ULH de spécialité** : par exemple, « Nanostructures Organiques », « Harmoniques XUV et impulsions attosecondes ».
- **ULH ambigus** : des ULH comme « programme », « équipe » ne peuvent être classées sans contextualisation : relèvent-elles de la classe « formation », de la classe « recherche » ou d'une autre classe ?

Le Tableau 45 permet de montrer la répartition selon ces trois motifs des ULH non classées. Il apparaît que les ULH dites rejetées sont les plus fréquentes. Les taux d'occurrence sont faibles (de 1,15 à 1,41), indiquant que les ULH non classées sont majoritairement uniques.

	ULH rejetées	ULH de spécialité	ULH ambigus
Nb ULHt	609	128	175
Nb ULHd	496	107	124
Taux occurrence	1,21	1,15	1,41

**Tableau 45. Répartition des ULH non classées selon les 3 catégories pour le corpus 2011.**

Je vais maintenant présenter mes résultats selon 2 axes :

1/ Le premier axe a pour objectif de mettre en évidence la validation de la taxonomie.

Deux niveaux de validation de ma méthodologie :

- validation du classement des ULH,
- taux de recouvrement de la taxonomie sur d'autres terrains appartenant au même domaine organisationnel.

2/ La caractérisation d'un SWO, à savoir l'université, à un moment donné, en référence à l'utilisation de la taxonomie pour classer les ULH.

### III.2.1.5 – Résultats n°1 - validation de notre taxonomie

#### Validation de notre classement

Afin de vérifier la validité du classement de l'ensemble des ULH de mon corpus effectué en 2011, 10% d'ULH du corpus complet (incluant les ULH classées et les ULH non classées) ont été extraites de façon aléatoire (à savoir 187 ULH).<sup>69</sup>

5 chercheurs et/ou enseignants-chercheurs ont participé à cette validation. Ils ne connaissaient pas la taxonomie au préalable. La validation s'est effectuée en deux temps : 1/ Je présentais la taxonomie et la définition de chacune des classes. 2/ Les 5 personnes devaient classer une par une les ULH au sein de notre taxonomie – incluant les 3 catégories d'ULH non classées.

Les résultats obtenus mettent en évidence un pourcentage moyen de 75,5 % de recouvrement entre mon classement et le classement proposé par les 5 sujets. Ce pourcentage moyen correspond à 78,1% de recouvrement pour les ULH classées et 71,1 % de recouvrement pour les ULH non classées. Ces résultats sont suffisamment élevés pour valider la pertinence et l'efficacité de la structure de la taxonomie.

#### Validation du domaine organisationnel

Le travail de terrain a porté sur deux sites web bordelais de disciplines différentes, qui m'ont permis de générer un classement des ULH. Il a semblé indispensable de pouvoir mesurer la généralisation de ma taxonomie à d'autres sites universitaires français. L'objectif était de mesurer le taux de recouvrement du classement des ULH collectés à partir d'autres sites web au sein de notre taxonomie (cf. Tableau 46).

	<b>Université UPPA</b>	<b>Université Toulouse2</b>	<b>Université Montpellier 1</b>
Nombre de page d'accueil	105	97	44
% de recouvrement	70 %	74 %	79 %

**Tableau 46. Taux de recouvrement obtenus sur d'autres sites universitaires français.**

Les taux de recouvrement obtenus sont tout à fait satisfaisants, mettant en évidence une capacité de généralisation et donc d'automatisation de ma taxonomie.

<sup>69</sup> Cette démarche de validation est inspirée de Thelwall (2006)

### III.2.1.6 – Résultats n°2 - Caractérisation de notre corpus

Les données suivantes ne concernent que les ULH classées au sein de ma taxonomie. Je présenterai les données concernant les ULHt et ULHd en fonction des catégories de navigation dans un premier temps, puis en fonction des classes dans un second temps.

#### *Au niveau des catégories*

Concernant les ULH classées, en restant au niveau des 3 catégories principales de ma taxonomie (Tableau 47), il est observé une grande différence en terme d'utilisation des ULHt, avec une surreprésentation de la catégorie « navigation thématique » (71% de l'ensemble des ULHt classées), suivie de la catégorie « navigation fonctionnelle » (25%) et enfin de la catégorie « navigation par profil » (4%).

Au sein de la catégorie « navigation thématique », j'ai distingué deux sous-catégories, à savoir les thèmes liés aux « Activités » et ceux plus transversaux, appelés « Génériques ». La sous-catégorie « Activités » est représentée de façon plus importante (54% des ULHt classées dans la catégorie navigation) que la sous-catégorie « Génériques » (46%). D'une façon globale, le taux d'occurrences révèle qu'une ULH est répétée au minimum 2 fois (taux égal à 2) sauf pour la sous-catégorie « Activités » où le taux inférieur à 2 (taux = 1,4) montre une dispersion importante des ULH.

Catégorie de la taxonomie	UHLt		ULHd		Taux occurrence
« navigation thématique »	1446	71 %	878	76%	1,6
Activités	788	54 %	557	63 %	1,4
Génériques	658	46 %	321	37 %	2,1
« navigation fonctionnelle »	512	25 %	236	21%	2,1
« navigation par profil »	70	4 %	35	4%	2
<b>Total</b>	<b>2028</b>		<b>1149</b>		

Tableau 47. Poids respectif des 3 catégories de la taxonomie en fonction du type d'ULH.

#### *Au niveau des classes*

Par ailleurs, 5 classes (sur les 24 classes de la taxonomie) représentent à elles seules plus de 50 % des ULHt et ULHd (cf. Tableau 48). Une concentration importante autour de 5 pôles d'intérêt est observée, elle concerne à la fois les missions phare de l'organisation concernée (Recherche, Formation, Ressources documentaires) et une aide à la navigation sur le média web. En ce qui concerne les taux d'occurrence les plus élevés, deux classes se détachent très nettement, à savoir « Accueil-présentation » (4,3) et « Mentions légales » (4,1). Ces deux classes appartiennent à la même catégorie, celle de la navigation fonctionnelle. Il semble donc qu'il y ait un consensus sur la terminologie employée au sein de ces deux classes.

<i>Classes</i>	<i>ULHt (% / au total)</i>	<i>UHLd (% / au total)</i>	<i>Taux occurrence (taux)</i>
<i>Recherche</i>	Rang 1 (13,7%)	Rang 1 (17,4%)	
<i>Formation</i>	Rang 2 (13%)	Rang 2 (15,4%)	
<i>Accueil / présentation</i>	Rang 3 (10,6%)		Rang 1 (4,3)
<i>Accès Web</i>	Rang 4 (10,1%)	Rang 4 (7,5%)	
<i>Ressources documentaires</i>	Rang 5 (9,1%)	Rang 3 (12,5%)	
<i>Informations pratiques</i>		Rang 5 (5,6%)	
<i>Mentions légales</i>			Rang 2 (4,1)
<i>Contacts</i>			Rang 3 (2,9)
<i>International</i>			Rang 4 (2,6)
<i>Services dématérialisés</i>			Rang 5 (2,6)
<b>% de représentation des 5 classes</b>	<b>56,5 %</b>	<b>57 %</b>	

**Tableau 48. Présentation du poids de chaque classe.**

### *Une représentation graphique : le nuage de tags*

Le tableau suivant reprend les données principales du corpus d'ULH projeté dans la taxonomie (Tableau 49). Afin de mettre en exergue les données, j'ai constitué un nuage de tags à partir du poids de chacune des classes en termes de nombre d'ULHt.

J'ai utilisé le site [www.wordle.net](http://www.wordle.net) afin de générer un nuage de tags permettant de dégager les caractéristiques principales du terrain d'étude, à savoir les deux organisations universitaires choisies. Comme le montre la Figure 62, le nuage construit à partir de nos données permet d'obtenir une représentation visuelle claire du poids de chacune des classes de ma taxonomie. Appliqué à un domaine d'étude (par exemple les sites web de notre domaine organisationnel), il permet de donner à voir, notamment aux concepteurs, ce qui caractérise le plus leur site en ce qui concerne les ULH. Il s'agit d'une sorte de signature informationnelle et éditoriale.



**Figure 62. Nuage de tags généré à partir du site wordle.net**

Catégories	Classes	ULHt	UHLd	Taux occurrences	
Navigation thématique	Activités	Recherche	279	200	1,4
		Formation	265	177	1,5
		Ressources documentaires	184	147	1,1
		Partenariat/transfert/ valorisation	39	25	1,5
		International	21	8	2,6
	Génériques	Accueil/présentation	216	50	4,3
		Actualités	73	44	1,6
		Composantes extérieures	10	10	1
		Informations pratiques	114	64	1,8
		Services dématérialisés	66	25	2,6
		Recrutement	42	27	1,5
		Culture / loisirs	48	32	1,5
		Composantes de l'organisation	56	44	1,3
		Logistique / équipement	33	25	1,3
Navigation Fonctionnelle	Accès web	205	86	2,4	
	Contacts	89	30	2,9	
	Technologies	50	35	1,4	
	Accès géographique	44	27	1,6	
	Outils de communication web	37	16	2,3	
	Authentification	27	21	1,3	
	Mentions légales	38	9	4,2	
	Fonction rechercher	22	12	1,8	
Navigation par profils	Profil utilisateurs	62	29	2,1	
	Profils linguistiques	8	6	1,3	

Tableau 49. Poids de chacune des classes en terme de nombre d'ULh classées.

### III.2.1.7 – Conclusions & Perspectives

L'objectif de ce projet de recherche est double :

- élaborer une méthode de classification, sous forme d'une taxonomie, des liens hypertextes des pages d'accueil d'un site web organisationnel, ici le domaine universitaire ;
- déterminer en quoi l'utilisation de cette méthode permet de caractériser les contenus principaux, les dominantes informationnelles du site web considéré.

Plusieurs points seront discutés.



## *Une méthode de classification originale : taxonomie des liens hypertextes des pages d'accueil d'un SWO*

Ainsi que je l'ai mentionné plus haut, l'approche du lien hypertexte s'inscrit en complémentarité des études citées. Pour Thelwall (2004), Bar-Ilan (2004), le principe de citation domine et le lien est le porteur de cette citation entre deux sites ou pages. Cela permet une caractérisation de la nature des relations entre deux institutions d'un même domaine d'activité ou de domaines d'activités différents. Le fait de prendre en compte les liens internes rayonnant à partir de la page d'accueil d'un site me permet de produire des éléments de qualification pertinents, relatifs à l'ensemble des contenus de ce site. Il ne s'agit donc pas de rayonnement à l'externe, de proximité disciplinaire, de connivence entre auteurs ou de légitimation institutionnelle. Ce choix d'hyperliens internes s'inscrit dans la logique de conception d'un site web, en tant que marqueur informationnel mais aussi communicationnel stratégique pour une organisation. Ces liens disent quelque chose de l'organisation qui en est l'instigatrice, et mes résultats montrent bien le potentiel d'exploitation qui en résulte.

D'autre part, la majorité des études portant sur des méthodes de classification des liens hypertextes repose soit sur la prise en compte du contexte de ces liens (nature des pages web associées à un lien), soit sur la nature de la motivation des créateurs de ces liens (Bar-Ilan, 2005 ; Payne & Thelwall, 2007 ; Wilkinson et al., 2003). A contrario, mon travail prend en compte le point de vue des usagers, à savoir leurs modes de navigation, et ceci en référence aux travaux de Nielsen (Nielsen, 2001). Ma taxonomie d'hyperliens est structurée de façon hiérarchique, partant de styles de navigation (thématique / fonctionnelle / profils) pour aller vers des classes relevant à la fois du domaine organisationnel (activités), des caractéristiques du média web (navigation web, etc.), ainsi que des usagers cibles. Cela me permet justement de faire émerger ces caractéristiques fonctionnelles et organisationnelles du web.

Il s'agit donc d'une approche contextualisée, qui s'inscrit dans un domaine d'activité donné, ce qui permet de dégager à la fois des analyses spécifiques à l'organisation (l'université Bordeaux 1, par exemple) et des éléments génériques relatifs à un domaine organisationnel (le domaine universitaire français).

La focalisation sur les unités textuelles associées aux liens hypertextes constitue un autre facteur de différenciation par rapport aux approches classiques. L'idée sous-jacente est que la formulation des unités textuelles pour définir un lien hypertextuel n'est pas neutre. Certains auteurs se sont eux aussi intéressés à la formulation des liens hypertextes, mais avec des objectifs différents (Wei et al, 2005 ; Mobernd & Spyridakis, 2007). Par exemple, Wei et al. (2005) s'intéressent à l'influence de la formulation des liens hypertextes sur les comportements de navigation des usagers et leurs capacités de compréhension. Ils définissent trois types de formulation de liens hypertextuels: les liens génériques (liens constitués d'un ou deux mots), les liens informatifs (plus de 2

mots et sans ambiguïté sémantique) et les liens ambigus (plus de 2 mots et avec une imprécision sémantique). Ils mettent en évidence l'influence du type de formulation des liens hypertextuels sur la compréhension de ces liens et les facilités de navigation. Ainsi, les liens génériques sont plus performants lorsqu'ils sont situés au niveau de la barre de menu, alors que les liens informatifs obtiennent de meilleurs résultats lorsqu'ils sont imbriqués dans le texte.

Mon postulat de départ était que la formulation d'un lien hypertexte devait à elle seule permettre de comprendre et de caractériser ce lien et donc de mettre en évidence les choix éditoriaux des créateurs de sites. Il s'avère que sur l'ensemble de mon corpus d'ULH, à peu près 30 % n'ont pas pu être classés et ceci pour trois raisons principales : incompréhension du lien hypertexte ; hypertexte trop spécifique et hypertexte ambigu<sup>71</sup>. Afin de réduire ce taux de 30%, il faudra trouver d'autres moyens pour les classer.

Malgré ces différences d'approches, on peut comparer nos résultats en terme de classification avec ceux obtenus par d'autres auteurs (Bar-Ilan, 2005 ; Chu, 2005 ; Payne & Thelwall, 2007), le domaine d'étude étant similaire, à savoir l'environnement académique. Le Tableau 50 présente cette comparaison. Certaines similitudes apparaissent en terme de catégories communes aux 4 classifications. Elles concernent les missions premières de toute organisation académique à savoir : la formation et la recherche. Une autre catégorie est souvent retrouvée (en dehors de celle proposée par Chu) et concerne la catégorie dite de navigation (ie. correspond aux outils de navigation web). Il est à noter que pour cette catégorie « navigation », je propose une hiérarchisation afin de préciser la nature même des outils de navigation : accès web / technologies / outils de communication, fonction rechercher, etc. Concernant les autres catégories, elles dépendent du point de vue choisi par les auteurs : contexte des liens hypertextes, motivations des créateurs des liens, style de navigation, etc. (Bar-Ilan, 2005 ; Payne & Thelwall, 2007 ; Chu, 2005). Pour approfondir cette comparaison, il serait intéressant d'appliquer différentes classifications sur un même corpus du domaine académique.

---

<sup>71</sup> Cf. détail dans la partie consacrée à la présentation de la taxonomie.

Notre taxonomie	Bar-Ilan (2005)	Payne & Thelwall (2007)	Chu (2005)
Navigation par/vers contenu	Creator/Publisher	Technical	Teachning/Learning
Activités	Academic field of creator	Research oriented	Workshop
Recherche	Intention of creator	Professional	Course material
Formation	Administrative	Educational	Course offering
Ressources documentaires	Professionnal	Administrative	Specific program
Partenariat/transfert/valorisation	Research oriented	Personnal	Student project
International	Educational	Social/leisure	Research
Génériques	Personal	Technical	Conférence
Accueil/présentation	Technical	Superficial	Journal
Actualités	Social leisure		Research document
Composantes extérieures	Navigational	Navigational	Research project
Informations pratiques	Other		Reserach resource
Services dématérialisées	General informative	Informative	Service
Recrutement	Superficial	other	Annoucement
Culture/loisirs	Unspecified/unknown		Financial aid
Composantes de l'organisation	Language		Job-career
Logistique/équipement			News
Navigation fonctionnelle			Professional organization
Accès web			Report
Technologies			Resource
Accès géographique			Student organization
Outils de communication web			Home page
Authentification			Personal page
Mentions légales			School's home page
Fonction rechercher			
Navigation par profil			
Profil utilisateurs			
Profils linguistiques			
Non classés			
Rejetés			
Spécialités			
Ambigües			

**Tableau 50. Comparaison de notre taxonomie avec celles de la littérature.**

### *Intérêts de notre méthode*

Il est possible de mettre en évidence les dimensions dominantes des contenus hypertextuels présents sur les pages d'accueil considérées, à partir des occurrences des ULH qui permettent de définir un poids pour chaque classe. C'est ce que j'appelle « profilage informationnel et communicationnel » de sites. Une page d'accueil pourra être ainsi discriminée et comparée à une ou plusieurs autres, sur la base de la présence des classes pondérées de la taxonomie. Ainsi, l'on pourra comparer par exemple les différents sites de laboratoire de recherche d'une université en projetant la taxonomie sur les pages d'accueil concernées. Cette application de la taxonomie permet d'analyser et de discuter des dominantes émergentes des pages d'accueil, et de mettre en cohérence

ces éléments avec la stratégie de l'organisation (quelles activités prédominent ? Quels sont les usagers visés ? Quels outils sont proposés ? etc.).

Pour visualiser ces données, plusieurs modes de représentations sont possibles telles que les représentations par diagramme (type radar) ou les nuages de tags. Actuellement, les méthodes de construction des nuages de tags reposent sur la fréquence des termes présents sur une page d'accueil ou les tags proposés par des usagers (Boulier & Crepel, 2009). Un des aspects importants de la conception de nuage de tags a trait au réseau collaboratif où chacun peut proposer un ou plusieurs tag(s) afin de créer ce qu'on peut appeler une folksonomie ou indexation collective (Auray, 2007). Mon point de vue s'éloigne de cette propriété collaborative puisque le nuage de tags élaboré repose sur les données de notre taxonomie (poids de chaque catégorie). L'objectif est de proposer une représentation sémantique d'un ensemble de sites web et donc de pouvoir caractériser à un moment donné un site web organisationnel. Comme le précise Boulier & Crepel (2009), un nuage de tags doit attirer l'attention et permettre de caractériser un halo sémantique de façon évidente. De plus, les nuages de tags représentent un nouvel usage pour les utilisateurs du web. Une étude réalisée en 2007 par Razorfish (<http://design.avenuea-razorkish.com>) révèle que sur 475 utilisateurs américains du web, 31 % déclarent utiliser les nuages de tags fréquemment ou assez souvent, 29% de temps en temps et 39% déclarent ne jamais les utiliser.

D'autres perspectives sont à creuser, notamment en termes de consolidation de la taxonomie, par inclusion des termes de spécialités et traitement des ULH ambigus. Bien que le pouvoir de recouvrement de la taxonomie actuelle soit satisfaisant, dans la perspective d'une alimentation automatique de la taxonomie (Rastier *et al.*, 1994, Tellier, 2009), il semble nécessaire d'améliorer sa structure. In fine, ces travaux nous permettront, à l'aide d'une typologie de sites web appuyée sur des secteurs d'activités (collectivités territoriales, santé), de transposer cette approche pour des applications à d'autres domaines (Reymond, Pinède, 2010b).

Il est également possible d'imaginer, avec des aménagements supplémentaires, de décliner cette méthode d'investigation sur des grandes thématiques de société, par exemple celle du développement durable. Cette approche est évidemment plus complexe en ce sens qu'elle mobilise davantage de variables et plusieurs corpus de SWO. Mais elle peut se révéler particulièrement pertinente pour traiter un domaine complexe et proposer des catégorisations et classifications susceptibles de faciliter l'appréhension et la compréhension d'un domaine multi-échelles (au plan des acteurs, des organisations impliquées, des thèmes de prédilection, etc.).

En conclusion, le fait d'observer, à travers le prisme de cette taxonomie, un corpus de sites web appartenant au même domaine organisationnel, permet de souligner des grands mouvements d'ensemble au plan des choix terminologiques. Dans une perspective plus opérationnelle, les analyses extraites, aux plans qualitatif et quantitatif,

peuvent générer des préconisations en matière de qualification de l'information sur le web, en s'appuyant sur des pratiques consensuelles. Que ce soit à travers les données de la taxonomie ou sous une forme plus graphique comme le nuage de tags, il est possible de faire prendre conscience aux concepteurs de sites que les choix terminologiques utilisés pour les liens hypertextuels ne sont pas neutres.

## **III.2.2 – Projet 2 – Représentation et compréhension des liens hypertextes par les usagers**

### ***III.2.2.1 – Contexte du projet***

Ce projet de recherche s'effectue en collaboration avec Nathalie Pinède. L'encadrement d'un stage de deux élèves ingénieurs (Damien Marion & Alicia Campos) de 2<sup>ème</sup> année a permis d'initier cette thématique en 2012.

### ***III.2.2.2 – Problématique***

Si la notion de « site web » s'impose comme une manifestation emblématique des contenus architecturés du Web, elle dissimule aussi une réalité multidimensionnelle qui fonde sa nature complexe. Parmi les différentes facettes qui peuvent contribuer à son approche, le site web sera retenu en tant que ressource relevant de l'appellation générique « document numérique » (Leleu-Merviel, 2004). Sa caractérisation en tant que document numérique permet de l'envisager, notamment au plan informationnel, selon différentes approches. Nombre de travaux menés autour d'une analyse des contenus de sites web opèrent soit selon une perspective qualitative (évaluation ergonomique d'interfaces, étude d'ordre sémiotique), soit selon une perspective statistico-sémantique à partir du contenu intégral de documents textuels (Nielsen, 1994 ; Scapin & Bastien, 1997).

Je présenterai ici une approche originale, puisque l'hypothèse retenue conduit à s'appuyer sur un niveau d'organisation des connaissances existant au sein du site, à savoir les menus et liens hypertextes des pages d'accueil.

La majeure partie de ces liens et menus sont des mots-clés représentant les contenus sous-jacents. Ils constituent des marqueurs des thématiques principales du site : à ce titre, on peut considérer qu'ils produisent une signature informationnelle (textuelle et sémantique) de la page d'accueil, et par extension du site (Reymond & Pinède, 2010a). Dans cette perspective, les liens hypertextes des pages d'accueil sont assimilés à des fragments lexicaux qualifiant d'une certaine façon les contenus et au-delà, les stratégies d'une organisation. Ainsi, ils constituent une trace, signifiante et significative, des choix

éditoriaux d'une structure, de ses représentations, de l'intégration de problématiques, telles celle de l'accessibilité, ou des lissages et normalisations qui peuvent s'effectuer dans le temps (Rouquette, 2009).

Le choix d'un lien hypertexte dans son contenu terminologique n'est donc pas neutre. Il témoigne certes de la réalité des domaines et activités d'une organisation, mais répond par ailleurs à un autre objectif : qu'il soit compréhensible par tous les utilisateurs pour leur permettre d'accéder avec facilité et sans erreur au contenu profond du site web. Comme le soulignent Rossi et al. (2005), il est nécessaire de confronter la conception d'un site web à sa perception et sa compréhension par les utilisateurs finaux. Les erreurs de navigation naissent très souvent du décalage entre la représentation mentale du concepteur web et celle de l'utilisateur final (Nielsen & Loranger, 2006).

L'objectif du projet est donc d'évaluer le différentiel entre le contenu réel associé à un lien hypertexte et la représentation que se fait un utilisateur de ce qu'il va trouver derrière ce même lien. Il s'agit donc d'étudier l'écart entre le point de vue du concepteur d'un site et le point de vue du visiteur de ce site. Cette approche est appelée méthode centrée-utilisateur. Un des concepts-clé est celui d'utilisabilité qui peut se définir ainsi : "the extent to which a product can be used by specified users to achieve specified goals with effectiveness, efficiency and satisfaction in a specified context use" (ISO 9241-11, 1998). Il existe de nombreuses méthodes permettant d'étudier le critère d'utilisabilité d'un site web, selon ces 3 dimensions : satisfaction, efficience et efficacité (Caroll, 2002 ; Molich & Dumas, 2008). Citons par exemple : les balades cognitives, les *personas*, les tests utilisateurs (avec ou sans scénarii d'usage), les analyses heuristiques (à l'aide de questionnaire), les entretiens, les méthodes d'analyse du parcours visuel (l'eye-tracking). Il s'avère souvent complexe de sélectionner quelle(s) méthode(s) choisir, comment interpréter les données, ...

C'est pourquoi l'objectif de mon travail est de comprendre, à travers une méthodologie originale, comment les utilisateurs s'approprient les liens hypertextes d'une page d'accueil. Je cherche à étudier le niveau de représentation, de compréhension et d'attention visuelle d'un utilisateur face à différents liens hypertextes qui sont des liens-clé par rapport aux contenus internes du site. Ces différents éléments seront mis en relation avec le degré de satisfaction du sujet lors de sa visite d'un site web.

### *III.2.2.3 - Démarche méthodologique*

#### *Choix du terrain*

Mon terrain d'étude portait sur des sites relevant d'un même domaine organisationnel<sup>72</sup>, en l'occurrence ici le domaine universitaire d'une part et les collectivités territoriales d'autre part.

Je me suis intéressé aux pages d'accueil de sites web relevant de :

- deux établissements universitaires, se distinguant par leur champ disciplinaire : Sciences et Techniques (Université Bordeaux 1 : site A) et Sciences Humaines et Sociale (Université Bordeaux 2 : site B).
- deux mairies distinctes (de plus de 10000 habitants) : Blanquefort et Saint Médard en Jalles.

J'ai travaillé sur la page d'accueil de chaque site.

#### *Sujets*

Les utilisateurs ont été sélectionnés en fonction de leur intérêt pour le domaine organisationnel choisi (domaine universitaire et domaine des mairies) : en l'occurrence, nous avons choisi d'interroger :

- pour les universités : des étudiants et des futurs étudiants, qui font partie des cibles privilégiées par les concepteurs des sites web institutionnels. Au total, 20 sujets ont participé à cette expérimentation, dont 10 étudiants (5 étudiants de l'Université de Bordeaux 1 et 5 de l'Université de Bordeaux 2) et 10 lycéens, de niveau terminale et première (5 issus d'une terminale plutôt scientifique, et 5 issus d'une terminale littéraire).
- pour les mairies : 10 habitants de la commune de Saint Médard-en-Jalles et 10 habitants de la commune de Blanquefort.

#### *Protocole de tests*

Ma démarche méthodologique a suivi plusieurs étapes :

- **Etape 1 "compréhension des liens"** : le sujet est mis devant la page d'accueil du site A par exemple. Il n'a pas accès à la souris, il ne peut pas interagir avec le site web. Le sujet avait pour consigne d'évoquer oralement ce qu'il aimerait trouver derrière les liens présents au niveau du menu central et du menu de gauche. Les liens étaient pointés un par un par l'expérimentateur et dans le sens de la lecture occidentale. Les réponses étaient enregistrées (vidéo et audio) à l'aide du système Tobii.

---

<sup>72</sup> Nous appelons les sites web relevant d'un même domaine organisationnel (i.e. universités, mairies, etc.) des sites web organisationnels (SWO).

- **Etape 2 “balade cognitive”** : le sujet avait 2-3 minutes pour naviguer dans le même site et vérifier les liens sur lesquels il avait été interrogé.
- **Etape 3 “balade cognitive”** : cette fois-ci, le sujet devait effectuer une balade cognitive sur l’autre site (site B) pendant 3 minutes maximum. Il avait pour consigne de visiter le site à partir de la page d’accueil et de bien faire attention à celle-ci.
- **Etape 4 “schématisation”** : le sujet était invité à schématiser sur une feuille A4 la page d’accueil du site B. Il devait se représenter tout ce dont il se souvenait. Il avait à sa disposition : crayon papier, gomme, stylos billes, crayons de couleurs.
- **Etape 5 “retour expérience”** : à travers un entretien et un questionnaire d’évaluation ergonomique le WAMMI (Kirakowski, 2007), nous avons évalué le ressenti, le degré de satisfaction du sujet sur les deux sites.

Une analyse du suivi du regard à l’aide du système eye-traking Tobii Studio a été effectuée durant les étapes 1, 2 et 3.

L’ordre de passation entre les différents sites A et B dépendait du groupe de sujets comme l’illustre le Tableau 51 suivant :

	<b>Site A – en 1er</b>	<b>Site B – en second</b>
Etudiants Bordeaux 2 Lycéens Gustave Eiffel	Université Bordeaux 2	Université Bordeaux 1
Etudiants Bordeaux 1 Lycéens Jean Monnet	Université Bordeaux 1	Université Bordeaux 2
Habitants Saint Médard-en-jalles Habitants Blanquefort	Mairie Saint Médard en Jalles Mairie Blanquefort	Mairie Blanquefort Mairie Saint Médard en Jalles

**Tableau 51. Ordre de présentation des sites.**

Il a été procédé ainsi, car j’ai émis l’hypothèse qu’une personne parlerait plus facilement d’un site qu’elle connaît ou fréquente, plutôt que d’un site qu’elle n’a probablement jamais fréquenté. Ainsi, pour amener les personnes à s’exprimer davantage, en première partie d’expérience, j’ai décidé de procéder comme précisé ci-dessus. De plus, je suis partie du principe que les lycéens du Lycée Gustave Eiffel avaient une affinité plus directe avec les orientations proposées par l’Université Bordeaux I et inversement pour les lycéens de Jean Monnet, ce qui explique mon choix de passation dans le protocole.



### **III.2.2.4 - Résultats**

#### **Méthode d'analyse**

J'ai élaboré une méthode d'analyse des données afin de pouvoir mettre en relation les différents comportements de l'utilisateur : attention visuelle, discours, représentation, schématisation, ressenti subjectif. Afin d'en faciliter la compréhension, je présenterai l'analyse des données selon chaque activité cognitive.

- **Etape 1 "compréhension des liens"**: chaque réponse est transformée en note : de 0 point (pas de concordance entre ce qui est évoqué et ce qui est présent derrière le lien hypertexte) à 1 point (concordance complète) ;
- **Etape 4 "schématisation"** : chaque élément correctement dessiné a été noté (élément correct et emplacement correct), tout comme les erreurs. J'obtiens ainsi une note globale de conformité entre le schéma produit par l'utilisateur et la réalité de la page d'accueil;
- **Etape 5 "retour expérience"** analyse du score au WAMMI et avis subjectif.

Concernant les données eye-tracking, il s'avère plus complexe de proposer une grille d'analyse car les données sont nombreuses et de nature différente. Je me suis focalisée sur la définition de zones d'intérêts et ceci à travers deux paramètres : nombre de fois où un pixel a été fixé et durée totale passée sur un pixel.

Je ne présenterai ici que quelques résultats parmi les plus saillants, mon objectif étant de montrer l'intérêt que peut avoir la production de données à partir de ma méthodologie hybride.

#### **Résultats 1 : Niveau de compréhension des liens hypertextes**

Une différence a été observée entre les deux sites : le pourcentage moyen de recouvrement entre ce qu'imagine l'utilisateur et ce qui est réellement présent derrière les liens est plus élevé pour le site de Bordeaux 2 (32 %) que pour celui de Bordeaux 1 (22%) pour les universités. Pour les collectivités territoriales, un pourcentage légèrement plus élevé pour Saint Médard en Jalles (47 %) que pour Blanquefort (44%) est observé. On constate une grande variabilité au niveau du degré de compréhension selon le terme associé aux liens :

- pour Bordeaux 2 : on passe de 10% de compréhension pour le lien « Ressources » à 60 % pour le lien « l'Université Recrute »
- pour Bordeaux 1 : on passe de 2,5% de compréhension pour le lien « Univer'Cité » à 52% pour le lien « International »
- Pour Saint Médard en Jalles : on passe de 15 % de compréhension pour le lien « le cadre de vie » à 76 % pour le lien « jeunesse »

- Pour Blanquefort : on passe de 13 % de compréhension pour le lien « Votre ville » à 75 % pour le lien « Accueil »

Cette analyse permet de dire que les sites communaux semblent mieux adaptés et mieux compris par la population qu'ils visent que les sites universitaires. Cela souligne la nécessité d'être attentif aux termes employés pour décrire le contenu d'une rubrique. L'utilisation d'un « jargon » professionnel peut sembler adéquate aux créateurs du site, mais ne pas être explicite pour les usagers. Par ailleurs, ces sites communaux et universitaires sont très riches, ce qui rend d'autant plus important de mettre en avant l'information utile à l'utilisateur et de ne pas le noyer dans une masse d'information qui n'ont pas de sens pour lui.

### *Résultats 2 : Schématisation de la page d'accueil*

Il n'y a pas de relation entre le temps passé sur une page d'accueil durant la balade cognitive et le nombre d'éléments correctement dessinés : ce n'est pas parce qu'on passe davantage de temps sur la page d'accueil que l'on en mémorise mieux la composition et les contenus. Les Figures 63 et 64 illustrent un exemple de schéma réalisé. En revanche, il existe une relation entre le nombre de clics effectués durant la balade et l'exactitude du dessin : les sujets effectuant le plus de clics sont les moins précis dans leur production schématique. Cette relation est surtout observée sur le site de l'université de Bordeaux 2.

En ce qui concerne la qualité de production de ces schémas (en termes de degré de conformité), de meilleures productions ont été réalisées à partir du site web de Bordeaux 1 qu'à partir de celui de Bordeaux 2. Concernant les sites des mairies, c'est le site de Blanquefort qui amène à des schémas de meilleure qualité (en terme d'exactitude).

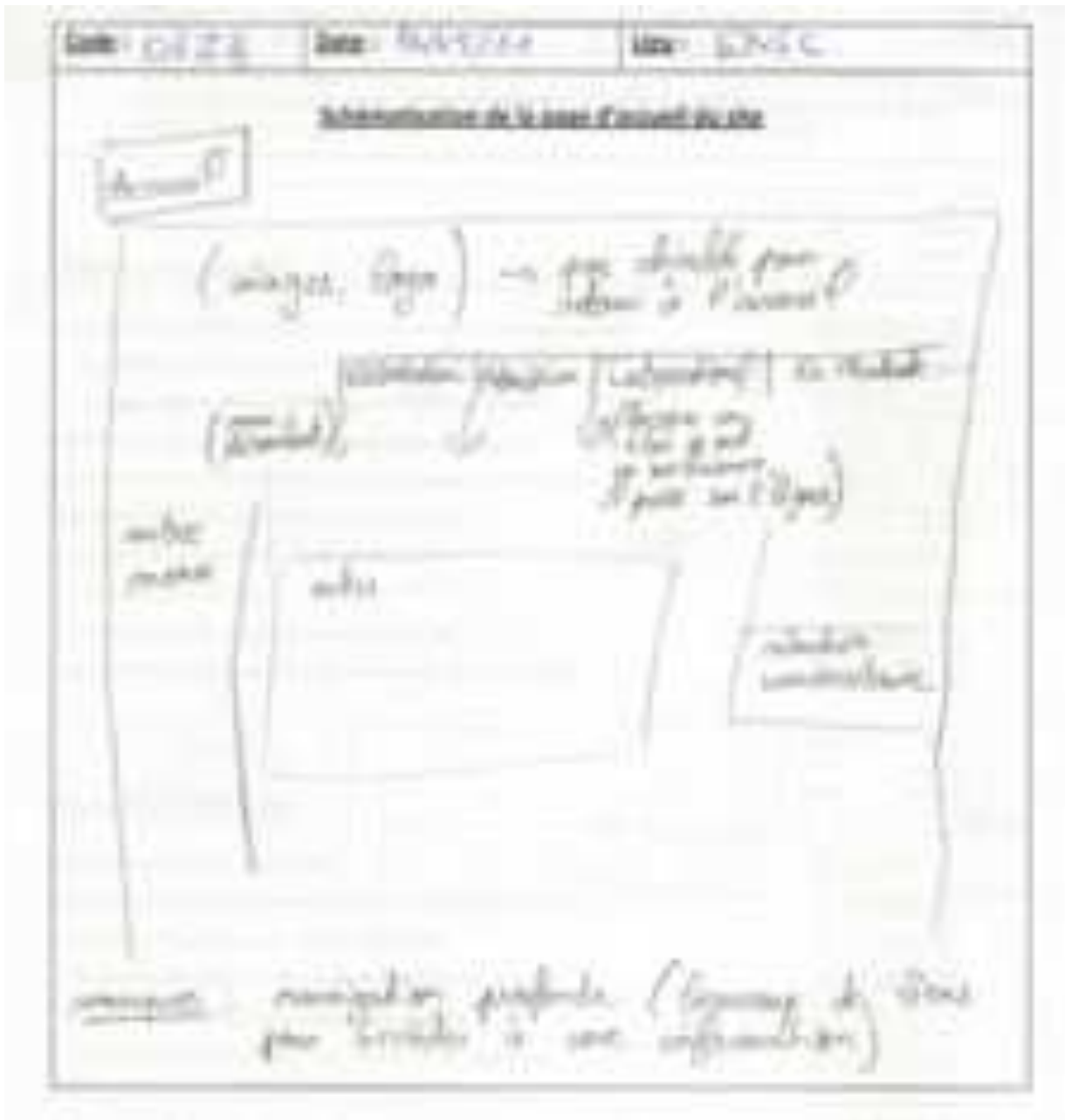


Figure 63. Exemple de schématisation proposée par un sujet du site de Bordeaux 2

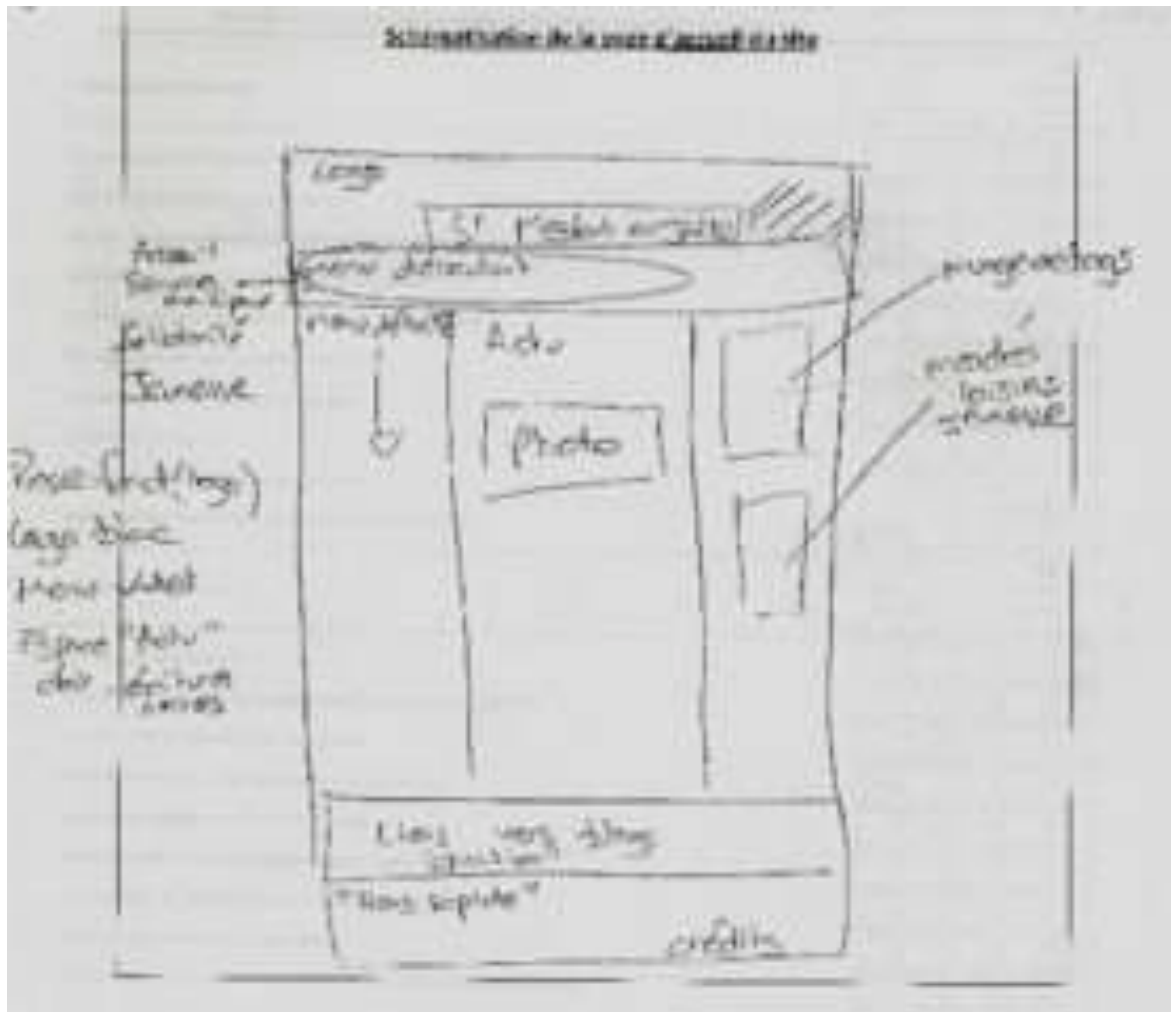


Figure 64. Exemple de schématisation proposée par un sujet du site de Saint Médard en Jalles

### Résultats 3 : Niveau de satisfaction

Les résultats au questionnaire WAMMI montrent un net avantage pour le site de Bordeaux 1 (score moyen de 80) par rapport à Bordeaux 2 (score moyen de 62). Le site de Bordeaux 1 présente une meilleure satisfaction dans l'utilisation et l'organisation des informations de la part des utilisateurs. Ce résultat est conforté par les entretiens, 90 % des utilisateurs disant préférer le site de Bordeaux <sup>73</sup>.

Concernant les mairies, les résultats mettent en évidence une légère supériorité en terme de satisfaction pour le site de Blanquefort (score de 75) par rapport à celui de Saint Médard en Jalles (score de 66).

<sup>73</sup> A noter que cette expérimentation a été réalisée avant la refonte du site web de l'université de Bordeaux 2, en septembre 2011.

#### *Résultats 4 : Données de l'eye-tracking*

Il n'y a pas forcément de concordance entre les temps et les points de fixation durant la balade et les éléments correctement schématisés par les utilisateurs, ceci indépendamment du site web consulté. Les Figures 65 et 66 illustrent les résultats issus de l'eye-tracking (carte de chaleur pour la Figure 65 et carte inversée pour la Figure 66).

Durant la phase de compréhension des liens hypertextes, le parcours visuel déborde sur les autres liens, montrant que les utilisateurs, tout en décrivant un lien, « regardent » déjà les autres liens, soit en anticipation sur le prochain lien, soit pour appréhender le contexte global et, ainsi, « mieux » répondre à la demande.



Figure 65. Exemple de carte de chaleur du site de Saint Médard en Jalles à l'aide de l'eye-tracking réalisé par un sujet

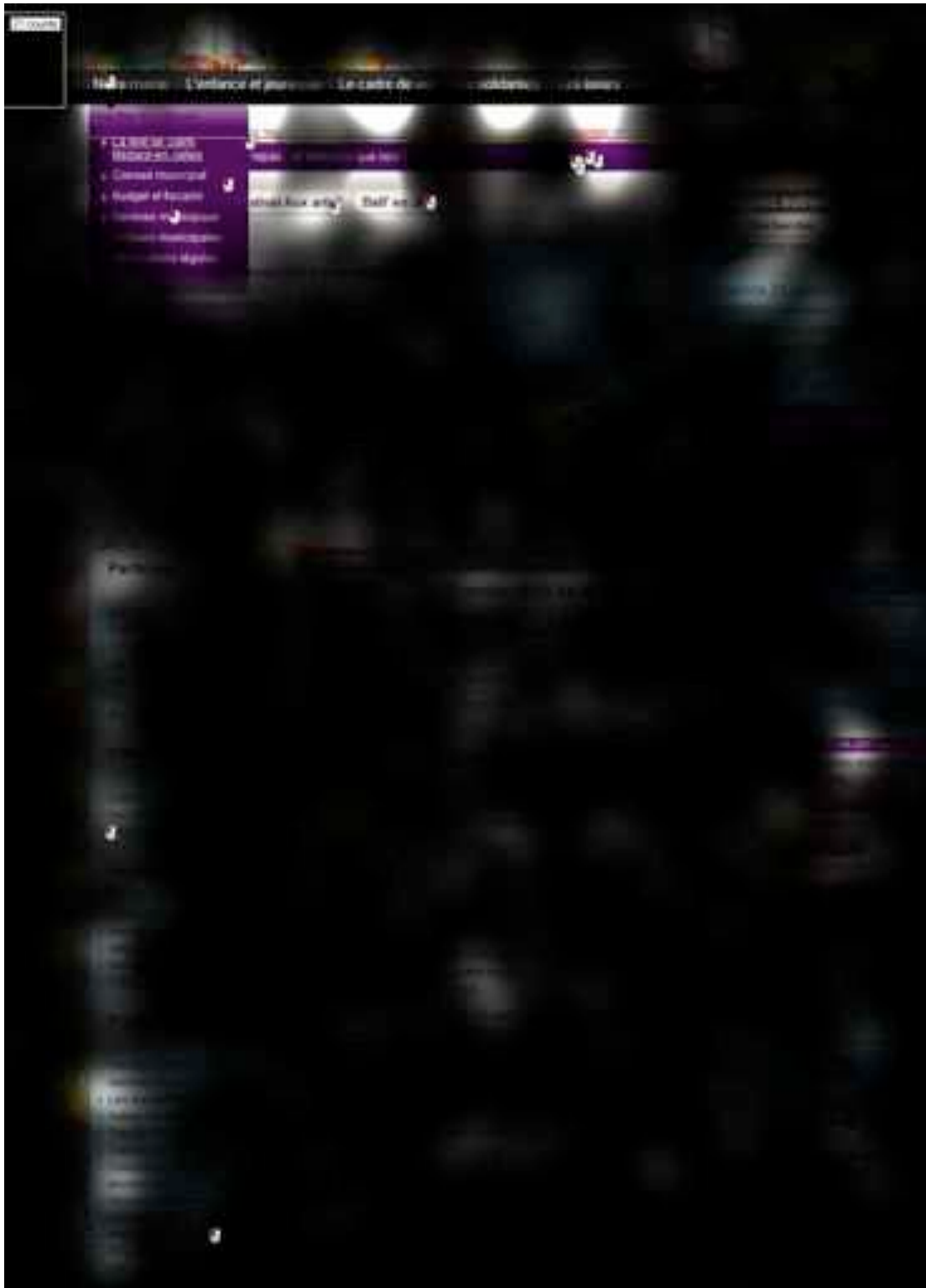


Figure 66. Exemple de carte inversée du site de Blaquefort à l'aide de l'eye-tracking réalisé par un sujet

### *III.2.2.5 - Conclusion & perspectives*

L'objectif de cette première étape de mon projet de recherche était de proposer une méthodologie permettant d'analyser le niveau de compréhension et de représentation non seulement des liens hypertextes (niveau micro), mais aussi de la page d'accueil (niveau macro). L'ensemble de nos résultats confirme l'importance de croiser les données issues de méthodes et/ou d'outils divers (représentation schématique, compréhension terminologique, eye-tracking, entretien et questionnaire). Il semble impossible de se limiter à un seul type d'analyse.

A titre d'exemple, si on ne prend en compte que les données issues du test de compréhension d'un lien hypertexte, le site de Bordeaux 2 semble plus performant. A l'inverse, les données issues du test de schématisation et des entretiens et questionnaires vont dans le sens d'une domination du site de Bordeaux 1.

En revanche, il est évident que croiser plusieurs méthodes d'analyse génère de la complexité au plan de l'analyse et de l'interprétation des données. Mais cela nous paraît indispensable pour rendre compte d'une réalité elle-même complexe.

Ce travail met clairement en évidence un écart important entre le point de vue du concepteur d'un site et celui du visiteur de ce site. En effet, les niveaux de compréhension des liens hypertextes sont relativement faibles (entre 22% à 32%). Une des conséquences de cet écart est que l'utilisateur présente un niveau de satisfaction faible, voire manifeste de la frustration. Cliquer sur un lien avec un objectif précis et ne pas pouvoir l'atteindre est souvent ressenti de façon négative (Nielsen & Loranger, 2006 ; Tricot et al., 2003). Il semble indispensable que le concepteur prenne conscience de ces différences de point de vue, et veille à la meilleure adéquation possible entre les attentes de l'utilisateur et les siennes propres.

Un autre point important concerne les données de l'eye-tracking. Les points de fixation et les temps de fixation associés sont très souvent interprétés par les chercheurs en terme d'attention visuelle (Duchowski, 2007 ; Nielsen & Pernice, 2010). Nos résultats semblent indiquer que l'interprétation des données de l'eye-tracking est délicate. En effet, je mets en évidence une absence de relation directe entre les zones fixées (attention visuelle) et les éléments correctement schématisés (représentation mentale et mémorisation). Il sera intéressant, dans un travail futur, d'essayer d'une part, de comprendre les activités cognitives sous-jacentes aux données de l'eye-tracking et d'autre part, d'analyser les activités influençant une représentation mentale.

Les perspectives de ce travail sont multiples. La première est de continuer à analyser l'ensemble des données obtenues notamment pour mieux comprendre les liens (et/ou les



contradictions) qui peuvent exister entre ces différents niveaux de mesures (compréhension, schématisation, satisfaction, parcours visuel).

Une seconde perspective est d'appliquer notre méthodologie à d'autres catégories de sites Web, comme des sites marchands par exemple, afin d'étudier les potentialités de généralisation de notre démarche méthodologique.

## Chapitre 4

# Perspectives ... vers une recherche transdisciplinaire

I – Perspectives de recherche

II –... vers une recherche transdisciplinaire

### I – Perspectives de recherche

Au delà de la poursuite naturelle des projets de recherche déjà initiés depuis ma conversion thématique, une des perspectives importante concerne la recherche axée sur les démarches méthodologiques (méthodes et mesures).

Ainsi, comme je l'ai déjà indiqué, de nombreuses méthodes existent pour évaluer l'utilisabilité d'une interface. A ce jour, il s'avère difficile d'avoir une vision claire des limites et des avantages de chacune de ces méthodes et de leurs interactions.

Parmi les critères retenus, l'efficacité et l'efficience apparaissent particulièrement importantes. Se pose alors la question de la mesure : que doit-on mesurer ? Quels sont les indicateurs valides et pertinents ? L'analyse de la littérature permet d'identifier cinq catégories de mesures : les mesures de performances (temps de réaction, réussite, échec, %, etc.), les mesures comportementales (verbales et non-verbales), les mesures subjectives (satisfaction, plaisir, etc.), les mesures physiologiques (pupillométrie, arythmie cardiaque, etc.) et les mesures subjectives (plaisir, motivation, etc.). Comment interpréter ces données, comment les corrélérer entre elles ? Autant de questions pour lesquelles il n'y a encore que peu ou pas de réponses.

C'est pourquoi, l'objectif à terme est d'élaborer d'une part des cartes heuristiques permettant de représenter, d'organiser et de manipuler les connaissances relatives aux méthodologies existantes et, d'autre part, de proposer un système expert pouvant servir d'outil d'aide à la décision. En effet, les systèmes experts ont comme finalité la modélisation de la connaissance et du raisonnement d'un expert (ou d'un ensemble d'experts) dans un domaine donné fixe, à savoir dans le cas présent celui de l'utilisabilité et de ses outils. Cette problématique de recherche ne pourra s'effectuer qu'à travers une approche transdisciplinaire. Pour mener à bien ce travail de recherche, la thèse d'Amélie Roche a débuté fin novembre 2012 sous ma direction.

Je considère cet axe de travail comme transversal aux deux autres axes que j'ai déjà développé (handicap et accessibilité / usage numérique).

Pour renforcer mes deux axes principaux, j'ai pu commencer à initier de nouvelles collaborations :

- Pour l'axe 1 « *handicap et accessibilité* » et plus spécifiquement le projet « handicap mental et vieillissement », il m'est apparu nécessaire de me rapprocher de spécialistes en productique (notamment l'équipe de Bruno Vallespir du groupe productique du laboratoire IMS) afin de bénéficier de leur expertise concernant la modélisation organisationnelle (en terme de démarche, de méthodes et d'outils), l'objectif étant de mieux cerner l'impact de cette problématique au niveau des organisations médicales et sociales en France.
- Pour l'axe 2 « *usage numérique* », la collaboration déjà initiée depuis 2 ans avec Nathalie Pinède (spécialiste en Information et Communication), sur les problématiques de compréhension par les usagers des liens hypertextes des sites web va s'enrichir de deux autres volets :
  - Le premier volet portera sur l'impact de l'expertise des utilisateurs et des concepteurs de site web sur ces niveaux de compréhension. Dans ce cadre, une collaboration a été initiée fin 2012 avec Aline Chevalier, professeur en psychologie cognitive ergonomique à l'université Paris 10.
  - Le deuxième volet portera sur la représentation et la manipulation des données issues de la taxonomie des liens hypertextes que nous avons élaborée. Une collaboration avec Jérôme Saracco, professeur de statistiques au sein laboratoire Institut de Mathématiques Bordelais (INRIA Bordeaux) vient de débiter.

Toujours, dans ce second axe, il m'a été demandé de participer à deux projets de recherche afin d'y apporter mes compétences en psychologie cognitive et en méthodologie pour l'évaluation de l'utilisabilité :

- *Projet « utilisabilité des interfaces haptiques »*, porteurs de projet : Thibaut Sagi et Camille Chauvellin (ingénieurs recrutés au niveau de notre équipe CIH-IMS). L'objectif de ce projet est de mettre en évidence les seuils de perception des signaux haptiques des usagers et de comprendre l'impact des facteurs humains sur ces capacités de perception. Ma participation à ce projet concerne l'élaboration méthodologique de tests utilisateurs et la mise en place de protocole de tests.
- *Projet « traitement automatique des émotions »*, porteurs de projet : Pierre Garda & Andréa Pinna (chercheurs en électronique au laboratoire LIP6, Université Pierre et Marie Curie). L'objectif de ce projet concerne la détection automatique des émotions ressenties par une personne grâce à l'analyse de signaux physiologiques (réponses électro-dermales, activités cardiaques, etc.). Ma participation se fera à travers deux axes : 1/ l'analyse de la composante cognitive du ressenti des émotions et 2/ utilisation de la

technique d'oculométrie afin d'étudier les stratégies d'exploration visuelle face au stimuli inducteur d'émotion (à savoir ici des vidéos). Il est à noter que nous avons répondu à l'appel d'offre de CNRS - AAP PEPS HuMaIn.

Afin de synthétiser l'ensemble de mes orientations de recherche, j'ai essayé de reprendre l'ensemble des perspectives de mes travaux de recherche à travers une carte conceptuelle illustrée Figure 67. En vert, j'ai représenté les nouvelles collaborations et, en rouge, les deux thèses que je co-encadre actuellement.

Enfin, il me semble important de préciser qu'à terme, j'envisage d'intégrer dans mes travaux de recherche une approche, qui me fait défaut actuellement, celle de la modélisation des situations d'usage étudiées et des démarches de conception mises en jeu. Cet effort de conceptualisation ne pourra se faire qu'à travers une collaboration étroite avec les chercheurs du groupe productique du laboratoire IMS et plus particulièrement le professeur Bruno Vallespir. En effet, une des particularités de la productique est de proposer des outils de modélisation et d'ingénierie de conception. Comme je l'ai précisé précédemment cette collaboration a déjà été initiée dans le cadre d'une modélisation des organisations médico-sociales appliquées à la problématique du vieillissement des personnes handicapées mentales (thèse de Farida Djoulah). L'intérêt de cette modélisation organisationnelle est non seulement de permettre une meilleure représentation et donc compréhension de cette problématique de la part des acteurs concernés mais aussi de pouvoir simuler des nouvelles propositions de prise en charge. J'espère pouvoir enrichir mes différents projets de recherche en intégrant cette approche de modélisation et de conceptualisation.

Je terminerai ce document par une dernière partie reprenant les grandes lignes de mon parcours en apportant des éléments de réflexion sur l'intérêt d'une approche transdisciplinaire.

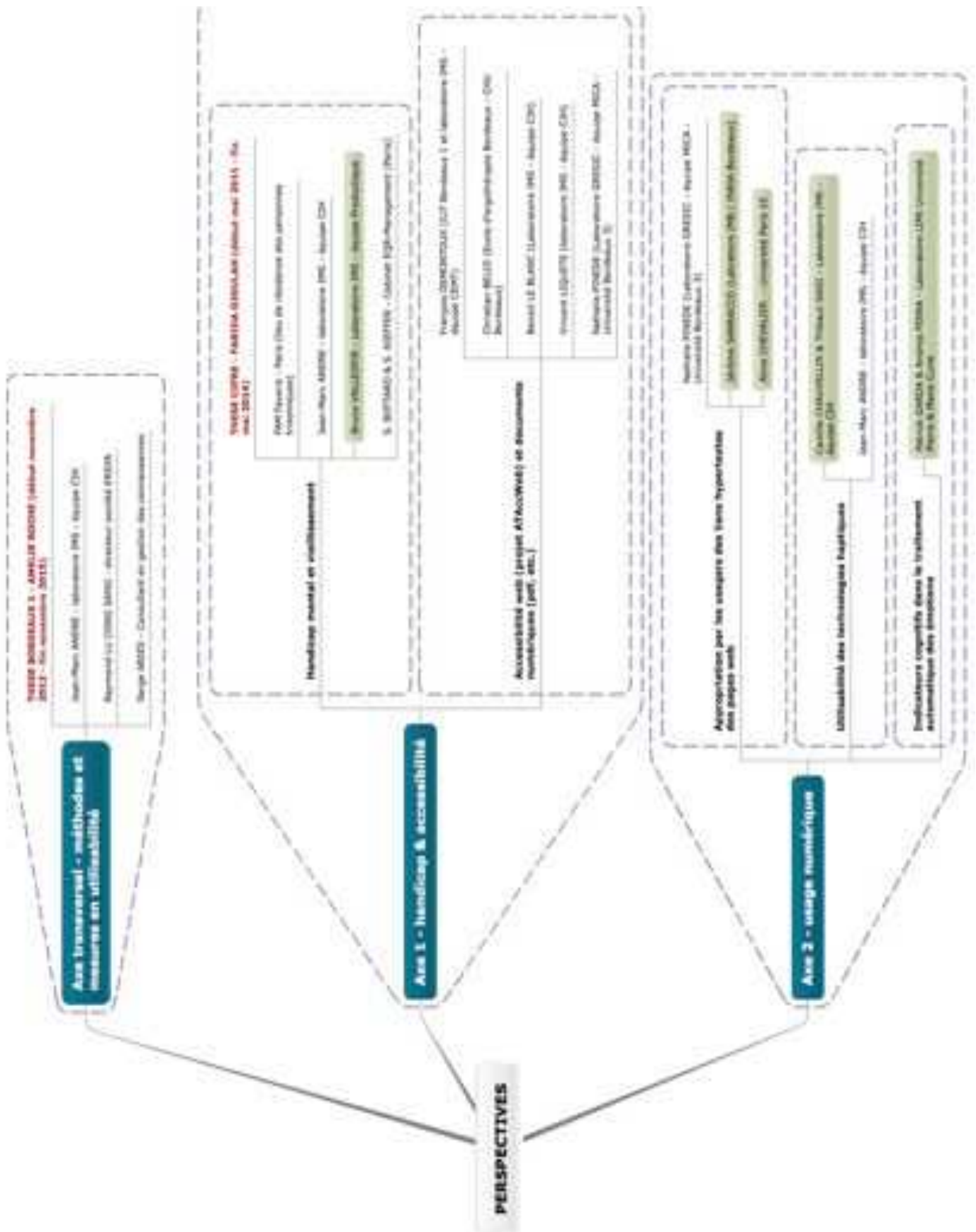


Figure 67. Représentation de mes perspectives de recherche. En rouge : les thèses que je co-encadre et en vert : les collaborations que je viens juste d'initier.

## II - ...Vers une recherche transdisciplinaire

Avant de décrire l'évolution de ma démarche de chercheur, il me semble indispensable de définir quelques concepts-clé : la pluridisciplinarité, l'interdisciplinarité et la transdisciplinarité (cf. Figure 68). Les préfixes utilisés (pluri-, inter- et trans-) viennent nuancer et transformer le concept fondateur de « discipline » (Dabellay & Paulsen, 2008). Kuhn (1993) définit une discipline comme « *un ensemble de connaissances et de compétences construites et standardisées, par un groupe de personnes ayant des intérêts/objectifs communs, en fonction d'un paradigme, pour répondre à des questionnements* ».



**Figure 68. Illustration de la signification des préfixes fréquemment associés au radical « discipline ».**

Ces différents concepts ont été initialement introduits par Piaget (1973). Depuis, de nombreux auteurs proposent des réflexions épistémologiques concernant ces concepts (Béchillon, 1997 ; Claverie, 2009 ; 2010 ; Darbelley, 2005 ; Thompson Klein, 1990 ; Nicolescu, 1996 ; Perrig-Chiello, Dabellay, 2002).

En me reposant sur ces différentes études, voici une proposition de définition de ces trois concepts :

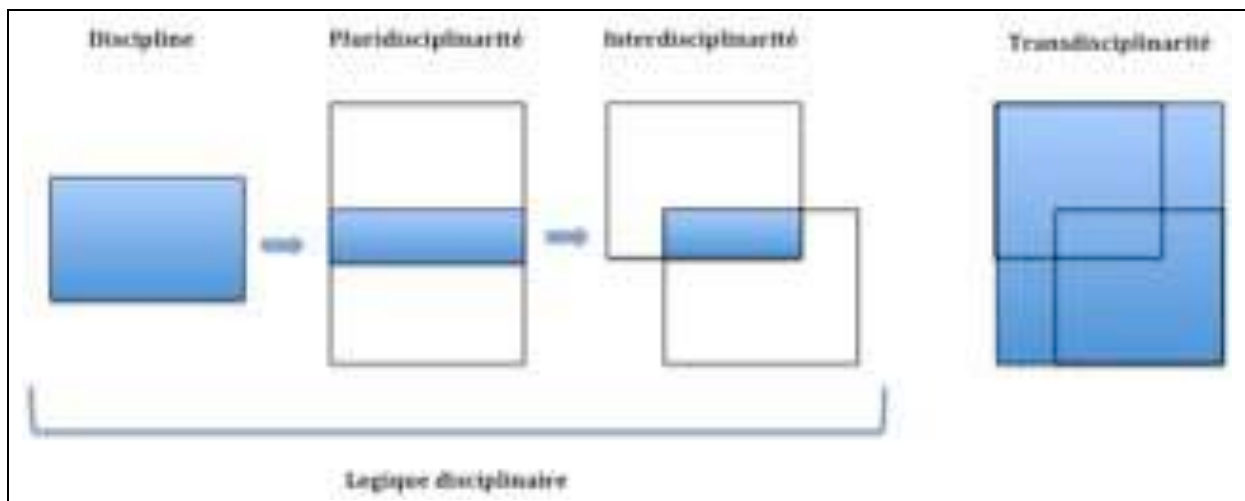
- **La pluridisciplinarité** : consiste à disposer d'un objet d'étude ou d'un problème théorique commun à deux ou plusieurs disciplines, chacune ayant son regard disciplinaire sur l'objet, sans véritable interaction entre eux. Aucune des disciplines n'a donc besoin de modifier sa propre vision des choses. Les frontières entre les disciplines restent claires.
- **L'interdisciplinarité** : consiste à disposer d'un objet d'étude commun et à échanger principes, méthodes, technologies, compétences, connaissances autour de cet objet. Il existe une interaction forte entre les disciplines pour expliquer la complexité d'un

objet d'étude. Il s'agit donc d'une véritable collaboration dans une perspective de coproduction de connaissances.

- **La transdisciplinarité** : correspond à « *ce qui est au-delà de toute discipline et ce qui traverse toutes disciplines possibles* » (Glykos, 1999 cité par Claverie, 2009). Il s'agit de la production de connaissances qui va au-delà des frontières disciplinaires en ayant un impact réel sur les disciplines, une reconfiguration. Les démarches transdisciplinaires « *visent ainsi ensemble le dépassement et la reconstruction des cloisonnements disciplinaires, la mise en dialogue des cultures scientifiques et la résolution des problèmes de société* » (Darbellay & Paulsen, 2008).

Très souvent, on considère que la transdisciplinarité représente une utopie et un rêve à atteindre. La citation de Kesteman illustre parfaitement cette idée : « *La transdisciplinarité est comme le monstre du loch Ness, tout le monde en parle, personne ne l'a encore vu* » (Kesteman, 2004)

Ramandier (2004) souligne que la pluridisciplinarité et l'interdisciplinarité ne remettent pas en question la logique disciplinaire (cf. Figure 69). Il précise que « *la spécificité de la transdisciplinarité consiste à intégrer simultanément deux mouvements contradictoires de la logique disciplinaire, à savoir le morcellement des connaissances et leur relation, ceci afin de rechercher les articulations possibles entre les différents savoirs produits* ». Il y aurait deux visions de la transdisciplinarité : une vision épistémologique et une vision opérationnelle (Gibbons et al., 1994).

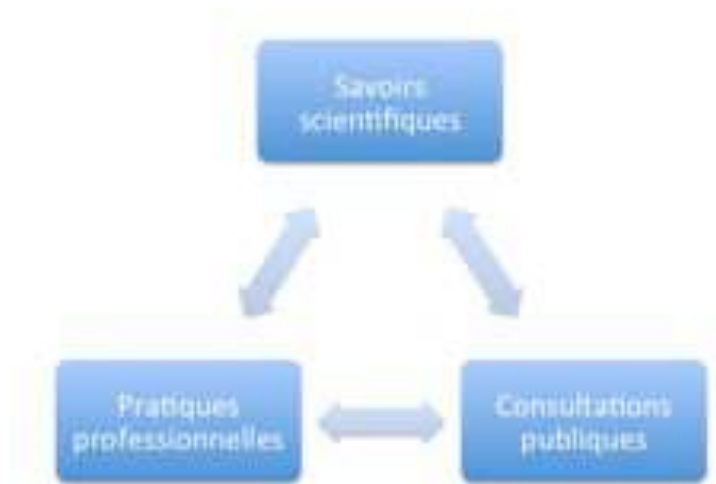


**Figure 69. Illustration des périmètres disciplinaires de concepts de pluri- inter- et transdisciplinaires.**

Gibbons et al. (1994) considèrent que dans une démarche transdisciplinaire, la collaboration étroite entre scientifiques, décideurs et membres de la société civile permet d'instaurer un véritable dialogue pour la construction de modèles communs de



connaissance. Cette vision opérationnelle de la transdisciplinarité est illustrée Figure 70 par Lawrence (2008).



**Figure 70. Représentation des éléments collaboratifs nécessaires à une démarche transdisciplinaire (selon Lawrence, 2008).**

En analysant mon parcours scientifique au regard de ces concepts, il m'apparaît une évolution importante. Le point de départ de mon activité scientifique correspond à une recherche pluridisciplinaire inscrite dans la neuropsychologie cognitive, avec la participation de chercheurs de disciplines comme les neurosciences et la neurologie, chacun restant au sein de son champ disciplinaire. Puis, la création de l'Institut de Cognitique que j'ai rejoint m'a permis de commencer à inscrire mes recherches dans une démarche interdisciplinaire notamment par le rapprochement et la collaboration avec des chercheurs en informatique et en ergonomie cognitive.

Je considère aujourd'hui que ma démarche scientifique s'inscrit dans une démarche transdisciplinaire autour de deux concepts celui de l'accessibilité et celui des usages. Même si mon rattachement disciplinaire initial est la psychologie cognitive, je ressens aujourd'hui un attrait et un attachement particulier à la cognitique qui est par essence transdisciplinaire, donc au delà d'une discipline. La transdisciplinarité demeure, selon moi, une posture intellectuelle séduisante aussi bien au niveau scientifique et qu'épistémologique. Son orientation « *pragmatique, participative et appliquée* » lui confère un fort potentiel. Il me semble qu'une démarche d'ingénierie de conception reposant sur la prise en compte systématique des caractéristiques des utilisateurs dans des domaines aussi importants que l'accessibilité ou l'usage numérique ne peut se mener qu'à travers une approche transdisciplinaire. La transdisciplinarité apparaît ainsi comme un véritable enjeu de société. Comme le précisent Darbelley & Paulsen (2008), les démarches transdisciplinaires « *visent ainsi ensemble le dépassement et la reconstruction des cloisonnements disciplinaires, la mise en dialogue des cultures scientifiques et la résolution des problèmes de société* ».

Pour conclure, je me rend compte qu'en dehors de ce changement d'approche (de pluri-à transdisciplinaire) et de discipline (de neuropsychologie à cognitive), qui est bien sûr important, un fil conducteur reste présent tout au long de mon parcours professionnel : la place de l'humain.

En neuropsychologie cognitive, j'ai essayé de garder centrale la relation clinique avec les patients épileptiques et de replacer toujours l'intérêt du patient au centre de mes réflexions théoriques et expérimentales. En cognitive, même s'il ne s'agit pas d'une relation clinique avec un patient, je retrouve les mêmes enjeux à savoir garder la place de l'humain comme fondamentale. C'est pourquoi, dans mes différents projets menés actuellement, la démarche d'ingénierie qui prédomine est la démarche centrée utilisateur.

Avec du recul, je m'aperçois que ma préoccupation actuelle concernant la prise en compte systématique des usagers, de leurs contraintes et de leurs ressentis (qu'ils soient ou non en situation de handicap) ne serait pas aussi cruciale sans cette expérience auprès des patients épileptiques et sans cette formation en psychologie.

# Bibliographie

## BIBLIOGRAPHIE

---

### - A -

1. Abeare, CA. & Whitman, RD. A case of developmental deep dyslexia: what's left is right. *Neurocase*, 15, 427-435, 2009.
2. Abernethy, M. & Coney, J. Semantic and phonemic priming in the cerebral hemispheres. *Neuropsychologia* 28, 933-945, 1990.
3. Absbjornsen, AE. & Helland, T. Dichotic listening performance predicts language comprehension. *Laterality*, 11, 251-267, 2006.
4. Adam, A. & Kreps, D. Disability and discourses of web accessibility. *Information, Communication & Society*. vol 12(7), pp.1041-1058, 2009.
5. Afchain, A. & Lanceraux, L. *Créer des sites accessibles à tous*. Ed. Neret, 2003.
6. Ainsworth, LK. Task Analysis: The state of the art in process control. In *Contemporary Ergonomics: Proceedings of the Ergonomics Society's Annual Conference* (p. 479). Taylor & Francis, 1992.
7. Akshoomoff, NA., & Stiles, J. Developmental trends in visuospatial analysis and planning: I. Copying a complex figure. *Neuropsychology*, 9(3), 364, 1995.
8. Akshoomoff, NA., Feroletto, CC., Doyle, RE., & Stiles, J. The impact of early unilateral brain injury on perceptual organization and visual memory. *Neuropsychologia*, 40(5), 539-561, 2002.
9. Albarello, L. Digneffe, F., Hiernaux, JP., Maroy, C., Ruquoy, D. & de Saint -Georges, P. *Pratiques et méthodes de recherche en sciences sociales*. Ed. Armand Colin, 1995.
10. Albrecht, GL., Ravaud, JF. & Stiker, HJ. L'émergence des disability studies: état des lieux et perspectives. *Sciences sociales et santé*, 19, 43-73, 2001.
11. Aldenkamp, AP., Alpherts, WCJ., Dekker, MJA. & Overweg, J. Neuropsychological aspects of learning disabilities in epilepsy. *Epilepsia* 31(suppl.4), S9-S20, 1990.
12. Aldenkamp, AP., Gutter, T. & Beun, AM. The effect of seizure activity and paroxysmal electroencephalographic discharges on cognition. In *Surgical treatment of epilepsies* New York: Raven Press, 2nd ed., 111-121, 1992.
13. Alonso-Rios, D., Vazquez-Garcia, A., Mosqueira-Rey, E. & Moret-Bonillo, V. Usability: a critical analysis and a taxonomy. *International Journal of Human-Computer interaction*. 26, 53-74, 2010.
14. Aniorde, P. & Gouardères, S. *Cognitive: vers une informatique plus cognitive et sociale*. Ed. Cepaduès, 2003.
15. Arborio, AM. *Observer le travail*. Ed. La découverte, collection recherché, Paris, 2008.
16. Auray, N. Folksonomy: the new way to serendipity. *Communication and strategies*, 65, 67-91, 2007.
17. Azéma, B. & Martinez N. Les personnes handicapées vieillissantes: espérance de vie et de santé, qualité de vie, *Revue Française des affaires sociales*, 2, 297-334, 2005.

### - B -

18. Babb, TL., Kupfer, WR., Pretorius, JK., Crandall, PH. & Levesque, MF. Synaptic reorganization by mossy fibers in human epileptic fascia dentata. *Neuroscience* 42, 351-363, 1991.
19. Baccino, T., Bellino, C. & Colombi, T. *Mesure de l'Utilisabilité des Interfaces*. Ed Hermès, Paris, 2005.

20. Bäckman, L. Further evidence for the lack of adult age differences on free recall of subject-performed tasks: The importance of motor action. *Human Learning: Journal of Practical Research & Applications*, 1985.
21. Bäckman, L. & Dixon, RA. Psychological compensation: a theoretical Framework. *Psychological Bulletin*, 112, 259-283, 1992.
22. Baez Martin, MM., Perez tellez, YD., Morales Chacon, LM., Estupinan Diaz, B., Trapaga-Quincoses, O., Garcia Maeso, I., Bender, J., Galvizu, R., Garcia, ME., Cabrera Abreu, I. & Soto Rodriguez, G. Innovative evaluation of visual field defects in epileptic patients after standard anterior temporal lobectomy, using partial field visual evoked potentials. *Epilepsy research* 90, 68-74, 2010.
23. Bahh, BE., Lespinet, V., Lurton, D., Coussemacq, M., Salle, GL. & Rougier, A. Correlations between granule cell dispersion, mossy fiber sprouting, and hippocampal cell loss in temporal lobe epilepsy. *Epilepsia*, 40(10), 1393-1401, 1999.
24. Baldy-Moulinier, M. & Belaidi, M. Influence du traitement antiépileptique sur les fonctions cognitives et la vigilance. *Epilepsies* 4, 89-97, 1992.
25. Ball, SA. & Zuckerman, M. Sensation seeking and sélective attention: focused and divided attention on a dichotic listening task. *Journal of personality & social psychology*. 63, 825-831, 1992.
26. Ball, SL., Holland, AJ., Huppert, FA., Treppner, P., Dodd, K. Personality and Behaviour changes mark the early stages of azheimer's disease in adults with Down's syndrome: findings from a prospective population-based study. *International Journal of geriatric psychiatry*. 21, 661-673, 2006.
27. Balmissé, G. Gestion des connaissances-Outils et applications du knowledge management, entreprendre informatique. *Edition Vuibert*, 2002
28. Balpe J-P., Lelu A., & Saleh I. Hypertextes et hypermédias : réalisations, outils, méthodes. Paris, Hermès, coll. « *Techniques de l'information* », *Actes de la conférence « Hypertextes et hypermédias »*, 11-12 Mai 1995, Université Paris VIII, 1995.
29. Baltes, PB., Dittmann-Kohli, F., & Dixon, RA. New perspectives on the development of intelligence in adulthood: Toward a dual-process conception and a model of selective optimization with compensation. *Life-span development and behavior*, 6, 33-76, 1984.
30. Baltes, PB. & Baltes, MM. *Successful Aging: perspectives from the behavioral Sciences*. Cambridge university press, 1993.
31. Baltes, PB., Freund, AM. & Li, SC. Y. The psychological science of human ageing. In ML. Johnson (eds.) *The Cambridge Handbook of age and ageing*. Cambridge UK, Cambridge Univesity Press, 47-71, 2005.
32. Barbosa, J., Manassis K. & Tannock, R. Dichotic listening and response inhibition in children with comorbid anxiety disorders and ADHD. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent psychiatry*, 39, 1152-1159, 2000.
33. Barnes, C. Theories of disability and the origins of the oppression of disabled people in western society. In *Disability and Society*, Barton L. (Ed.), Londres, 67-80, 1996.
34. Baron, JC. La tomographie par emission de positons. In F. Eustache et al. (Eds.) *Les methodes de la neuropsychologie*, 157-177, 2001.
35. Barrere, G. & Mazzone, E. *Card sorting*. Ed. Eyrolles, Paris, 2012.
36. Bar-Ilan, J. A microscopic link analysis of academic institutions within a country – the case of Israel. *Scientometrics*, 59(3), 391-403, 2004.
37. Bar-Ilan, J. What do we know about links and linking? A framework for studying links in academic environments. *Information processing and management*, 41, 973-986, 2005.
38. Basser, LS. Hemiplegia of early onset and the faculty of speech with special reference to the effects of hemispherectomy. *Brain* 85, 427-560, 1962.
39. Bastien, C., & Scapin, D. A validation of ergonomic criteria for the evaluation of human-computer interfaces. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 4, 183-196, 1992.

40. Bastien, C. & Scapin D. *Ergonomic criteria for the evaluation of Human-Computer Interfaces*. Rapport INRIA n°156, 1993.
41. Bastien, C. & Scapin, D. Evaluating a user interface with ergonomic criteria. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 7, 105-121, 1995.
42. Bastien, C., Scapin D. & Leulier, C. Looking for usability problems with the ergonomics criteria and with the ISO 9241-10 Dialogue principles. *CIH 96 electronics proceedings*, 1996.
43. Beaumont, JG. *Divided visual field studies of cerebral organization*. Londres: Academic Press, 1982.
44. Beauvois, MF., Derouesné, J. & Saillant, B. Syndromes neuropsychologiques et psychologie cognitive. Trois exemples: aphasie tactile, alexie phonologique et agraphie lexicale. *Cahiers de psychologie* 23, 211-245, 1980.
45. Bekhterev, VM. Demonstration eines gehirns mit Zerstörung der vorderen und inneren theile der hirnrinde beider schlafenlappen. *Neurol. Zentralb.* 19, 990-991, 1900.
46. Béchillon, D. La notion de transdisciplinarité. *MAUSS, Guerre et paix entre les sciences: disciplinarité, inter et transdisciplinarité (Revue du MAUSS, N 10, 2 e semestre)*, Paris: La Découverte, 188, 1997.
47. Bengzon, ARA., Rasmussen, T., Gloor, P., Dussault, J. & Stephens, M. Prognostic factors in the surgical treatment of temporal lobe epileptics. *Neurology* 18, 717-730, 1968.
48. Bennett-Levy, J., Polkey, CE. & Powell, GE. Self-report of memory skills after temporal lobectomy: the effect of clinical variables. *Cortex* 16, 543-557, 1980.
49. Berman, S., Mandelkern, M., Phan, H. & Zaidel, E. Complementary hemispheric specialization for word and accent detection. *Neuroimage* 19, 319-331, 2003.
50. Billingsley, RL., McAndrews, MP., Crawley, AP., & Mikulis, DJ. Functional MRI of phonological and semantic processing in temporal lobe epilepsy. *Brain*, 124(6), 1218-1227, 2001.
51. Binetti, G., Magni, E., Cappa, SF., Padovani, A., Bianchetti, A., & Trabucchi, M. Semantic memory in Alzheimer's disease: an analysis of category fluency. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 17(1), 82-89, 1995.
52. Binnie, CD., Channon, S. & Marston, D. Learning disabilities in epilepsy: neuropsychological aspects. *Epilepsia* 31(suppl.4), S2-S8, 1990.
53. Bittles, AH. Bower, C. Hussain, R. & Glasson EJ. The 4 ages of Down syndrome *European Journal of Public Health*, 17, 221-225, 2006.
54. Blackmon, M., Polson, P., Kitajima, M. & Lewis, C. Cognitive Walkthrough for the Web. *Proceeding of CHI*, ACM Press, 463-470, 2002.
55. Blanc P. Une longévité accrue pour les personnes handicapées vieillissantes : Un nouveau défi pour leur prise en charge *Report*, 99 pages. <http://www.senat.fr/rap/r06-359/r06-3591.pdf>, 2006.
56. Blanchet, A. & Gotman, A. *L'entretien : l'enquête et ses méthodes*. Ed. Colin, 2010.
57. Bleasdale, FA. Concreteness-dependent associative priming: separate lexical organization for concrete and abstract words. *Journal of experimental psychology: learning, memory and cognition* 13, 582-594, 1987.
58. Blomquist, A. & Arvola, M. Personas in action: ethnographic in an interaction design team. *Proceeding NordiCHI 2002*.
59. Bloom-Feshbach, J. Differentiation: field dependance, spatial ability and hemispheric specialization. *Journal of personality*, 48, 135-148, 1980.
60. Bobillier-Chaumon, ME. & Dubois, M. L'adoption des technologies en situation professionnelle: quelles articulations possibles entre acceptabilité et acceptation? *Le travail humain* 72, 355-382, 2009.
61. Bonnardel, N. *Créativité et conception: Approches cognitives et ergonomiques*. SOLAL éditeurs, 2006.

62. Borioli, J. & Laub, R. Des acceptations du handicap. L'évolution du mot "handicap" de ses origines à nos jours. In *Handicap: de la différence à la singularité*. Ed. Médecine & Hygiène, Chêne-Bourg, Suisse, pp. 25-46, 2007.
63. Borillo, M. & Goulette, JP. *Cognition & création : exploration cognitives des processus de conception*. Ed. Mardaga, 2002.
64. Bornstein, RA. & Chelune, GJ. Factor structure of the Wechsler Memory Scale-Revised. *The clinical neuropsychologist* 2, 107-115, 1988.
65. Bougeard, R. & Fischer, R. The rôle of the temporal pole in auditory processing. *Epileptic disorders*, 4, 29-32, 2002.
66. Bouillaud, JB. In *La naissance de la neuropsychologie du langage (1825-1865)* H. Hecaen & J. Dubois (Eds.), Paris: Flammarion, 14-53, 1969.
67. Boulrier, D. & Crepel, M. La raison du nuage de tags: format graphique pour le régime de l'exploration ? *Communication & langage*, 160, 111-125, 2008.
68. Bouma, A. & Gootjes, L. Effects of attention on dichotic listening in elderly and patients with dementia of the Alzheimer type. *Brain and Cognition*, 76, 286-293, 2011.
69. Bowen, S. *Barrières linguistiques dans l'accès aux soins de santé*. Ed. Santé Canada, 2001.
70. Bradshaw, JL. & Nettleton, NC. *Human cerebral asymmetry*. Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1982.
71. Bresson, C., Lespinet-Najib, V., Sauzéron, H., Claverie, B., Rougier, A. & N'Kaoua, B. Déficits de mémoire verbale et Aides compensatoires dans l'épilepsie temporale unilatérale. *Epilepsies*, 15, 187-193, 2003.
72. Bresson, C., Lespinet-najib V., Sauzéron, H., Rougier, A., Claverie, B. & N'Kaoua, B. Verbal memory compensation: application to left and right temporal lobe epileptic patients. *Brain and language*. 13-21, 2007.
73. Brinkman, WP., Haakma, R. & Bouwhuis, DG. The theoretical foundation and validity of a component-based usability questionnaire. *Behaviour & Information technology*, 28, 121-137, 2009.
74. Broadbent, DE. The role of auditory localization in attention and memory span. *Journal of Experimental Psychology*, 47, 191-196, 1954.
75. Broca, P. (1865) In *La naissance de la neuropsychologie du langage (1825-1865)* H. Hecaen & J. Dubois (Eds.), Paris: Flammarion, 54-123, 1969.
76. Brooke, J. SUS-A quick and dirty usability scale. *Usability evaluation in industry*, 189, 194, 1996.
77. Brouard, C. *Le Handicap en chiffres*. Ed. CTNERHI, Paris, 2004.
78. Brown, JS. & Duguid, P. Organizational learning and communities of practice: towards a unified view of working, learning and innovation. *Organization science* 2, 40-57, 1991.
79. Brown, HD., & Kosslyn, SM. Hemispheric differences in visual object processing: Structural versus allocation theories. *Brain asymmetry*, 77-97, 1995.
80. Brown, LN. & Sainsbury RS. Age- and sex-related differences in temporal judgements to visual stimuli: support for hemispheric equivalence. *Perception & Psychophysics* 64, 693-702, 2002.
81. Brown, LN. & Vickers, JN. Temporal judgments, hemispheric equivalence and interhemispheric transfer in adolescents with attention deficit hyperactivity disorder. *Experimental Brain research* 154, 76-84, 2004.
82. Bruder, GE. Stewart, JW., Volgmaier, MM. & Harrison, W. cerebral laterality and depression: relations of perceptual asymmetry to outcome of treatment with tricyclic antidepressants. *Neuropsychopharmacology* 3, 1-10, 1990.
83. Bruder, GE., Wexler, BE., Stewart, JW., Price, LH. & Quitkin, FM. Perceptual asymmetry differences between major depression with or without a comorbid anxiety disorder: a dichotic listening study. *Journal of Abnormal psychology*, 108, 233-239, 1999.

84. Bruder, GE., Schneier, FR., Stewart JW., McGrath, PJ. & Quitkin, F. Left hemisphere dysfunction during verbal dichotic listening tests in patients who have social phobia with or without comorbid depressive disorder. *American Journal of Psychiatry*, 161, 72-78, 2004.
85. Bruder, GE. Stewart, JW., Schaller, JD. & MacGarth, PJ. Predicting therapeutic response to secondary treatment with bupropion: dichotic listening tests of functional brain asymmetry. *Psychiatry research*, 153, 137-143, 2007.
86. Bruder, GE. Stewart, JW., Hellerstein, DA., Jorge, EA. & Mc Grath, PJ. Abnormal functional brain, asymmetry in depression: evidence of biologic commonality between major depression and dysthymia. *Psychiatry Research*, 196, 250-254, 2012.
87. Brügger, N. Website history and the website as an object of study. *New media Society*, 11, 115-132, 2009.
88. Brügger, N. L'historiographie de sites Web: quelques enjeux fondamentaux. *Le temps des medias* 18, 159-169, 2012.
89. Bryden, MP. *Laterality, functional asymmetry in the intact brain*. New York, Academic Press, 1982.
90. Bryden, MP. Dichotic listening performance, cognitive ability and cerebral organization. *Canadian journal of psychology* 40, 445-456, 1986.
91. Bryden, MP. An overview of the dichotic listening procedure and its relation to cerebral organization. In K. Hugdahl (Ed.) *Handbook of dichotic listening: theory, methods and research*. New York, John Wiley & Sons, 1-44, 1988.
92. Bud, J. & Bud, D. On the methodology of single-case studies in cognitive neuropsychology. *Cognitive neuropsychology*, 5, 565-582, 1988.
93. Bulgheroni, S. Franceschetti, S. Vago, C., Usilla, A., Pantaleoni, C., D'Arrigo, S. & Riva, D. Verbal dichotic listening performance and its Relationship with EEG features in benign childhood epilepsy with centrotemporal spikes. *Epilepsy research*, 79, 31-38, 2008.
94. Butterfield, LD., Borgen, WA., Amundson, NE., & Maglio, AST. Fifty years of the critical incident technique: 1954-2004 and beyond. *Qualitative Research*, 5(4), 475-497, 2005.

- C -

95. Cai, H. & Chen, JG. Functional interhemispheric integration of schizophrenic patients. *Chinese mental health Journal* 21, 317-321, 2007.
96. Camberlein, P. *Maxi Fiches. Politiques et dispositifs du handicap en France-2e éd.* Dunod, 2011.
97. Caner-Cukiert, AR. & Cukiert, A. Dichotic words listening test. Technical aspects and results in normal right-handed individuals. *Arquivos de neuropsiquiatria*, 52, 204-209, 1994.
98. Capra MG. Factor analysis of card sort data: an alternative to hierarchical cluster analysis. *Human factors and ergonomics society annual meeting proceedings*, 49, 691-695, 2005.
99. Card, SK., Moran TP. & Newell, A. The keystroke-level model for user performance time with interactive systems. *Communications of the ACM*, 23, 396-410, 1980.
100. Card, SK., Moran TP. & Newell, A. *The psychology of human-computer interaction*. Hillsdale, NJ. Erlbaum, 1983.
101. Caramazza, A. On drawing inferences about the structure of normal cognitive systems from the analysis of patterns of impaired performance: the case for single-patient studies. *Brain and language*, 5, 41-66, 1986.
102. Caramazza, A. Des déficits causés par les lésions cérébrales aux systèmes cognitifs du sujet normal. In *Psychologie et cerveau*. Paris: Presses Universitaires de France, 1990.
103. Caramazza, A. & McCloskey, M. The case for single-patients studies. *Cognitive neuropsychology*, 5, 517-528, 1988.



104. Caramazza, A. & McCloskey, M. The poverty of methodology. *Behavioral and Brain Sciences*, 14, 444-445, 1991.
105. Cardebat, D., Le Moal, S., Viillard, G. & Nespoulous, JL. Méthodologie de l'étude de cas en neuropsychologie cognitive. In *Les méthodes de la neuropsychologie*, De Boeck université, Bruxelles, chap. 3, 57-66, 2001.
106. Carlsson, G., Wiegand, G. & Stephani, U. Interictal and postictal performances on dichotic listening test in children with focal epilepsy. *Brain and Cognition*, 76, 310-315, 2011.
107. Carrilho, MM. *La rhétorique*, Les essentiels d'Hermès, Paris, 2012.
108. Carroll, JM. *Human-computer Interaction in the new Millennium*. Ed. Addison-Wesley, ACM Press, 2002.
109. Channon, S., Daum, I. & Polkey, CE. The effect of categorization on verbal memory after temporal lobectomy. *Neuropsychologia* 27, 777-785, 1989.
110. Chaparro, BS., Hinckle VD., Riley SK. The usability of computerized card sorting: a comparison of three applications by researchers and end users. *Journal of Usability Studies*. 4, 31-48, 2008.
111. Chapman, CN., & Milham, R. The personas' new clothes. *Human Factors and Ergonomics Society (HFES) 2006*, San Francisco, CA, October, 2006.
112. Chaveiro, N. Porto, CC. & Barbosa, MA. The relation between deaf patients and the doctor. *Braz J. Otorhinolaryngol.*, 75, 147-150, 2009.
113. Chell, E. Critical Incident Technique, in *Qualitative Methods and Analysis in Organizational Research: A Practical Guide*, Gillian Symon and Catherine Cassell, eds. Thousand Oaks, CA: Sage, 1998.
114. Chelune, GJ., Naugle, RI., Lüders, H. & Awad, IA. Prediction of cognitive change as a function of preoperative ability status among temporal lobectomy patients seen at 6 month follow-up. *Neurology* 41, 399-404, 1991.
115. Chevalier, A. & Kicka, M. Web designers and web users: influence of ergonomic quality of the web site on the information search. *International Journal of Human Computer Studies*, 64, 1031-1048, 2006.
116. Chi, JG., Dooling, EC. & Gilles, FH. Left-right asymmetries of the temporal speech areas of the human fetus. *Archives of neurology* 34, 346-348, 1977.
117. Chin, JP., Diehl, VA., & Norman, KL. Development of an instrument measuring user satisfaction of the human-computer interface. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems* (pp. 213-218). ACM, 1988.
118. Chiang, M. Cole, R., Gupta, S., Kaiser, G., & Starlen, J. Computer and world wide web accessibility by visually disabled patients: problems and solutions. *Survey of ophthalmology*. 50, 4, pp. 394-405, 2005.
119. Chiarello, C. Hemisphere dynamics in lexical access: automatic and controlled priming. *Brain and Language* 26, 146-172, 1985.
120. Chiarello, C. & Church, K. Lexical judgements after right- or left-hemisphere injury. *Neuropsychologia* 24, 623-630, 1986.
121. Chiarello, C. Lombardino, LJ., Kacinik, NA., Otto, R. & Leonard, CN. Neuroanatomical and behavioral asymmetry in an adult compensated dyslexic. *Brain and Cognition* 98, 169-181, 2006.
122. Chiarello, C. & Maxfield, L. Varieties of interhemispheric inhibition, or how to keep a good hemisphere down. *Brain and Cognition* 30, 81-108, 1996.
123. Choi, S. Universal design: a practical tool for a diverse future. *International Journal of the Diversity*, n° 6, 116-124, 2005.
124. Choulier, D. *Comprendre l'activité de conception*. Ed. Pôle éditorial multimédia de l'université de technologie de Belfort-Montbéliard, 2009.

125. Christianson, SA., Silfvenius, H. & Nilsson, LG. Hemisphere memory of concrete and abstract information determined with the intracarotid Sodium Amytal test. *Epilepsy Research* 1, 185-193, 1987.
126. Christianson, SA., Nilsson, L.G., Saisä, J. & Silfvenius, H. Visual half-field testing of memory functions in patients considered for surgical treatment of intractable complex partial epilepsy. *Acta Neurologica Scandinava* 86(6), 545-554, 1992.
127. Chu, H. Taxonomy of inlinking Web entities: what does it imply for webmetric research ? *Library & Information Sciences Research*, 27, 8-27, 2005.
128. Claflin, S., Eddins, B. & Eicher, D. Looking through an inclusive lens : training secondary education student teachers to apply principles of universal design. *National Social Science Association*, 39, 8-17, 2012.
129. Claverie, B. & Rougier, A. Positive emotional reaction in intracarotid sodium amytal (Wada) procedures. *Journal of epilepsy* 7, 137-143, 1996.
130. Claverie, B. La transdisciplinarité: à travers les réseaux de savoir. *Documents i-revues*, 1-19, 2009.
131. Claverie, B. Pluri-, inter-, transdisciplinarité ou le réel décomposé en réseaux de savoir. *Projectics*, 5-27, 2010.
132. Claverie, B. *La Cognitive*. Ed. Harmattan, Paris, 2005.
133. Claverie, B. *L'homme augmenté, néotechnologies pour un dépassement du corps et de la pensée*. Paris, L'Harmattan, 2010.
134. Claverie, B., Lespinet-Najib, V. & Fouillat, P. Pervasion transparence et cognition augmentée. *Revue des Interactions Humaines Médiatisées*, 10, 85-99, 2009.
135. Cohen, A. Attentional deficits in chronic schizophrenia. *Dissertation Abstract International* 43, 288, 1982.
136. Cohen, G. Hemispheric differences in serial versus parallel processing. *Journal of experimental psychology* 97, 346-356, 1973.
137. Cohen, H. Pourquoi il est difficile d'élaborer un modèle de spécialisation cérébrale hémisphérique. In *neuropsychologie expérimentale et clinique*. Ed. Gaëtan Morin, Canada, chapitre 4, 123-175, 1993.
138. Cohen, H., Levy, JJ. & Braun CMJ. La spécialisation hémisphérique cérébrale. In *neuropsychologie expérimentale et clinique*. Ed. Gaëtan Morin, Canada, chapitre 1, 11-50, 1993.
139. Colinson, S., Mackay, C., Jiaqing, O., James, A. & Crow, T. Dichotic listening impairments in early onset schizophrenia are associated with reduced left temporal lobe volume. *Schizophrenia research*, 112, 24-31, 2009.
140. Collins, HM. The structure of knowledge. *Social Research*, 60, 95-116.
141. Coltheart, M. Deep dyslexia: a right hemisphere hypothesis. In *Deep dyslexia*. M. Coltheart, K.E. Patterson & J.C. Marshall (Eds.), Londres: Routledge and Kegan Paul, 326-380, 1980.
142. Coney, J. Lateral asymmetry in phonological processing: relating behavioral measures to neuroimaged structures. *Brain and Language*, .
143. Cooper, A. *The inmates are running the asylum*. Indian- apolis, SAMS Publishing, 1999.
144. Coppus, A., Evenhuis, H., Verberne, GJ., Visser, F., Van Gool, P., Eikelenboom, P. & Van Duijn, C. Dementia and mortality in persons with Down syndrome, *Journal of Intellectual Disability Research*, 50, 768-777, 2006.
145. Corballis, MC. & Sergent, J. Imagery in a commissurotomed patient. *Neuropsychologia* 26, 13-26, 1988.
146. Corkin, S. Tactually-guided maze-learning in man: effects of unilateral excisions and bilateral hippocampal lesions. *Neuropsychologia* 3, 339-351, 1965.
147. Corsi, P. Human memory and medial temporal region of the brain. *Thèse de l'Université de McGill de Montréal*, 1972.

148. Cowan, R. Expert systems: aspects of and limitations to the codifiability of knowledge. *Research Policy*, 30, 9, 1355-1372, 2001.
149. Cowan, R., David, P. & Foray, D. The explicit economics of knowledge codification and tacitness. *Industrial and Corporate Change* 6, 3, 211-253, 2000.
150. Craik, FIM. & Lockhart, RS. Levels of processing: A framework for memory research. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior* 11, 671-684, 1972.
151. Craik, FIM. & Tulving, E. Depth of processing and the retention of words in episodic memory. *Journal of experimental psychology: general* 104, 268-294, 1975.
152. Crawford, JR., Garthwaite, PH., Howell, DC. & Gray, CD. Inferential methods for comparing a single case with a control sample: Modified T-tests versus mycroft et al.'s (2002) modified ANOVA. *Cognitive neuropsychology*, 21, 750-755, 2004.
153. Crawford, JR., Garthwaite, PH. & Porter, S. point and interval estimates of effect size for case-controls design in neuropsychology: rational, methods, implementations and proposed reporting standards. *Cognitive neuropsychology*, 27, 245-260, 2010.
154. Crawford, JR., Garthwaite, PH. & Wood, LT. Inferential methods for comparing two single cases. *Cognitive neuropsychology*, 27, 377-400, 2011.
155. Crayton, L. & Olivier C. *Assessment of cognitive functioning in persons with Down syndrome who develop Alzheimer disease*, In J. M. Berg, H. Karlinsky and A. J. Holland (Eds.), *Alzheimer disease, Down syndrome and their relationship*, Oxford, England: Oxford University Press, 1993.
156. Cronin, B., Snyder, HW., Rosenbaum, H., Martinson, A. & Callahan, E. Invoked on the web. *Journal of the American Society of Information Science*, 49(14), 1319-1328, 1998.
157. Crowell, HJ., & Wenzel, DN. *U.S. Patent No. 20,120,303,798*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office, 2012.
158. Cunningham, DJ. Right handedness and left-brainness. *Journal of Royal Anthropological Institute of Great Britain and Ireland* 22, 273-296, 1902.
159. Cuxac, C. *La langue des signes française, les voies de l'iconicité*. Ed. Ophrys, 2000.

- D -

160. Dagron, J. *Sourds et soignants, deux mondes, une médecine*. Paris, Ed Hermès, 1999.
161. Dagron, J. *Les silencieux, chroniques de vingt ans de médecine avec les sourds*. Ed. Presse Pluriel, 2008.
162. Dagron, J. Surdité, accessibilité linguistique et accès aux soins. *Responsabilité*, 11, 14-16, 2011.
163. Dalla Piazza, S., & Dan, B. *Handicaps et déficiences de l'enfant*. De Boeck Supérieur, 2001.
164. Dalle-Naz bi, S. & Lachance, N. Sourds et médecine : impact des représentations sur les conditions d'accès aux soins. Regards croisés France-Québec. *Interrogations*. 6, 78-94, 2008.
165. Damasio, AR. *L'Erreur de Descartes*, Ed. Odile Jacob, 1995.
166. Danfort GS. Universal Design people with vision, hearing, and mobility impairments evaluate a model building. *Spring*, 27, p. 91-94, 2003.
167. Darbellay, F. *Interdisciplinarité et transdisciplinarité en analyse des discours. Complexité des textes, intertextualité et transtextualit *. Ed. Slatkine, Genève, 2005.
168. Darbellay, F. & Paulsen, T. Le défi de l'inter- et transdisciplinarité: enjeux et fondements théoriques. *Le défit de l'inter- et transdisciplinarité: concepts, methods et pratiques innovantes dans l'enseignement et la recherché*. Ed. Presses polytechniques et universitaires romandes, 1-12, 2008.
169. Darbellay, F. Cockell, M., Billotte, J. & Waldvogel, F. *A vision of transdisciplinarity*. Ed. EPFL Press, Lausanne, 2008.
170. Dautriat, H. *Le questionnaire*. Ed. Institut des Sciences Humaines Appliqu es, 1959.

171. Davallon, J. & Jeanneret, Y. La fausse evidence du lien hypertexte. *Communication et langages*, 140, 43-54, 2004.
172. Davies, KG., Hermann, BP., Dohan, Jr FC., Foley, KT., Bush, AJ. & Wyler, AR. Relationship of hippocampal sclerosis to duration and age of onset of epilepsy, and childhood febrile seizures in temporal lobectomy patients. *Epilepsy research* 24, 119-126, 1996.
173. Davis, FD. Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS quarterly*, 319-340, 1989.
174. Deb, S., Kare, M., Prior, L. & Bhaumik S. Dementia screening questionnaire for individuals with intellectual disabilities. *British Journal of psychiatry*, 190, 440-444, 2007a.
175. Deb, S., Hare, M. & Prior L. (2007b) "Symptoms of dementia among adults with Down syndrome: a qualitative study" *Journal of Intellectual Disability Research*, volume 5I, Part 9 pp. 726-739, 2007b.
176. Delacour, J. *Biologie de la conscience*. Paris: Presses Universitaires de France, Que sais-je ?, 1988.
177. Delaney, RC., Rosen, AJ., Mattson, RH. & Novelly, RA. Memory function in focal epilepsy: a comparison of non-surgical, unilateral temporal lobe and frontal lobe samples. *Cortex* 16(1), 103-17, 1980.
178. Delaney, RC. & Prevey, ML. Short-term retention with lateralized temporal lobe epilepsy. *Cortex* 22, 591-600, 1982.
179. Delis, DC. Neuropsychological assessment of learning and memory. In *Handbook of neuropsychology* F.Boller & J. Grafman (Eds.), New York, 3-25, 1989.
180. Deonna, T., Peter, C. & Ziegler, AL. Adult follow-up of the acquired aphasia-epilepsy syndrome in childhood. Reports of 7 cases. *Neuropediatrics* 20, 132-138, 1989.
181. Derrnell, RD. Prediction of unilateral brain dysfunction using Wechsler test scores. *Journal Consulting Clinical and Psychology* 2, 278-284, 1964.
182. Deruelle, C. & Schonon de, S. Hemispheric asymmetries in visual pattern processing in infancy. *Brain and cognition* 16, 151-179, 1991.
183. Dessimoz, JD. *La Cognitive : définitions et métriques pour les sciences cognitives et la cognitive automatisées*. Ed. Robotics, Suisse, 2008.
184. De Thibault, T. & Prual, C. Du vieillissement. In *Penser le handicap mental*. G. Zribi & JL. Chapellier, ed. ENSP, Rennes, p. 239-251, 2005.
185. Devailly, JP. Design universel: un nouveau paradigme pour l'accessibilité? *Journal de réadaptation médicale*, 30, 93-95, 2010.
186. Dige, N., Maahr, E. & Backenroth-Ohsako, G. Reduced capacity in a dichotic memory test for adult patients with ADHD. *Journal of Attention Disorders*, 13, 677-683, 2010.
187. Dikmen, S., Matthews, CG. & Harley, JP. The effect of early versus late onset of major motor epilepsy upon cognitive-intellectual performance. *Epilepsia* 16, 73-81, 1975.
188. Dikmen, S., Matthews, CG. & Harley, JP. Effect of early versus late onset of major motor epilepsy on cognitive-intellectual performance: further considerations. *Epilepsia* 18(1), 31-36, 1977.
189. Dillon, A. & Morris, M. User acceptance of information technology: theories and models. *Annual review of information science and technology*. 3-32, 1996.
190. Dillon, A. & Morris, MG. Power, perception and performance: from usability engineering to technology acceptance with the P3 model of user response. In *43<sup>rd</sup> Annual conference of the human factors and ergonomics society*. Santa monica, CA, HFES, 1999.
191. Diniz-Marmayou, C., N'kaoua, B. & Lespinet-Najib, V. Profil mnésique préopératoire des patients présentant une épilepsie temporale unilatérale: oubli ou problème d'apprentissage. *Revue neurologique*, 163, 59-60, 2007.
192. Dodrill, CB. Correlates of generalized tonic-clonic with intellectual, neuropsychological, emotional, and social function in patients with epilepsy. *Epilepsia* 27(4), 399-411, 1986.

193. Dodrill, CB. Neuropsychology. In *Coprehensive Epileptology*. M., Dam & L. Gram (Eds.) New York: Raven Press, 473-484, 1990.
194. Dodrill, CB. & Matthews, CG. The role of neuropsychology in the assessment and treatment of persons with epilepsy. *American Psychologist* 47(2), 1139-1142, 1992.
195. Dodrill, CB. & Wilensky, AJ. Neuropsychological abilities before and after 5 years of stable antiepileptic drug therapy. *Epilepsia* 32, 327-334, 1992.
196. Domen, CH. The processing of phonological and orthographic representations of print in the left and right cerebral hemispheres. *Dissertation Abstracts International. Section B: The Sciences and engineering* 72, 1811, 2011.
197. Dressen-Hammouda D. & Drot-Delange B. Expertise et maîtrise des structures informationnelles : le cas de la documentation professionnelle en ligne pour les concepteurs web, *Actes du Colloque «Evolutions technologiques et information professionnelle »*, GRESEC, Université Stendhal Grenoble III, 2009.
198. Dretske, F. *Knowledge and the flow of Information*. Cambridge, ed. MIT Press, 1981.
199. Driedger, D. *The last civil rights movement*. Hurst and co. (Ed.), Londres, 1989.
200. Dryer, R., Beale, IL. & Lambert, AJ. The balance model of dyslexia and remedial training: an evaluative study. *Journal of learning disabilities* 32, 174-186, 1999.
201. Duchowski, AT. *Eye tracking methodology : theory and practice*. Ed Springer, 2007.
202. Dumas, JS., & Redish, JC. *A practical guide to usability testing*. Intellect Limited, 1999.
203. Dupuy, J. Structure de la page Web: texte et paratexte. *RIHM-Revue des Interactions Humaines Médiatisées*, 9(1), 25-42, 2008.
204. Durkheim, E. *Les règles de la methode sociologique*. Ed. Flammarion, 1999.
205. Dutchek, JM. & Balota, DA. Failure to control prepotent pathways in early stage demantia of the Alzheimer's type: evidence from dichotic listening. *Neuropsychology*, 19, 687-695, 2005.
206. Duvernois, HM. *The human hippocampus - An atlas of applied anatomy*. Berlin: J.F. Bergman Verlag München, 1988.

- E -

207. Eberstaller, O. *Das Stirnhirn. Ein beitrag zur anatomie des obserstache des grosshirns*. Wien & Leipzig: Urban & Schwartzenberg, 1890.
208. Ebert, DA. & Heckerling, PS. Communication with deaf patients. Knowledge, beliefs and practices of physicians. *JAMA*, 273, 227-229, 1995.
209. Ellis, AW., Hillam, JC., Cardno, A. & Kay, J. Processing of words and faces by patients with left and right temporal lobe epilepsy. *Behavioural neurology* 4, 121-128, 1991.
210. Emmorey, K. & Corina, D. Hemispheric specialization for ASL signs and English words: differences between imageable and abstract forms. *Neuropsychologia* 31, 645-653, 1993.
211. Engel Jr, J. Surgery for seizures. *New England Journal of Medicine*, 334(10), 647-653, 1996.
212. Engelberts, NH., Klein, M., Adèr, HJ., Heimans, JJ., Trenité, DG., & Van der Ploeg, HM The effectiveness of cognitive rehabilitation for attention deficits in focal seizures: a randomized controlled study. *Epilepsia*, 43(6), 587-595, 2002.
213. Entus, AK. Hemispheric asymmetry in processing of dichotically presented speech and non speech stimuli by infants. In *Language development and neurological theory* S.J. Segalowitz & F.A. Gruber (Eds.), New York: Academic Press, 64-74, 1977.
214. Ermine, JL. *Les systèmes de connaissances*. Paris, Ed. hermès sciences publications, 1996.
215. Ermine, JL. *Management et ingénierie des connaissances, modèles et méthodes*. Paris, Hermès-Lavoisier, 2008.
216. Eustache, F. & Faure, S. *Manuel de Neuropsychologie*. Paris: Dunod, 1996.

217. Eustache, F., Lechevalier, B. & Viader, F. *Les Méthodes de la neuropsychologie: séminaires Jean-Louis Signoret*. De Boeck Université, Bruxelles, 2001.
218. Evenhuis, HM., Kergen, MMF. & Eurlings MH. *Dementia Questionnaire for People with Learning Disabilities*. UK adaptation, Harcourt Assessment, San Antonio, 2007.
219. Everts, R., Lidza, K., Wilke, M., Kiefer, C., Mordasini, M., Schroth, G., Perrig, W. & Steinlin, M. Strengthening of laterality of verbal and visuo-spatial functioning childhood and adolescence. *Human Brain Mapping* 30, 473-483, 2009.

- F -

220. Faculty for learning Disabilities. *Dementia and people with learning disabilities: guidance on the assessment, diagnosis, treatment and support of people with learning disabilities who develop dementia*. Ed. The British Psychology Society, 2009.
221. Fagan, JC. & Fagan, B. An accessibility study of state legislative Web sites government. *Information Quarterly*, 21, pp.65-85, 2004.
222. Falkenberg, LE. & Specht, K., Westerhausen, R. Attention and cognitive control networks assessed in a dichotic listening fMRI study. *Brain and Cognition*, 76, 276-285, 2011.
223. Faure S. Stimulation en champ visuel divisé et spécialisation hémisphérique pour l'activité lexicosémantique. In F. Eustache et al. (Eds). *Les méthodes en neuropsychologie*, Bruxelles: De Boeck, 109-136, 2001.
224. Faure, S. Les analyses en champ visuel divisé. Le point sur les méthodes en neuropsychologie. *Atelier INSERM 142*, Montpellier, 17-19 mars 2003.
225. Fedio, P. & Mirsky, AF. Selective intellectual deficits in children with temporal lobe or centrencephalic epilepsy. *Neuropsychologia* 7, 287-300, 1969.
226. Fedio, P., August, A., Patronas, N., Sato, S. & Kufta, C. Semantic, phonological and perceptual changes following left and right intracarotid injection (Wada) with a low amytal dosage. *Brain and Cognition* 33, 98-117, 1997.
227. Fernandes, MA., Smith, ML., Logan, W., Crawley, A. & McAndrews, MP. Comparing language lateralization determined by dichotic listening and fMRI activation in frontal and temporal lobes in children with epilepsy. *Brain and Language*, 96, 106-114, 2006.
228. Fiebach, C. & Friederici, A. Processing concrete words: fMRI evidence against a specific right-hemisphere involvement. *Neuropsychologia* 42, 62-70, 2003.
229. Fisher, R. & Craik, FIM. The interaction between encoding and retrieval operations in cued recall. *Journal of experimental psychology: human learning and memory* 3, 701-711, 1977.
230. Fiszdon, JM., Whelahan, H. Bryson, GJ., Wexler, BE. & Bell, MD. Cognitive training of verbal memory using a dichotic listening paradigm: impact on symptoms and cognition. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 112, 187-193, 2005.
231. Flanagan, JC. The critical incident technique. *Psychological Bulletin*, 51, 327-358, 1954.
232. Foddy, W. *Constructing questions for interviews and questionnaires: theory and practice in social research*. Cambridge university press, 1994.
233. Fodor, JA. *La modularité de l'esprit: essai sur la psychologie des facultés*. Paris: Les Editions de Minuit, 1986.
234. Foster, LM., Hynd, LM., Morgan, AE. & Hugdahl, K. Planum temporale asymmetry and ear advantage in dichotic listening in developmental dyslexia and ADHD. *Journal of the International neuropsychological Society*, 8, 22-36, 2002.
235. Fougéyrollas, P., Chartier, H., Bergeron, H., Côté, J., Côté, M., St-Michel, G. & Blouin, M. *Révision de la proposition québécoise de classification. Processus de production du handicap*. Ed. CQCIDIH/S, Québec, 1989.

236. Fougeyrollas, P. Cloutier, R., Bergeron, H., Côté, J. & St-Michel, G. *Classification québécoise: processus de production du handicap*. Réseau International sur le Processus de production du handicap, Québec, 1998.
237. Fougeyrollas, P & Noreau, L. L'environnement physique et social: une composante conceptuelle essentielle à la compréhension du processus du handicap. In *Handicap: de la différence à la singularité*. Ed. Médecine & Hygiène, Chêne-Bourg, Suisse, pp. 47-69, 2007.
238. Franck, JE., Pokorny, J., Kundel, DD. & Schwartzkroin, PA. Physiological and morphological characteristics of granule cell circuitry in human epileptic hippocampus. *Epilepsia* 36, 543-558, 1995.
239. Frisk, V. & Milner, B. The relationship of working memory to the immediate recall of stories following unilateral temporal or frontal lobectomy. *Neuropsychologia* 28(2), 121-135, 1990.
240. Fürnkranz, J. Using links for classifying web-pages. *Technical report OEFAL-TR-98-29, Austrian Research Institute for Artificial Intelligence*, 1998.

- G -

241. Gadea, M. & Espert, RA comparison of the effects for sustained versus shifted attention on dichotic listening performance. *Laterality*, 14, 315-327, 2009.
242. Gadea, M., Espert, RA., Salvador, A. & Marti-Bonmati, L. The sad, the angry, and the asymmetrical brain: dichotic listening studies of negative affect and depression. *Brain and Cognition*, 76, 294-299, 2011.
243. Gainotti, G., Caltagirone, C. & Miceli, G. Selective impairment of semantic-lexical discrimination in right-brain-damaged patients. In *Cognitive processing in the right hemisphere*. New York, Academic Press, 149-167, 1983.
244. Gallais, E. & Said, AA. Les coordonnées culturelles du geste. In. B. Bril & V. Rous (Eds) *Les gestes technique. Réflexions méthodologiques et anthropologiques*, Paris, Eres, 283-297, 2002.
245. Gastaut, H. *Dictionnaire de l'épilepsie*, Paris, 1973.
246. Gavriloff, I. & Jarrosson, B. *Une fourmi de 18 mètres ... ça n'existe pas*. Ed. Dunod, 3<sup>ème</sup> édition, 2011.
247. Gibbons, M. *The new production of knowledge: the dynamics of science and research in contemporary society*, Ed. Sage, London, 1994.
248. Gil, R. *La neuropsychologie*. Ed. Masson, Paris, 2010.
249. Gillot D. *Le droit des sourds : 115 propositions, Rapport au premier ministre*. Ed. La documentation Française, Paris, 1998.
250. Giovagnoli, AR. Verbal semantic memory in temporal lobe epilepsy. *Acta neurologica scandinavica*, 99(6), 334-339, 1999.
251. Giovagnoli, AR., Erbetta, A., Villani, F., & Avanzini, G. Semantic memory in partial epilepsy: verbal and non-verbal deficits and neuroanatomical relationships. *Neuropsychologia*, 43(10), 1482, 2005.
252. Glanville, BB., Best, CT. & Levenson, RA. Cardiac measure of cerebral asymmetry in infant auditory perception. *Development of Psychology* 13, 54-59, 1977.
253. Gleissner, U., & Elger, CE. The hippocampal contribution to verbal fluency in patients with temporal lobe epilepsy. *Cortex: A Journal Devoted to the Study of the Nervous System and Behavior*, 2001.
254. Glovinsky, H. Cognitive deficits in temporal lobe epilepsy. *Journal of Nervous Mental Disease* 157, 129-137, 1973.
255. Goffman, E. *Stigmate : les usages sociaux des handicaps*. Paris, Les Editions de Minuit, 1975.
256. Goldstein, LH. & Polkey, CE. Short-term cognitive changes after unilateral temporal lobectomy or unilateral amygdalo-hippocampectomy for the relief of temporal lobe epilepsy. *Journal of Neurology, Neurosurgery and psychiatry* 56, 135-140, 1993.

257. Goode, DJ, Manning, AA. & Middleton, JF. Cortical laterality and asymmetry of the Hoffmann reflex in psychiatric patients. *Biological psychiatry* 16, 1137-1152, 1981.
258. Gootjes, L., Bouma, A. Van Strien, JW., Van Schijndel, R. Barkhof, F. & Scheltens, P. Corpus callosum size correlates with asymmetric performance on a dichotic listening task in healthy aging but not in Alzheimer's disease. *Neuropsychologia*, 4, 208-217, 2006.
259. Gotteland, D. & Haon, C. *Développer un nouveau produit: méthodes et outils*. Ed. Pearson Education, 2005.
260. Gramstad, A., Engelsen, B.A. & Hugdahl, K. Left hemisphere dysfunction affects dichotic listening in patients with temporal lobe epilepsy. *International Journal of neuroscience*, 113, 1177-1196, 2003.
261. Gramstad, A., Engelsen, B.A. & Hugdahl, K. Dichotic listening with forced attention in patients with temporal lobe epilepsy: significance of left hemisphere cognitive dysfunction. *Scandinavian Journal of psychology*. 47, 163-170, 2006.
262. Grant, RM. Toward a knowledge-based theory of the firm. *Strategic management Journal*. 17, 109-122, 1996.
263. Green MF., Hugdahl, K. & Mitchell, S. Dichotic listening during auditory hallucinations in patients with schizophrenia. *Journal of Psychiatry*, 151, 357-362, 1994.
264. Grimes, AM., Grady, CL., Foster, NL., Sunderland, T. & Patronas, NJ. Test-retest reliability of a dichotic digits test for assessing central auditory function in Alzheimer's disease. *Neurology*, 356, 252-258, 1985.
265. Grote, CL., Pierre-Louis, SJC, Smith, MC., Roberts, RJ. & Varney NR. Significance of unilateral ear extinction on the dichotic listening test. *Journal of Clinical and Experimental neuropsychology*. 17, 1-8, 1995.
266. Guérin, FLA., Daniellou, F., Durrafourg, J., & Kerguellen, A. Comprendre le travail pour le transformer. *La pratique de l'ergonomie*. Collection Outils et Méthodes, 1991.

- H -

267. Haettig, H., Burckhardt, K., Bengner, T., Meencke, HJ. Differential effects of temporal-cortical and hippocampal lesions on dichotic listening. *Epilepsia*, 44, 65, 2003.
268. Hackos, JT., & Redish, J. *User and task analysis for interface design* (pp. 375-404). New York: Wiley, 1998.
269. Hackos, JT., & Redish, JC. User and task analysis for interface design. *SIGCHI Bulletin*, 31(3), 19, 1999.
270. Hahdahl, KI. & Pal Mo Jonsen BH. Laterality for facial expressions: does the sex of the subject interact with the sex of the stimulus face? *Cortex* 29, 325-331, 1993.
271. Hahn, C. Neuhaus, A., Pogun, S., Dettling, M., Kotz S., Brüne E. & Güntürkün, M. Smoking reduces language lateralization: a dichotic listening study with control participants and schizophrenia. *Brain and Cognition*, 76, 300-309, 2011.
272. Hale, T. Zaidel, E., McGough, J. Philips, J. & McCracken, J. Atypical brain laterality in adults with ADHD during dichotic listening for emotional intonation and words. *Neuropsychologia*, 44, 896-904, 2006.
273. Hale, T. Loo, SK, Zaidel, E. hanada, G., Macion, J. & Smalley SL. Rethinking a right hemisphere deficit in ADHD. *Journal of Attention Disorders*, 13, 3-17, 2009.
274. Hall, R. A framework for linking intangible resources and capabilities to sustainable competitive advantage. *Strategic Management Journal*, 14, 607-618.
275. Hamonet, C. *Les personnes en situation de handicap*. Puf, collection que sais-je ?, 2010.



276. Han, MW., Ahn, JH., Kang, JK., Lee, EM., Lee, JH., Bae, JH. & Chung JW. Central auditory processing impairment in patients with temporal lobe epilepsy. *Epilepsy & behavior*, 20, 370-374, 2011.
277. Harrison, M., & Thimbleby, H. (Eds.). *Formal methods in human-computer interaction* (Vol. 2). Cambridge university press, 1990.
278. Hécaen, H. *Introduction à la Neuropsychologie*. Paris: Larousse, 1972.
279. Hécaen, H. *Les Gauchers*. Paris: Presses Universitaires de France, 1984.
280. Hécaen, H. & Dubois, J. *La naissance de la neuropsychologie du langage (1825-1865)*. Ed. Flammarion, 1969.
281. Hécaen, H. & Lanteri-Laura, G. *Les Fonctions du cerveau*. Paris: Masson, 1983.
282. Helmstaedter, C., Polh, C., Hufnager, A. & Elger, CE. Visual learning in non-resected patients with right temporal lobe epilepsy. *Cortex* 27, 547-555, 1991.
283. Hermann, BP., Wyler, AR., Richey, ET. & Rea, JM. Memory function and verbal learning ability in patients with complex partial seizures of temporal lobe origin. *Epilepsia* 28, 547-554, 1987.
284. Hermann, BP., Whitman, S., Hughes, JR., Melyn, MM. & Dell, J. Multi-etiological determinants of psychopathology and social competence in children with epilepsy. *Epilepsy research* 2, 51-60, 1988.
285. Hermann, BP., Seidenberg, M., Haltiner, A. & Wyler, AR. Adequacy of language function and verbal memory performance in unilateral temporal lobe epilepsy. *Cortex* 28, 423-433, 1992.
286. Hermann, BP., Seidenberg, M., Haltiner, A. & Wyler, AR. Relationship of age at onset, chronological age, and adequacy of preoperative performance to verbal memory change after anterior temporal lobectomy. *Epilepsia* 36(2), 137-145, 1995.
287. Heroux, S. & Dmers, C. Gestion des informations sur un site web. *Gestion* 34, 37-45, 2009.
288. Hertzum, M. Images of usability. *International journal of Human-Computer Interaction*. 26, 567-600, 2010.
289. Hochman, E. & Eviatar, Z. Does each hemisphere monitor ongoing process in the contralateral one? *Brain and Cognition* 55, 314-321, 2004.
290. Holländer, A., Corballis, M. & Hamm, J. Visual-field asymmetry in dual-stream RSVP. *Neuropsychologia*, 43, 35-40, 2005.
291. Hollants-Gilhuis, M. Spekrijse, F. Gijsberti-Hodenpijl, M. Karten, Y. & Spekrijse, H. Visual half-field contrast sensitivity in children with dyslexia. *Documenta Ophthalmologica* 96, 293-303, 1998.
292. Holthausen, E. Wiersma, D., Siskoorn, M., Hijman, R., Dingemans, PM., Schene, AH. & van den Bosch, R. Schizophrenic patients without neuropsychological deficits: subgroup, disease severity or cognitive compensation? *Psychiatry Research*, 112, 1-11, 2002.
293. Honda, H. Effects of translational background motion on visual localization. *Japanese Psychological research* 42, 207-213, 2000.
294. Hongkeun, K. & Cohen, L. Variations in characteristics perceptual asymmetry: modality specific and modality general components. *Brain and Cognition* 19, 21-47, 1992.
295. Houde, C. An experimental study on functional hemispheric lateralization in cognitive processing Arabic numerals and numeral in capitals of Chinese characters. *Acta psychologica Sinica* 28, 209-214, 1996.
296. Houde, C. Task difficulty in perceptual identification of stimulus and distributive across two hemispheres. *Acta Psychologica Sinica* 37, 14-18, 2005.
297. Houser, CR., Miyashiro, JE., Swartz, BE., Walsh, GO., Rich, JR. & Delgado-Escueta, AV. Altered patterns of dynorphin immunoreactivity suggest mossy fiber reorganization in human hippocampal epilepsy. *Journal of neurosciences* 10, 267-282, 1990.
298. Howell, WE., Reddy, HN., & Wang, DS. *U.S. Patent No. 5,276,901*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office, 1994.

299. Howells, J. Tacit knowledge, innovation and technology transfer. *Technology analysis and strategic management* 8, 91-106, 1996.
300. Huart, J., Kolski, C. & Sagar, M. Evaluation of multimedia applications using inspection methods: The Cognitive Walkthrough case, *Interacting with Computer*, 16, 183-215, 2004.
301. Hugdahl, K. Functional brain asymmetry, dyslexia and immune disorders. In *Dyslexia and development: neurobiological aspects of extra-ordinary brains*. Albert, M. (ED.) Cambridge, Harvard University Press, 133-154, 1993.
302. Hugdahl, K. Dichotic listening: probing temporal lobe integrity. In R.J. Davidson & K. Hugdahl (eds.) *Brain asymmetry*, Cambridge: MIT Press, 123-156, 1995.
303. Hugdahl, K. Dichotic listening in the study of auditory laterality. In K. Hugdahl (ed.) *The asymmetrical brain*, 2002.
304. Hugdahl, K., Carlsson, G., Uvebrant, P. & Lundervold, A.J. Dichotic-listening performance and intracarotid injections of amobarbital in children and adolescents. Preoperative and postoperative comparisons. *Archives of neurology*, 54, 1494-1500, 1997.
305. Hugdahl, K., Ellersten, B., Waaler, P.E. & Klove, H. Left and right-handed dyslexic boys: an empirical test of some assumptions of Geschwind-Behan hypothesis. *Neuropsychologia* 27, 223-231, 1989.
306. Hugdahl, K., Loberg, E.M., Jorgensen, H., Lundervold, A., Lund, A., Green, M.F. & Rund, B. Left hemisphere lateralization of auditory hallucinations in schizophrenia: a dichotic listening study. *Cognitive neuropsychiatry*, 13, 166-179, 2008.
307. Hutchinson, N. & Oakes, P. Further evaluation of criterion validity of the severe impairment battery for the assessment of cognitive functioning in adults with Down syndrome. *Journal of Applied Research in Intellectual Disabilities*, 24, 172-180, 2011.
308. Hynd, G.W. Treating dyslexia: an unique neuropsychological approach. *PsyCritiques*, 37, 261, 1992.

- I -

309. Iaccino, J.F. Are there Developmental differences in brain lateralization? In *Left brain-Right brain differences*. New Jersey: LEA, 183-203, 1993.
310. Ichbiah, D. *Les nouveaux héros d'internet : la folle histoire du web et de la nouvelle économie*. Ed. Mille et une nuits, Paris, 2000.
311. Ince, E. & Christman, S.D. Semantic representations of word meanings by the cerebral hemispheres. *Brain and Language* 80, 393-420, 2002.
312. International League Against Epilepsy. Proposal for revised clinical and electroencephalographic classification of epileptic seizures. *Epilepsia* 22, 489-501, 1981.
313. International League Against Epilepsy. Proposal for revised classification of epilepsies and epileptic syndromes. *Epilepsia* 30, 389-399, 1989.
314. Incissa della Rocchetta, A. Classification and recall of pictures after unilateral frontal or temporal lobectomy. *Cortex* 22, 189-212, 1986.
315. ISO 9241-10 *Ergonomics requirements for office work with visual display terminals – part 10 dialogues principles*. Draft International Standard, 1994.
316. ISO 9241-11, *Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) Part 11: guidance on usability*. Geneva, Switzerland, 1998.
317. ISO/IEC 13407 Human-Centred Design Processes for Interactive Systems, 1999.
318. ISO/IEC 16982 « Méthodes d'utilisabilité pour la conception centrée sur l'opérateur humain », Oct. 2002.

- J -

319. Jaccarino, G. Dual encoding in memory: evidence from temporal-lobe lesions in man. Thèse de l'Université McGill de Montréal, 1975.
320. Jackson, HH. *Selected writings*. J. Taylor (ed.) Londres: Hodder & Stoughton, 1890.
321. Jacobsen, NE. & John, BE. Two Case Studies In Using Cognitive Walkthrough For Interface Evaluation, *Technical Report Carnegie Mellon University*, Pittsburgh, CMU-CS-00-132/CMU-HCI- 00-10, 2000.
322. Jallon, P. Epilepsie: définitions et classifications. *Revue de neuropsychologie* 7, 93-114, 1997.
323. Jeffrey, MS., Keiko GY. & Huston, LC. Dichotic Listening Performance in Young Adults Using Low-Pass Filtered Speech. *Journal of the American Academy of Audiology*, 23, 192-205, 2012.
324. Jervis, N. & Prinslo, L. How we developed a multidisciplinary screening project for people with Down syndrome given the increased prevalence of early onset dementia", *British Journal of Learning Disabilities*, 36, 13-21, 2008.
325. Johnsen, B. & Hugdahl, K. Hemispheric asymmetry in conditioning to facial emotional expressions. *Psychophysiology* 28, 154-162, 1991.
326. Johnson, HW., & Graham, M. *High-speed digital design: a handbook of black magic* (Vol. 1, p. 993). Prentice Hall PTR, 1993.
327. Johnson-Laird PN. *Mental models: Towards a cognitive science of language, inference and consciousness*, Cambridge, Cambridge University, 1993.
328. Jones-Gotman, M. Incidental learning of image-mediated or pronounced words after right temporal lobectomy. *Cortex* 15, 187-197, 1979.
329. Jones-Gotman, M. Right hippocampal excision in the learning and recall of a abstract designs. *Neuropsychologia* 24, 659-670, 1986.
330. Jones-Gotman, M. Commentary: psychological evaluation - testing hippocampal function. In *Surgical treatment of the epilepsies* J. Engel Jr (Ed.), New York: Raven Press, 203-211, 1987.
331. Jones-Gotman, M. Localization of lesions by neuropsychological testing. *Epilepsia* 32, S41-S52, 1991.
332. Jones-Gotman, M. & Milner, B. Right temporal-lobe contribution to image-mediated verbal learning. *Neuropsychologia* 16, 61-71, 1978.
333. Juan de Mendoza, JL. *Cerveau gauche, cerveau droit*. Paris: Flammarion, collection Dominos, 1995.
334. Juran, J. Pareto, Lorenz, K., Cournot, Bernouli, Juran and others. *Industrial Quality-Control*, vol 17, 25-27, 1960.

- K -

335. Kaplan, E. The process approach to neuropsychological assessment. *Aphasiology*, 2(3-4), 309-311, 1988.
336. Karat, CM., Campbell, R., & Fiegel, T. Comparison of empirical testing and walkthrough methods in user interface evaluation. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems* (pp. 397-404). ACM, 1992.
337. Kato, T. & Hori, M. Articulating the cognitive walkthrough based on an extended model of HCI. *Proceedings of HCI International*, Las Vegas, 2005.
338. Keita, L. & Bedoin, N. Hemispheric asymmetries in hierarchical stimulus processing are modulated by stimulus categories and their predictability. *Natality* 16, 333-355, 2011.
339. Kennard, MA. Age and other factors in motor recovery from precentral lesions in monkeys. *American Journal of physiology* 115, 138-146, 1936.

340. Kennard, MA. Reorganization of motor function in the cerebral cortex of monkeys deprived of motor and premotor areas in infancy. *Journal of Neurophysiology* 1, 47-496, 1938.
341. Kennard, MA. Cortical reorganization of motor function. *Archives of Neurology and Psychiatry* 48, 227-240, 1942.
342. Kesteman, JP. L'un, le multiple et le complexe. L'université et la transdisciplinarité. *Research academia*, 22, 5-29, 2004.
343. Khateb, A., Pegna, A. Michel, C., Custodi, M., Landis, T. & Annoni, J. Semantic category and rhyming processing in the left and right hemisphere. *Laterality* 5, 35-53, 2000.
344. Kitajima, M., Blackmon, MH. & Polson, P. A Comprehension-based model of Web navigation and its application to Web usability analysis. *People and Computer XIV*, pp. 357-373, 2000.
345. Kitajima, M. Cognitive Walkthrough for the web. *International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factors* (2nd Edition), Chapter 216, 2006.
346. Kimura, D. Cerebral dominance and the perception of verbal stimuli. *Canadian Journal of Psychology*, 15, 166-171, 1961.
347. Kimura, D. Speech lateralization in young children as determined by an auditory test. *Journal of comparative and physiological psychology* 56, 899-902, 1963.
348. Kimura, D. Functional asymmetry of the brain in dichotic listening. *Cortex* 3, 163-178, 1967.
349. King-Sears, M. Universal Design for learning: technology and pedagogy. *Learning Disability quarterly*, 32, 199-201, 2009.
350. Kintsch, W. The role of knowledge in discourse comprehension: a construction-integration model. *Psychological review*. 95, 63-182, 1988.
351. Kirakowski, J. & Corbette, M. SUMI: the software usability measurement inventory. *British Journal of educational Technology*. 24, 210-212, 1993.
352. Kirakowski, J. *WAMMI Web usability questionnaire*. <http://www.nomos.se/wammi/>, 2001.
353. Kirakowski, J., Claridge, N. & Whitehead, R. Human centered measured of success in web site design. In *Proceedings offourth conference on Human factors and the Web*. 2005.
354. Kleinberg, JM. Authorative sources in a hyperlinked environment. *Journal of the ACM*, 604-632, 1999.
355. Klove, H. & Matthews, CG. Psychometric and adaptive abilities in epilepsy with differential etiology. *Epilepsia* 7, 330-338, 1966.
356. Knox, C. & Kimura, D. Cerebral processing of non-verbal sounds in boys and girls. *Neuropsychologia* 8, 227-237, 1970.
357. Kobus, DA., Zino, TC., Lewandowski, L & Sturr, JF. Reading disability: a hemispheric asymmetry-informaion processing approach. *Perceptual and Motor skills* 1986, 63, 583-591, 1986.
358. Koch, A., Strobel, A., Kici, G., & Westhoff, K. Quality of the Critical Incident Technique in practice: Interrater reliability and users' acceptance under real conditions. *Psychology Science Quarterly*, 51(1), 3, 2009.
359. Koffka, K. *Principles of Gestalt psychology*, 1935.
360. Koivisto, M. & Laine, M. Lateralized free-associated priming: implications for the hemispheric organization of semantic memory. *Neuropsychologia* 33, 115-124, 1995.
361. Kompus, K., Specht, K., Juvodden HT., van Wageningen H. & Westerhausen, R. A forced-attention dichotic listening fMRI study on 113 subjects. 121, 240-247, 2012.
362. Krashen, SD. Lateralization, language learning and the critical period: some new evidence. *Language learning* 23, 63-74, 1973.
363. Kuhn, TS. *La structure des revolutions scientifiques*. Paris, Ed. Flammarion, Collection champs, 115, 1993.

364. Kuiper, NA., & Rogers, TB. Encoding of personal information: Self-other differences. *Journal of Personality and Social Psychology*, 37(4), 499, 1979.
365. Kurthen, M., Reichmann, K., Linke, DB., Biersack, HJ., Reuter, BM., Durwen, H. & Grünwald, F. crossed cerebellar dischisis in intracarotid sodium procedures: a SPECT study. *Acta Neurologica Scandinavica*, 81, 416-422, 1994.

- L -

366. Ladavas, E., Umilta, C. & Provinciali, L. Hemisphere-dependent cognitive performances in epileptic patients. *Epilepsia* 20, 193-203, 1979.
367. Lainé-Cruzet S. Documents, ressources, données : les avatars de l'information numérique. *Information-Interaction-Intelligence*, vol. 4, n°1, p 105-119, 2009.
368. Lam, A. Tacit knowledge, organizational learning and societal institutions: an integrated framework. *Organization Studies*, 31, 487-513, 2000.
369. Landow, GP. *Hypertext: The Convergence of Contemporary Critical Theory and Technology*. Baltimore: The John Hopkins University Press, 1992.
370. Landis, HK. & Markowitsch HJ. Subliminal perception of pictures in the right hemisphere. *Consciousness and Cognition: an international journal* 2, 225-236, 1993.
371. Langfitt, JT., & Rausch, R. Word-finding deficits persist after left anterotemporal lobectomy. *Archives of neurology*, 53(1), 72, 1996.
372. Laufter R. & Scavetta D. *Texte, hypertexte et hypermédia*. Paris, P.U.F, « Que sais-je ? » n°2629, 1992.
373. Lautrey, J. Les chemins de la connaissance. *Revue Française de Pédagogie* 96, 55-65, 1991.
374. Lawrence, RJ. Transgresser les frontières disciplinaires: l'exemple de l'écologie humaine. *Le défis de l'inter- et transdisciplinarité: concepts, méthodes et pratiques innovantes dans l'enseignement et la recherché*. Ed. Presses polytechniques et universitaires romandes, 223-238, 2008
375. Lazar, J., Dudley-Sponaugle, A., & Greenidge, KD. Improving web accessibility: a study of webmaster perceptions. *Computer in human Behavior*, 20, pp. 269-288, 2004.
376. Lee, GP., Loring DW., Varney, NR., Roberts, RJ., Newell, JR., Martin, JA., Smith, JR., King, DW. & Meador, KJ, Murro AM. Do dichotic word listening asymétries predict side of temporal lobe seizure onset? *Epilepsy research*, 19, 153-160, 2003.
377. Leleu-Merviel, S. Effets de la numérisation et de la mise en réseau sur le concept de document. *Information-Interaction-Intelligence*, vol. 4, n°1, p. 121-140, 2004.
378. Lenneberg, E.H. *Biological foundations of language*. New York: Wiley and son, 1967.
379. Leong, CK. Laterality and reading proficiency in children. *Reading research quarterly* 15, 185-202, 1980.
380. Lespinet-Najib, V., N'Kaoua, B., Rougier, A. & Claverie, B. Effect of early versus late onset of temporal lobe epilepsy on the severity and the nature of memory deficits. *Neuropsychologia* 40, 1591-1600, 2002.
381. Lespinet-Najib, V. Rougier, A., Claverie, B. & N'Kaoua, B. Déficiés ménsquies préopératoires, observes dans l'épilepsie temporale unilatérale, selon le mode de traitement sollicité et la nature de l'information traitée. *Revue de neuropsychologie* 14, 259-283, 2004.
382. Levy, J., Trevarthen, C.B. & Sperry, R.W. Perception of bilateral chimeric figures following hemispheric deconnexion. *Brain* 95, 61-78, 1972.
383. Levy-Agresti, J. & Sperry, R.W. Differential perceptual capacities in major and minor hemispheres. *Proceeding of the national Academy of Sciences* 61, 1151, 1968.
384. Lewis, J. IBM computer usability satisfaction questionnaires: psychometric evaluation and instructions for use. *International Journal of human-Computer*.7, 57-78, 1995.

385. Lewis, C. Polson, P., Wharton, C. & Rieman, J. Testing a walkthrough methodology for theory-based design of walk-up and use interface. *Proceeding of ACM Computer Human Interaction*, 235-242, 1990.
386. Lin, HX., Choong, YY., & Salvendy, G. A proposed index of usability: a method for comparing the relative usability of different software systems. *Behaviour & Information Technology*, 16(4-5), 267-277, 1997.
387. Lindell, AK. & Lum, JA. Priming vs. rhyming: orthographic and phonological representations in the left and right hemispheres. *Brain and Cognition* 68, 193-203, 2008.
388. Lindell, AK. & Nicholls, M. Cortical representation of the fovea: implications for visual half field research. *Cortex* 39, 111-117, 2003.
389. Lindell, A., Nicholls, M. & Castles, A. The effect of word length on hemispheric word recognition: evidence from unilateral and bilateral-redundant presentations. *Brain and Cognition* 48, 447-452, 2002.
390. Lindgaard, G. *Usability testing and system evaluation: A guide for designing useful computer systems* (pp. 221-246). London,, UK: Chapman & Hall, 1994.
391. Loberg, EM., Jorgensen, HA. & Hugdahl, K. Functional brain asymmetry and attentional modulation in young and stabilized schizophrenic patients: a dichotic listening study. *Psychiatry research*, 15, 281-287, 2002.
392. Loberg, EM., Jorgensen, HA. & Hugdahl, K. Dichotic listening in schizophrenic patients: effects of previous vs. ongoing auditory hallucinations. *Psychiatry Research*, 128, 167-174, 2004.
393. Loberg, EM., Jorgensen, HA., Green, MF., Rund, BR., Lund, A. Diseth, A., Oie, M. & Hugdahl, K. Positive symptoms and duration of illness predict functional laterality and attention modulation in shizophrenia. *Acta Psychiatrica scandinavica*, 113, 322-331, 2006.
394. Loiseau, P., Signoret, JL., Strube, E., Broustet, D. & Dartigues, JF. Nouveaux procédés d'appréciation des troubles de la mémoire chez les épileptiques. *Revue Neurologique* 138(5), 387-400, 1982.
395. Loring, DW., Lee, GP., Martin, RC. & Meador, KJ. Material-specific learning in patients with partial complex seizures of temporal lobe origin: convergent validation of memory constructs. *Journal of epilepsy* 1, 53-59, 1988.
396. Loring, DW., Lee, GP., Martin, RC. & Meador, KJ. Verbal and visual memory index discrepancies from the Weschler memory-scale-revised: caution in interpretation. *Psychological assessment: a journal of consulting and clinical psychology* 1, 198-202, 1989.
397. Loring, DW., Meador, KJ., Lee, GP., Murro, A.M., Smith, JR., Flanigin, HF., Gallagher, BB. & King, DW. Cerebral language lateralization: evidence from intracarotid amobarbital testing. *Neuropsychologia*, 28, 831-838, 1990.
398. Löwgren, J., & Nordqvist, T. Knowledge-based evaluation as design support for graphical user interfaces. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems* (pp. 181-188). ACM, 1992.
399. Lubart, T. *Psychologie de la créativité*. Ed. Armand Colin, collection cursus, 2011.

- M -

400. Mace, R. *Definitions: accessible, adaptable & universal design*, The center for universal Design (Ed.), 1990.
401. Machlup, F. Semantic Quirks in Studies of Information. In *The Study of Information*, Machlup F. & Mansfield U., John Wiley and Sons (Ed.), New York, 1983.
402. Magnussen, S., Sunde, B. & Dymes, S. Patterns of perceptual asymmetry inprocessing facial expression. *Cortex* 30, 215-229, 1994.
403. Mahatody, T., Sagar, M. & Kolski, C. State of the art on the cognitive walkthrough methods, its variants and evolutions. *International journal of Human computer intercraction*, 26, 741-785, 2010.

404. Maki, RH., & McCaul, KD. The effects of self-reference versus other reference on the recall of traits and nouns. *Bulletin of the Psychonomic Society; Bulletin of the Psychonomic Society*, 1985.
405. Malaspina, D. Bruder, D. Furman, G., Gorman, J. Berman, A. & Van Heertum, R. Schizophrenia subgroups differing in dichotic listening laterality also differ in neurometabolism and symptomatology. *The Journal of Neuropsychiatry and Clinical neuroscience*, 12, 485-492, 2000.
406. Manassis, K., Tannock, R. & Barbosa, J. Dichotic listening and response inhibition in children with comorbid anxiety disorders and ADHD. *Journal of the American academy of child and Adolescent psychiatry*, 39, 1152-1159, 2000.
407. Mancini, J., Schonen de, S., Deruelle, C. & Massoulier, A. Face recognition in children with early right or left brain damage. *Developmental medical child neurology* 36, 156-166, 1994.
408. Manning A., Goble, W., Markman, R. & LaBreche, T. lateral cerebral differences in the deaf in response to linguistic and nonlinguistic stimuli. *Brain and Language*, 4, 309-321, 1977.
409. Mantyla, T., & Nilsson, LG. Are my cues better than your cues? Uniqueness and reconstruction as prerequisites for optimal recall of verbal materials. *Scandinavian journal of psychology*, 24(4), 303-312, 1983.
410. Margot-Cattin, P. De l'accessibilité au design universel. In *Handicap : de la différence à la singularité. Enjeux au quotidien*, Suisse, Ed. Médecine & Hygiène, 49-150, 2007.
411. Markopoulos, P. *A compositional model for the formal specification of user interface software*. University of London, 1997.
412. Marmurek, HH. Encoding, retrieval, main effects and interactions: Were Lockhart and Craik (1990) on the level? *Canadian Journal of Experimental Psychology/Revue canadienne de psychologie expérimentale*, 49(2), 174, 1995.
413. Marr, D. Early processing of visual information. *Philosophical transactions of the Royal Society B275*, 483-524, 1976.
414. Martin, GN., *Human neuropsychology*. Prentice Hall (Ed.), Edinbourg, 1998.
415. Martin, E. *Union Nationale des Associations de Parents d'Enfants Déficients Auditifs, la population sourde et malentendante en France*. EMERA, 2005.
416. Martin, RC., Loring DW., Meador, KJ. & Lee, GP. The effects of lateralized temporal lobe dysfunction on formal and semantic word fluency. *Neuropsychologia* 28, 823-829, 1990.
417. Martins, IP., Ferro, JM. & Anthunes, NL. Landau and Kleffner syndrome: dichotic listening performance and outcomes of aphasia. *Approche Neuropsychologique des Apprentissages chez l'Enfant*, 4, 26-31, 1992.
418. Mathern, G., Leite, J., Pretorius, JK., Quinn, B., Peacock, W. & Babb, T. Children with severe epilepsy: evidence of hippocampal neuron losses and aberrant mossy fiber sprouting during postnatal granule cell migration and differentiation. *Developmental Brain research* 78, 70-80, 1994.
419. Matthews, CG. & Klove, H. Differential psychological performances in major, psychomotor, and mixed seizure classification of known and unknown etiology. *Epilepsia* 8, 117-128, 1967.
420. Mayeux, R., Brandt, J., Rosen, J. & Benson, DF. Interictal memory and language impairment in temporal lobe epilepsy. *Neurology* 30, 391-394, 1980.
421. Mayhew, D. *The usability Engineering lifecycle: a practitioner's handbook for user interface design*. Morgan Kaufmann, 1999.
422. Mazoyer, B. Imagerie par resonance magnétique fonctionnelle. In F. Eustache et al. (Eds.) *Les methodes de la neuropsychologie*, 179-205, 2001.
423. Mazuoka, LK. Anderson, AW., Gore, JC., MacCarthy, G., Spencer, DD. & Novotny, EJ. Functional magnetic resonance imaging identifies abnormal visual cortical function in patients with occipital lobe epilepsy. *Epilepsia* 40, 1248-1253, 1999.
424. McCarthy, RA. & Warrington, EK. *Cognitive Neuropsychology. A clinical introduction*. Londres: Academic Press, 1990.

425. McEwen, E. & Anton-Culver, H. The medical communication of deaf patients. *J Am Fam Pract.*, 26, 289-291, 1988.
426. McGlone, J. Sex differences in functional brain asymmetry. *Cortex* 14, 122-178, 1978.
427. McGlone, J. Sex differences in human brain: a critical survey. *Behav. Brain Science* 3, 122-128, 1980.
428. McGlone, J. Memory complaints before and after temporal lobectomy: do they predict memory performance or lesion laterality? *Epilepsia* 35(3), 529-539, 1994.
429. Meador, HE. & Zazove, P. Health care interactions with deaf culture. *J Am Board Fam Pract*, 18, 218-222, 2005.
430. Meldrum, B. & Garthwaite, J. Excitatory amino acid neurotoxicity and neurodegenerative. *Trends in pharmacological sciences* 11, 379-387, 1990.
431. Meyer, V. & Yates, AJ. Intellectual changes following temporal lobectomy for psychomotor epilepsy. *Journal Neurology Neurosurgery Psychiatry* 18, 44-52, 1955.
432. Milner, B. Psychological defects produced by temporal lobe excision. *Res Publ Assoc Nervous Mental Disorders* 36, 244-257, 1958.
433. Milner, B. Visually-guided maze-learning in man: effects of bilateral hippocampal, bilateral frontal and unilateral cerebral lesions. *Neuropsychologia* 3, 317-338, 1965.
434. Milner, B. Amnesia following operation on the temporal lobes. In *Amnesia* C.W.M. Whitty & O.L. Zangwill (Ed.s), Londres: Butterworths, 1966.
435. Milner, B. Brain mechanisms suggested by studies of temporal lobes. In *Brain mechanisms underlying speech and language* F.C. Darley (Ed.), New York: Grune & Stratton, 122-145, 1967.
436. Milner, B. Visual recognition and recall after right temporal-lobe excision in man. *Neuropsychologia* 6, 191-209, 1968.
437. Milner, B. Memory and the medial temporal regions of the brain. *Biology of memory* 31-59, 1970.
438. Milner, B. Memory and the human brain. In *How we know*, M. Schafto (Ed.), San Francisco: Harper & Row, 31-59, 1985.
439. Mintzberh H., Ahlstrand, B. & Lampel, J. *Safari en pays stratégique*. Village Mondial (Ed.), Pars, 1999.
440. Miskin, M. & Forgyas, DG. Word recognition as a function of retinal locus eccentricity. *Journal of Experimental Psychology*, 43, 43-48, 1952.
441. Mobrand, KA. & Spyridakis, JH. Explicitness of local navigational links: comprehension, perceptions of use and browsing behavior. *Journal of Information Science*, 33, 41-61, 2007.
442. Molich, R., & Dumas, JS. Comparative usability evaluation (CUE-4). *Behaviour & Information Technology*, 27(3), 263-281, 2008.
443. Monk, A. Cyclic interaction: a unitary approach to intention, action and environment. *Cognition*, 68, 95-110, 1998.
444. Mohr, B. Pulvermüller, F. Rayman, J. & Zaidel, E. Interhemispheric cooperation during lexical processing is mediated by the corpus callosum: evidence from the split-brain. *Neuroscience letters* 181, 17-21, 1994.
445. Mohr, E., Cox, C., Williams, J., Chase T. & Fedio, P. Impairment of central auditory function in Alzheimer's disease. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 12, 235-246, 1990.
446. Moiseeva, V. Slavutskaya, MV. & Shul'govski, V. The effects of visual stimulation of the dominant and non-dominant eyes on the latent period of saccades and the latency on the peak of rapid pre-saccade potentials. *Neuroscience and behavioral physiology* 30, 379-382, 2000.
447. Molfese, DL. & Molfese, VJ. Electrophysiological indices of auditory discrimination in newborn infants: the bases for predicting later language development? *Infant behavior and development* 8, 197-211, 1985.
448. Molfese, DL. & Palermo, DS. The ontogeny of brain lateralization for speech and non speech stimuli. *Brain and language* 2, 356-368, 1975.



449. Molich R. & Dumas J. Comparative usability evaluation (CUE-4). *Behaviour & Information technology*, 27, 3, 263-281, 2008.
450. Møller, MH. Usability Testing of User Manuals. *Communication & Language at Work*, 1(2), 51-59, 2013.
451. Moreau, ML. & Richelle, M. *L'acquisition du langage*. Paris: Mardaga, 1981.
452. Moretti, MM., Charlton, S. & Taylor, S. The effects of hemispheric asymmetries and depression on the perception of emotion. *Brain and Language* 32, 67-82, 1996.
453. Moscato, M. *Analyse des tâches en ergonomie*. Ed Ellipses, Paris, 2005.
454. Mottez, B. & Benvenuto, A. *Les sourds existent-ils ?* Ed. L'Harmattan, 2006.
455. Mouthrop, S. Hypertext' 96 Trip Report. *Actes Seventh Annual ACM/SIGLINK Hypertext Conference*, Washington D.C., 1996.
456. Mucchielli, A. *Dictionnaire des méthodes qualitatives en sciences humaines et sociales*. ED. A. Colin, 1996.
457. Mungas, D., Ehlers, C., Walton, N. & McCutchen, B. Verbal learning differences in epileptic patients with left and right temporal lobe foci. *Epilepsia* 26, 340-345, 1985.
458. Musiani, F. & Schafer, V. Le modèle internet en question (Années 1970-2010). *Flux*, 3, 62-71, 2011.
459. Musso P. *Critique de la notion de « territoire numérique »*. *Les dilemmes de l'économie numérique*, sous la direction de Laurent Gille, Limoges, FYP Éditions (collection Innovation), p. 168-175, 2009.
460. Muszkat, M., De Vincenzo, NS., Reami, D., De Almeida, C., Campos, MI. & De Campos CJ. Hemispheric specialization in partial epilepsy. Role of dichotic CV task and central audiological evaluation in the neuropsychological assessment. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, 49, 384-391, 1991.
461. Muylle, S., Moenaert, R., & Despontin, M. The conceptualization and empirical validation of web site user satisfaction. *Information & Management*, 41(5), 543-560, 2004.

- N -

462. Nagae, S. & Moscovitch, M. Cerebral hemispheric differences in memory of emotional and nonemotional words in normal individuals. *Neuropsychologia* 40, 1601-1607, 2002.
463. Narbonna, J. & Fernández, S. Fondements neurobiologiques du développement du langage. In *Le langage de l'enfant*. C. Chevrie-Muller & J. Narbonna (Eds.), Paris: Masson, 3-26, 1996.
464. Navon, D. Forest before trees: the precedence of global features in visual perception. *Cognitive Psychology*, 9, 353-383, 1977.
465. Navon, D. Testing a queue hypothesis for the processing of global and local information. *Journal of Experimental Psychology: General*, 120(2), 173, 1991.
466. Neville, HJ., Mills, DL. & Lawson, DS. Fractionating language: different neural subsystem with different sensitive periods. *Cereb. Cortex* 2, 244-258, 1992.
467. Newcombe, F. L'approche modulaire en neuropsychologie. In *Psychologie et Cerveau*, X. Seron (Ed.), Paris: Presses Universitaires de France, 153-175, 1989.
468. Nicolescu, B. *La transdisciplinarité. Manifeste*. Ed. Du Rocher, Monaco, 1996.
469. Nielsen, J. *Usability engineering*. Boston : Academic Press, 1993.
470. Nielsen, J. Heuristic Evaluation. In *Usability Inspection Methods*. John Wiley, New York, 1994a.
471. Nielsen, J. Enhancing the explanatory power of usability heuristics. *Proc. ACM CHI'94 Conf.* (Boston, MA, April 24-28), 152-158, 1994b.
472. Nielsen, J. & Loranger, H. *Prioritizing web usability*. New Riders Press, Berkeley, 2006.
473. Nielsen, J., & Mack, RL (Eds.), *Usability Inspection Methods*, John Wiley & Sons, 1994.

474. Nielsen, J. & Molich, R. Heuristic evaluation of user interfaces, *Proc. ACM CHI'90 Conf.* (Seattle, WA, 1-5 April), 249-256, 1990.
475. Nielsen, J. & Pernice, K. *Eyetracking Web usability*. Ed. New Riders, Berkeley, 2010.
476. Nielsen J. & Tahir M. *L'art de la page d'accueil*. Paris, Eyrolles, 2002.
477. Nilson, LG. Christianson, SA. & Silfvenius, H. The accuracy of the dichotic, the visual half-field, and the intracarotid sodium amytal memory tests in preoperative neuropsychological investigation of epileptic patients. *Acta neurologica scandinavica* 117, 73-78, 1988.
478. N'Kaoua, B., Lespinet, V., Barse, A., Rougier, A. & Clavierie, B., Exploration of hemispheric specialization and lexico-semantic processing in unilateral temporal lobe epilepsy with fluency tasks. *Neuropsychologia*, 39, 635-642, 2001.
479. N'Kaoua, B., Veron, AL., Lespinet, V., Clavierie, B., Sztark, F. Time course of cognitive recovery after propofol anaesthesia: a level of processing approach. *Journal of Clinical and experimental Neuropsychology*, 2001.
480. Nolan, J. & et Taylor, P. Universal design for living : the next logical step. *The International Journal of Diversity in organisations Communities and Nations*, 7, 176-179, 2008.
481. Nolan, JE. Accessibility features of apple Mac OS X. *Proceedings of theinternational conferences on caregiving, disability, aging and technology*.Canada, 2007.
482. Nolan, JE. & Howell, G. Accessibility features of windows vista. *Proceedings of theinternational conferences on caregiving, disability, aging and technology*.Canada, 2007.
483. Nonaka, L. & Takeuchi, H. *The knowledge-creating company: how Japanese companies create the dynamics of innovation*. Oxford Université Press, 1995.
484. Nonaka, L. & Toyama, R. & Konno, N. SECI, Ba and leardship: a unified model of dynamic knowledge creation. *Lang Range Planning*, 33, 5-54, 2000.
485. Norman, DA. *The design of every things*. New York, Doubleday (Ed.), 1988.
486. Norman, DA. Cognitive engineering. In DA. Norman, DA. & Draper, SW. *User Centered System Design: new perspectives on Human-Computer Interaction*. New York, Erlbaum Associates (Ed.), 1986.
487. Norman, DA. & Draper, SW. *User Centered System Design: new perspectives on Human-Computer Interaction*. New York, Erlbaum Associates (Ed.), 1986.

- 0 -

488. Obrzut, JE., Hynd, GW. & Elliner, RD. Attentional deficit in learning-disabled children: evidence from visual half-field asymmetries. *Brain and Cognition* 2, 89-101, 1983.
489. Oepen, G., Fünfgeld, M., Höll, T., Zimmermann, P., Landis, T. & regard M. Schizophrenia- an emotional hypersensitivity of the right cerebral hemisphere. *International Journal of Psychophysiology* 5, 261-264, 1987.
490. Oepen, G., Fünfgeld, M., Harrington, A. & Hermie, L. Right hemisphere involment in mescaline-induced psychosis. *Psychiatry research* 29, 335-336, 1989.
491. Ogden, JA., Growden, JH. & Corkin, S. Deficits on visuospatial tests involving forward planning in high functioning parkinsonians. *Neuropsychiatry, neuropsychology and behavioural neurology* 3, 125-129, 1990.
492. Ohman, A. & Soares, JJ. On the automatic nature of phobic fear: conditioned electrodermal responses to masked fear-relevant stimuli. *Journal of Abnormal Psychology* 102, 121-132, 1993.
493. Ojemann, G. & Dodrill, C. Verbal memory deficits after left temporal lobectomy for epilepsy. *Journal of neurosurgery* 62, 101-107, 1985.
494. Okubo, M. & Nickolls, ME. Hemispheric asymmetries for temporal information processing: transient detection versus sustained monitoring. *Brain and Cognition* 66, 168-175, 2008.

495. O'Leary, D.S., Seidenberg, M., Berent, S. & Boll, T.J. Effects of age of onset of tonic-clonic seizures on neuropsychological performance in children. *Epilepsia*. 22, 197-204, 1981.
496. O'Leary, DS., Lovell, MR., Sackellares, JC., Berent, S., Giordani, B., Seidenberg, M. & Boll, T.J. Effects of age of onset of partial and generalized seizures on neuropsychological performance in children. *The journal of nervous and mental disease* 171(10), 624-629, 1983.
497. Oliver, M. Defining impairment and disability: issues at stake. In *Exploring the divide: Illness and disability*. Barnes, C. & Mercer, G. (Ed.), The Disability Press, Leeds, 39-54, 1996.
498. Oppenheim, AN. *Questionnaire design, interviewing and attitude measurement*. Continuum, 2000.
499. Organisation Mondiale de la santé (OMS) *Classification Internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé*, Genève, OMS (ed.), 2001.
500. Ostrom, LT., & Wilhelmsen, CA. Critical Incident Technique. *Risk Assessment: Tools, Techniques, and their Applications*, 153-162, 2012.
501. Otman, G. Hypertexte. *Le Monde*, semaine du 1er Avril, 1996.

- P -

502. Paivio, A. *Imagery and verbal processes*. New York: Rinehart & Winston, 1971.
503. Paivio, A. *Mental representation: a dual coding approach*. In London Oxford University Press, 1986.
504. Paivio, A. Dual coding theory: retrospect and current status. *Canadian journal of psychology* 45, 255-287, 1991.
505. Park, HW., Barnett, GA. & Nam, I. (2002). Hyperlink affiliation network structure of top web sites: Examining affiliates with hyperlink in Korea. *Journal of American Society for Information Science and Technology*, 53(7), 592-601, 2002.
506. Parkin, AJ. & Leng, NRC. *L'amnésie en question: neuropsychologie du syndrome amnésique*. Grenoble: Presses Universitaires de Grenoble, 1996.
507. Parsons, BN., Gellrich, L., Warner, PR., Gill, R., & White, AS. Application of a gesture classification system to the control of a rehabilitation robotic manipulator. In *Engineering in Medicine and Biology Society, 1996. Bridging Disciplines for Biomedicine. Proceedings of the 18th Annual International Conference of the IEEE* (Vol. 2, pp. 514-515). IEEE, 1996.
508. Parsons, B., Warner, P., White, A., & Gill, R. An adaptable user interface and controller for a rehabilitation robotic arm. In *Advanced Robotics, 1997. ICAR'97. Proceedings., 8th International Conference on* (pp. 919-923). IEEE, 1997.
509. Payne, N. & Thelwall, M. Do academic link types change over time ? *Journal of Documentation*, 64, 5, 707-720, 2007.
510. Peinkofer, JR. HIV education for the deaf, a vulnerable minority. *Public Health Rep.*, 109, 390-396, 1994.
511. Pelhman, WE. Selective attention déficits in poor readers ? dichotic listening, speeded classification and auditory and visual central and incidental Learning tasks. *Child Development*, 50, 1050-1062, 1979.
512. Peper, M., Karsher, S., Wohlfarth, R., Reinshagen, G. & LeDoux, JE. Aversive learning in patients with unilateral lesions of amygdala and hippocampus. *Biological psychology* 58, 1-23, 2001.
513. Perrig-Chiello, P. & Darbelley, F. *Qu'est-ce que l'interdisciplinarité? les nouveaux défis de l'enseignement*. Ed. Réalités sociales, Lausanne, 2002.
514. Petrides, M. Deficits on conditional associative-learning tasks after frontal- and temporal-lobe lesions in man. *Neuropsychologia* 23, 601-614, 1985.
515. Piaget, J. L'espistémologie des relations interdisciplinaires. *Bulletin Uni-information*, 31, 4-8, 1973.

516. Pinède N. & Reymond D. De la diversité au lissage informationnel : création d'une taxonomie inductive pour les sites web universitaires. *17e congrès de la SFSIC: au cœur et à la lisière des SIC*, Dijon 23-26 juin 2010, 2010.
517. Philipps, ML, Woodruff, PW. & David, A. Stroop interference and facilitation in the cerebral hemisphere in schizophrenia. *Scizophrenia research* 20, 57-68, 1996.
518. Pigott, S. & Milner, B. Memory for different aspects of complex visual scenes after unilateral temporal- or frontal-lobe resection. *Neuropsychologia* 31, 1-15, 1993.
519. Polanyi, M. *Personal knowledge*. Routledge, Londres, 1958.
520. Polson, P., Lewis, C., Rieman, J. & Wharton, C. Cognitive Walkthrough: a method for theory-based evaluation of user interface, *International Journal of Man-Machine Studies*, 36, 741-773, 1992.
521. Pomian, JL., Pradère, T., & Gaillard, I. *Ingénierie & ergonomie: éléments d'ergonomie à l'usage des projets industriels*. Cépaduès-éd, 1997.
522. Porter, RJ. & Berlin, CI. On interpreting developmental changes in the dichotic right-ear advantage. *Brain and language* 2, 186-200, 1975.
523. Prasher, V. Age specific prevalence, thyroid dysfunction, and depressive symptomology in adults with Down Syndrome and dementia. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, vol. 10, issue 1, 25-31, 1995.
524. Prasher, V., Farooq, A., & Holder, R. The adaptative behavior dementia questionnaire (ABDQ): screening questionnaire for dementia in Alzheimer's disease in adults with Down syndrome. *Research in developmental disabilities*, 25, 385-397, 2004.
525. Prax, JY. *Le manuel du Knowledge management*, Dunod, Paris, 2003.
526. Preece, J., Rogers, Y., & Sharp, H. *Interaction design: beyond human-computer interaction*. 2002. NY: John Wiley & Son, 2002.
527. Prince, V. *Vers une informatique cognitive dans les organisations, Le rôle central du langage*, Editions Masson, Paris, 1996.
528. Pruitt, J. & Grudin, J. Personas: practice and theory. *Proc. Designing for User Experiences, DUX'03*, ACM Press, 2003.
529. Puel, G. & Ullman, C. Les nœuds et les liens du réseau Internet : approche géographique, économique et technique. *Espace géographique*, 1-16, 2006.
530. Pulvermüller, MB. & Zaidel E. Lexical decision after left, right and bilateral presenttal of function words, content words and non-words: evidence for interhemipsheric interaction. *Neuropsychologia* 32, 105-124, 1994.

- R -

531. Ragland, JD. Goldberg, TE., Wexler, BE., Gold JM., Torrey, EF. & Weinberger, DR. Dichotic listening in monozygotic twins discordant and concordant for schizophrenia. *Schizophrenia Research*, 7, 177-183, 1992.
532. Rains, GD. Incidental verbal memory as a function of depth of encoding in patients with temporal lobe lesions. *Journal Clinical and Experimental Neuropsychology* 9, 18, 1987.
533. Ramadier, T. Transdisciplinarity and its challenges: the case of urban studies. *Futures*, 36, 423-439, 2004.
534. Ramier, AM. Les apports de la méthode d'écoute dichotique à l'étude de l'asymétrie fonctionnelle hémisphérique. *Langages*, 25, 6-28, 1972.
535. Rasmussen, T. & Milner, B. The role of early left brain injury in determining lateralization of cerebral speech functions. *Annals of the New York Academy of Sciences* 299, 355-369, 1977.
536. Rastier, F., Cavazza, M. & Abeillé, A. *Sémantique pour l'analyse : de la linguistique à l'informatique*, Paris, Masson, 1994.

537. Ratinckx, EF. Bilateral processing of redundant information: the influence of stimulus notation and processing speed in number comparison. *A journal devoted to the study of nervous system and behavior* 43, 207-218, 2007.
538. Rausch, R. Psychological evaluation. In *Surgical treatment of the epilepsies*. J. Engel Jr, Raven Press, New York, 185-193, 1987.
539. Rausch, R., Boone, K. & Ary, CM. Right-hemisphere language dominance in temporal lobe epilepsy: clinical and neuropsychological correlates. *Journal of clinical and experimental neuropsychology* 13(2), 217-231, 1991.
540. Ravaud, JF. Vers un modèle social du handicap. L'influence des organisations internationales et des mouvements de personnes handicapées. In *Une nouvelle approche de la différence : comment repenser le handicap*, Genève, Ed. Médecine & Hygiène, 55-68, 2001.
541. Rayman, J. & Zaidel, E. Rhyming and the right hemisphere. *Brain and Language*, 40, 89-105, 1991.
542. Read, DE. Effects of medial temporal-lobe lesions on intermediate memory in man. Thèse de l'Université de McGill de Montréal, 1981.
543. Regard, M. & Landis, T. hemispheric differences in the processing of ambiguity: tachistosopic studies with inkblots. *Roschachiana* 22, 114-129, 1997.
544. Renard M. Surdités, accessibilité et illettrisme. *Les cahiers de l'Actif*, 298-301, 2001.
545. Represa, A., Tremblay, E. & Ben-Ari, Y. Kainate binding sites in the hippocampal mossy fibers: localization and plasticity. *Neuroscience* 20, 739-748, 1987.
546. Represa, A., Jorquera, I., Le Gal La Salle G., Ben-Ari, Y. Epilepsy induced collateral sprouting of hippocampal mossy fibers: does it induce the développement of ectopic synapses with granule cell dendrites. *Hippocampus* 3, 257-268, 1993.
547. Represa, A., Niquet, J., Polard, H. & Ben-Ari, Y. Cell death, gliosis and synaptic remodelling in the hippocampus of epileptic rats. *Journal of neurobiology* 26, 413-425, 1995.
548. Represa, A. & Ben Ari, Y. Mécanismes fondamentaux de l'épileptogénèse: hypothèses et perspectives. *Revue de neuropsychologie* 7, 115-134, 1997.
549. Reuchlin, M. *Les méthodes en psychologie*. Paris: Presses Universitaires de France, Que sais-je ?, 1989.
550. Revault d'Allones, C. et al. *La démarche Clinique en sciences humaines*. Ed. Dunod, 1989.
551. Rey, A. L'examen psychologique dans le cas d'encéphalopathie traumatique. *Archives de Psychologie* 112, 28, 1942.
552. Rey, A. *L'examen clinique en psychologie*. Paris: Presses Universitaires de France, 1964.
553. Reymond ,D. & Pinède, N. Using a taxonomy based fingerprint: classification and recognition of the academic webspace. *Proceedings of the Sixth International Conference on Webometrics, Informetrics and Scientometrics (WIS) & Eleventh COLLNET Meeting*, Mysore, India, 2010a.
554. Reymond, D. & Pinède, N. Website and communication strategy alignment: a librarian science approach to webometrics tools. *Proceedings of the Sixth International Conference on Webometrics, Informetrics and Scientometrics (WIS) & Eleventh COLLNET Meeting*, Mysore, India, 2010b.
555. Reymond, D. & Pinède, N. Améliorer la "lecture" du web. Synthèse informationnelle des interfaces web. *Communication aux journées d'études TICIS*, Paris, 13-15 décembre, 2010c.
556. Reymond, D., Pinède, N., Lespinet-Najib, V. & Le Blanc, B. Une étude terminologique de la communication hypertexte web. Application au domaine universitaire. *9<sup>th</sup> international conference on terminolgy and articial intelligence*. Paris, 8-10 novembre, 2011.
557. Reynolds, EH. The pharmacological management of epilepsy associated with psychological disorders. *British journal of psychiatry* 141, 549-557, 1982.
558. Riding, RJ. On the nature of cognitive style. *Educational Psychology*, 17(1-2), 29-49, 1997.

559. Risse, GL., Gates, JR. & Fangman, MC. A reconsideration of bilateral language representation based on the intracarotid amobarbital procedure. *Brain and Cognition*, 33, 118-132, 1997.
560. Rizzo, A., Mandrigiani, E. & Andrealis, A. The AVANTI Project: prototyping and evaluation with a cognitive walkthrough based on the Norman's model of action. *Proceeding of designing Interactive Sytems: Processes, practices, methods & techniques*. 305-309, 1997.
561. Roberts, RJ., Varney, NR., Paulsen, JS., Richardson, ED. Dichotic listening and complex partial seizures. *Journal of clinical and experimental neuropsychology*, 12, 448-458, 1990.
562. Robertson, LC., & Lamb, MR. Neuropsychological contributions to theories of part/whole organization. *Cognitive psychology*, 23(2), 299-330, 1991.
563. Robichon, F. & Habib, M. Imagerie cérébrale morphologique et neuropsychologie. In F. Eustache et al. (Eds.) *Les methods de la neuropsychologie*, 139-156, 2001.
564. Roid, GH., Prifitera, A. & Ledbetter, M. Confirmatory analysis of the factor structure of the Wechsler Memory Scale-Revised. *The clinical neuropsychologist* 2, 116-120, 1988.
565. Rondal, JA. & Bredart, S. Langage oral: aspects développementaux. In *Trouble du langage: diagnostic et rééducation*. Liège: Mardaga, 21-61, 1989.
566. Rossi, F., Lechevallier, Y., El Golli, A. Visualisation de la perception d'un site web par ses utilisateurs. In actes *EGC'2005*, Paris, 2005.
567. Rossignol, C. La notion de handicap: métaphore politique et point de ralliement des corporatismes. *Interactions*, 2, 1-13, 2010.
568. Roth, DL., Conboy, TJ., Reeder, KP. & Boll, TJ. Confirmatory factor analysis of the Wechsler Memory Scale-Revised in a sample of head-injured patients. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology* 12, 834-842, 1990.
569. Rougier, A. Chirurgie de l'épilepsie. In *Neurochirurgie*, Paris: Ellipse, 672-679, 1995.
570. Roup, CM. & Chiasson KE. Effect of dichotic listening on self-reported state anxiety. *International Journal of Audiology*, 49, 88-94, 2010.
571. Rouquette S. *L'analyse des sites internet. Une radiographie du cyberspace*. Bruxelles, de Boeck, 2009.
572. Roussel, P. & Wacheux, F. *Management des ressources humaines: methods de recherché en sciences humaines et sociales*. Ed. De Boeck, collection Méthodes & recherché, 2005.
573. Ruben, RJ. A time frame of critical/sensitive periods of language development. *Acta Otolaryngol* 117, 202-205, 1997.
574. Rugg, G. & McGeorge, P. The sorting techniques: a tutorial paper on card sorts; pictures sorts and item sorts. *Expert systemes*, 14, 80-93, 1997.
575. Russell, R. & Espir, MLE. *Traumatic aphasia*. Oxford: Oxford University Press, 1961.

- S -

576. Saetrevik, B. The right ear advantage revisited: speech lateralization in dichotic listening using consonant-vowel and vowel-consonant syllables. *Laterality*, 17, 119-127, 2012.
577. Säisä, J. Silvenius, H. & Christianson, SA. Visual half-field testing for defining cerebral hemisphere speech laterality. *Acta neurologica scandinavica* 82, 346-349, 1990.
578. Salthouse, TA. Age, experience, and compensation. *Cognitive functioning and social structure over the life course*, 142-157, 1987.
579. Salthouse, TA., & Meinz, EJ. Aging, inhibition, working memory, and speed. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 50(6), P297, 1995.
580. Samar, VJ. Evoked potential and visual half-field evidence for task-dependent cerebral asymmetries in congenitally deaf adults. *Brain and Cognition* 2, 383-403, 1983.

581. Samson, S. & Zatorre, RJ. Recognition memory for text and melody of songs after unilateral temporal lobe lesion: evidence for dual encoding. *Journal of experimental psychological learning memory cognition* 17, 793-804, 1991.
582. Satz, P. Brain reserve capacity on symptom onset after brain injury: a formulation and review of evidence for threshold theory. *Neuropsychology* 7, 273-295, 1993.
583. Sauzéon, H., N'Kaoua, B., Lespinet, V. & Claverie, B. Age effect in recall performance as a function to the levels of processing elaboration and retrieval cues. *Experimental aging research*, 26 56-73, 2000.
584. Saxton, J., McGonigle, KL., Swihart, AA. & Boller, F. *The Severe Impairment Battery*. Thames Valley Test Company, Bury St Edmunds, London, 1993.
585. Saykin, AJ., Gur, RC., Sussman, NM., O'Connor, MJ. & Gur, RE. Memory deficits before and after temporal lobectomy: effect of laterality and age of onset. *Brain and Language* 9, 191-200, 1989.
586. Scapin, DJ. & Bastien C. *Inspection d'interfaces et critères ergonomiques*. Rapport INRIA N°2901, 1996.
587. Schneider, GE. Is it really better to have your brain lesion early? a revision of the "Kennard principle". *Neuropsychologia* 17, 557-583, 1979.
588. Schneiderman, D. Investment rules and the new constitutionalism. *Law & Social Inquiry*, 25(3), 757-787, 2000.
589. Schneiderman, B. & Plaisant, C. *Designing the User Interface*, 5th ed., Addison-Wesley, Sydney, 2010.
590. Scholes, RJ. & Fischler, I. hemispheric function and linguistic skill in the deaf. *Brain and language* 7, 336-350, 1979.
591. Schonen de, S. & Deruelle, C. Visual field asymmetries for pattern processing are present in infancy. A comment on T. Hatta's study on children's performances. *Neuropsychologia* 29, 335-337, 1991.
592. Schreiber, M. Comment l'esprit vient-il au cerveau ? *Sciences Humaines* 17, 28-30, 1992.
593. Schreiber, G., Wielenga, B. & Breaker, J. *KADS: a principled approach to knowledge-based system development*. Academic Press, Londres, 1993.
594. Schwartz, ML. & Dennerll, RD. Immediate visual memory as a function of epileptique seizure type. *Cortex* 17, 69-74, 1969.
595. Schwartzkroin, PA., Scharfman, HE. & Sloviter, RS. Similarities in circuitry between Ammon's horn and dentate gyrus: local interactions and parallel processing. In *Progress in Brain Research*, Amsterdam: Elsevier, vol 83, chap. 20, 269-286, 1990.
596. Schweitzer, L. Evidence of right cerebral hemisphere dysfunction in schizophrenic patients with left hemisphere overactivation. *Biological psychiatry* 17, 655-673, 1982.
597. Scott, G. & Danfort, H. Universal Design people with vision, hearing, and mobility impairments evaluate a model building. *Spring*, 27, 91-94, 2003.
598. Sears, A. Heuristic Walkthroughs: Finding the problems without the noise. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 9, 213-234, 1997.
599. Sebillotte, S. Décrire des tâches selon les objectifs des opérateurs, de l'interview à la formalisation. *Le travail humain*, 193-223, 1991.
600. Sebongi, M., Funakoshi, A., Watanabe, Y., Mihara, T., Inoue, Y. & Seino, M. Effects of unilatéral temporal lobectomy on verbal dichotic listening test. *Brain and Nerve*, 42, 755-758, 1990.
601. Segalowitz, SJ. & Barnes, KL. The reliability of ERP components in the auditory oddball paradigm. *Psychophysiology* 30(5), 451-459, 1993.
602. Selwa, LM., Berent, S., Giordani, B., Henry, TR., Buchtel, HA. & Ross, DA. Serial cognitive testing in temporal lobe epilepsy: longitudinal changes with medical and surgical therapies. *Epilepsia* 35, 743-749, 1994.
603. Senker, J. Networks and tacit knowledge in innovation. *Economies et societies*. 2, 99-118, 1995.

604. Sergent, J. A new look at the human split-brain. *Brain* 110, 1375-1392, 1987.
605. Sergent, J. Les dilemmes de la gauche et de la droite: opposition, cohabitation ou coopération ? In *Psychologie et cerveau*. Paris: Presses Universitaires de France, 121-151, 1989.
606. Sergent, J. Spécialisation hémisphérique et coopération des hémisphères cérébraux. In *Neuropsychologie humaine*. Liège: Mardaga, 105-125, 1994.
607. Seron, X. Aphasie de l'enfant et rééducation des aphasiques. In *Trouble du langage: diagnostic et rééducation*. Liège: Mardaga, 339-360, 1989.
608. Seron, X. & Jeannerod, M. *Neuropsychologie Humaine*. Liège: Mardaga, 1994.
609. Sieroff, E. (2009). *La neuropsychologie: approche cognitive des syndromes cliniques*. Ed. Armand Colin, Paris.
610. Shallice, T. *Symptômes et modèles en neuropsychologie. Des schémas aux réseaux*. Paris: Presses Universitaires de France, 1995.
611. Shaywitz, B., Shaywitz, S., Pugh, K., Constable, R., Skudlarski, P., Fulbright, R., Bronen, R., Fletcher, J., Shankweiler, D., Katz, L. & Gore, J. Sex differences in the functional organization of the brain for language. *Nature* 373-607-609, 1995.
612. Shneiderman, B. *Designing the user interface: Strategies for effective human-computer interaction (3rd ed.)*. Reading, MA: Addison-Wesley Publishing, 1998.
613. Shneiderman, B. & Plaisant, C. *Designing the user interface: strategies for effective human-computer Interaction*. Ed. Addison-Wesley, 2010.
614. Simon, HA. The logic of heuristic decision making. In *The logic of decision and Action*. N. Rescher (Ed.), Pittsburgh: Université de Pittsburgh Press, 1-20, 1967.
615. Simonet, P., Caroly, S. & Clot, Y. Méthodes d'observation de l'activité de travail et prévention durable des TMS. *Activités*, 8, 104-128, 2011.
616. Smith, ML. Memory disorders associated with temporal-lobe lesions. In *Handbook of Neuropsychology*. L. Squire & G. Gainotti (Eds.), New York: Elsevier, 3, 91-106, 1989.
617. Smith, ML. & Milner, B. The role of the right hippocampus in the recall of spatial location. *Neuropsychologia* 19, 781-793, 1981.
618. Sotozaki, H. The involvement of interhemispheric interaction in developmental dyslexia. *Dissertation Abstracts International: section B: the sciences and engineering* 65, 4877, 2005.
619. Sotozaki, H. & Parlow, S. Interhemispheric communication involving multiple tasks: a study of children with dyslexia. *Brain and Language* 98, 89-101, 2006.
620. Souchier, E., Jeanneret, Y. & Le Marec, J. *Lire, écrire, récrire. Objets, signes et pratiques des médias informatisés*. Paris : Bibliothèque publique d'information, 2003.
621. Spencer, D. *Card sorting: designing usable categories*. Ed. Rosenfeld media. 2009.
622. Spender, JC. Organizational knowledge, learning and memory: three concepts in search of a theory; *Journal of the organization change management*, 9, 63-78, 1996.
623. Sperry, RW., Gazzaniga, MS. & Bogen, JE. Interhemispheric relationships: the neocortical commissures; syndromes of hemisphere disconnection. In *Handbook of clinical neurology*. P.J. Vinken & G.W. Bruyn (Eds.), Amsterdam: North Holland, Volume 4, 1969.
624. Sperry, R. Some effects of disconnecting the cerebral hemispheres. *Sciences*, 217, 1223-1226, 1982.
625. Springer, SP. & Deutsch, G. *Left brain, right brain*. W.H. Freeman (Ed.), New York, 1989.
626. Stanton, NA., Salmon, PM. Walker, GH., Baber, C. & Jenkins, DP. *Human factors methods: a practical guides for engineering and design*. Ed. Ashgate Publishing, 2006.
627. Stephens, R. & Pate JL. Response competition and target word detection during shadowing in a dichotic listening task. *Journal of general psychology*, 115, 285-293, 1988.



628. Stern, Y. What is cognitive reserve? Theory and research application of the reserve concept. *Journal of the International neuropsychological society*, 8, 448-460, 2002.
629. Stewart, JW., Bruder, GE., McGrath, PJ. & Quitkin, FM. Do age of onset and course of illness define biologically distinct groups within atypical depression. *Journal of abnormal Psychology*, 112, 253-262, 2003.
630. Sticker, HJ. Handicap handicapé. In *Fragments pour une histoire: notions et acteurs*. Alter (Ed.), Paris, pp. 18-20, 1996.
631. Stockinger P. *Les sites Web. Conception, description, évaluation*. Paris, Hermès- Lavoisier, 2005.
632. Story, MF. The principles of Universal design. In *Universal Design Handbook*, Mc Graw-Hill, Preiser & Ostroff (Ed.), 2001.
633. Sundstrom, LE., Mitchell, J. & Wheal, HV. Bilateral reorganisation of mossy fibres in the rat hippocampus after a unilateral intracerebroventricular kainic acid injection. *Brain research* 609, 321-326, 1993.
634. Supply L. *Le handicap mental en chiffres*, Le Figaro, décembre 2006.

- T -

635. Tamietto, M. Corazzini, L., De Gelder, B. & Geminiani, G. Functional asymmetry and interhemispheric cooperation in the perception of emotions from facial expressions. *Experimental brain research* 171, 389-404, 2006.
636. Tauck, DL. & Nadler, JV. Evidence of functional mossy fiber sprouting in hippocampal formation of kainic acid-treated rats. *Journal of neuroscience* 5, 1016-1022, 1985.
637. Taylor, LB. Localization of cerebral lesions by psychological testing. *Clinical Neurosurgical* 16, 269-287, 1969.
638. Techentin, C. & Voyer D. Word frequency, familiarity and laterality effects in a dichotic listening task. *Laterality*, 16, 313-332, 2011.
639. Teece, D. & Pisano, G. The dynamic capabilities of firms: an introduction. *Industrial and corporate Change* 3, 537-556, 1994.
640. Tellier I. Apprentissage automatique pour le TAL : Préface. *Traitement Automatique des Langues* 50, 3, p.7-21, 2009.
641. Teuber, HL. Physiological psychology. *Annual review of psychology* 9, 267-296, 1955.
642. Tezner, D., Tzavaras, A., Gruner, J. & Hécaen, H. L'assymétrie droite-gauche du planum temporale: à propos de l'étude anatomique de 100 cerveaux. *Revue Neurologique* 126, 444-449, 1972.
643. Thatcher, A. Web search strategies: The influence of Web experience and task type, *Information Processing and Management*, vol. 44, n°3, p. 1308-1329, 2008.
644. Thelwall, F. Interpreting social science link analysis research : a theoretical framework, *JASIST*, 2006.
645. Theodore, WH. & Porter, RJ. *Epilepsie: 100 principes de base*. Paris: Flammarion, 1996.
646. Thompson, PJ. & Trimble, MR. Anticonvulsant drugs and cognitive functions. *Epilepsia* 23, 531-544, 1982.
647. Thompson Klein, J. *Interdisciplinarity : history, theory and practice*. Wayne State university Press, Detroit, 1990.
648. Tippett, LJ., Glosser, G. & Farah, MJ. A category-specific naming impairment after temporal lobectomy. *Neuropsychologia* 34, 139-146, 1996.
649. Tognazzini, B. *U.S. Patent No. 5,790,974*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office, 1998.
650. Tremblay, T., Monetta, L. & Joannette, Y. Phonological processing of words in right- and left-handers. *Brain and Cognition* 55, 427-432, 2004.

651. Trenerry, MR., Jack, CR., Cascino, GD., Sharbrough, FW. & Ivnik, RJ. Gender differences in post-temporal lobectomy verbal memory and relationships between MRI hippocampal volumes and preoperative verbal memory. *Epilepsy Research* 20, 69-76, 1995.
652. Trevarthen, C. Integrative functions of the cerebral commissures. In *Handbook of neuropsychology* Nebes, RD. (Ed.): New York, Elsevier science, 49-83, 1990.
653. Tricot, A. Plégat-Soutjis, F., Camps, JF., Amiel, A., Lutz, G. & Morcillo, A. Utilité, usabilité, acceptabilité: interpréter les relations entre les trois dimensions de l'évaluation des EIAH. In *Actes de la conférence EIAH 2003* Strasbourg, 15-17 avril 2003, ATIEF/INRP, Paris, 391-402, 2003.
654. Trimble, MR. Anticonvulsant drugs: mood and cognitive function: a review of the literature. *Epilepsia* 28 (suppl.2), 37-45, 1985.
655. Trimble, MR. Antiepileptic drugs, cognitive function, and behaviour in children: evidence from recent studies. *Epilepsia* 31(suppl.4), S30-S34, 1990.
656. Tröster, AI., Osorio, I., Fields, JA., Lai CW., Eckard, D., Preston, D. & Whitaker, H. Transient alexia (letter-by-letter reading) after single photon emission computed tomography-verified selective left posterior cerebral artery sodium amytal injection. *Neuropsychiatry, Neuropsychology & Behaviour neurology* 9, 209-217, 1996.
657. Tröster, AI., Warmflash, V., Osorio, I., Paolo, AM., Alexander, LJ. & Barr, WB. The roles of semantic networks and search efficiency in verbal fluency performance in intractable temporal lobe epilepsy. *Epilepsy Research* 21, 19-26, 1995.
658. Truong, JM. Les cognitiens existent, mais qui les a rencontrés ? *Le Monde informatique*, 1988.
659. Tullis, T. Using card-sorting techniques to organize your intranet. *Intranet journal of strategy and management*. 2003.
660. Tullis, T. Using closed card-sorting to evaluate information architectures. *Proceedings of the usability professionals association conference*, Austin, Usa, 2007.
661. Tulving, E. Elements of Episodic Memory Oxford University Press. *New York*, 1983.
662. Tulving, E., & Thomson, D. M. Encoding specificity and retrieval processes in episodic memory. *Psychological review*, 80(5), 352, 1973.
663. Tulving, E., Kapur, S., Craik, F.I.M., Moscovitch, M. & Houle, S. Hemispheric encoding/retrieval asymmetry in episodic memory: positron emission tomography findings. *Proceeding Natl. Academia Sciences USA* 91, 2016-2020, 1994.
664. Turner, SM., DeMers, ST., Fox, HR., & Reed, G. APA's guidelines for test user qualifications: An executive summary. *American Psychologist*, 56(12), 1099, 2001.

- U -

665. Uecker, A. & Obrzut, JE. Hemisphere and gender differences in mental rotation. *Brain and Cognition* 22, 42-50, 1993.
666. Umm-e-laila, Shah, S. & Ishaque, N. Using keystroke-level model to analysis IOS optimization techniques. *Internet technology an d secured transactions*, 373-377, 2011.
667. UW Computing & Comunication *Graphics and web design based on Edward Tufte's prinicples*, <http://chnm.gmu.edu/digitalhistory/links/pdf/chapter4/4.13b%20and%204.21.pdf>, 1999.

- V -

668. Vandermeulen, M. *Stratégie de contenu Web. La revanche de contenu Web*. Ed. L'alambic Distillateur de savoir, collections Mots d'experts, 2010.
669. Van Lancker, L. *Acessibilité des sites web, mise en œuvre des directives WCAG 1.0*. Ed ENI, 2008.

670. Vargha-Khaden, F., O'Gorman, AM. & Watters, GV. Aphasia and handedness in relation to hemispheric side, age at injury, and severity of cerebral lesion during childhood. *Brain* 108, 677-696, 1985.
671. Veil, C. *Handicap et société*. Flammarion, Paris, 1968.
672. Venkatesh, V. Morris, MG., Davis, GB. & Davis FD. User acceptance of information technology: toward a unified view. *MIS quarterly* 27, 425-478, 2003.
673. Vignaux, G. *Les sciences cognitives: une introduction*. Ed. La découverte, Paris, 1991.
674. Vignolo, LA. L'approche expérimentale avec des séries de patients. In *Les méthodes de la neuropsychologie*, De Boeck université, Bruxelles, chap. 4, 67-96, 2001.
675. Villardita, C. Verbal memory and semantic clustering in right brain-damaged patients. *Neuropsychologia* 25, 277-280, 1987.
676. Villardita, C., Grioli, S. & Quattropiani, MC. Concreteness/abstractness of stimulus-words and semantic clustering in right brain-damaged patients. *Cortex* 24, 563-571, 1988.
677. Visser, FE., Aldenkamp, AP. & Van Huffelen AC. Prospective study of the prevalence of Alzheimer-type dementia in institutionalised individuals with Down syndrome *Am J Ment Retard* 101: 400-412, 1997.
678. Viviani, P. Les habilités motrices. In M. Richelle et al. (Eds) *Traité de Psychologie Expérimentale*, paris, puf, 777-857, 1994.
679. Von Economo, C. & Horn, L. Über windungsrelief, mabe und denrchitektonik der supratemporalfäche, ihre individuellen und ihre seitenunterschiede. *Z. Neurol. Psychiatrie* 130, 678-757, 1930.
680. Von Neuman, J. *The computer and the brain*. New Haven: Yale University Press, 1958.
681. Voyer, D. Sex differences in dichotic listening. *Nrgnition*, 76, 245-255, 2012.
682. Vredenburg, K., Isensee, S. & Righi, C. *Usr-centered Design: an integrated approach*. Prentice Hall, 2001.

- W -

683. Wada, J., Clarke, R. & Hamm, A. Cerebral hemispheric asymmetry in humans. Cortical speech zones in 100 adult and 100 infant brains. *Archives of Neurology* 32, 239-246, 1975.
684. Wale, J. & Carr, V. Difference in dichotic listening asymmetries in depression according to symptomatology. *Journal of affective disorders*, 18, 1-9, 1990.
685. Walker, MM. Visual and lexical factors in naming speed by children with reading disorders. *Perceptual and motor skills* 95, 1196-1198, 2002.
686. Warrington, EK. & Shallice, T. The selective impairment of auditory verbal short-term memory. *Brain* 92, 885-896, 1969.
687. Warrington, EK. & Taylor, AM. Two categorical stages of object recognition *Perception* 7, 695-705, 1978.
688. Webster, JS., Godlewski, C., Hanley, GL. & Sowa, MV. A scoring method for logical memory that is sensitive to right-hemisphere dysfunction. *Journal of clinical and experimental neuropsychology* 14(2), 222-238, 1992.
689. Wechsler, D. Wechsler Memory Scale-Revised. *The Psychological Corporation*, Paris, 1987.
690. Wechsler, D. *Echelle Clinique de mémoire de Wechsler-troisième Edition*. ECPA, 2001.
691. Weems, S. & Zaidel, E. The effect of response mode on lateralized lexical decision performance. *Neuropsychologia* 43, 386-395, 2005.

692. Wei, CY., Evans, M., Eliot, M., Barrick, J., Maust, B. & Spyridakis, JH. Influencing web-browsing behavior with intriguing and informative hyperlink wording. *Journal of Information Science*, 31, 433-445, 2005.
693. Weil-Barais A. *Les méthodes en psychologie*. Ed. Bréal, collection grand Amphi, 1997.
694. Weingartner, H. Verbal learning in patients with temporal lobe lesions. *Journal Verbal Learning Verbal Behavior* 7, 520-526, 1968.
695. Wenger, E. & Gervais, F. *Théories des communautés de pratique : apprentissage, sens et identité*. Presses Université Laval, 2005.
696. Werker, JF., Gilbert, JHV., Humphrey, K. & Tees, RC. Development aspects of cross-language speech perception. *Child development* 52, 349-355, 1981.
697. Wernicke, K. *Der Aphasische Symptomenkomplex*. Breslau: Cohn & Weigert, 1874.
698. West, W. & Holcomb, P. Imaginal, semantic and surface-level processing of concrete and abstract words: an electrophysiological investigation. *Journal of cognitive neuroscience* 12, 1024-1037, 2000.
699. Westerhausen, R., Helland, T., Ofte, S. & Hugdahl, K. a longitudinal study of the effect of voicing on the dichotic listening ear advantage in boys and girls at age 5 to 8. *Developmental neuropsychology*, 35, 752-761, 2010.
700. Wheeler Atkinson, B., Bennett T., Bahr, S. & Nelson, M. Development of a Multiple Heuristics Evaluation Table (MHET) to Support Software Development and Usability Analysis. *Universal Access In Human Computer Interaction*. Computer Science (ed.), 4554, 523-572, 2007.
701. Wilkins, A. & Moscovitch, M. Selective impairment of semantic memory after temporal lobectomy. *Neuropsychologia* 16, 73-79, 1978.
702. Wilkinson, D., Harries, G., Thelwall, M. & Price, L. Motivations for academic web site interlinking: evidence for the Web as a novel source of information on informal scholarly communication. *Journal of Information Science*, 29(1), 49-56, 2003.
703. Williams, KM, Iacono, WG., Remick, RA. & Greenwood, P. Dichotic perception and Memory following electroconvulsive treatment for dépression. *British Journal of psychiatry*, 157, 366-372, 1990.
704. Winance, M. La notion de handicap et ses transformations à travers les classifications du handicap de l'OMS, 1980 et 2001. *Dynamis* 28, 377-406, 2008.
705. Wisniewski, KE., Wienieski, HM. & Wen, GY. Occurrence of neuropathological changes and dementia of Alzheimer's disease in Down's syndrome. *Annals of neurology*, 17, 278-282, 1985.
706. Witelson, SF. & Pallie, W. Left hemisphere specialization for language in the newborn: neuroanatomical evidence of asymmetry. *Brain* 96, 641-646, 1973.
707. Witelson, SF. & Kigar, D. Asymmetry in brain function follows asymmetry in anatomical form: gross, microscopic, post-mortem and imaging studies. In *Handbook of Neuropsychology*. F. Boller & J. Grafman (Eds.), New York: Elsevier Science Publishers, 1(Chap 6), 111-142, 1989.
708. Witkin, H. A. Individual difference in ease of perception of embedded figures. *Journal of personality*, 19(1), 1-15, 1950
709. Wood, J. & Wood, L. card sorting: current practices and beyond. *Journal of usability studies*, 4, 1-6, 2008.
710. Woods - WHO, International Classification of Impairments, disabilities and handicaps. A manuel of classification relating to the consequence of disease. Genève, 1980.

- Z -

711. Zaidel, DW. *Lexical organization of the right hemisphere*. P.A. Buser & A. Rougel-Buser (Eds.), Amsterdam: North-Holland Publishing Compagny, 1978.
712. Zaidel, D.W. & Rausch, R. Effects of semantic organization on the recognition of pictures following temporal lobectomy. *Neuropsychologia* 19(6), 813-817, 1981.

713. Zatorre, R. Perceptual asymétries on the dichotic fused words test and cérébral speech lateralization determined by the carotid sodium amytal test. *Neuropsychologia*, 27, 1207-1219, 1989.
714. Zucman, É. Besoins de soins, accès aux soins: bilan contrasté et avenir incertain. *Connaissances de la diversité*, 35-49, 2011.