

Université de Nantes

Unité de Formation et de Recherche - "Médecine et Techniques Médicales"

Année Universitaire 2009/2010

Mémoire pour l'obtention du Diplôme de Capacité d'Orthophoniste

présenté par ***Fanny SEROT***

(née le 28/03/1986)

La reconnaissance des bruits familiers par le sujet aphasique : mise en place d'un protocole d'évaluation

Président du Jury : Docteur Rousteau Gabriel, phoniatre
Directeur du Mémoire : Madame Bénichou Dominique, orthophoniste
Membres du Jury : Docteur Magne Christine, neurologue
Docteur Hérisson Fanny, neurologue

“Par délibération du Conseil en date du 7 Mars 1962, la Faculté a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu’elle n’entend leur donner aucune approbation ni improbation”.

I. INTRODUCTION

Le cerveau est une entité formidable, à l'origine du moindre de nos gestes, de nos pensées, de nos émotions, de nos souvenirs, de nos paroles... Il gère tout, programme tout, supervise tout, centralise tout. C'est sans doute pour cela que son fonctionnement pose encore aujourd'hui de nombreuses questions, malgré les connaissances importantes déjà acquises le concernant au fur et à mesure des années.

Le langage est notamment une des activités les plus complexes du cerveau. S'il offre aux êtres humains la possibilité de communiquer entre eux, il est une faculté spécifique, sous-tendue par de nombreux mécanismes de perception, de reconnaissance, de traitement, d'association, de production.

Si l'activité langagière permet à l'homme de s'exprimer, elle implique de sa part la compréhension non seulement de ce qui lui est dit, mais également de tout ce qu'il entend. Le langage, c'est parler mais aussi comprendre, ce qui va permettre la communication.

Suite à une altération de leur structure cérébrale, les personnes devenues aphasiques rencontrent des difficultés dans le langage, tant sur le versant de l'expression que de la compréhension. Si la compréhension des sons de la parole est altérée suite à leur pathologie, qu'en est-il des autres sons, des bruits de l'environnement, des sons musicaux, qui sont eux aussi importants pour comprendre le monde qui nous entoure et communiquer ?

Nous allons tout d'abord explorer les différents domaines du cerveau, de l'audition, du langage et de la cognition pour tenter de mieux appréhender les différents mécanismes en jeu, sur le versant théorique; puis nous décrirons dans une partie pratique la mise en place d'un protocole d'évaluation de la reconnaissance des bruits familiers, la méthodologie employée et les différents résultats obtenus.

I. INTRODUCTION.....	3
II. ASSISES THEORIQUES	10
1. LE CERVEAU	10
A. <i>Généralités</i>	10
A.1. Données historiques	10
A.1.1. De l'antiquité à la renaissance.....	10
A.1.2. Du XIXème siècle à aujourd'hui.....	11
A.2. Données anatomiques.....	12
A.2.1. L'encéphale	12
A.2.2. Le cortex cérébral.....	13
A.2.3. Les aires de Brodmann	14
A.3. Données histologiques.....	14
A.4. Vascularisation	15
A.4.1. Vascularisation artérielle.....	15
A.4.2. Vascularisation veineuse	15
B. <i>Fonctionnement cérébral</i>	16
B.1. Les différentes approches du fonctionnement cérébral.....	16
B.1.1. Théorie localisationniste	16
B.1.2. Théorie globaliste	17
B.1.3. Théorie associationniste	17
B.1.4. Révolution cognitive	17
B.2. Les aires fonctionnelles cérébrales.....	18
B.2.1. Aires sensorielles.....	18
B.2.1.1. Aire auditive	18
B.2.1.2. Aire visuelle.....	18
B.2.1.3. Aire somatosensorielle	19
B.2.2. Aires motrices	19
B.2.2.1. Aire motrice primaire	19
B.2.2.2. Aire de Broca (aire 44 et 45 de Brodmann).....	20
B.2.3. Aires associatives	20
B.2.3.1. Aires associative somesthésique (5 et 7 de Brodmann)	20
B.2.3.2. Aire associative auditive (22).....	20
B.2.3.3. Aire associative visuelle (18 et 19).....	21
B.2.3.4. Aire de Wernicke (aire 22, 39 et 40)	21
B.2.3.5. Aire intégrative commune (5, 7, 39 et 40).....	21
B.2.3.6. Aire pré-motrice (6).....	21
B.2.3.7. Aire oculomotrice frontale (8).....	21
B.3. Les hémisphères cérébraux	22
B.3.1. Présentation	22
B.3.2. Broca et l'hémisphère gauche	23
B.3.3. L'hémisphère droit	24
C. <i>Dysfonctionnement cérébral</i>	25
C.1. Méthodes d'exploration cérébrale.....	25
C.1.1. Tomodensitométrie (TDM ou scanner).....	25
C.1.2. Imagerie par résonance magnétique (IRM).....	25
C.1.3. Electroencéphalographie (EEG).....	25
C.1.4. Echographie Doppler.....	26

C.1.5.	Angiographie cérébrale	26
C.1.6.	Tomographie par émission de positons (TEP)	26
C.1.7.	Potentiels Evoqués (PE)	27
C.2.	Lésions cérébrales	27
C.2.1.	Atteinte vasculaire : l'accident vasculaire cérébral (AVC).....	27
C.2.1.1.	Définition.....	27
C.2.1.2.	Accident vasculaire cérébral ischémique	28
C.2.1.3.	Accident vasculaire cérébral hémorragique	28
C.2.1.4.	Sémiologie de l'AVC	29
C.2.1.5.	Facteurs de risques.....	29
C.2.1.6.	Traitement.....	29
C.2.1.7.	Pronostic	30
C.2.2.	Atteinte tumorale.....	31
C.2.3.	Atteinte infectieuse.....	31
C.2.4.	Atteinte traumatique	31
C.2.5.	Epilepsie	32
2.	L'AUDITION.....	33
A.	<i>Physique acoustique et psychoacoustique</i>	33
A.1.	Physique acoustique	33
A.1.1.	Description du son.....	33
A.1.2.	Les différents types de sons	33
A.1.2.1.	Sons purs	33
A.1.2.2.	Sons complexes	34
A.1.2.3.	Sons complexes périodiques.....	34
A.1.2.4.	Sons complexes non-périodiques	34
A.2.	Psychoacoustique	34
B.	<i>Système auditif périphérique</i>	35
B.1.	Mécanisme de l'audition	35
B.1.1.	Transmission aérienne de l'onde sonore	35
B.1.2.	Transmission liquidienne de l'onde sonore.....	35
B.1.3.	Transduction électrique	35
B.2.	Organes de l'audition	36
B.2.1.	L'oreille externe	36
B.2.2.	L'oreille moyenne	36
B.2.3.	L'oreille interne.....	37
B.2.3.1.	Le vestibule.....	37
B.2.3.2.	La cochlée.....	37
C.	<i>Système auditif central</i>	40
C.1.	Description et fonctionnement	40
C.1.1.	Les neurones.....	40
C.1.2.	Le nerf auditif (ou cochléo-vestibulaire).....	41
C.1.3.	Le tronc cérébral.....	41
C.1.3.1.	Les voies auditives.....	42
C.1.3.2.	Les relais auditifs.....	42
C.1.4.	Les cortex auditifs	45
C.1.5.	Le traitement du message auditif.....	45
C.2.	Troubles centraux de l'audition.....	46
C.2.1.	Surdité verbale.....	46
C.2.2.	Agnosie auditive.....	46
C.2.3.	Surdité corticale.....	46

C.2.4.	Hémianacousie	47
C.2.5.	Amusie	47
3.	LE LANGAGE	48
A.	<i>Parole, langue, langage</i>	48
A.1.	Définitions	48
A.1.1.	Langage	48
A.1.2.	Langue	48
A.1.3.	Parole	48
A.2.	Les différentes approches	49
A.2.1.	Approche béhaviouriste	49
A.2.2.	Approche structuraliste	49
A.2.3.	Approche constructiviste	50
A.2.4.	Approche développementale	50
A.2.5.	Approche chomskienne	51
A.2.6.	Approche cognitive	52
B.	<i>Description du langage</i>	53
B.1.	Description neuro-anatomique	53
B.1.1.1.	Aire de Broca	53
B.1.1.2.	Aire de Wernicke	54
B.1.1.3.	Autres aires du langage	55
B.2.	Description psycholinguistique	56
B.3.	Description développementale	56
B.4.	Troubles du langage	57
C.	<i>Troubles acquis du langage : l'aphasie</i>	58
C.1.	Définition	58
C.2.	Découverte de l'aphasie	58
C.3.	Etiologies des aphasies	58
C.3.1.	Aphasie d'origine vasculaire	59
C.3.1.1.	Définition	59
C.3.1.2.	Epidémiologie	59
C.3.1.3.	Caractéristiques cliniques	59
C.3.1.4.	Signes associées aux infarctus cérébraux	60
C.3.1.5.	Signes associées aux hémorragies	61
C.3.1.6.	Evolution	61
C.3.2.	Aphasie d'origine traumatique (traumatisme crânien)	62
C.3.3.	Aphasie dans les pathologies dégénératives	62
C.3.4.	Aphasie d'origine infectieuse ou inflammatoire	62
C.3.5.	Aphasie liée à une tumeur cérébrale	63
C.3.6.	Aphasie et épilepsie	63
C.4.	Sémiologie des aphasies	63
C.4.1.	Troubles de la production et de l'expression orale	63
C.4.1.1.	Niveau phonétique	63
C.4.1.2.	Niveau phonémique	64
C.4.1.3.	Niveau sémantique	65
C.4.1.4.	Niveau syntaxique	66
C.4.1.5.	Niveau du discours	67
C.4.2.	Troubles de l'expression écrite	68
C.4.3.	Troubles de la compréhension orale	68
C.4.3.1.	Trouble d'accès et/ou atteinte des représentations phonétiques et phonologiques	68

C.4.3.2.	Trouble d'accès et/ou atteinte des représentations sémantiques...	69
C.4.3.3.	Trouble de la compréhension syntaxique	69
C.4.3.4.	Niveau du discours	70
C.4.4.	Troubles de la compréhension écrite.....	70
C.5.	Classifications	70
C.5.1.	Aphasie de Broca	70
C.5.2.	Aphasie de Wernicke	72
C.5.3.	Aphasie globale	73
C.5.4.	Aphasie de conduction	73
C.5.5.	Aphasie transcorticale motrice	74
C.5.6.	Aphasie transcorticale sensorielle	75
C.5.7.	Aphasie transcorticale mixte	76
C.5.8.	Aphasie amnésique.....	76
C.5.9.	Aphasie sous-corticale.....	77
4.	LA COGNITION.....	78
A.	<i>Généralités</i>	78
A.1.	Définitions	78
A.2.	Les disciplines	78
A.2.1.	La linguistique cognitive	78
A.2.2.	Les neurosciences.....	79
A.2.2.1.	Neurosciences cognitives	79
A.2.2.2.	Neuropsychologie.....	79
A.2.2.3.	Psychophysiology.....	80
A.2.3.	La psychologie cognitive	80
A.3.	Les courants et concepts.....	81
A.3.1.	Cognitivism (computationalism)	81
A.3.2.	Connexionisme.....	81
A.4.	Processus cognitifs	82
B.	<i>Mécanismes perceptifs</i>	83
B.1.	La perception.....	83
B.2.	La musique	83
B.2.1.	Caractéristiques	83
B.2.2.	Perception musicale.....	84
B.3.	Les bruits	84
B.4.	La parole.....	85
C.	<i>Mécanismes de traitement de la parole</i>	85
C.1.	A l'oral	85
C.1.1.	Identification des phonèmes.....	85
C.1.2.	Identification des mots	86
C.1.2.1.	Modèle cohorte (Marslen-Wilson, 1987, 1993)	86
C.1.2.2.	Modèle TRACE (McClelland & Elman, 1986).....	87
C.2.	A l'écrit	87
C.2.1.	La voie directe ou adressage	88
C.2.2.	La voie indirecte ou l'assemblage.....	88
III.	PROBLEMATIQUE	89
IV.	HYPOTHESES	90
V.	METHODOLOGIE	91
1.	POPULATION.....	91
A.	<i>Population témoin</i>	91

A.1.	Critères d'inclusion	91
A.2.	Critères d'exclusion.....	91
B.	<i>Population pathologique</i>	91
B.1.	Critères d'inclusion	92
B.2.	Critères d'exclusion.....	92
2.	MATERIEL	92
A.	<i>Objectifs</i>	92
B.	<i>Support sonore</i>	93
C.	<i>Support visuel</i>	94
D.	<i>Description des épreuves</i>	95
3.	RECUEIL ET CONSTRUCTION DES DONNEES	96
A.	<i>Cahier de passation</i>	96
B.	<i>Conditions de passation</i>	97
4.	METHODE D'ANALYSE DES DONNEES	98
VI.	PRESENTATION ET ANALYSE DES RESULTATS	99
1.	POPULATION TEMOIN	99
A.	<i>Résultats globaux</i>	99
A.1.	Hypothèses	99
A.2.	Résultats	100
A.3.	Analyse.....	101
B.	<i>Epreuve de désignation sur écoute du bruit</i>	101
B.1.	Hypothèses	101
B.2.	Résultats	103
B.3.	Analyse.....	103
C.	<i>Résultats en fonction de l'âge</i>	104
C.1.	Hypothèse.....	104
C.2.	Résultats	105
D.	<i>Résultats en fonction du sexe</i>	105
D.1.	Résultats	106
2.	POPULATION PATHOLOGIQUE	107
A.	<i>Comparaison des résultats avec la population témoin</i>	107
A.1.	Hypothèses	107
A.2.	Résultats	108
A.3.	Analyse.....	109
B.	<i>Comparaison entre les différents types d'aphasies</i>	110
B.1.	Hypothèses	110
B.2.	Résultats	112
B.3.	Analyse.....	113
C.	<i>Comparaison entre les épreuves</i>	114
C.1.	Hypothèses	114
C.2.	Résultats et analyse	115
D.	<i>Résultats en fonction de la latéralisation</i>	116
E.	<i>Résultats en fonction de l'étiologie de l'aphasie</i>	118
F.	<i>Comparaison par items des épreuves de désignation sur écoute verbale et sur écoute du bruit</i>	120
G.	<i>Comparaison entre deux passations à distance</i>	121
G.1.	Hypothèses	121
G.2.	Résultats	124
VII.	DISCUSSION	125

1.	VERIFICATION DES HYPOTHESES	125
2.	REFLEXION AUTOUR DES RESULTATS	126
3.	BIAIS	126
4.	LIMITES	127
5.	PERSPECTIVES	127
VIII.	CONCLUSION.....	128

II. ASSISES THEORIQUES

1. LE CERVEAU

A. Généralités

A.1. Données historiques

Il est intéressant d'avoir une approche historique des représentations du cerveau. En effet, certaines évidences actuelles ont été pendant longtemps controversées, et si l'existence, la place et le rôle du cerveau sont aujourd'hui plus clairement définis, cela n'a pas toujours été le cas.

A.1.1. De l'antiquité à la renaissance

Pendant de nombreux millénaires, on croyait communément que l'activité mentale avait son siège au centre du corps humain, dans le cœur. Aristote (384-322 avant J.C) défendait ce point de vue qui resta longtemps une hypothèse répandue. A l'inverse Hippocrate, Platon ou Démocrite, à la même époque, soutenaient déjà que l'intelligence et la conscience étaient gouvernées par le cerveau. Hippocrate avançait même un des principes fondamentaux de l'organisation cérébrale qu'est le contrôle d'un hémicorps par l'hémisphère cérébral opposé. [Imbert M. (2006), *Traité du cerveau*]

Si Galien (131-202) confirme le siège de « l'âme dirigeante » dans le cerveau, et ce par ses nombreux travaux expérimentaux, il défend l'idée que les fonctions psychologiques siègent dans les cavités ventriculaires. Or les siècles suivants virent peu d'avancées significatives dans ce domaine. En effet de la fin du II^e siècle jusqu'au XVI^e siècle, les dissections sont interdites dans l'Europe chrétienne et dans le monde islamique, et l'Eglise adopte sans discussion l'autorité anatomique et physiologique de Galien.

Il faudra attendre le XVI^e siècle et le début de la Renaissance pour un renouveau des études anatomiques. C'est Andreas Vesalius de Bruxelles (1514-1564) qui le premier rejeta la thèse ventriculaire classique. Puis au XVII^e siècle a lieu la Révolution scientifique mécaniciste, inaugurée par Galilée (1564-1642) et René Descartes (1596-1650). Si ce dernier refuse de créer un lien entre psychologie et physiologie, il développe un modèle physiologique expliquant les fonctions biologiques courantes. Une analyse mécanique de l'organisme est fondée.

A.1.2. Du XIX^e siècle à aujourd'hui

Les avancées suivantes eurent lieu à la fin du dix-huitième et au début du dix-neuvième siècle avec les succès de la phrénologie. Franz Gall, anatomiste autrichien, est le premier à affirmer que le cerveau n'est pas une masse uniforme, et que des facultés mentales différentes peuvent être localisées dans des régions différentes. Cependant il prétend aussi que la forme du crâne reflète le tissu cérébral sous-jacent et que les caractéristiques mentales et émotionnelles d'un individu peuvent être déterminées par l'étude minutieuse des bosses du crâne [Springer S., Deutsh G. (2000), *Cerveau gauche, cerveau droit*]. Les recherches sur les localisations cérébrales opposèrent ses partisans à ceux d'une vision unitaire de l'activité du cerveau, comme Flourens. La phrénologie inspira néanmoins les premières localisations de certaines fonctions au niveau du cortex et, en premier lieu, les recherches de Broca sur les aires cérébrales responsables du langage.

Ainsi, deux découvertes majeures sont à l'origine de la représentation contemporaine du cerveau : d'une part la démonstration de la localisation cérébrale du langage par Paul Broca en 1861 ; et d'autre part les travaux Golgi et Cajal, qui reçoivent en 1906 le prix Nobel de médecine, pour leurs recherches sur la structure élémentaire du tissu nerveux. La fin du dix-neuvième siècle est donc l'avènement de deux concepts majeurs : le cerveau est organisé en régions fonctionnelles distinctes, et le tissu cérébral est constitué de neurones formant eux-mêmes des réseaux complexes.

Une étape cruciale est franchie ; après la mise en évidence des cellules du système nerveux par Golgi et Cajal, grâce à une nouvelle technique de coloration qui permit également les études successives sur la forme, les propriétés, les fonctions et les connexions des neurones, Sherrington décrit le fonctionnement des systèmes réflexes et

les « *synapses* » ; Sperry montre que les parties droite et gauche du cerveau sont impliquées différemment dans ses fonctions et Penfield établit une carte des localisations de la sensibilité somatique dans le cortex cérébral.

Le vingtième siècle voit différentes disciplines, autrefois cloisonnées, se développer ensemble dans un cadre intellectuel cohérent : l'anatomie, la physiologie, l'embryologie, la génétique, la biologie moléculaire, la psychologie vont se croiser et donner naissance aux neurosciences.

Renforcées par des techniques expérimentales toujours plus puissantes (micro électrodes, électroencéphalographies, radiographie X, caméra à positons et imagerie par résonance magnétique...) et enrichies d'un faisceau de disciplines complémentaires (neurobiologie, neuropsychologie, physico-chimie...) les neurosciences abordent maintenant la description du cerveau sous une approche multidisciplinaire. Elles étudient ainsi le système nerveux de sa composition moléculaire jusqu'aux expressions de l'intelligence humaine comme la résolution de problème, le raisonnement, la communication linguistique. On parle aujourd'hui de *neurosciences cognitives*.

A.2. Données anatomiques

A.2.1. L'encéphale

Dans le langage courant, le cerveau est souvent restreint au cortex cérébral; pourtant il désigne une partie importante de ce que l'on appelle l'encéphale. Celui-ci est composé du cerveau, du tronc cérébral et du cervelet, et appartient au système nerveux central, lui-même composé de l'encéphale et de la moelle spinale.

Du point de vue du développement du système nerveux, on peut diviser l'encéphale en six parties : le télencéphale, le diencephale, le mésencéphale, le métencéphale (cervelet et protubérance annulaire) et le myélocéphale (bulbe rachidien). Le télencéphale se compose du cortex cérébral et du striatum et il forme, avec le diencephale, le cerveau antérieur.

Le cerveau se situe dans la boîte crânienne. Il est recouvert d'une enveloppe de tissu protectrice, les méninges, composée de trois couches : la dure-mère (contre la boîte crânienne), l'arachnoïde et la pie-mère (qui tapisse la surface du cerveau). Il baigne dans le liquide céphalo-rachidien, ce qui le protège des secousses et de chocs.

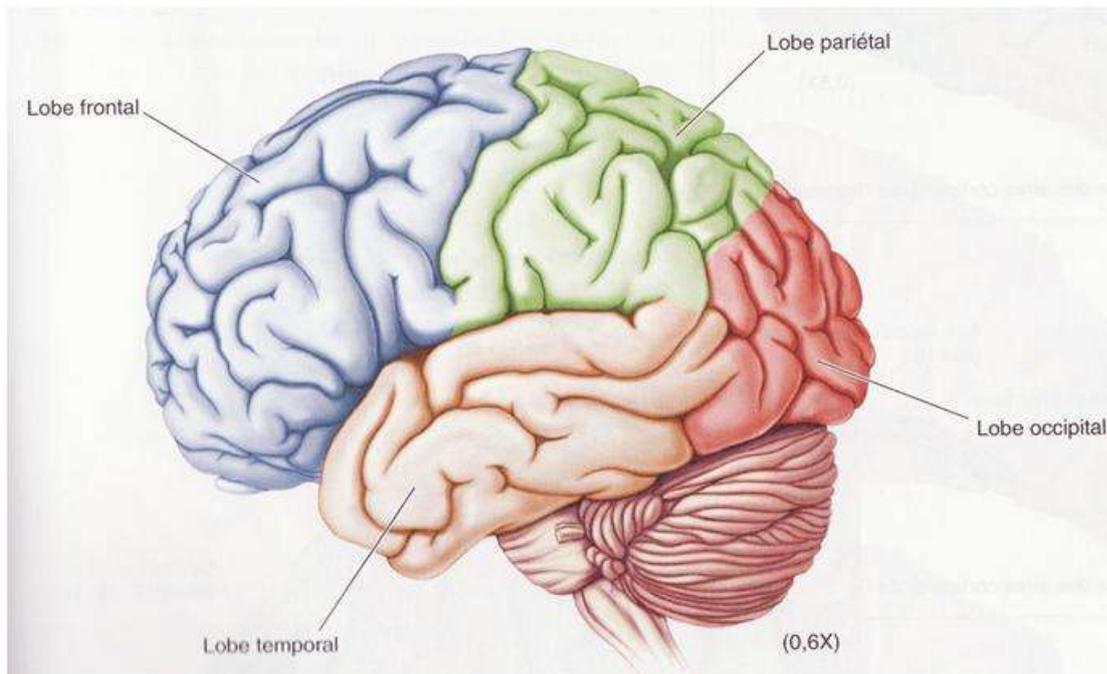
A.2.2. Le cortex cérébral

Le cortex cérébral forme la plus grande partie du cerveau, et il se divise en deux hémisphères : l'hémisphère droit et l'hémisphère gauche. Chaque hémisphère abrite un système ventriculaire : il s'agit d'une cavité remplie de liquide céphalo-rachidien. Les deux hémisphères sont unis par des commissures dont la plus volumineuse est le corps calleux ; il s'agit de faisceaux de fibres nerveuses qui servent de canaux de communication entre eux.

Le cortex cérébral humain présente un aspect plissé formé de scissures et de sillons (sulcus), qui délimitent ce que l'on appelle des circonvolutions (gyrus) ; cette disposition est dite gyrencéphale, par opposition aux cortex lisses d'autres mammifères.

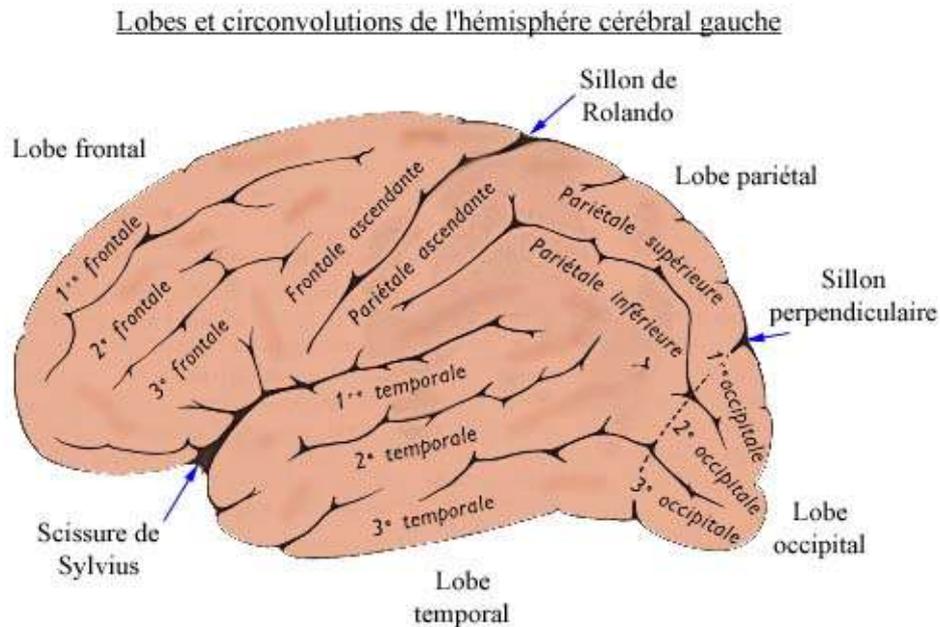
Dans chacun des deux hémisphères, les circonvolutions sont regroupées en lobes, séparées par des scissures profondes : le lobe frontal à l'avant, le lobe temporal en dessous, le lobe pariétal au-dessus et le lobe occipital en arrière. La scissure de Sylvius sépare les lobes frontal et temporal ; la scissure de Rolando les lobes frontal et pariétal. En arrière, le lobe occipital n'est séparé que virtuellement des lobes pariétal et temporal.

Fig 1 : Les différents lobes du cerveau (hémisphère gauche)



(source : www.medecine-et-sante.com)

Fig 2 : Les différentes circonvolutions cérébrales



(source : www.medecine-et-sante.com)

A.2.3. Les aires de Brodmann

Ces aires sont des délimitations du cortex du cerveau humain définies par Korbinian Brodmann sur une base cytoarchitectonique. Cela signifie que les aires correspondent à l'organisation structurale apparente du cortex ; ainsi, chaque région du cortex ayant la même organisation cellulaire a un numéro allant de 1 à 52. Brodmann a également relié chacune de ces 52 aires à une fonction propre.

A.3. Données histologiques

Le tissu cérébral est composé de cellules nerveuses, les neurones, qui vont jouer un rôle essentiel dans la transmission de l'information nerveuse ; et de cellules dites de soutien, assurant le métabolisme cérébral.

On distingue deux types de zones neuronales : d'une part des zones de substance grise où sont concentrés les corps cellulaires des neurones. Ce sont dans ces zones que sont reçues, intégrées et traitées les informations électriques. D'autre part des zones de

substance blanche, composée de fibres nerveuses, et qui assurent la connexion des neurones entre eux.

Sous le cortex, composé de substance grise, se trouve la substance blanche, composée d'axones qui établissent les connexions entre les corps cellulaires du cortex et d'autres parties du cerveau.

A.4. Vascularisation

A.4.1. Vascularisation artérielle

La vascularisation artérielle cérébrale dépend de quatre artères : d'une part par les deux artères carotides internes, qui donnent chacune naissance aux deux artères cérébrales antérieure et moyenne ; et d'autre part par les deux artères vertébrales, qui se réunissent en arrière du crâne pour donner l'artère basilaire. Cette dernière se divise elle-même pour donner les deux artères cérébrales postérieures. [Prades J-M, Laurent B., Navez M-L. *Anatomie clinique du système nerveux central*]

Les différentes artères cérébrales sont reliées près de leur origine par des artères communicantes, appelées anastomoses, antérieures et postérieures. L'ensemble réalise une sorte de cercle appelé polygone de Willis. Ce réseau de suppléance permet de compenser, dans une certaine limite, l'insuffisance d'une artère.

Les artères cheminent sous la pie-mère puis s'enfoncent dans le tissu nerveux. Elles délimitent un espace vasculaire où circule le liquide céphalo-rachidien.

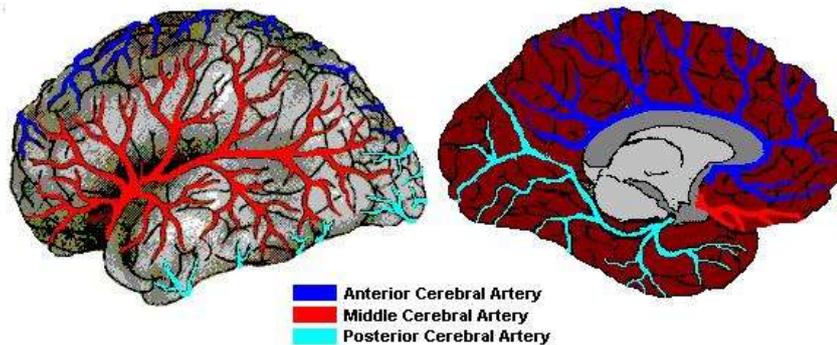
L'artère cérébrale moyenne, aussi appelée artère sylvienne, est la principale du cerveau. Elle chemine dans la scissure de Sylvius. Elle irrigue notamment les aires cérébrales de Broca et de Wernicke.

A.4.2. Vascularisation veineuse

Le trajet veineux est indépendant des artères, et se forme d'une part les veines cérébrales superficielles, et d'autre part des veines cérébrales profondes.

Le sang contenu dans le cerveau est drainé vers le cœur par les deux veines jugulaires internes, formées par la réunion des sinus veineux cérébraux. [*Anatomie clinique du système nerveux central*]

Fig 3 : Vascularisation cérébrale



(source : www.sbirc.ed.ac.uk/gfx/cp_neurophysio_vascular_cerebral_arteries.jpg)

B. Fonctionnement cérébral

B.1. Les différentes approches du fonctionnement cérébral

B.1.1. Théorie localisationniste

Du point de vue anatomique, le cortex cérébral peut être divisé en aires comme l'a fait Brodmann, et ce sans lien spécifique avec son fonctionnement. Cependant les découvertes scientifiques effectuées en neurosciences ont permis une approche localisationniste, notamment grâce aux travaux de Broca (1824-1880) autour de l'aphasie, qui avait pour théorie qu'une zone du cerveau était « le siège du langage articulé ». [*Traité de neuropsychologie clinique*, Lechevalier] Ces découvertes établissent ainsi un lien entre la localisation et la fonction. La théorie localisationniste défend donc l'existence de régions fonctionnelles distinctes dans le cerveau. Par la suite des auteurs en

ont proposé une organisation hiérarchique, comme Mésulam (1986) ou Zille et Clarke (1997).

Cependant la cette théorie a aussi eu ses détracteurs, comme Jackson (1835-1911), qui admettent la localisation du symptôme tout en réfutant celle de la fonction.

B.1.2. Théorie globaliste

Sans remettre entièrement en cause la théorie de la localisation cérébrale, Goldstein rejoint Jackson en refusant d'admettre que le symptôme puisse être considéré comme une expression immédiate de la fonction lésée. Il défend l'idée que les fonctions cérébrales sont intégrées, et qu'elles ne sont pas une simple collection de centres et de voies spécialisées. Sa théorie est dite holistique, c'est à dire qu'elle vise à considérer le cerveau dans son ensemble et non à le disséquer en fonction de ses déficits.

B.1.3. Théorie associationniste

Sans là non plus nier la théorie localisationniste, le point de vue associationniste met en évidence l'existence de certaines altérations des fonctions cérébrales résultant d'une rupture des voies qui unissent les centres fonctionnels. Si Carl Wernicke a donné son nom à une aire spécifique du langage, il est aussi à l'origine de la description d'aphasies dues à des interruptions entre des centres spécifiques. Par la suite Déjérine et Liepmann continueront à approfondir cette théorie.

B.1.4. Révolution cognitive

L'approche de la psychologie cognitive s'est développée à partir des années cinquante, en alternative au courant béhaviouriste ; celui-ci institue la psychologie en tant que discipline scientifique par observation des réponses comportementales aux stimulations. Si cette science psychologique cherche à se détacher des inférences et des représentations conceptuelles existantes dans la relation stimuli-réponses, la psychologie cognitive va elle à l'inverse se concentrer à élaborer des modèles de traitement de l'information chez le sujet normal. Elle opère ainsi une révolution cognitive, aux

carrefour de plusieurs disciplines que l'on nomme les neurosciences, avec pour objectif l'explication des processus mentaux. C'est l'essor de la neuropsychologie cognitive.

B.2. Les aires fonctionnelles cérébrales

Nous allons ici décrire le principe des aires fonctionnelles du cerveau décrites par les localisationnistes-associationnistes.

Il existe trois types d'aires fonctionnelles : les aires sensorielles, qui traitent les informations sensibles en provenance du système nerveux ; les aires motrices, en charge d'apporter une réponse motrice adaptée aux stimuli ; ces deux premiers types d'aires sont dites « *spécifiques* » ; et les aires associatives, qui elle sont non-spécifiques et qui fonctionnent en association avec les aires primaires et secondaires, ou bien avec d'autres aires associatives.

B.2.1. Aires sensorielles

Trois aires cérébrales sont spécialisées dans le traitement des données sensorielles : le cortex visuel situé dans le lobe occipital, le cortex auditif dans le lobe temporal et le cortex somato-sensoriel dans le lobe pariétal.

B.2.1.1. Aire auditive

Le cortex auditif se situe dans le lobe temporal et est divisé en deux zones : le cortex auditif primaire qui effectue un premier traitement des paramètres des données auditives, et un cortex auditif secondaire qui reconstitue les sons.

B.2.1.2. Aire visuelle

Le cortex visuel est organisé de façon similaire au cortex auditif. Il comprend une aire visuelle primaire et une aire visuelle secondaire. Les afférences de cette aire sont également croisées. mais de façon particulière : l'hémisphère gauche ne reçoit pas les

données en provenance de l'œil droit, mais en provenance de la partie droite du champ visuel de chaque œil.

B.2.1.3. Aire somatosensorielle

Le cortex somatosensoriel est le reflet exact du cortex moteur primaire. Chaque organe y projette des afférences de façon somatotopique. La taille de la zone affectée à chaque partie du corps est proportionnelle à la discrimination spatiale de la zone : main et visage y disposent donc des surfaces les plus importantes. Cette disposition est matérialisée par le concept d'homunculus sensitif.

B.2.2. Aires motrices

On distingue deux zones du cortex spécialisées dans la motricité, l'une et l'autre dans le cortex frontal.

B.2.2.1. Aire motrice primaire

Il s'agit de l'aire motrice principale, qui occupe toute la partie postérieure du lobe frontal, juste en avant du sillon central. Elle est organisée de façon somatotopique (chaque zone du corps recevant une afférence d'une partie précise de cette aire), la surface associée à un muscle étant proportionnelle à la précision des mouvements dont il est capable : le visage et la main sont donc fortement représentés. Comme pour la somesthésie, il existe ici un homunculus moteur.

On trouve dans l'aire motrice primaire l'aire de Broca, aire spécifique du langage dont l'atteinte est responsable de l'aphasie de Broca ; le cortex auditif dans le lobe temporal ; et le cortex somatosensoriel dans le cortex pariétal. L'aire motrice est responsable des mouvements volontaires. Les afférences des neurones de cette zone sont croisées : l'hémisphère gauche commande les mouvements de la partie droite du corps et inversement.

B.2.2.2. Aire de Broca (aire 44 et 45 de Brodmann)

Il s'agit de l'aire motrice du langage. Elle se situe dans le lobe frontal gauche dans quatre-vingt dix-sept pour cent des cas, au dessus du scissure de Sylvius, au pied de la troisième circonvolution frontale. La production et la compréhension du langage sont des activités complexes qui font également intervenir des aires sensibles, associatives et motrices du cortex cérébral.

B.2.3. Aires associatives

Les aires associatives représentent la majeure partie du cortex cérébral chez l'homme et sont le principal facteur de la taille de son cerveau. En fait, ce terme désigne toutes les aires néocorticales qui ne sont ni motrices, ni sensorielles ; leurs fonctions sont donc très diverses. Ces aires sont reliées entre elles par des fibres nerveuses. [Principes d'anatomie et de physiologie]

B.2.3.1. Aires associative somesthésique (5 et 7 de Brodmann)

Elle se situe juste à l'arrière de l'aire somesthésique primaire. Elle reçoit des influx nerveux de la part de cette dernière, ainsi que du thalamus et d'autres parties inférieures de l'encéphale. Sa fonction consiste à intégrer et à interpréter les sensations. Elle emmagasine également les souvenirs des expériences sensorielles.

B.2.3.2. Aire associative auditive (22)

Située en dessous et en arrière de l'aire auditive primaire dans le lobe temporal, elle discrimine la catégorie du son (parole, musique, bruit).

B.2.3.3. Aire associative visuelle (18 et 19)

Elle est située dans le lobe occipital et reçoit les influx sensitifs provenant de l'aire visuelle primaire et du thalamus, jouant un rôle essentiel dans la reconnaissance et l'évaluation des stimulus visuels.

B.2.3.4. Aire de Wernicke (aire 22, 39 et 40)

L'aire de Wernicke reconnaît la parole et interprète le langage.

B.2.3.5. Aire intégrative commune (5, 7, 39 et 40)

Bordée par les aires somesthésiques, visuelles et auditives associatives, elle intègre les interprétations des aires associatives, permettant l'émergence d'une pensée à partir de l'ensemble des messages sensitifs.

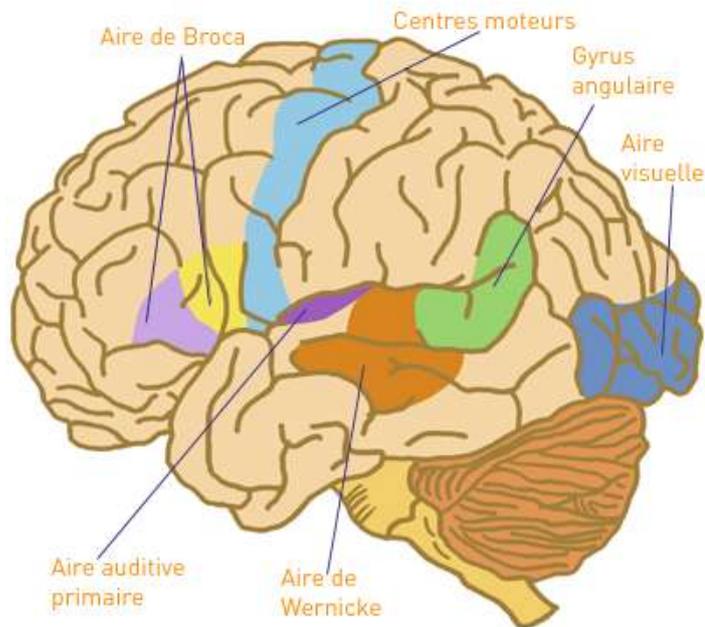
B.2.3.6. Aire pré-motrice (6)

C'est une aire motrice associative située en avant de l'aire motrice primaire, communiquant avec cette dernière ainsi qu'avec les aires sensitives associatives du lobe pariétal, les noyau gris centraux et le thalamus. Elle régit et mémorise les activités motrices à caractère complexe et séquentiel, et possède notamment un rôle important dans l'écriture.

B.2.3.7. Aire oculomotrice frontale (8)

Elle régit notamment le mouvement de balayage volontaire des yeux.

Fig 4 : Les aires fonctionnelles du cerveau



(source : www.espace-sciences.org)

B.3. Les hémisphères cérébraux

B.3.1. Présentation

Comme nous l'avons vu plus haut, le cortex cérébral est divisé en deux hémisphères, reliés entre eux par un ensemble de faisceaux nerveux. D'un point de vue anatomique, ils apparaissent comme des images en miroir, suivant la symétrie générale droite-gauche du corps humain. Cependant d'un point de vue fonctionnel, le contrôle des sensations et des mouvements de base du corps est régulièrement divisé entre les deux hémisphères, de façon croisée. L'hémisphère gauche contrôle le côté droit du corps, et l'hémisphère droit contrôle le côté gauche. [Springer S., Deutsh G. (2000), *Cerveau gauche, cerveau droit*]

D'autre part les différentes recherches sur le cerveau ont démontré l'asymétrie fonctionnelle qui existe entre ces deux hémisphères. En effet la symétrie physique entre la gauche et la droite n'implique pas une symétrie fonctionnelle. Les côtés gauche et droit

ne sont pas équivalents à tous les égards. Pour exemple, l'observation des aptitudes manuelles met en évidence une dissymétrie fonctionnelle, la plupart des gens ayant une main dominante. Cette préférence manuelle est une manifestation des dissymétries fondamentales existantes au niveau de la fonction entre les deux hémisphères cérébraux.

B.3.2. Broca et l'hémisphère gauche

Si Marc Dax, médecin français, avançait déjà 30 ans avant Paul Broca un lien entre perte de la parole et la partie gauche du cerveau, il n'en demeure pas moins que c'est Broca qui a concrétisé vers 1864, par une expérimentation et une argumentation solides, la relation entre parole et l'hémisphère gauche. [Springer S., Deutsch G. (2000), *Cerveau gauche, cerveau droit*] Cette localisation fonctionnelle du langage est le point de départ essentiel à la différenciation entre les deux hémisphères, impliquant une dissymétrie : en effet une lésion gauche entraînant une altération de la parole mais pas une lésion droite, cela implique donc que les fonctions cérébrales ne sont pas localisées symétriquement dans l'hémisphère droit et dans l'hémisphère gauche.

Suite aux observations de Paul Broca émerge le concept de « *dominance cérébrale* ». John Hughlings Jackson parle dès 1868 d'hémisphère « dirigeant », concluant « *que, chez la plupart des gens la partie gauche du cerveau est directrice, c'est la partie de la volonté, la droite étant celle de l'automatisme* ». (J.H Jackson, *Selected writings of John Hughlings Jackson, New York, ed J. Taylor, 1958*).

Par la suite, d'autres chercheurs démontrèrent que des lésions de l'hémisphère gauche pouvaient entraîner différentes formes de troubles du langage. C'est le cas de Karl Wernicke, qui a mis en évidence le lien entre une lésion postérieure de l'hémisphère gauche et des difficultés dans la compréhension de la parole. Puis les troubles de la lecture et de l'écriture furent aussi mis en lien avec des lésions gauche, conférant à l'hémisphère gauche un rôle majeur non seulement dans la parole mais aussi dans les fonctions du langage en général.

Plus tard, les travaux d'Hugo Liepmann sur l'apraxie ont conforté l'idée que l'hémisphère gauche possédait des fonctions que n'a pas le droit, en mettant en avant qu'un patient capable de faire sa toilette est incapable de reproduire les gestes dans un

contexte non lié à la toilette, en lui demandant de faire « comme si ». Il démontre que cette apraxie est liée à des lésions gauches, indépendantes des fonctions langagières. Ainsi l'hémisphère gauche contrôle les mouvements intentionnels aussi bien que le langage, mais en impliquant des aires différentes dans les deux cas.

La conception de la relation entre les deux hémisphères est née. Un hémisphère, généralement le gauche chez les droitiers, est considéré comme « dirigeant » le langage et d'autres fonctions supérieures, alors que le droit est vu comme « mineur » et sous le contrôle de l'hémisphère gauche « dominant ».

B.3.3. L'hémisphère droit

En réaction à ce concept de dominance cérébrale, des recherches ont été menées afin de déterminer les habiletés spécifiques de l'hémisphère droit. C'est ainsi qu'on a mis en avant les compétences visuo-spatiales de l'hémisphère droit. En effet l'observation de patients porteurs de lésions cérébrales droites a montré qu'ils rencontraient des difficultés dans des tâches mettant en jeu de la manipulation de formes, de distances, de relations dans l'espace. De plus une observation plus directe a fait ressortir des troubles de l'orientation et de la conscience perceptive. Il existe aussi des agnosies de la perception des objets du quotidien, et même une agnosie des physionomies.

D'autre part, dans les cas de lésions gauches entraînant un trouble important du langage, il est démontré que la capacité à chanter n'est généralement pas affectée. Par la suite, des cas d'amusie par lésion droite sans atteinte du langage sont venus confirmer cette assertion.

Par conséquent, si l'étude de l'hémisphère droit s'est faite plus tardivement, les conclusions actuelles montrent qu'il n'est plus pertinent de considérer cet hémisphère comme mineur ou passif. Si les deux côtés du cerveau diffèrent dans leurs fonctions et leur organisation, il paraît évident que leurs activités sont complémentaires.

C. *Dysfonctionnement cérébral*

C.1. Méthodes d'exploration cérébrale

C.1.1. Tomodensitométrie (TDM ou scanner)

La tomodensitométrie dite aussi scanographie, est une technique d'imagerie médicale qui consiste à mesurer l'absorption des rayons X par les tissus puis, par traitement informatique, à numériser et enfin reconstruire des images en deux ou en trois dimensions des structures anatomiques. Pour acquérir les données, on emploie la technique d'analyse tomographique ou "par coupes", en soumettant le patient au balayage d'un faisceau de rayons X.

C.1.2. Imagerie par résonance magnétique (IRM)

L'imagerie par résonance magnétique nucléaire est une technique d'imagerie médicale d'apparition récente (début des années 1980) permettant d'avoir une vue en deux ou en trois dimensions d'une partie du corps, notamment du cerveau. Elle est basée sur le principe de la résonance magnétique nucléaire : en appliquant une combinaison d'ondes électromagnétiques à haute fréquence sur une partie du corps et en mesurant le signal émis en retour par certains atomes (comme l'hydrogène), il est possible de déterminer la composition chimique et donc la nature des tissus biologiques en chaque point du volume imagé. Grâce aux différentes séquences, on peut observer les tissus mous avec des contrastes plus élevés qu'avec la tomodensitométrie ; en revanche, l'IRM ne permet pas l'étude des tissus « durs ».

C.1.3. Electroencéphalographie (EEG)

L'électroencéphalographie est la mesure de l'activité électrique du cerveau par des électrodes placées sur le cuir chevelu ; cette activité électrique est représentée sous la

forme d'un tracé appelé « électroencéphalogramme ». Comparable à l'électrocardiogramme qui permet d'étudier le fonctionnement du cœur, l'EEG est un examen indolore et non invasif qui renseigne sur l'activité neurophysiologique du cerveau au cours du temps. Le signal électrique à la base de l'EEG est la résultante de la sommation des potentiels d'action post-synaptiques synchrones issus d'un grand nombre de neurones. On parle aussi d'électroencéphalographie sous-durale, intracrânienne (iEEG) ou stéréotaxique (sEEG) pour désigner des mesures effectuées à partir d'électrodes implantées sous la surface du crâne, directement au niveau du cortex cérébral ; ces mesures sont donc aussi désignées sous le terme électrocorticographie.

C.1.4. Echographie Doppler

L'échographie doppler, couplée ou non à un examen échographique, permet d'analyser la vitesse du sang. On peut ainsi quantifier des débits, des fuites ou des rétrécissements. Elle aidera ainsi à la découverte d'une ischémie ou d'une hémorragie.

C.1.5. Angiographie cérébrale

L'angiographie est une technique d'imagerie médicale dédiée à l'étude des vaisseaux sanguins qui ne sont pas visibles sur des radiographies standards. On parle d'artériographie pour l'exploration des artères. L'angiographie est un examen basé sur l'injection d'un produit de contraste lors d'une imagerie par rayons X. C'est un examen invasif.

C.1.6. Tomographie par émission de positons (TEP)

La tomographie par émission de positons est une méthode d'imagerie médicale qui permet de mesurer en trois dimensions l'activité métabolique d'un organe grâce aux émissions produites par les positons (ou positrons) issus de la désintégration d'un produit radioactif injecté au préalable. La TEP est utilisée en imagerie cérébrale où elle permet de révéler les régions actives du cerveau lors de telle ou telle activité cognitive de manière analogue à ce qui se fait avec l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle.

C.1.7. Potentiels Evoqués (PE)

Un « *potentiel évoqué* » désigne le signal électrique produit par le système nerveux en réponse à une stimulation externe (son, lumière) ou interne (prise de décision, préparation motrice). Ce signal étant en général très faible (de l'ordre du micro-Volt), il est nécessaire de répéter l'enregistrement un grand nombre de fois de façon à moyenner toutes ces mesures et à obtenir une caractérisation du potentiel évoqué qui soit fiable.

On distingue les potentiels évoqués exogènes (auditifs, visuels et tactiles, qui reflètent l'activité de régions sensorielles du cortex cérébral), déclenchés par une stimulation sensorielle, et les potentiels évoqués endogènes, liés à une activité cognitive qui n'est pas en lien direct avec une stimulation extérieure.

C.2. Lésions cérébrales

Une lésion cérébrale est une altération ou une destruction plus ou moins étendue du tissu nerveux, entraînant un déficit dans la perception, la cognition, la sensibilité ou la motricité, en fonction de la localisation de l'atteinte dans l'architecture neurocognitive. Cette lésion peut être de diverses natures.

C.2.1. Atteinte vasculaire : l'accident vasculaire cérébral (AVC)

C.2.1.1. Définition

La définition donnée par le dictionnaire d'orthophonie de l'AVC est la suivante : « *processus pathologique cérébral vasculaire par obstruction ou rupture d'une artère (plus rarement d'une veine) entraînant un ramollissement ou une nécrose du territoire impliqué. Il occasionne des lésions cérébrales plus ou moins importantes et étendues, responsables d'un ensemble d'importance variable de troubles moteurs, et/ou sensoriels, et/ou de troubles du langage.* »

L'accident vasculaire cérébral peut être transitoire (AIT) avec retour rapide à l'état normal, sans séquelles, c'est-à-dire en moins d'une heure et sans preuve d'infarctus à

l'imagerie (Consensus ANAES, mai 2004). Le déficit peut être au contraire permanent. On parle alors d' « *accident vasculaire cérébral constitué* » (AIC).

C.2.1.2. Accident vasculaire cérébral ischémique

Les accidents ischémiques sont dus à l'occlusion d'une artère cérébrale ou à destination cérébrale (carotides ou artères vertébrales). Le cerveau est donc partiellement privé d'oxygène et de glucose. Cette privation entraîne un infarctus cérébral (appelé également *ramollissement cérébral*). Cette occlusion est le plus souvent due soit à un athérome obstructif, soit un caillot (de formation locale ou par embolie dans ce cas, le plus souvent d'origine cardiaque). Le déficit concerne un territoire bien défini du cerveau : il est dit systématisé.

Le ramollissement cérébral d'origine ischémique peut se compliquer secondairement d'un saignement au niveau de la lésion : on parle alors de ramollissement hémorragique.

La « *thrombophlébite* » cérébrale est une occlusion d'une veine cérébrale, (et non d'une artère), mais elle est beaucoup plus rare.

La « *lacune cérébrale* » est une complication de l'hypertension artérielle et se caractérise par de multiples petites zones concernées par un infarctus cérébral.

C.2.1.3. Accident vasculaire cérébral hémorragique

Les accidents hémorragiques sont causés par la rupture d'un vaisseau sanguin, souvent endommagé, ou en mauvais état à l'origine et soumis à une pression sanguine excessive. Par ailleurs il se constitue un œdème autour de l'hématome, qui aggrave la compression du cerveau dans la boîte crânienne, entraînant ou aggravant une hypertension intra-crânienne.

C.2.1.4. Sémiologie de l'AVC

Plusieurs signes peuvent survenir dans le cas d'un accident vasculaire cérébral, ils ne sont cependant pas forcément tous présents : la perte de la motricité et de la force d'un bras, d'une jambe, de la moitié du visage (déviations de la bouche) ou de la totalité d'un côté du corps (hémiparésie). Ce déficit peut être total ou partiel. Dans ce dernier cas, on parle d'hémiparésie ; la perte de la sensibilité d'un bras, d'une jambe, de la face ou de tout le côté d'un corps ; une difficulté soudaine à trouver les mots ou à les exprimer : les phrases ou les mots sont incompréhensibles ; la difficulté soudaine à parler ; un trouble soudain de l'équilibre et de la marche, pouvant conduire à la chute ; une perte soudaine de la vision d'un œil (amaurose), diplopie (vision double) ou vision trouble, due à des troubles de l'accommodation (Cette vision troublée peut apparaître 12 heures avant l'AVC, pendant quelques minutes, puis disparaître), la sensation d'éblouissement, les pupilles inégales et/ou non réactives à la lumière ; des maux de tête violents et intenses, sans qu'aucun signe ne survienne avant la crise.

Les AVC peuvent aussi se traduire, beaucoup plus rarement, par une crise convulsive ou un état de confusion mentale, apparemment isolés.

C.2.1.5. Facteurs de risques

Le facteur de risque principal de l'AVC est l'hypertension artérielle (HTA). Mais il peut aussi survenir du fait de l'hérédité et de certaines maladies spécifiques comme l'hypertension artérielle, l'hypercholestérolémie, la fibrillation auriculaire, les troubles de la coagulation sanguine. Enfin une mauvaise hygiène de vie (tabagisme, obésité), est aussi un facteur de risque.

C.2.1.6. Traitement

La prise en charge d'un accident vasculaire cérébral doit être prise en charge le plus rapidement possible, à l'hôpital, et au mieux dans une unité spécialisée, comme par exemple les Unités Neuro-Vasculaires (UNV).

- En phase aiguë

La phase aiguë est la phase qui suit les premiers symptômes de l'AVC. On peut alors proposer un traitement par anticoagulants, des médicaments antiagrégants plaquettaires, un traitement anti-hypertenseur.

Un traitement neurochirurgical dans les cas particuliers d'hémorragie cérébrale, d'infarctus cérébelleux et d'infarctus hémisphérique malin, peut être proposé.

Un médicament thrombolytique (qui permet la dissolution d'un caillot par thrombolyse ou *fibrinolyse*) est proposé en cas d'accident vasculaire cérébral d'origine ischémique, lorsqu'il est pris en charge moins de 4h30 heures après les premiers symptômes. Il permet une récupération complète plus fréquente et diminue la mortalité.

- En phase sub-aiguë

La prise en charge des facteurs de risque cardio-vasculaire est impérative. Certains médicaments anti-hypertenseurs entraînent une diminution significative du risque de récurrence (selon l'étude de Lancet en 2001). L'arrêt du tabac, l'équilibration d'un diabète ou d'une hypercholestérolémie par le régime ou par des médicaments, sont également nécessaires.

La rééducation après un AVC fait partie intégrante du traitement : selon les cas, de la kinésithérapie, de l'ergothérapie, de l'orthophonie, un régime alimentaire et des activités physiques adaptées seront nécessaires.

C.2.1.7. Pronostic

L'accident vasculaire cérébral reste une maladie grave, aux conséquences toujours dramatiques avec un risque de décès de 20 à 30 % au premier mois et la nécessité de placement en institution en raison du handicap chez plus de 10 % des survivants (selon H. Rodgers et R. Thomson, 2008).

Le pronostic à moyen et à long terme dépend essentiellement du degré de l'atteinte (K. Bruins Slot *et al.*, 2008) Le risque vital se prolonge bien au-delà de la période aiguë

puisque la mortalité à un an peut atteindre près de 40 % (G.J Hankey *et al*, in *Stroke*, 2000).

Dans le monde, 5,5 millions de personnes meurent chaque année d'une attaque cérébrale. 75 % des victimes ont plus de 65 ans.

C.2.2. Atteinte tumorale

Il existe plusieurs formes de tumeurs susceptibles de se développer dans le cerveau. Elles sont créées par le développement anormal et anarchique de divisions cellulaires, à partir soit d'une cellule du cerveau lui-même, soit d'une cellule métastatique exportée d'un cancer situé dans une autre partie du corps. Le cancer du cerveau le plus fréquent est le gliome. Les tumeurs cérébrales primaires sont plutôt situées dans la partie antérieure des deux tiers des hémisphères cérébraux chez les adultes, mais elles peuvent affecter toutes les parties du cerveau.

C.2.3. Atteinte infectieuse

La pénétration d'un micro-organisme au sein du système nerveux entraîne une réaction inflammatoire de celui-ci. Elle peut s'agir de méningites, d'abcès cérébraux, du SIDA.

C.2.4. Atteinte traumatique

Un choc sur le crâne peut entraîner des lésions de l'encéphale. Il peut être question de commotion cérébrale due à un déplacement ou à un étirement de la substance nerveuse à l'intérieur de la boîte crânienne au moment de l'impact ; de contusions cérébrales entraînant la destruction du tissu nerveux, et s'accompagnant généralement de petits hématomes avec saignement de certaines parties du cerveau ; d'hématome sous-dural aiguë : des poches de sang se forment entre la substance nerveuse et la dure-mère ; d'hématome extra-dural : du sang s'infiltré entre la voûte crânienne et la dure-mère.

C.2.5. Epilepsie

L'épilepsie est une affection neurologique du cerveau. C'est le symptôme d'une hyperactivité cérébrale paroxystique pouvant se manifester par des convulsions ou une perte de conscience, voire par des hallucinations complexes inauguraux.

2. L'AUDITION

A. *Physique acoustique et psychoacoustique*

A.1. Physique acoustique

A.1.1. Description du son

Le son est transporté par des vibrations qui résultent de la compression ou de la raréfaction du milieu ambiant. Ces vibrations se propagent comme une onde. Les sons produisent des ondes qui peuvent être analysés selon deux paramètres physiques : la fréquence de l'onde (exprimée en cycles par seconde, notée en Hz) détermine la hauteur du son (grave ou aigu) ; l'amplitude de l'onde détermine l'intensité sonore (exprimée en décibel, notée dB). L'oreille humaine est sensible à une gamme de fréquence s'étendant de 20 à 20000Hz, et à une gamme d'intensité allant jusqu'à 120dB (seuil de la douleur).

A.1.2. Les différents types de sons

Il existe différents types de sons : les sons purs, les sons complexes, les sons complexes périodiques, les sons complexes non périodiques.

A.1.2.1. Sons purs

Un son pur est un son correspondant précisément à une variation sinusoïdale de la pression de l'air en fonction du temps. Ce son n'existe pas vraiment dans la nature, il est utilisé dans le cadre de l'expérimentation.

A.1.2.2. Sons complexes

Les sons complexes représentent la quasi totalité des sons. Un son complexe peut être décrit comme la somme de nombreux sons purs ayant entre eux des rapports de niveaux, de fréquences et de temps.

A.1.2.3. Sons complexes périodiques

Ils sont caractérisés par une fréquence fondamentale et des harmoniques. Quand un son unique est produit, la décomposition de ce son en sons purs montre que les fréquences de toutes ses composantes ont entre elles des rapports précis. La fréquence la plus basse est appelée la fréquence fondamentale, les autres sont les harmoniques qui ont des fréquences multiples de la fondamentale.

A.1.2.4. Sons complexes non-périodiques

Le bruit est un son complexe non périodique. Les sons de la parole peuvent être des sons complexes périodiques ou non périodiques ; cela dépendra du mode d'excitation du larynx.

A.2. Psychoacoustique

La psychoacoustique est l'étude des sensations auditives de l'homme. Elle va notamment chercher à mesurer ces sensations auditives, en se référant à des échelles de perception subjective de sonie (sensation d'intensité) et de tonie (sensation de fréquence). Elle détermine ainsi des seuils d'audition et des champs auditifs. Par exemple, la zone conversationnelle est l'étendue de la perception de la parole.

B. Système auditif périphérique

B.1. Mécanisme de l'audition

L'audition est une activité sensorielle complexe, qui va permettre la perception et l'intégration des sons et des bruits. Le système auditif périphérique se charge d'abord de la réception, puis de la transmission de l'onde sonore.

B.1.1. Transmission aérienne de l'onde sonore

Elle commence par la réception : les ondes sonores pénètrent dans le conduit auditif externe ; elles mettent en vibration la membrane tympanique, à l'entrée de l'oreille moyenne ; il s'agit d'une énergie mécanique. Dans l'oreille moyenne, la chaîne des osselets transmet cette énergie et l'amplifie, afin de compenser la perte d'énergie liée au passage du milieu aérien de l'oreille moyenne à celui du milieu liquide de l'oreille interne. L'étrier vient s'insérer dans la fenêtre ovale, point d'entrée de l'oreille interne ; c'est là que la transmission aérienne de l'onde sonore se transforme en une transmission liquidienne.

B.1.2. Transmission liquidienne de l'onde sonore

L'onde ainsi créée met en vibration la membrane basilaire qui se trouve à l'intérieur de la cochlée. Cette membrane va permettre une première analyse du son, et notamment de la fréquence ; c'est ce qu'on appelle la tonotopie. La partie basse de la cochlée analyse les sons aigus et la partie haute les sons graves.

B.1.3. Transduction électrique

La cochlée renferme l'organe sensoriel de l'audition, appelé organe de Corti ; celui-ci renferme à son tour de nombreuses cellules sensorielles, que l'on nomme les cellules ciliées. Il existe deux types de cellules ciliées : les cellules ciliées internes, qui transmettent le son vers les voies centrales, et les cellules ciliées externes, qui reçoivent

les voies efférentes du cerveau et agissent comme préamplificateur du son. Cela permet une adaptation en temps réel de l'audition, et la compréhension de la parole dans du bruit.

C'est dans ces cellules que l'énergie mécanique est alors transformée en énergie bioélectrique ; on appelle ce mécanisme la transduction. Les impulsions électriques partent ensuite sur le nerf auditif pour atteindre le cerveau.

B.2. Organes de l'audition

B.2.1. L'oreille externe

L'oreille externe est constituée du pavillon et du conduit auditif externe. Le pavillon capte les ondes acoustiques et les transmet vers le conduit auditif externe. Par sa forme, il permet d'avoir une audition pourvue de directivité. C'est une sorte d'antenne acoustique, qui nous permet de localiser un événement sonore, un bruit. Le pavillon et le conduit auditif externe amplifient légèrement les sons captés et les dirigent vers le tympan et l'oreille moyenne.

B.2.2. L'oreille moyenne

Elle est située dans une cavité osseuse du crâne, toujours en milieu aérien. Elle côtoie l'oreille interne. Sa pression relative est équilibrée par rapport à la face externe du tympan grâce à la trompe d'Eustache, un conduit qui communique avec le nasopharynx.

Composée du tympan à l'entrée et de la chaîne des osselets – elle-même composée de trois petits os : le marteau, l'enclume et l'étrier – son rôle est de transmettre l'information sonore en provenance de l'oreille externe pour l'acheminer vers l'oreille interne, tout en accomplissant l'adaptation d'impédance nécessitée par le milieu liquide de cette dernière ; l'amplitude des mouvements est diminuée, leur force amplifiée.

En premier lieu, les sons en provenance de l'oreille externe entrent en contact avec la membrane tympanique, et par un effet mécanique celle-ci se met à vibrer. Saisissant les déplacements du tympan, le marteau transmet son énergie à l'enclume qui réalise alors une démultiplication des mouvements qui seront appliqués à l'étrier.

L'oreille moyenne a la capacité de modifier l'amplitude d'entrée des sons par deux muscles antagonistes. Le muscle du marteau a un rôle d'amplification, en impactant la chaîne des osselets dans l'oreille interne. Le muscle de l'étrier possède au contraire la capacité de désengager la chaîne des osselets. Il est le vecteur d'un réflexe précieux, le réflexe stapédien, qui a une fonction de protection très importante ; en cas de son élevé, le muscle de l'étrier se contracte, permettant ainsi d'atténuer l'intensité du son envoyé vers l'oreille interne.

B.2.3. L'oreille interne

Logée dans le labyrinthe osseux, elle renferme deux organes indissociables : L'organe vestibulaire et la cochlée.

B.2.3.1. Le vestibule

Cet organe est apparu avant la cochlée au cours de l'évolution, et lui est resté intimement associé, bien qu'il n'ait a priori aucun rôle dans l'audition. Le vestibule est l'organe responsable de notre perception de l'équilibre. Il est composé de sorte de sacs remplis de liquide : l'utricule, qui permet la détection des mouvements horizontaux ; et la saccule qui nous assure la perception mouvements verticaux ; ainsi que des canaux semi-circulaires, qui assurent la perception des mouvements de rotation.

B.2.3.2. La cochlée

C'est l'organe de l'audition. Elle se compose d'un labyrinthe osseux englobant le labyrinthe membraneux ; elle a la forme d'un long cône enroulé en spirale, faisant deux tours et demie de spire et divisé en trois parties dans l'axe de sa longueur: la rampe vestibulaire, la rampe tympanique, et le canal cochléaire.

- La rampe vestibulaire

Remplie de périlymphe, cette rampe est séparée du canal cochléaire par la membrane de Reissner. On trouve à sa base la fenêtre ovale sur laquelle est appliquée la platine de l'étrier. C'est par cette mince paroi souple que les vibrations entrent dans la périlymphe, se propageant de la base (le vestibule) vers le sommet (l'apex).

- La rampe tympanique

Séparée du canal cochléaire par la membrane basilaire, la rampe tympanique contient également de la périlymphe, et se trouve reliée à la rampe vestibulaire par l'hélicotréma à l'apex de la cochlée. Les vibrations provenant de la rampe vestibulaire passent dans la rampe tympanique par l'hélicotréma puis se propagent jusqu'à la base de la cochlée, où elles stimulent la fenêtre ronde, qui subit des déformations opposées à celles imposées par l'étrier à la fenêtre ovale.

- Le canal cochléaire

C'est la rampe centrale de la cochlée, comprise entre les rampes tympanique et vestibulaire. Le canal cochléaire est rempli d'endolymphe, et séparé des rampes vestibulaire et tympanique respectivement par la membrane de Reissner et la membrane basilaire. Le canal cochléaire contient l'organe de Corti, l'élément sensoriel de l'audition, qui est stimulé mécaniquement par les vibrations se propageant à l'intérieur des rampes cochléaires. Ce sont plus précisément les différences de pression entre les rampes vestibulaire et tympanique qui agissent sur l'organe de Corti.

- L'organe de Corti

L'élément sensoriel de l'audition est l'organe de Corti. Cet organe est enfermé dans le canal cochléaire, et baigne dans l'endolymphe. Supporté par la membrane basilaire, l'organe de Corti s'étend tout le long de la cochlée et contient

des milliers de cellules sensorielles ciliées (24 000 par oreille) reliées à des fibres nerveuses provenant du nerf auditif. Les cellules ciliées possèdent une organisation spatiale remarquablement élaborée en trois dimensions, rendue possible par un arrangement spécialisé de cellules de soutiens et de membranes.

On distingue deux types de cellules sensorielles ciliées :

- Les cellules ciliées internes, reliées principalement à des fibres nerveuses afférentes, ont un rôle de détection et communiquent au cerveau la présence de vibrations dans l'organe de Corti en réponse à des stimulations sonores.
- Les cellules ciliées externes (environ trois fois plus nombreuses que les cellules ciliées internes), reliées à des fibres efférentes, sont impliquées dans un mécanisme de rétrocontrôle actif ayant pour fonction d'amplifier les vibrations détectées par les cellules ciliées internes. Les cellules ciliées externes sont essentielles pour la sensibilité de l'oreille et son pouvoir de discrimination en fréquence.

On compte le long de la cochlée humaine environ 3500 cellules ciliées internes et 12 500 cellules ciliées externes, qui sont reliées à environ 35 000 fibres nerveuses.

Une propriété de base de l'organe de Corti est qu'il effectue une analyse en fréquence des stimulations sonores. En réponse à une fréquence donnée, les différentes portions de l'organe le long de la cochlée vibrent avec des amplitudes différentes. Les régions basales répondent aux fréquences élevées (aiguës), tandis que les régions proches de l'apex répondent aux basses fréquences (graves). Il y a une gradation continue de la fréquence de réponse de la base vers l'apex; c'est ainsi la position d'une cellule ciliée le long de la cochlée qui détermine la fréquence à laquelle cette cellule montre une sensibilité maximale. On parle d'organisation « tonotopique » de la cochlée.

Le principal mode de stimulation de l'organe de Corti en réponse au son met en jeu les vibrations de la membrane tympanique qui sont transmises à l'endolymphe du canal cochléaire par la chaîne des osselets de l'oreille moyenne.

Ces vibrations mettent en mouvement la membrane basilaire, puis les cellules ciliées par l'intermédiaire des cellules de soutien. D'autres modes de stimulation sont cependant possibles, le plus notable étant la perception auditive par conduction osseuse, où les cellules ciliées sont stimulées directement par les vibrations de l'os crânien.

C. Système auditif central

C.1. Description et fonctionnement

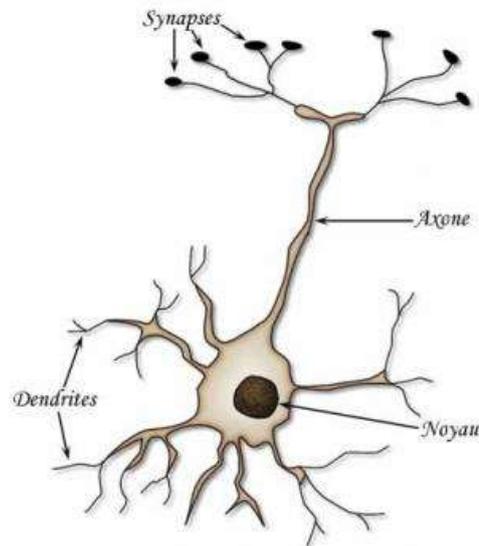
Les sons détectés par l'oreille interne sont donc transmis au cerveau sous la forme d'impulsions nerveuses. L'intensité du son perçu est fonction de la vitesse de répétitions des impulsions, tandis que sa fréquence implique l'identification des fibres nerveuses qui transmettent les impulsions.

C.1.1. Les neurones

A la suite du phénomène de transduction opéré par les cellules ciliées, ce sont les neurones auditifs primaires qui vont être responsables du transfert des informations auditives de l'organe récepteur (oreille interne) au système nerveux central (tronc cérébral). Ils vont permettre la transmission du signal bioélectrique, appelé potentiel d'action. Un neurone est une cellule nerveuse excitable constituant l'unité fonctionnelle de base du système nerveux.

Le neurone est composé d'un corps cellulaire et de deux types de prolongements : l'axone, unique, qui conduit les potentiels d'action dont il est à l'origine ; et les dendrites, qui conduisent les influx nerveux induits à leur extrémité, mais qui ne permettent pas la transmission des informations à l'extérieur du neurone. A l'extrémité de l'axone se trouvent les synapses ; c'est précisément là que les informations se transmettent de cellules en cellules.

Fig 5 : Représentation schématique d'un neurone



(source : www.lyc-dumont-maurepas.ac-versailles.fr)

C.1.2. Le nerf auditif (ou cochléo-vestibulaire)

L'ensemble des axones de ces neurones auditifs primaires se rejoignent en faisceau et vont ainsi former le nerf cochléo-vestibulaire. Ainsi, si l'énergie bioélectrique émanant de la cochlée atteint un certain seuil au niveau des dendrites, elle prendra la forme de potentiel d'action au niveau de l'axone. La séquence de potentiels d'action se propagera le long des fibres du nerf auditif afin de transmettre l'information ainsi codée au système nerveux central.

Le nerf auditif n'est pas uniquement constitué de fibres provenant de la cochlée, mais aussi de fibres qui viennent du vestibule. Il constitue le point de départ des voies auditives, et amène l'influx nerveux au niveau du tronc cérébral.

Si le nerf auditif possède des propriétés essentielles pour le codage des informations auditives, et notamment en terme de sélectivité fréquentielle, un traitement additionnel est nécessaire au niveau du tronc cérébral et du cortex cérébral afin de percevoir un stimulus sonore complexe.

C.1.3. Le tronc cérébral

Le tronc cérébral appartient au système nerveux central, et plus particulièrement à l'encéphale. Il est situé dans la fosse postérieure du crâne, sous le cerveau, en avant du cervelet et au-dessus de la moelle spinale. C'est également le lieu d'émergence de neuf des douze paires de nerfs crâniens.

Le tronc cérébral est oblique en haut et en avant, et se compose de haut en bas du mésencéphale, de la protubérance annulaire et du bulbe cérébral. Il est le centre de passage des voies motrices et sensibles, ainsi qu'un centre de contrôle de la douleur.

C.1.3.1. Les voies auditives

L'audition, comme toute autre modalité sensorielle, possède une voie et de centres primaires, c'est-à-dire totalement dédiés à cette fonction ; et des voies secondaires, où convergent l'ensemble des fonctions.

Le tronc cérébral est également impliqué dans le traitement binaural de l'information auditive puisqu'il existe de nombreuses connexions entre les côtés droit et gauche. Les voies auditives peuvent emprunter un chemin controlatéral, c'est-à-dire du côté opposé à l'oreille dont elles proviennent, ou ipsilatéral, du même côté.

Les voies auditives vont rencontrer plusieurs relais le long du tronc cérébral ; cependant elles vont conserver une organisation tonotopique dans la plupart des noyaux relais.

C.1.3.2. Les relais auditifs

Les voies auditives sont composées de différents centres relais qui opèrent des sous-traitements en parallèle des stimuli auditifs. L'une des caractéristiques principales de ces centres, ou noyaux, est qu'un traitement additionnel du message auditif est réalisé à ce niveau. Ainsi, certaines caractéristiques nécessaires au traitement de la parole peuvent être extraites au niveau des noyaux cochléaires par exemple.

Ces différents relais sont les noyaux cochléaires, puis le complexe olivaire supérieur, le lemnisque latéral, suivi du colliculus supérieur, et enfin le corps genouillé médian. Ce dernier, situé dans le thalamus, projette ses faisceaux nerveux vers le cortex auditif primaire.

- Noyau cochléaire

Le noyau cochléaire est le premier relais auditif sur la voie ascendante. Il est situé sur la face dorsolatérale du tronc cérébral. Les fibres du nerf auditif se divisent rapidement en entrant dans le tronc cérébral en deux branches : l'une antérieure ou ascendante, l'autre postérieure ou descendante. Les propriétés fréquentielles des fibres du nerf auditif, reproduisant la tonotopie cochléaire ou cochléotopie, se retrouvent dans le noyau cochléaire, car les fibres codant pour les fréquences graves se projettent dans les régions ventrales du noyau, tandis que les fibres codant pour les fréquences aiguës se projettent dans les régions dorsales.

La structure cellulaire du noyau cochléaire n'est pas homogène. Trois grandes divisions ont été délimitées, sur la base de leur architecture cellulaire et sur leur type d'innervation : la zone antéroventrale, la zone postéroventrale et la zone dorsale. Si chacune de ces structures est caractérisée par des types cellulaires spécifiques, il existe un type de cellules réparti dans toutes les divisions du noyau cochléaire.

Chacune des divisions du noyau cochléaire a sa représentation cochléotopique. Cette cochléotopie a pu être mise en évidence par des techniques d'enregistrement électrophysiologique.

Le noyau cochléaire est le premier relais de la voie auditive ascendante, où l'intégration et le traitement de l'information acoustique sont complexes. Ce traitement résulte de nombreuses interactions entre le système auditif périphérique et les noyaux auditifs supérieurs, comme en témoignent les nombreuses projections venant en particulier du colliculus inférieur.

- Complexe olivaire supérieur

C'est un ensemble de noyaux situés dans le tronc cérébral, constitué de trois noyaux principaux : l'olive supérieure latérale, l'olive supérieure médiane et le noyau médian du corps trapézoïde. Autour de ces trois noyaux principaux, des neurones sont disséminés, formant les neurones périolivaires.

La fonction du complexe olivaire supérieur est complexe : il intervient dans la localisation spatiale des sons, le réflexe acoustique et la physiologie du système efférent olivocochléaire.

- Noyaux du lemnisque latéral

Ils sont situés à l'intérieur des fibres du lemnisque latéral et reçoivent des afférences provenant des noyaux cochléaires et du complexe olivaire supérieur. Trois noyaux ont été décrits : le noyau dorsal, le noyau ventral et le noyau intermédiaire du lemnisque latéral. La fonction de ces noyaux est mal connue.

- Colliculus inférieur

Le colliculus inférieur, est formé de plusieurs subdivisions : le noyau central, le noyau dorsomédian, le noyau latéral et le cortex dorsal. Le rôle du colliculus inférieur dans le système auditif est sans doute essentiel : il s'agit d'un centre de grande intégration du message auditif. Cette structure se trouve au carrefour des voies auditives ascendantes et descendantes, et reçoit des afférences extra-auditives importantes.

Le noyau central est organisé en lamelles, organisation qui semble très impliquée dans la représentation spatiale, mais aussi fréquentielle, des paramètres sonores. Cette représentation « cartographique » des diverses qualités d'un son permet d'analyser précisément un message sonore complexe.

- Corps genouillé médian

Le corps genouillé médian constitue le relais auditif entre le colliculus inférieur et le cortex auditif. Cette structure thalamique est caractérisée par sa richesse en innervation descendante qui, parallèlement aux voies auditives ascendantes, permet la constitution de boucles auditives thalamocorticales. Il est divisé en plusieurs noyaux, en fonction de leur structure cellulaire et de leur innervation. On distingue classiquement trois divisions : ventrale, dorsale et

médiane. Cette classification morphologique se traduit par d'importantes différences fonctionnelles.

À côté du corps genouillé médian, deux autres structures thalamiques appartiennent aux voies auditives : la partie postérolatérale du noyau réticulé du thalamus et la partie latérale du complexe postérieur du thalamus.

C.1.4. Les cortex auditifs

Chez l'homme, les cortex auditifs se situent au niveau du Gyrus de Heschl (lobe temporal), correspondant aux aires de Brodmann 41 et 42. Ils sont connectés aux aires de Broca et de Wernicke. On distingue un cortex auditif primaire un cortex auditif secondaire.

Contrairement aux noyaux du tronc cérébral, les neurones corticaux ne sont pas sensibles à des stimuli de longue durée. Leurs réponses se font essentiellement à des bruits brefs ou lors d'une brusque variation d'intensité ou de fréquence. De plus, au sein d'un même module fonctionnel, tous les neurones ont des propriétés fonctionnelles semblables. Il est important de remarquer que le type de réponse de chaque cellule corticale peut changer en fonction du spectre, de l'intensité et de la localisation spatiale du son.

En réponse à une stimulation tonale simple, on distingue, comme au niveau du corps genouillé médian, divers types de réponses temporelles : des réponses transitoires mais également des réponses soutenues durant toute la durée de la stimulation.

C.1.5. Le traitement du message auditif

Le message auditif est donc traité à quatre niveaux : le tronc cérébral (noyaux cochléaires et complexe olivaire supérieur), le mésencéphale (colliculus inférieur), le diencephale (corps genouillé médian) et le cortex auditif. Après le premier relais dans le noyau cochléaire, la projection est bilatérale, avec cependant une dominance

controlatérale. Ainsi, chaque structure reçoit des informations binaurales, c'est-à-dire en provenance des deux oreilles.

C.2. Troubles centraux de l'audition

C.2.1. Surdité verbale

Elle se définit par l'impossibilité à reconn tre les mots entendus. Le sujet garde la possibilité de parole spontanée, qui est sensée et compréhensible. L'écriture et la lecture sont conservées, mais la répétition des mots ou l'écriture sous dictée sont impossibles. Le sujet est comme « sourd » au langage, alors qu'il entend correctement ; il se trouve dans l'incapacité de reconn tre les sons de parole comme tels. La surdité verbale est souvent qualifiée de pure pour insister sur le fait que c'est le trouble de la compréhension des mots qui est prédominant. Cependant, Buchman *et al* ont montré que la surdité verbale était très souvent associée à des degrés divers à d'autres dysfonctions centrales de l'audition. La surdité verbale est due à des atteintes bilatérales du cortex temporal.

C.2.2. Agnosie auditive

On désigne par ce terme l'impossibilité pour le sujet de reconn tre les sons et bruits environnants. Ainsi, par exemple, le sujet ne reconnaît pas le bruit de l'aspirateur ou un son de cloche. Toutefois, les sons sont perçus. L'agnosie auditive est due à des lésions cortico-sous-corticales bilatérales.

C.2.3. Surdité corticale

Une personne atteinte de surdité corticale ne perçoit plus les stimuli sonores, quels qu'ils soient. Son attitude, sa voix deviennent progressivement celles d'un sourd profond. L'atteinte est bilatérale et siège au niveau des radiations auditives.

C.2.4. Hémianacousie

Certains patients peuvent présenter une surdité corticale d'un seul côté. Difficile à diagnostiquer, l'hémianacousie est révélée par des tests audiologiques subjectifs spécifiques et par l'absence de PEA corticaux.

C.2.5. Amusie

Le trouble de reconnaissance de la musique est une entité clinique réelle qui se distingue de l'aphasie. Une faculté reconnue chez les musiciens professionnels est de pouvoir entendre intérieurement la musique. À l'inverse, un sujet frappé d'amusie ne peut plus, à des degrés divers, la reconnaître. Parfois, la musique perd son caractère plaisant. La représentation musicale centrale s'associe fréquemment à d'autres types de représentations, graphiques ou visuelles (colorées par exemple). [Lechevalier et al.]

Les trois syndromes découlant d'une atteinte centrale cortico-souscorticale de l'audition chez l'adulte, la surdité verbale, l'agnosie auditive et la surdité corticale, ne sont pas toujours faciles à distinguer. À côté de ces tableaux classiques mais rares de surdités centrales existent d'autres cas d'atteintes centrales de l'audition donnant des tableaux cliniques moins marqués.

Afin de distinguer les atteintes centrales de l'audition d'autres troubles du système nerveux central, les tests auditifs subjectifs sont pour l'instant indispensables.

3. LE LANGAGE

A. *Parole, langue, langage*

A.1. Définitions

A.1.1. Langage

Le langage est une faculté spécifique qui a pour fonction d'assurer la communication entre les humains. C'est d'abord un acte physiologique, réalisé par différents organes du corps humain, mais aussi un acte psychologique, car il suppose une activité volontaire de l'esprit. Enfin c'est un acte social, qui a une visée de communication entre les hommes.

A.1.2. Langue

Selon le Dictionnaire d'Orthophonie, , la langue est « *un système de signes et de règles, qui permet aux individus d'une même communauté de se comprendre, malgré les variations qui existent entre leurs divers énoncés.* ».

A.1.3. Parole

La parole est le langage articulé symbolique de l'humain. Elle en est la manifestation orale.

A.2. Les différentes approches

A.2.1. Approche béhaviouriste

Les béhaviouristes défendent l'idée selon laquelle le langage serait un comportement sans spécificité, et donc semblable aux autres comportements humains. Le langage se développerait sous l'effet des renforcements émis par l'entourage. Ainsi le comportement verbal a un effet sur l'environnement, qui en retour modèle et affine les productions et conduites verbales. Le langage serait donc uniquement le fruit de l'apprentissage.

Cette approche comportementaliste s'est créée en réponse aux théories dites mentalistes, selon lesquelles le mental est la cause de toute action. Elle fut par la suite critiquée, d'une part par les constructivistes comme Piaget, d'autre part par les psychanalystes avec Freud ; ils reprochaient aux comportementalistes de ne s'intéresser qu'à ce qui était observable, et donc de négliger la manière dont se construit la connaissance (Piaget) ou le psychisme (Freud).

A.2.2. Approche structuraliste

Le terme de *structuralisme* trouve son origine dans le *Cours de linguistique générale* de Ferdinand de Saussure (1916), qui propose d'appréhender toute langue comme un système dans lequel chacun des éléments n'est définissable que par les relations d'équivalence ou d'opposition qu'il entretient avec les autres, cet ensemble de relations formant la « structure ». Néanmoins, le *Cours de linguistique générale* ne fait aucunement mention du mot « structure » lui-même. La postface « Lire Saussure aujourd'hui » de Louis-Jean Calvet précise : « La notion de système tout d'abord (ce qu'on appellera plus tard structure). »(réf)

D'après Émile Benveniste qui s'appuie sur les travaux de Saussure, le structuralisme est l'hypothèse selon laquelle on peut étudier une langue en tant que structure. Cette hypothèse est justifiée par le fait que le système de la langue est « relatif » et « oppositif ». Saussure disait : « dans la langue, il n'y a que des différences ». Chaque élément ne prend sens que dans sa relation et son opposition à d'autres éléments.

A.2.3. Approche constructiviste

Le constructivisme, théorie de l'apprentissage, a été développé, entre autres, par Piaget, dès 1923, en réaction au behaviorisme qui, d'après lui, limitait trop l'apprentissage à l'association stimulus-réponse. L'approche constructiviste met en avant l'activité et la capacité inhérentes à chaque sujet, ce qui lui permet d'appréhender la réalité qui l'entoure. (Piaget, *La naissance de l'intelligence chez l'enfant*, Paris, Delachaux et Niestlé, 1936).

Le constructivisme suppose que les connaissances de chaque sujet ne sont pas une simple « copie » de la réalité, mais une « (re)construction » de celle-ci. Le constructivisme s'attache à étudier les mécanismes et processus permettant la construction de la réalité chez les sujets à partir d'éléments déjà intégrés.

La compréhension, constamment renouvelée, s'élabore à partir des représentations plus anciennes d'événements passés, que le sujet a d'ores et déjà « emmagasinées » dans son vécu. En fait, le sujet restructure (« *reconceptualise* »), en interne, les informations reçues en regard de ses propres concepts : c'est le phénomène de restructuration conceptuelle à travers ses expériences.

A.2.4. Approche développementale

Cette approche aborde le langage du point de vue de son développement, de la vie intra-utérine jusqu'à l'âge adulte. Dans l'espèce humaine, le développement langagier est un processus qui débute très tôt et se poursuit tout au long de la vie de l'individu. L'acquisition du langage procède par apprentissage et imitation, tant pour l'expansion du lexique que la maîtrise de la syntaxe. Ces étapes permettent à la fois la compréhension des énoncés linguistiques mais aussi la production des premiers mots du nourrisson jusqu'au discours de l'adulte.

Au cours du développement humain, le langage est précédé par des modes de communication non-verbaux (jeux d'imitations réciproques entre la mère et le bébé par exemple). En effet dès la naissance le bébé interagit avec ceux qui l'entourent. Il répond et est stimulé par cette interaction : on parle de communication préverbale. Par la suite, la possibilité de manipuler des signes linguistiques n'apparaît pas brusquement mais est

préparée par un travail qui commence très tôt. Ainsi, la langue maternelle est privilégiée par l'enfant dès ses premiers babillages, avant même qu'il ne sache parler véritablement ni même prononcer un son ayant une quelconque signification.

A.2.5. Approche chomskienne

Noam Chomsky, linguiste américain, a mené de nombreux travaux dans le domaine de la psycholinguistique dans les années soixante. Il défend l'existence d'une « *grammaire universelle* ». La *grammaire générative* est une théorie linguistique selon laquelle un ensemble de règles grammaticales permettent de générer toutes les phrases de la langue et, par extension, qu'il existe des règles communes à toutes langues.

L'objectif de départ de cette théorie était d'effacer les « *conceptions taxinomiques de la structure linguistique* », c'est à dire le classement des structures, en procédant pas à pas, en séparant et classifiant les mots, suivant une "*spéculation empiriste*" comme le dit Chomsky. Pour lui les différentes manières de traiter la linguistique ne permettaient pas d'exprimer le fait que « *le sujet parlant* » peut « *produire et comprendre instantanément de nouvelles phrases qui sont différentes (d'un point de vue physique (intonation) et au niveau des constructions de la phrase) de celles qu'il a précédemment entendues. L'acquisition linguistique est fondée sur la découverte par l'enfant d'une grammaire générative de sa langue* », sans que l'enfant ne tienne compte des structures et parle sans connaître les lois qui régissent sa langue.

La grammaire générative vise à rendre compte de la créativité du langage qui permet à un individu de comprendre et de produire des phrases qu'il n'a jamais entendues. Elle est alors amenée à distinguer la performance, ou activité linguistique réelle du sujet, de la compétence, ou savoir implicite de la langue. Ce que la grammaire générative entend décrire et expliquer, c'est la compétence linguistique, c'est-à-dire cet ensemble fini de règles qui permet d'engendrer un nombre infini de phrases.

La grammaire générative tente de résoudre les problèmes de structures linguistiques telles que les structures ambiguës. La grammaire générative propose une explication de cette ambiguïté. Elle distingue ainsi une « *structure de surface* » et une « *structure de profondeur* ». L'ambiguïté proviendrait du fait que les deux phrases ont la même structure de surface et une structure de profondeur différente. Une telle analyse a rendu nécessaire l'introduction de mécanismes permettant d'expliquer le passage d'une

structure profonde abstraite à une structure de surface correspondant à l'énoncé effectif : ce sont les transformations , d'où le terme de « *grammaire transformationnelle* ».

En outre, la grammaire générative se propose de dégager les universaux linguistiques des caractéristiques propres à une langue. C'est également dans ce sens que s'orientent la plupart des recherches actuelles en grammaire, qui visent essentiellement à dégager les conditions universelles qui pèsent sur la forme et le fonctionnement des règles de grammaire.

A.2.6. Approche cognitive

En linguistique et en sciences cognitives, la linguistique cognitive se réfère à une école linguistique qui estime que la création, l'apprentissage et l'usage du langage trouvent leur meilleure explication par référence à la cognition humaine en général.

La *linguistique cognitive* se caractérise par son adhésion à trois postulats de base. D'abord, elle nie qu'il existe une faculté linguistique autonome dans l'esprit ; ensuite, elle considère la grammaire en termes de conceptualisation ; et enfin, elle affirme que la connaissance du langage provient de l'usage du langage.

Les linguistes cognitivistes rejettent l'idée que l'esprit humain posséderait un quelconque module unique et autonome dédié à l'apprentissage du langage. Cette attitude s'oppose aux travaux réalisés dans le domaine de la grammaire générative. Bien que les linguistes cognitivistes ne nient pas forcément qu'une partie de la capacité linguistique humaine soit innée, ils refusent l'idée qu'elle soit *séparée* du reste de la cognition. Ainsi, ils affirment que la connaissance des phénomènes linguistiques – c'est-à-dire les phonèmes, les morphèmes, et la syntaxe – est essentiellement conceptuelle par nature. En outre, ils affirment que le stockage et le mode d'accès ne sont pas foncièrement différents pour les données linguistiques et pour d'autres connaissances, et que l'usage du langage pour la compréhension fait usage de capacités cognitives similaires à celles qui sont mises en œuvre pour d'autres tâches non linguistiques.

B. Description du langage

B.1. Description neuro-anatomique

Le langage est une activité cognitive complexe, qui fait appel à plusieurs zones du cerveau et à différentes interactions cérébrales. Du point de vue neuro-anatomique, on distingue deux principales zones du cerveau impliquées dans la production et la réception du langage.

B.1.1.1. Aire de Broca

L'aire de Broca est l'une des deux principales zones du cerveau responsables du traitement du langage. Découverte par le médecin français Paul Broca en 1861, elle est située dans le cortex cérébral au niveau de la partie inférieure, ou « *ped* » de la troisième circonvolution frontale de l'hémisphère dominant (gauche chez un droitier). Elle est localisée en avant de la partie de la circonvolution frontale ascendante qui dirige l'action de la musculature bucco-phonatoire. L'aire de Broca est la zone spécialisée dans la production des mots parlés ; c'est l'aire motrice de la parole.

On identifie généralement l'aire de Broca comme chevauchant les aires 44 et 45 de Brodmann situés à l'avant de l'aire prémotrice dans la région inféro-postérieur du lobe frontal. Bien que ces régions contribuent toutes deux à notre fluidité verbale, il semble que chacune ait une fonction particulière et que l'aire de Broca puisse être ainsi séparée en deux unités fonctionnelles.

D'une part la partie postérieure du gyrus frontal inférieur (aire 44) serait impliquée dans le traitement phonologique et la production comme telle du langage, rôle qui serait facilité par sa position proche des centres moteurs de la bouche et de la langue. Et d'autre part la partie antérieure de ce même gyrus (aire 45) qui serait davantage impliquée dans les aspects sémantiques du langage. Sans être directement impliquée dans l'accès au sens, l'aire de Broca participe donc à la mémoire verbale (sélection et manipulation d'éléments sémantiques).

B.1.1.2. Aire de Wernicke

L'aire de Wernicke est une partie du cerveau humain localisée à l'intersection du lobe temporal et du lobe pariétal, proche du cortex auditif primaire (zone de Heschl). Dans le classement systématique de Brodmann, cette aire correspond aux numéros 22, 37 et 42.

En l'occurrence, Carl Wernicke, neurologue et psychiatre polonais, associe cette aire à un certain type d'aphasie dite aphasie de Wernicke. Les patients ayant une lésion en cet endroit possèdent un déficit de compréhension du langage, oral comme écrit. Ils possèdent pourtant un débit de parole fluide, mais incompréhensible. Cette aire est aussi un centre de stockage de la représentation auditive des mots. Elle appartient donc au cortex associatif spécifique auditif.

Tout comme l'aire de Broca, l'aire de Wernicke n'est plus perçue comme une région anatomique et fonctionnelle uniforme. L'analyse de plusieurs expériences en imagerie cérébrale amène en effet à distinguer une sous-région répondant à la parole (y compris celle du sujet) et aux autres sons, une autre qui répond uniquement à des paroles prononcées par quelqu'un d'autre en plus d'être activée par le rappel d'une liste de mots, et une autre encore qui serait davantage liée à la production de la parole qu'à la perception. Ces résultats demeurent toutefois compatibles avec le rôle général de cette région du lobe temporal gauche que l'on associe à la représentation de séquences phonétiques, qu'elles soient entendues, générées intérieurement ou évoquées de mémoire par le sujet.

L'aire de Wernicke, dont une composante anatomique clé est le planum temporale, est située sur le gyrus temporal supérieur, dans la portion supérieure de l'aire 22 de Brodmann. Il s'agit d'une localisation stratégique compte tenu de ses fonctions dans le langage. L'aire de Wernicke se trouve en effet située entre le cortex auditif primaire (aires 41-42) et le lobule pariétal inférieur.

L'aire de Broca et celle de Wernicke sont reliées entre elles par un dense faisceau de fibres, appelé « *faisceau arqué* ».

B.1.1.3. Autres aires du langage

Si l'aire de Wernicke prend en charge la compréhension des mots et la relaie à l'aire de Broca par un dense faisceau de fibres, afin que celle-ci produise des phrases, des expériences subséquentes en imagerie cérébrale ont mis en évidence l'existence d'une troisième région importante pour le langage.

Il s'agit du lobule pariétal inférieur, aussi appelé « territoire de Geschwind » en l'honneur du neurologue américain Norman Geschwind qui en avait déjà pressenti l'importance dans les années 1960. Grâce à l'imagerie cérébrale, on a pu montrer que le cortex pariétal inférieur était connecté par d'importants faisceaux de fibres nerveuses à la fois à l'aire de Broca et à l'aire de Wernicke. L'information pourrait donc transiter entre ces deux régions soit directement par le faisceau arqué, soit en passant par le territoire de Geschwind par une seconde route parallèle.

Ce lobule pariétal inférieur est principalement composé de deux régions distinctes : caudalement, le gyrus angulaire (aire 39), lui-même au voisinage des aires occipitales visuelles (aires 17, 18, 19), et dorsalement, le gyrus supramarginal (aire 40) qui chevauche l'extrémité du sillon latéral, adjacent à la partie inférieure du cortex somato-sensoriel.

Le gyrus supramarginal semble impliqué dans le traitement phonologique et articulatoire des mots tandis que le gyrus angulaire serait impliqué davantage dans le traitement sémantique (de concert avec le gyrus cingulaire postérieur). Le gyrus angulaire droit serait également actif, révélant ainsi une contribution sémantique de l'hémisphère droit dans le langage.

Les gyrus angulaire et supramarginal constituent une région associative multimodale recevant des inputs à la fois auditifs, visuels et somato-sensoriels. Les neurones de cette région sont donc très bien placés pour traiter l'aspect phonologique et sémantique du langage qui permet l'identification et la catégorisation des objets.

B.2. Description psycholinguistique

La psycholinguistique est interdisciplinaire par nature et est étudiée par des domaines variés tels que la psychologie, les sciences cognitives, et la linguistique. On peut distinguer plusieurs composantes à l'intérieur de la psycholinguistique ; la phonétique et la phonologie qui s'intéressent à l'étude des sons de la parole ; la morphologie qui étudie la façon dont les morphèmes se combinent pour former des lemmes (ou mots) par dérivation, composition, flexion, redoublement et/ou affixation ; la syntaxe qui étudie comment les mots se combinent pour former des énoncés ; la sémantique qui étudie les signifiés, c'est-à-dire la signification des mots et les rapports de sens entre les mots (relations d'homonymie, de synonymie, d'antonymie...) ; et enfin la pragmatique, qui s'intéresse aux éléments du langage dont la signification ne peut être comprise qu'en connaissant le contexte.

La psycholinguistique s'intéresse à différents domaines, comme l'acquisition du langage, sa compréhension, la perception de la parole, la production verbale orale et écrite, la lecture, les troubles du langage.

B.3. Description développementale

Dès sa vie intra-utérine, l'enfant perçoit le langage et y est sensible. Dès ses premiers mois de vie, le bébé discrimine les sons de sa langue maternelle ainsi que la voix de sa mère.

Si les cris du nouveau-né ne sont pas encore du langage, et qu'il ne s'agit que d'expressions de malaise ou de souffrance sans intention de signification ou de communication. ils sont rapidement interprétés par son entourage . Le bébé va établir un lien entre ses cris et la réaction des adultes, il va les utiliser comme des signaux adressés à son entourage pour qu'il agisse sur lui.

Progressivement, l'enfant va reconnaître les personnes et établir un lien entre les paroles qu'elles prononcent et certains objets qu'elles désignent. L'interaction entre l'enfant et ces objets servira de repère de plus en plus défini. Vers trois mois l'enfant comprend des mots simples comme « *papa* ».

Vers le quatrième mois on peut entendre les premiers gazouillis, ce qui correspond à un babillage plus complexe. Le bébé produit d'abord des sons de façon accidentelle, c'est

en général un fort stimulant pour les adultes en train d'interagir avec le bébé, qui commentent les sons, les répètent, y réagissent. C'est donc l'interaction adulte-bébé elle-même qui est stimulée et donc le bébé est fortement incité à persévérer. Le bébé reproduira alors certains sons de façon constante et répétée.

Vers la fin de la première année, le babillage est plus clair et on constate la répétition intentionnelle de certaines sonorités, l'enfant a alors la possibilité de prononcer ses premiers mots. (De Boyssons-Bardie, *Comment la parole vient aux enfants*).

B.4. Troubles du langage

Le langage peut être altéré de différentes manières. Soit il s'agit de troubles du développement, ce qui signifie que l'enfant va rencontrer des difficultés dans son apprentissage du langage ; soit il s'agit de troubles acquis, dus à une atteinte cérébrale.

Dans le cas de troubles développementaux, on rencontre de simples retards d'acquisition, que ce soit de l'articulation, de la parole ou du langage. Il existe cependant des troubles plus spécifiques comme la dyslexie, la dysorthographe et la dysphasie. Parfois survient également un trouble spécifique de la communication : le bégaiement.

Dans le cas de troubles acquis dus à une atteinte cérébrale, on rencontre notamment les aphasies.

Un trouble acquis du langage peut survenir chez un enfant qui est encore en phase de développement du langage. Dans ce cas, on observe une certaine « *plasticité cérébrale* », ce qui signifie que le cerveau peut s'adapter à la lésion et poursuivre un développement « normal ». Cependant les auteurs mettent en avant la notion de « *période critique* » au delà de laquelle les remaniements opérés dans le cerveau ne pourront être pleinement satisfaisants et la récupération des capacités langagières sera alors partielle.

C. Troubles acquis du langage : l'aphasie

C.1. Définition

Selon le dictionnaire Le petit Robert, l'aphasie est « *un trouble de l'expression et/ou de la compréhension du langage oral ou écrit, dû à une lésion cérébrale localisée, en l'absence d'atteinte des organes d'émission ou de réception.* »

Le terme d'aphasie vient du grec « *phasis* » qui signifie « parole », et fut créé en 1864 par Armand Trousseau, médecin et clinicien français, afin de désigner une perturbation du code linguistique, affectant l'encodage ou le décodage.

Paul Broca en 1861 désigna en premier lieu l'aphasie sous le terme d'« *aphémie* ». Il s'agit donc d'un trouble acquis du langage, faisant suite à une altération du fonctionnement cérébral, et pouvant toucher aussi bien la production de la parole que sa réception, et aussi bien les aspects oral et écrit du langage.

C.2. Découverte de l'aphasie

Paul Broca (1824-1880), chirurgien à l'hôpital Bicêtre, est à l'origine de la première description de l'aphasie ; en 1861 arrive dans son service un certain Monsieur Leborgne, surnommé « *Monsieur TAN* » ; en effet cet homme ne peut s'exprimer que par la syllabe « *tan* ». Suite à l'examen fait par Broca de ce patient, ainsi qu'à l'étude de son cerveau après son décès, le chirurgien va démontrer scientifiquement et pour la première fois l'existence de localisations cérébrales. Il décrit ainsi une aire spécifique de l'hémisphère gauche, ayant un rôle précis dans la production du langage, et qui depuis porte son nom : l'aire de Broca.

Par la suite, Karl Wernicke, neurologue polonais, a décrit une autre aire spécifique du langage, spécialisée dans la compréhension du langage : l'aire de Wernicke.

C.3. Etiologies des aphasies

L'aphasie peut avoir différentes causes. La première étiologie connue est celle décrite par Paul Broca en 1861 ; il s'agissait d'une aphasie vasculaire par ramollissement

de la troisième circonvolution frontale. Si la cause vasculaire reste prédominante dans les cas d'aphasie (90% des cas), il existe d'autres étiologies.

C.3.1. Aphasie d'origine vasculaire

C.3.1.1. Définition

Les aphasies d'origine vasculaire sont dues à la survenue d'un accident vasculaire cérébral (AVC). Ainsi l'aphasie d'origine vasculaire est un trouble du langage occasionné par des lésions cérébrales des aires spécifiques et non spécifiques du langage, lésions dues à une altération de l'irrigation normale du cerveau, par obstruction (AVC ischémique) ou par rupture d'une artère (AVC hémorragique).

C.3.1.2. Epidémiologie

On dénombre 100 000 à 200 000 AVC par an en France. Sur cette population, au bout d'un mois 75 % des patients ont des séquelles définitives, et 15 % à 20 % sont décédés. L'AVC est ainsi la première cause de handicap acquis de l'adulte dans les pays occidentaux. En 1995, Pedersen *et coll.* ont mené une étude sur 881 AVC ; en phase aiguë, c'est à dire dans les heures qui suivent l'accident, ces chercheurs ont mis en évidence que 38 % des 881 patients présentaient une aphasie (9 fois sur 10 par lésion hémisphérique gauche) ; et la moitié d'entre eux avaient une aphasie sévère.

C.3.1.3. Caractéristiques cliniques

Selon O. Godefroy et A. Kreisler, l'élément principal permettant d'expliquer les caractéristiques cliniques de chaque type d'aphasie, c'est la localisation de l'AVC. Leur étude met en évidence que, 11 jours en moyenne après l'AVC, 50 % des patients présenteraient une aphasie globale ou non classée ; 15 % une aphasie non fluente de type Broca ou transcorticale motrice ; 15 % une aphasie de Wernicke ou une aphasie

transcorticale sensorielle. Les auteurs n'ont pas trouvé d'effet de l'âge sur les type d'aphasie ni sur la fluence. En phase aiguë, l'aphasie reste souvent difficile à classer, contrairement à l'aphasie évaluée après quelques jours ou quelques semaines.

Selon les résultats de l'étude prospective de 270 AVC aigus réalisée par l'équipe de Pedersen *et al.* dans la « Copenhague Study », la fréquence des différents types d'aphasie après un premier accident ischémique était : 32 % d'aphasie globale, 25 % d'aphasie amnésique, 16 % de Wernicke, 12 % de Broca, 7 % de transcorticale sensorielle, 5 % d'aphasie de conduction, 2 % de transcorticale motrice.

D'après Kreisler *et al.* (in *Neurology*, 2000), dans l'étude anatomique des aphasies à partir de l'IRM, une correspondance entre la localisation lésionnelle et les signes cliniques est retrouvée pour 67 à 94 % des patients. L'aphasie non-fluente correspond à des lésions frontales ou sous-corticales dans le putamen. Les troubles de la répétition sont rapportés aux lésions de l'insula et de la capsule externe. Les troubles de la compréhension sont corrélés aux lésions postérieures du lobe temporal. Les paraphrasies phonémiques sont retrouvées en cas de lésions de la capsule externe s'étendant vers la partie postérieur du lobe temporal ou de la capsule interne, et les paraphrasies verbales en cas de lésions temporales ou du noyau caudé. Enfin les persévérations correspondent à des lésions du noyau caudé.

C.3.1.4. Signes associées aux infarctus cérébraux

Comme A. Peskine et P. Pradat-Diehl le mentionnent dans *Aphasies et aphasiques*, il existe un lien étroit entre les signes associés et le territoire vasculaire atteint dans les cas d'aphasies dues à un AVC ischémique. C'est notamment dans l'hémisphère gauche que se trouvent les structures anatomiques nécessaires au fonctionnement de la boucle audio-phonatoire. De plus, d'autres zones périphériques également indispensables à l'accomplissement des fonctions linguistiques sont vascularisées soit par d'autres branches de la carotide, soit par l'artère cérébrale postérieure.

Toujours selon A. Peskine et P. Pradat-Diehl, en cas d'infarctus dans le territoire superficiel de l'artère cérébrale moyenne gauche, l'aphasie sera plutôt non fluente de type Broca, et associée à une hémiplégié à prédominance brachio-faciale et à des troubles

sensitifs. En revanche une occlusion de la branche inférieure de l'artère sylvienne sera responsable d'une aphasie fluente de type Wernicke, sans hémiparésie.

Les infarctus de l'artère cérébrale antérieure se traduisent typiquement par une hémiparésie à dominance crurale, un *grasping* et une aphasie transcorticale motrice en cas de lésion gauche.

C.3.1.5. Signes associées aux hémorragies

D'après F. Viader et ses collaborateurs in *Neurologie* 2002, les hémorragies représentent 18 % de l'ensemble des AVC. Les hématomes profonds atteignent soit les noyaux gris, soit le thalamus, donnant des tableaux aphasiques en rapport avec la localisation.

C.3.1.6. Evolution

D'après A.C Laska *et al.* in *Intern Med* 2001, la mortalité serait plus élevée dans les 18 premiers mois après un AVC avec aphasie que sans aphasie. Toujours par les mêmes auteurs, selon un suivi longitudinal de 119 patients aphasiques suite à un premier AVC ischémique, au bout de 18 mois, 24 % ont complètement récupéré, 43 % ont toujours une aphasie significative et 21 % sont décédés.

Selon Pedersen *et al.*, seule la gravité de l'état initial de l'aphasie est un marqueur clinique pronostique, contrairement à l'âge, à la latéralité et au côté de la lésion, qui ne sont pas des marqueurs indépendants. De plus l'âge a une influence minimale sur le pronostic fonctionnel.

Enfin ces mêmes auteurs ont étudié dans le cadre de la Copenhague Study les caractéristiques évolutives des aphasies vasculaires. Un an après l'AVC, l'aphasie est toujours moins sévère qu'au début. Si une aphasie non fluente peut évoluer vers une aphasie fluente, l'inverse ne se produit jamais. La répartition clinique un an plus tard est la suivante : amnésique 29 %, Broca 13 %, globale 7 %, de conduction 6 %, Wernicke 5%, transcorticale motrice 1 % et transcorticale sensorielle 0 %.

Selon J.M Mazaux et ses collaborateurs ainsi que R.R Robey, l'amélioration des troubles du langage d'origine vasculaire est due à la récupération spontanée et la

rééducation. La qualité de cette amélioration est le fait, quant à elle, de l'intégrité du lobe temporal gauche.

C.3.2. Aphasie d'origine traumatique (traumatisme crânien)

L'aphasie post-traumatique est rare, 5 à 11 % selon les auteurs, et s'observe après un traumatisme focal des aires du langage de l'hémisphère gauche. On rencontre très rarement la sémiologie des aphasies vasculaires. Il s'agit surtout d'aphasies anomiques pures et d'aphasies sensorielles modérées, dominées par le manque du mot. Dans les cas plus rares d'aphasies non fluentes, la réduction des productions et la perte de la dynamique du langage sont les traits les plus caractéristiques.

Si les troubles de la communication sont très fréquents chez les traumatisés crâniens, ils résultent pour la plupart d'altérations du comportement et traduisent plus des perturbations de la relation que des désordres cognitifs spécifiques (d'après F. Cohadon *et coll.*)

C.3.3. Aphasie dans les pathologies dégénératives

On peut observer dans le cadre de pathologies dégénératives une aphasie primaire progressive, une anarthrie progressive, une démence sémantique progressive. L'aphasie primaire progressive se caractérise par un trouble du langage d'aggravation progressive restant isolé au moins deux ans. Cette aphasie peut être fluente ou non fluente.

Concernant la maladie d'Alzheimer, les troubles aphasiques affectent davantage l'expression que la compréhension (au début de l'évolution des troubles).

C.3.4. Aphasie d'origine infectieuse ou inflammatoire

Les aphasies d'origine inflammatoire sont très rares. Il s'agit essentiellement d'aphasies non-fluente ou d'anomies. Du point de vue infectieux, l'abcès temporal gauche peut être (rarement) une cause d'aphasie. Il s'agira d'une aphasie rapidement progressive accompagnée de céphalées. Le traitement est essentiellement antibiotique et anti-parasitaire, et le pronostic est favorable.

C.3.5. Aphasie liée à une tumeur cérébrale

Les tumeurs cérébrales malignes (gliomes, lymphomes, métastases) sont plus souvent responsable d'aphasies que les tumeurs bénignes. Selon J.K Lowry *et al.*, l'aphasie est, avec la confusion mentale et les céphalées, l'un des trois facteurs qui révèlent une tumeur cérébrale chez le sujet de plus de 65ans. Le plus souvent l'aphasie apparaît progressivement sur plusieurs semaines, mais elle peut également survenir de façon paroxystique (F. Viader *et coll.*). Le trouble du langage le plus fréquent est le manque du mot.

C.3.6. Aphasie et épilepsie

Au cours d'une crise d'épilepsie, trois types de troubles de la parole peuvent survenir : soit des vocalisations indifférenciées (bruits continus ou discontinus, cris, râles) ; soit un langage sub-normal, où les mots et les phrases sont altérés mais identifiables ; soit un langage anormal, avec arrêt de la parole, dysarthrie ou aphasie. (A. Peskine, P. Pradat-Diehl)

Les crises d'épilepsies sont fréquentes après un AVC, un traumatisme crânien, ou suite à la présence d'une tumeur cérébrale. Si une aphasie préexistait, elle peut être aggravée temporairement au cours de la crise.

C.4. Sémiologie des aphasies

C.4.1. Troubles de la production et de l'expression orale

C.4.1.1. Niveau phonétique

L'atteinte de ce niveau renvoie à des troubles de la réalisation motrice de l'articulation du langage. Les troubles arthriques de nature aphasique, situés au niveau de la troisième articulation du langage, portent sur la réalisation des traits phonétiques constituant les phonèmes. [Lecours A.R., Lermite F.(1979), *l'aphasie*, Paris, Flammarion]. Ils donnent à l'expression orale des aphasiques un aspect de lenteur et

d'effort. Les substitutions portent sur des traits phonétiques déterminés et sont font dans le sens d'une simplification. On observe ainsi des assimilations, des élisions. Lorsque le trouble arthrique est responsable du manque du mot, celui cède habituellement à l'ébauche orale. Les troubles sont identiques pour les mots et les non-mots en répétition comme en lecture à haute voix. Ces troubles phonétiques sont majoritairement associés à une réduction de la fluence ainsi qu'à une apraxie buccofaciale.

Il est à noter que la distinction entre les troubles de nature phonétique et les troubles phonémiques n'est pas toujours facile à réaliser.

C.4.1.2. Niveau phonémique

L'assemblage des phonèmes qui constituent les mots peut être altéré et l'enchaînement ne se fait donc pas correctement. On rencontre alors des omissions de phonèmes, des ajouts ou des substitutions. Le mot qui résulte de cette transformation n'appartient pas à la langue. On parle dans ce cas soit de paraphasie phonémique si la production est proche du mot-cible, soit de néologisme si le mot-cible n'est plus identifiable. Ce trouble intéresse l'encodage, la sélection et la combinaison de phonèmes. Il est assez caractéristique de l'aphasie. Les tâches de dénomination orale, de répétition, de lecture à haute voix, de description d'image et les situations de langage spontané permettent de mettre en évidence les troubles phonémiques.

- Paraphasies phonémiques

Il s'agit d'une transformations de la forme phonologique du mot, par trouble de la sélection et/ou de la combinaison des phonèmes. Le mot donné par le sujet conserve un rapport de son avec le mot attendu. D'après S. Valdois et J.L Nespoulous, ces transformations ne se font pas au hasard, mais elles dépendent au contraire du système phonologique de la langue, et de la structure syllabique du mot. Dans ce type de paraphasie, le mot-cible demeure reconnaissable mais il est erroné.

Les paraphasies phonémiques se rencontrent très fréquemment dans les cas d'aphasie ; elles ne sont pas spécifiques à un type d'aphasie particulier.

- Néologismes

Lorsque les transformations phonologiques sont trop importantes et que le mot n'est plus reconnaissable, on parle de néologisme. Certains auteurs, comme R. Béland, considèrent que l'on a affaire à un néologisme quand les substitutions de phonèmes dépassent 50% de la structure phonémique. Cependant d'autres auteurs considèrent que toute production qui n'appartient pas au lexique est un néologisme, quel que soit son degré de proximité avec le mot-cible.

C.4.1.3. Niveau sémantique

A ce niveau se rencontrent des troubles des représentations verbales sémantiques elles-mêmes, ou bien de leur activation. Les épreuves de dénomination, d'expression spontanée, de fluence verbale et de complétion de phrases mettent en évidence l'atteinte du niveau sémantique. Les troubles les plus évocateurs de ce type d'atteinte sont le manque du mot et les paraphasies sémantiques.

- Paraphasies sémantiques

Il s'agit d'une substitution du mot attendu, qui ne peut être produit ; le patient le remplace par un autre mot qui conserve cependant un rapport de sens avec le mot-cible. *Ex* : « *fourchette* » pour « *couteau* ».

- Paraphasies verbales

Il s'agit du même type de transformation, à la différence près qu'il n'y a cette fois plus de rapport de sens. *Ex* : « *drapeau* » pour « *carotte* ».

- Manque du mot

Le manque du mot est « *une incapacité à produire l’item adéquat à la situation linguistique en cours* », selon J.M Mazaux *et coll.* in *Aphasies et aphasiques*. Le mot attendu ne peut être exprimé par le patient, on parle alors de défaut d’évocation lexicale. Dans le cas d’expression spontanée, l’informativité du discours se réduit, et le manque du mot se manifeste par des phrases avortées, des pauses, des formules automatiques d’échec (« *Ah ben mince alors !* »). Parfois ce trouble peut n’apparaître quasiment qu’en dénomination.

Le manque du mot se rencontre dans tous les types d’aphasies, il en est d’ailleurs l’une des caractéristiques majeures.

Il peut se présenter selon différentes modalités : soit par une anomie, où le mot est totalement absent et se trouve remplacé par un temps de latence ; soit par la production de circonlocutions, c’est à dire des périphrases visant à expliquer l’usage des objets à dénommer.

Le manque du mot est amélioré par le contexte ou la catégorie fonctionnelle, mais pas toujours par l’ébauche orale qui peut engendrer des paraphasies sémantiques dans certains types d’aphasies.

C.4.1.4. Niveau syntaxique

Les troubles de la combinatoire syntaxique s’observent dans la production de phrases (description d’image, récit...), dans le discours spontané, ou dans la construction de phrases dont les items lexicaux sont imposés (notamment les phrases réversibles sujet/objet et voie passive/voie active). On distingue deux types de troubles.

- Agrammatisme

L’agrammatisme est caractérisé par l’omission de morphèmes grammaticaux libres ou liés tels que : les déterminants, les prépositions, les conjonctions, les flexions, les conjugaisons, voire le verbe lui-même. [Pillon A., Nespoulos J.L, *Les perturbations dans le langage aphasique* in *Neuropsychologie Humaine*, Jeannerod M. et Seron X]. L’agrammatisme est d’une grande variabilité d’un sujet à l’autre et d’une tâche à l’autre pour un même sujet.

- Dyssyntaxie

Elle serait la conséquence de sélections erronées de morphèmes syntaxiques, et/ou de déplacements de morphèmes lexicaux, sans perte du schéma général de la phrase. Il ne s'agirait pas d'une perte des représentations syntaxiques, mais plutôt de dysfonctionnements temporaires, peut-être par insuffisance de contrôle.

C.4.1.5. Niveau du discours

Des anomalies du débit verbal, dit « *fluence* », peuvent être observées dans toutes les tâches de production, mais principalement en situation de conversation, de récit ou de description d'image. C'est un des critères les plus fiables pour la classification des aphasies.

- Discours réduit

Dans les aphasies non-fluents, il existe une atteinte simultanée de la chaîne de production orale. Les latences sont allongées, les hésitations nombreuses ainsi que les pauses. La réduction peut aller jusqu'à la suppression du langage, le patient étant mutique ou pouvant à peine produire quelques formules automatiques.

- Discours fluent

Les aphasies fluentes sont caractérisées par une quantité d'émissions sonores normale voire augmentée. Le patient éprouve des difficultés à se taire, à finir son émission sans en enchaîner immédiatement une autre. On suppose que cela s'explique par des seuils d'activation phonologique et phonétique très bas. Dans les formes sévères, on parle de logorrhée verbale et de jargonaphasie quand le discours est tellement truffé de paraphasies et de néologismes qu'il en devient

totalemment incompréhensible. La conscience du trouble est réduite, et des troubles dysexécutifs et attentionnels sont souvent associés.

C.4.2. Troubles de l'expression écrite

L'écriture est dans l'ensemble plus touchée que l'expression orale. Aptitude propre au cerveau humain, elle est l'une des moins spontanée, par rapport au langage oral, l'écriture et même le calcul. Elle est également acquise plus tardivement et donc plus fragile. La désorganisation de l'écriture chez l'aphasique est appelée « *agraphie* » ou « *dysgraphie* ».

On rencontre des perturbations de différentes natures. Elle peuvent toucher la réalisation motrice des lettres (lettres déformées, voire perte du graphisme élémentaire, macrographie ou micrographie). On retrouve les même types de troubles qu'en expression orale. Il peut s'agir d'anomalies graphiques de type aphasique comme les paraphrasies (phonémiques, sémantiques, néologismes, manque du mot, persévérations), de troubles de la syntaxe, de troubles de la fluence.

Une association est possible avec une apraxie du geste entravant la réalisation graphique.

C.4.3. Troubles de la compréhension orale

C.4.3.1. Trouble d'accès et/ou atteinte des représentations phonétiques et phonologiques

L'atteinte des premiers stades d'analyse du message auditif est responsable d'un trouble du décodage des sons du langage. Dans les formes les plus sévères, on parlera de surdité verbale. Les patients échouent massivement aux épreuves de discrimination de syllabes phonologiquement proche, de rime, de conscience phonologique, de décision lexicale. L'exécution d'ordres simples, la désignation d'image et la répétition sont évidemment altérées. Cela s'associe souvent à une anosognosie (non-conscience du trouble), du moins en phase initiale.

Dans les formes moins sévères ou en cours d'évolution, le patient accède de façon inconstante ou partielle aux représentations phonologiques. Il reste des difficultés sur le décodage des mots phonologiquement proches, la discrimination et l'appariement de rimes, la décision lexicale. On observe de nombreuses paraphasies phonémiques en production. Mais la compréhension globale reste généralement possible.

C.4.3.2. Trouble d'accès et/ou atteinte des représentations sémantiques

L'existence de troubles de la compréhension orale alors que les épreuves explorant le niveau phonologique sont réussies évoque un déficit d'accès aux représentations sémantiques. En désignation d'images, la compréhension de mots isolés dépend de leur fréquence dans le lexique, de leur caractère familier ou rare, de leur catégorie sémantique. Les ordres simples sont exécutés mais des troubles apparaissent sur les ordres complexes, les épreuves explorant le niveau sémantique verbal (classement catégoriel, identification de synonymes ou d'antonymes, recherche d'intrus...) sont altérées.

La persistance des capacités de traitement sémantique non conscient (par exemple activation automatique d'items sémantiquement voisins) suggère qu'il existe principalement un trouble d'accès à des représentations sémantiques conservées.

C.4.3.3. Trouble de la compréhension syntaxique

Souvent, si la compréhension des mots isolés est conservée ou restaurée, des difficultés apparaissent sur la compréhension d'items syntaxiques et de phrases. La compréhension syntaxique est plus vulnérable dans l'aphasie que la compréhension lexicale : difficultés sur les substantifs, les articles, les flexions, les prépositions spatiales, les phrases syntaxiquement ambiguës ou réversibles, actif/passif.

C.4.3.4. Niveau du discours

La compréhension du discours dépend d'abord de la compréhension des items lexicaux et syntaxiques qui le constituent. Cependant des dissociations sont parfois observées entre une altération de la compréhension syntaxique et lexicale alors que l'accès au sens général est possible.

C.4.4. Troubles de la compréhension écrite

Les troubles de la lecture se manifestent en lecture à haute voix et en épreuve de compréhension écrite par des paralexies phonémiques, verbales, sémantiques, des persévérations, et allant parfois jusqu'à une jargonalexie. En lecture à haute voix, les paralexies et les déformations syntaxiques peuvent rendre le texte incompréhensible, ce qui ne signifie pas que le patient ne l'a pas compris pour autant. La dissociation entre une lecture à haute voix altérée et une bonne compréhension écrite est fréquente. (L'inverse est rare.) La lecture à haute voix peut être impossible dans les aphasies de Broca ; on observe souvent une compréhension écrite meilleure qu'orale dans l'aphasie de Wernicke.

C.5. Classifications

Plusieurs classifications ont été réalisées depuis les premières observations faites sur l'aphasie par Paul Broca. Nous allons essayer ici d'en faire une synthèse la plus précise possible. Nous utiliserons la description des aphasies réalisée par Viader F. *et coll.* dans le volume *Neurologie* de l'*Encyclopédie Médico-Chirurgicale*.

C.5.1. Aphasie de Broca

Les synonymes sont : aphasie motrice (Wernicke, 1874), aphasie motrice corticale (Lichtheim, 1885), aphasie d'expression (Déjerine, 1914), aphasie verbale (Head, 1926), aphasie motrice périphérique (Goldstein, 1948), aphasie motrice efférente (Luria, 1964).

Deux traits essentiels sont nécessaires au diagnostic : l'expression orale peu fluente et les troubles de l'articulation. Les difficultés sont importantes en expression spontanée. Celle-ci est réduite, nécessite un effort considérable notamment d'initiation, et peut se limiter à une stéréotypie, à quelques mots ou à des formules automatiques. La parole est lente, laborieuse, souvent syllabique et dysprosodique. Les transformations phonétiques sont au premier plan, masquant des paraphasies phonémiques qui deviennent plus nettes au cours de la récupération. Le manque du mot est constant, d'intensité variable, prédominant dans le langage spontané. La dénomination est améliorée par l'ébauche orale. La répétition est anormale, mais meilleure que l'expression spontanée. Le langage « *automatique* » (compter, énumérer les mois de l'année, les jours de la semaine) est également meilleur.

Les troubles arthriques peuvent s'atténuer, voire disparaître pour un même mot selon qu'il est produit spontanément, lors d'une activité de transposition (répétition ou lecture à haute voix), dans une série automatique ou au cours de mélodies familières.

La compréhension orale est variable mais toujours supérieure à l'expression orale spontanée. Les difficultés portent surtout sur les structures grammaticales et syntaxiques complexes, les mots grammaticaux, les messages complexes surtout lorsqu'un certain nombre d'informations sont déterminées dans une séquence ordonnée (par exemple toucher successivement différentes parties du corps).

La lecture à haute voix et la compréhension écrite sont mauvaises. Là encore, les performances sont meilleures pour les mots isolés que pour les phrases et la difficulté s'aggrave avec le degré de complexité syntaxique. L'échec de la lecture à haute voix des lettres et des non-mots (logatomes) contraste avec les capacités de lecture des items lexicaux isolés.

Dans l'écriture, on observe une réduction de la production, un agrammatisme, des troubles du graphisme, des paraphasies. La réduction est particulièrement marquée dans l'écriture spontanée et dictée par rapport à la copie ; la production de substantifs et l'absence de mots grammaticaux peuvent aboutir à une écriture agrammatique. Les caractères peuvent être méconnaissables. L'évolution est fréquemment marquée par une dissociation entre les performances du langage oral et écrit, le plus souvent au détriment de l'écrit. L'écriture peut être très peu altérée dans certaines formes d'aphasies où prédominent les troubles arthriques, proches de l'anarthrie. L'aphasie de Broca fait souvent suite à une aphasie globale ou à un mutisme. L'évolution est marquée par la récupération progressive de mots concrets, le développement d'un agrammatisme marqué

par des phrases courtes, de style « télégraphique » (qui n'existe jamais d'emblée) et un langage de plus en plus propositionnel (Lecours et Lhermitte).

Lorsque le tableau initial est celui d'une aphasie de Broca, la récupération est habituellement bonne. Les troubles neurologiques associés comportent dans 80 % des cas une hémiplégie ou une hémiparésie brachiofaciale sensitivomotrice droite, une apraxie idéomotrice de la main gauche et, dans 90 % des cas, une apraxie buccofaciale [réf].

C.5.2. Aphasie de Wernicke

Les synonymes sont : aphasie sensorielle (Wernicke, 1874), aphasie sensorielle corticale (Lichtheim, 1885), aphasie syntaxique (Head, 1926), aphasie sensorielle centrale (Goldstein, 1948), aphasie de Wernicke de type I (Lecours et Lhermitte, 1979).

Cette aphasie est caractérisée par une fluence normale ou exagérée, sans trouble de l'articulation. On remarque la production de nombreuses paraphasies, un langage souvent vide de sens et des troubles importants de la compréhension. La fluence ne traduit aucun effort de production ; la longueur des phrases est normale et leur structure grammaticale globale respectée. L'augmentation de la fluence peut aboutir à une logorrhée incontrôlable.

Le patient présente des difficultés à exprimer ce qu'il ressent ; seules persistent quelques phrases ou expressions toutes faites. On remarque l'addition de nombreuses syllabes en fin de mot et de mots en fin de phrase, des paraphasies verbales et sémantiques, mais aussi phonémiques et des néologismes. Lorsque la production est pour l'essentiel constituée de paraphasies, le langage peut être totalement incompréhensible et aboutir à une jargonaphasie.

La répétition est déficiente, assez bien corrélée à la compréhension : ce qui est correctement compris peut être relativement bien répété et réciproquement. Le langage automatique peut être meilleur. En dénomination, le manque du mot est très important, non amélioré par l'ébauche orale et la production de paraphasies est fréquente. Alors que les paraphasies constatées dans le langage spontané sont essentiellement verbales, les erreurs en dénomination sont plus fréquemment des néologismes ou des paraphasies phonémiques. Cette fréquente « dissociation » n'est cependant pas constante. Les troubles de la compréhension du langage parlé sont quant à eux constants. La compréhension peut être nulle. Souvent, un mot isolé ou une courte phrase peuvent être

compris, mais les difficultés croissent rapidement avec l'augmentation de la quantité des informations. Les difficultés deviennent majeures lorsqu'il s'agit de passer d'une tâche à une autre.

La lecture et la production écrite sont perturbées parallèlement à la production orale. Dans l'écriture, les lettres sont bien formées et la production abondante. La copie est meilleure que l'écriture spontanée ou dictée.

En général, les déficits neurologiques associés à l'aphasie de Wernicke sont peu marqués (possible hémiparésie, troubles de la sensibilité, héminégligence). Les patients sont anosognosiques, donc non-conscients de leurs troubles.

C.5.3. Aphasie globale

L'aphasie globale est une altération sévère de toutes les fonctions du langage. Le mutisme initial est fréquent, l'expression spontanée est nulle ou très réduite, limitée à une syllabe, à quelques mots ou stéréotypies. La compréhension est altérée, mais Benson (1979) [réf] souligne la compétence habituelle de ces patients à comprendre le « langage non parlé » (gestes, mimiques, position du corps) et les inflexions et intonations de la voix. Le déficit neurologique associé est important (hémiplégie, hémianesthésie, hémianopsie latérale homonyme).

C.5.4. Aphasie de conduction

Les synonymes sont : aphasie centrale (Goldstein, 1948), aphasie motrice afférente, aphasie de conduction afférente et efférente.

L'existence de l'aphasie de conduction fut postulée dès 1874 par Wernicke. Il supposa qu'une lésion interrompant la connexion entre le cortex temporal et le cortex frontal devait entraîner une aphasie caractéristique. Cette hypothèse fut ultérieurement reprise par Lichtheim (1885). L'aphasie de conduction représenterait 10 à 15 % du total des aphasies.

Le langage spontané est fluent (moins que dans l'aphasie de Wernicke, mais plus que dans l'aphasie de Broca), riche en paraphrasies. La longueur des phrases est légèrement réduite. Le discours est entrecoupé d'hésitations traduisant les tentatives spontanées d'autocorrection (conduites d'approche phonémiques), d'autant plus

abondantes que ces patients sont parfaitement conscients de leurs difficultés. La dénomination est perturbée par des paraphasies phonémiques, ou plus rarement sémantiques, de même que la répétition ; les difficultés sont parfois éludées par l'emploi d'une périphrase ou d'un synonyme. Tous les mots (substantifs, adjectifs, verbes, mots grammaticaux) sont concernés, et plus encore les non-mots. La compréhension orale est bonne, avec parfois une difficulté pour des phrases complexes.

Comme l'expression orale, la lecture à haute voix est marquée de paraphasies phonémiques, alors que la compréhension du message écrit reste bonne. L'agraphie est constante, l'écriture spontanée toujours plus perturbée que l'expression orale. Le graphisme est de bonne qualité et la copie préservée. La production spontanée ou dictée comporte de nombreuses paraphrasies littérales, une dysorthographe et une atteinte phonologique prédominante. Les mots grammaticaux sont plus souvent omis que les substantifs. La grande difficulté ou l'incapacité d'écriture des non-mots est caractéristique de l'aphasie de conduction. Les substitutions de lettres peuvent rendre l'écriture quasi jargonnante (Assal, 1982). Il existe, comme dans l'expression orale, de nombreuses tentatives d'autocorrections.

L'aphasie de conduction peut exister d'emblée ou faire suite à une aphasie de Wernicke. Une hémianopsie, une apraxie idéomotrice sur commande verbale, mais non en imitation et, plus rarement, une hémiplégie peuvent être des troubles associés. Le pronostic de l'aphasie de conduction est favorable.

C.5.5. Aphasie transcorticale motrice

Les aphasies transcorticales sont les aphasies respectant les capacités de répétition. L'aphasie transcorticale motrice peut survenir d'emblée ou faire suite à une aphasie de Broca. Elle se caractérise par une expression spontanée nulle ou limitée à quelques syllabes, mots ou phrases courtes et agrammatiques, hésitante, parfois écholalique. Damasio signale la possibilité d'erreurs phonétiques, phonémiques et lexicales.

Le langage automatique est conservé à condition d'être initié par l'examineur. Les capacités à compléter les phrases les proverbes sont excellentes. La répétition est bonne, pour les lettres comme les mots, les phrases ou les non-mots. La compréhension orale est bonne. La compréhension écrite est meilleure que dans l'aphasie de Broca. La lecture à haute voix est peu perturbée. L'écriture spontanée,

calquée sur la production orale, est réduite, le graphisme est maladroit, avec des omissions de lettres ou de mots et un agrammatisme.

Le déficit neurologique associé varie selon les lésions, mais comporte habituellement une hémiparésie, qui prédomine souvent au membre inférieur, et une apraxie idéomotrice. La récupération est variable mais généralement bonne.

C.5.6. Aphasie transcorticale sensorielle

Les synonymes sont : aphasie nominale (Head, 1926), aphasie de Wernicke de type II (Lecours et Lhermitte, 1979).

Le langage spontané est fluent et bien articulé, mais entravé par de nombreuses erreurs (paraphasies sémantiques, néologismes, paraphasies phonémiques) et par une écholalie. En dénomination, le manque du mot est intense, compensé par des périphrases. La répétition est parfaite et même servile, le patient pouvant répéter sans poser de questions des items inhabituels sans les rectifier (structures syntaxiques, mots ou phonèmes inappropriés) ni les comprendre (non-mots ou phrases en langue étrangère). Initié par l'examineur, le langage automatique est bon, de même que le complètement de proverbes et de phrases ou la récitation de poèmes.

La compréhension orale est déficiente ; ce qui est répété et complété n'est pas nécessairement compris. La désignation est sévèrement perturbée. La lecture à haute voix est de qualité variable ; le plus souvent, elle suscite de nombreuses paraphasies ou une production sans rapport avec le texte. La compréhension de l'écrit, même correctement lu, est déficiente. L'écriture serait perturbée de façon assez semblable à ce qui est constaté dans l'aphasie de Wernicke, avec des performances correctes en copie, et meilleures en dictée qu'en écriture spontanée.

Les signes neurologiques associés peuvent être un déficit sensitif et une hémianopsie. L'aphasie transcorticale sensorielle peut faire suite à une aphasie initialement plus intense. Le pronostic à long terme est incertain.

C.5.7. Aphasie transcorticale mixte

Cette aphasie cumule les déficits des aphasies transcorticales motrice et sensorielle. Dans la majorité des cas, l'écholalie résume l'ensemble de la production. La répétition est préservée, mais limitée à quelques mots. L'articulation est normale ou un peu dysarthrique et le langage automatique est conservé. La compréhension orale et écrite est défectueuse, souvent nulle, la lecture à haute voix impossible ou très mauvaise. L'agraphie est le plus souvent totale, y compris en copie, et n'offre pas de dissociation semblable à celle de l'expression orale. Les signes neurologiques peuvent associer un déficit sensitivomoteur et une hémianopsie.

C.5.8. Aphasie amnésique

Les synonymes sont : aphasie anomique (Benson, 1979) aphasie sémantique (Head, 1926), anomie.

Le manque du mot est ici le trouble principal ou exclusif. La fluence est normale ou réduite par des pauses, l'articulation et la prosodie sont normales, les phrases correctement construites, mais pauvres en substantifs, parfois inachevées. Le langage est peu informatif.

La dénomination est particulièrement défectueuse quelle que soit la modalité : canal visuel, auditif, tactile ou évocation d'après la définition. Le manque du mot est compensé par des périphrases, des mots passe-partout (chose, machin) ou une définition par l'usage (« brosse » pour « se coiffer ») ou plus rarement des paraphrasies sémantiques. L'ébauche orale est inopérante. Les difficultés sont plus marquées pour les noms propres et les substantifs que pour les verbes. La disponibilité lexicale est déficiente. Le malade peut éprouver des difficultés aux épreuves de classement sémantique et même de décision lexicale (Lecours et Lhermitte, 1979). Le manque du mot peut prédominer sur une catégorie sémantique et, à l'intérieur d'une catégorie, sur une sous-classe. La mémoire verbale est altérée. La répétition est normale.

Dans les formes pures d'aphasie amnésique, la compréhension, la lecture, l'écriture copiée et dictée sont normales et l'écriture spontanée reflète le trouble de l'expression orale. Pour Benson (1979), l'aphasie transcorticale sensorielle et l'aphasie amnésique sont les deux pôles d'un même processus physiopathologique.

C.5.9. Aphasie sous-corticale

Les aphasies sous-corticales peuvent présenter des tableaux très divers, des la sémiologie d'aphasies classiques aux sémiologies les plus singulières. En résumé, il s'agit la plupart du temps d'une aphasie avant tout expressive, associant une perte de l'autonomie et de l'initiative verbale, un trouble de la réalisation de la parole et une incohérence sémantique due à une instabilité du discours et à des choix lexicaux approximatifs. Cette aphasie, qui laisse intactes les capacités de répétition, se rattache au groupe des aphasies transcorticales, mais sa sémiologie (qualifiée par Puel *et al* de « *dissidente* ») justifie son individualisation, admise par la plupart des auteurs actuels, sous le terme d'aphasie sous-corticale.

4. LA COGNITION

A. Généralités

A.1. Définitions

La « *cognition* » est le terme scientifique pour désigner les mécanismes de la pensée. Historiquement, la cognition désignait la capacité de l'esprit humain à manipuler des concepts. Aujourd'hui, en sciences cognitives, le mot *cognition* est utilisé pour désigner d'une part les processus de traitement de l'information dits « de haut niveau », tels que le raisonnement, la mémoire, la prise de décision et les fonctions exécutives en général ; et d'autre part des processus plus élémentaires comme la perception, la motricité ainsi que les émotions alors même que traditionnellement, affectivité et intellect ont longtemps été vus comme des mécanismes opposés.

Les sciences cognitives rassemblent l'ensemble des domaines scientifiques consacrés à l'étude de la cognition notamment, les neurosciences, la psychologie, l'intelligence artificielle, les mathématiques appliquées à la modélisation des fonctions mentales, l'anthropologie, ou la philosophie de l'esprit. Cette recherche interdisciplinaire est souvent fédérée par des hypothèses relatives à la nature de la cognition, conçue comme simulation, comme manipulation formelle de symboles ou encore comme une propriété émergeant des systèmes complexes.

A.2. Les disciplines

A.2.1. La linguistique cognitive

La linguistique formelle et plus particulièrement les travaux de Noam Chomsky ont eu une influence décisive au moment de l'émergence des sciences cognitives à la fin des années 1950. Chomsky s'est notamment élevé contre la conception du langage

comme un ensemble d'« habitudes » apprises par observation et conditionnement au profit de l'idée d'une grammaire constituée de règles décrites formellement. Arguant de la pauvreté du stimulus, Chomsky considère que cette compétence est le résultat de la connaissance innée d'une « *grammaire universelle* ».

A.2.2. Les neurosciences

Les neurosciences correspondent à l'ensemble de toutes les disciplines biologiques et médicales qui étudient tous les aspects, tant normaux que pathologiques, des neurones et du système nerveux.

A.2.2.1. Neurosciences cognitives

Les neurosciences cognitives (ou *psychobiologie*) désignent le domaine de recherche dans lequel sont étudiés les mécanismes neurobiologiques qui sous-tendent la cognition (perception, motricité, langage, mémoire, raisonnement, émotions...).

A.2.2.2. Neuropsychologie

La neuropsychologie est une discipline scientifique et clinique qui étudie les fonctions mentales supérieures dans leurs rapports avec les structures cérébrales au moyen d'observations menées auprès de patients présentant des lésions cérébrales accidentelles, congénitales ou chirurgicales.

En tant que discipline scientifique, la neuropsychologie s'attache donc à découvrir le siège cérébral des fonctions mentales telles que l'attention, la mémoire, etc., mais également à observer les relations entre ces fonctions, d'un point de vue cérébral (étude des boucles de fonctionnement, études de réseaux neuronaux) et cognitif. Il s'agit de comprendre le cerveau comme support de l'intellect et de comprendre l'intellect comme intégré au cerveau.

En tant que discipline cognitive, son rôle est aussi de fournir des arguments expérimentaux aux modèles cognitivistes, et en d'autres termes, de vérifier ou de révoquer, par la pratique, des théories sur le fonctionnement mental humain et animal. La

recherche en neuropsychologie permet également de développer des tests neuropsychologiques permettant d'apprécier et de quantifier un trouble cognitif après une affection cérébrale.

A.2.2.3. Psychophysiology

Le mot « *psychophysiology* » est un néologisme forgé sur les termes psychologie, comme étude des comportements et de la pensée, et physiologie, comme étude des lois du fonctionnement des organismes. La psychophysiology se situe à l'interface de ces deux disciplines comme science des mécanismes et des lois physiologiques des comportements et de la pensée chez l'animal, dont l'homme. Centrée sur l'explication objective, la psychophysiology fait aujourd'hui partie de la constellation des sciences cognitives.

Née au XIX^e siècle, la psychophysiology s'est structurée sur la mesure mécanique des comportements : on a étudié les rapports entre les émotions, la concentration ou la vigilance et la tension artérielle, le rythme respiratoire ou cardiaque, la stature et l'équilibre. Mais c'est le développement de l'électronique qui ont fourni les véritables moyens d'une exploration performante et rapide utilisant l'électricité biologique. La cybernétique d'après-guerre a simultanément fourni le cadre théorique et la discipline s'est développée autour de l'électrophysiology. La naissance de l'électroencéphalographie dans les années trente, puis dans les années soixante son utilisation dans l'étude des potentiels évoqués, ont fourni des indices mesurables de la programmation endogène des comportements. Les possibilités de numérisation et le développement des analyses métaboliques ont permis l'émergence, vingt ans plus tard, de l'imagerie cérébrale. Elle s'applique non seulement à des aspects de localisation, mais aujourd'hui à une représentation psychophysiology de phénomènes non morphologiques : imagerie fonctionnelle neurocognitive, représentations de relations, activités en réseaux. (Mark Rosenzweig, Arnold Leiman, *Psychophysiology*, 2e édition, InterÉditions, 1991)

A.2.3. La psychologie cognitive

La psychologie cognitive étudie les grandes fonctions psychologiques de l'être humain que sont la mémoire, le langage, l'intelligence, le raisonnement, la résolution de

problèmes, la perception ou l'attention. Elle part du principe que l'on peut inférer des représentations, des structures et des processus mentaux à partir de l'étude du comportement. Contre le béhaviorisme, elle défend que la psychologie est bien l'étude du mental et non du comportement. À la différence des autres courants mentalistes, elle ne pense pas que l'introspection soit une voie d'accès particulièrement fiable pour explorer le mental.

A.3. Les courants et concepts

A.3.1. Cognitivisme (computationnalisme)

Le cognitivisme désigne le courant de recherche scientifique endossant l'hypothèse que la pensée est un processus de traitement de l'information. Elle s'inscrit dans une approche computo-représentationnelle de l'esprit. Il est l'un des principaux courants des sciences cognitives qui a dominé jusqu'à la montée en puissance du connexionnisme. Le cognitivisme est fondé sur l'idée que l'esprit est une machine de traitement symbolique de l'information (la métaphore de l'ordinateur est souvent utilisée), c'est-à-dire qu'il opère sur des représentations en fonction de leurs propriétés syntaxiques plutôt que de leur signification. Inspirés par les résultats de Turing, de nombreux chercheurs ont en outre admis que ce type de traitements pouvaient être réalisés par des machines complètement différentes du point de vue physique et donc que la simulation et la modélisation informatique pouvaient fournir de nouveaux moyens d'étudier le fonctionnement de l'esprit.

A.3.2. Connexionisme

Le connexionisme modélise les phénomènes mentaux ou comportementaux comme des processus émergents de réseaux d'unités simples interconnectées. Le plus souvent les connexionnistes modélisent ces phénomènes à l'aide de réseaux de neurones. Il s'agit d'une théorie qui a émergé à la fin des années 1980 en tant qu'alternative au computationnalisme (Putnam, Fodor, etc.), dont le principal titre de légitimité, selon Fodor, était qu'il était la seule théorie apte à rendre compte de l'évolution des sciences cognitives et des modèles implicites utilisés par celles-ci. Le connexionnisme tente

d'élaborer des modèles de compréhension des processus cognitifs qui ne passent pas par le simple usage et application de règles. (Wiener et Rosenblatt).

Le principe de base du connexionnisme est que les phénomènes mentaux peuvent être décrits à l'aide de réseaux d'unités simples interconnectées. La forme des connexions et des unités peut varier selon les modèles. Par exemple, les unités d'un réseau peuvent représenter des neurones et les connexions peuvent représenter des synapses.

Un concept important pour les modèles connexionnistes est celui de « *l'activation* ». À chaque instant, une unité du réseau a un certain niveau d'activation. Par exemple, si les unités du modèle sont des neurones, l'activation pourrait représenter la probabilité que le neurone génère un potentiel d'action. Une fois le seuil d'activation atteint, l'activation va se propager à toutes les unités connectées.

Les réseaux de neurones sont, de loin, les modèles connexionnistes les plus répandus aujourd'hui. Beaucoup de recherches utilisant des réseaux de neurones se réclament du connexionnisme. Les réseaux connexionnistes répondent à deux caractéristiques : chaque état mental peut être représenté comme un vecteur à n dimensions représentant les valeurs d'activation des unités neuronales ; et le réseau peut apprendre en modifiant le poids des connexions entre ses unités.

En revanche, les modèles peuvent différer de par *la définition de l'activation* : l'activation peut être définie de différentes façons ; et par *l'algorithme d'apprentissage* : Il définit la façon dont les poids des connexions vont changer au fur et à mesure du temps.

A.4. Processus cognitifs

Les processus cognitifs sont les différents modes à travers lesquels les systèmes naturels (le cerveau humain ou animal, les neurones) et les systèmes artificiels (réseau de neurones artificiels, systèmes experts) traitent l'information en y répondant par une action. Les différents processus cognitifs sont la perception, l'attention, la sensation ; la mémoire, les représentations, le langage ; le raisonnement, la catégorisation, la prise de décision, la reconnaissance ; l'apprentissage ; les émotions ; les actions ; les comportements individuels et collectifs.

B. Mécanismes perceptifs

B.1. La perception

La perception est à la fois une faculté bio-physique et un phénomène physio-psychologique, qui relie l'être humain à son environnement. C'est une opération complexe, qui s'articule entre une part sensorielle (information sensorielle) et une part d'interprétation, le tout permettant la reconnaissance du stimulus par le cortex sensoriel. [Lechevalier B., Eustache F., Viader F., *Perception et agnosies*]

En psychologie cognitive, la perception est définie comme la réaction du sujet à une stimulation extérieure qui se manifeste par des phénomènes chimiques, neurologiques au niveau des organes des sens et au niveau du système nerveux central, ainsi que par divers mécanismes qui tendent à confondre cette réaction à son objet par des processus tels que la représentation de l'objet, ou la différenciation de cet objet par rapport à d'autres objets (catégorisation).

Les neurosciences ont mis en évidence l'existence de nombreux centres corticaux, dédiés à des traitements spécialisés de stimuli.

Il existerait au moins trois systèmes distincts de reconnaissance auditive. La perception du langage, de la musique et des bruits semble plus correspondre à des traitements auditifs dissociés qu'à différents degrés de difficultés d'un même traitement auditif.

B.2. La musique

B.2.1. Caractéristiques

D'une infinie variété, les sons musicaux sont classés selon quatre caractéristiques : la durée, la hauteur, l'intensité et le timbre. La durée d'un son est le laps de temps pendant

lequel on perçoit ses vibrations. La hauteur d'un son correspond à sa vitesse de vibration : il s'agit de la fréquence sonore. L'intensité d'un son est la caractéristique permettant de distinguer un son fort d'un son faible ; il s'agit de l'amplitude de la vibration. Le timbre d'un son est en quelque sorte la couleur propre de ce son. Il varie en fonction de la source sonore, et ceci, indépendamment des trois premières caractéristiques. Du point de vue acoustique, le timbre dépend de la corrélation entre la fréquence fondamentale et les harmoniques. L'intensité respective de chaque harmonique est déterminante dans la caractérisation du timbre. Plus les fréquences de ces harmoniques sont proches des multiples entiers de la fréquence fondamentale, plus le son est pur ou harmonique. Plus elles s'éloignent des multiples entiers, plus le son est inharmonique. Le timbre dépend également de l'attaque du son, qui est d'une grande importance dans le message musical. D'un point de vue musical il occupe également une place très importante pour l'articulation. L'étude de l'attaque passe par celle des transitoires d'attaque, qui la caractérisent. Le timbre et l'attaque des sons nous permettent par exemple, d'identifier sans le voir un instrument de musique quelconque.

B.2.2. Perception musicale

Les paramètres du son n'en font pas la caractérisation. Les attributs perceptifs de la musique sont surtout le résultat d'un mécanisme de décision au niveau neurophysiologique. L'existence d'une spécialisation cérébrale pour le traitement de la musique est particulièrement mis en évidence par l'observation du maintien ou d'un trouble sélectif de la compréhension musicale à la suite de lésions cérébrales. (Lechevalier B., Platel H., Eustache F., *Le cerveau musicien*). Ces constatations sont en faveur d'un système de reconnaissance musicale (SRM) spécifique.

B.3. Les bruits

Concernant les sons de l'environnement, des patients présentant un trouble uniquement dans ce domaines sans atteinte du langage et de la musique n'ont jamais été répertoriés. Cependant, la perception des bruits peut être sélectivement épargnée comme

le montre Tanaka et al. (1987), Eustache et al. (1990). Il est donc possible que les sons de l'environnement constituent une catégorie distinctes du langage et de la musique.

B.4. La parole

La perception de la parole consiste en l'identification du message linguistique ; or, ce message a un signal physique d'une grande variabilité, qui nécessite l'utilisation de deux types de processus pour être traité. Les processus ascendants, dits bottom-up, opèrent un traitement des unités de bas niveau en premier lieu, puis des unités de plus haut niveau. En ce qui concerne les processus descendants, dits top-down, les unités de bas niveau sont « déduites » après l'accès au niveau supérieur.

C. *Mécanismes de traitement de la parole*

C.1. A l'oral

C.1.1. Identification des phonèmes

Liberman en 1996 souligne à quel point ses premières recherches au milieu des années quarante étaient basées sur l'idée naïve que décoder la parole consistait simplement à identifier chacun des phonèmes les uns après les autres. Il s'est très rapidement rendu compte qu'il est impossible d'identifier un phonème indépendamment de son contexte, à cause de l'importance des phénomènes de coarticulation. Cela a amené Liberman et ses collaborateurs à penser que seule une prédisposition innée pour le langage pouvait expliquer la facilité avec laquelle l'humain peut décoder la parole, et à proposer la « théorie motrice de la perception de la parole » (Liberman et coll. 1967, Liberman et Mattingly 1985, Liberman 1996). L'auditeur pourrait identifier les phonèmes en associant aux sons de la parole les gestes articulatoires ayant permis de les produire.

Une alternative à cette hypothèse est de supposer l'existence d'analyseurs du signal acoustique, réagissant de façon sélective à tel ou tel aspect du signal, avec intégration des informations à un niveau de traitement supérieur, à la manière d'un réseau connexionniste. Effectivement, quelques travaux connexionnistes ont démontré qu'il était possible d'entraîner des réseaux artificiels à reconnaître les phonèmes de la langue par simple exposition au signal sonore (Elman et Zipser 1988, Nakisa et Plunkett 1998), ce qui indique que, malgré la variabilité du signal sonore, les indices acoustiques qui y sont présents suffisent à faire discriminer les sons du langage.

L'importance des phénomènes de coarticulation a également amené à se questionner sur l'unité de perception de la parole, c'est-à-dire l'unité minimale à partir de laquelle les analyseurs du signal extraient l'information. Les hypothèses proposées vont du trait phonétique (Cole et coll. 1986) à la syllabe (Mehler et coll. 1981) en passant par le diphone (Klatt 1979). Récemment, Jusczyk (1997) a suggéré que la syllabe fonctionne comme une fenêtre temporelle à l'intérieur de laquelle les traits phonétiques sont identifiés. La syllabe serait donc pour lui une unité temporelle élémentaire de décodage.

C.1.2. Identification des mots

La majeure partie des modèles de la reconnaissance des mots parlés se rangent dans la classe des modèles localistes. Ils reposent sur l'idée que chaque entrée lexicale est représentée par une unité dont le niveau d'activation est proportionnel au degré de correspondance de cette unité avec le signal. On considère qu'un mot a été reconnu lorsque son niveau d'activation dépasse un certain seuil. D'autres modèles connexionnistes, basés sur des représentations distribuées, ont également été proposés. Dans ces types de modèles, chaque mot est représenté par un ensemble d'unités, et une même unité peut être réciproquement associée à différents mots. (Frauenfelder, Nguyen, *Reconnaissance des mots parlés*)

C.1.2.1. Modèle cohorte (Marslen-Wilson, 1987, 1993)

La théorie de la cohorte a été développée pour la perception auditive des mots. La reconnaissance du mot s'effectue par l'élimination progressive des différentes alternatives : une cohorte est formée selon le début du mot, puis les candidats devenant incohérent avec la suite du mot, lorsqu'elle est prononcée, seront éliminés de la cohorte. La reconnaissance se fera lorsqu'il ne restera qu'un seul candidat dans la cohorte. Il existe aussi des indices contextuels de types sémantique et syntaxique qui peuvent avoir un effet sur la reconnaissance des mots, tout comme le contexte morphosyntaxique, en influençant les candidats qui seront éliminés.

C.1.2.2. Modèle TRACE (McClelland & Elman, 1986)

Ce modèle de reconnaissance des mots est de type localiste-connexionniste. Les unités de traitement se répartissent sur trois niveaux séparés : les traits, les phonèmes et les mots. Là aussi elle se caractérisent par un certain niveau d'activation. Mais à la différence du modèle cohorte, des connexions s'établissent verticalement entre les niveaux. Ainsi la sélection du mot-cible parmi l'ensemble des compétiteurs se fonde sur un mécanisme d'inhibition latérale.

C.2. A l'écrit

Le processus d'identification de mot, pour décrire l'activité mentale mise en jeu au cours de cette tâche, opère de deux façons : soit par un processus d'accès direct au lexique mental qui se constitue à la suite de la confrontation répétitive avec les mots, soit par un processus d'accès indirect.

La voie directe (ou adressage) permet la reconnaissance des mots connus du lecteur par appariement direct de la configuration écrite du mot avec sa représentation en mémoire. La voie indirecte (ou assemblage) permet le traitement des mots inconnus du lecteur, par la transformation de l'information visuelle en information phonologique et par l'application de règles de correspondance entre graphies et phonies.

C.2.1. La voie directe ou adressage

C'est le processus mis en œuvre au cours de la phase orthographique. Lors de cette phase, les mots sont analysés en unités orthographiques sans recours à la conversion phonologique. Les morphèmes jouent un rôle particulièrement important dans la reconnaissance des mots. Il s'agit, ici, d'un traitement linguistique et non visuel : c'est par une analyse linguistique que le système de traitement de l'information du lecteur accède directement au mot stocké en mémoire, puis aux significations qui lui sont associées. Il est nécessaire que l'apprenant ait été confronté plusieurs fois au mot pour l'enregistrer en mémoire. Ce mode de reconnaissance ne permet pas de déchiffrer des mots nouveaux ou écrits dans une typographie non familière et, par ailleurs, la charge en mémoire à long terme est très importante, limitant les acquis.

C.2.2. La voie indirecte ou l'assemblage

C'est le processus de déchiffrage qui consiste à mettre en relation la forme écrite des mots avec leur forme orale et plus spécifiquement les graphèmes (lettres ou groupes de lettres) avec leurs correspondants sonores, les phonèmes.

Du point de vue développemental, ce mode d'identification des mots correspond, dans les modèles à étapes, à la phase alphabétique. Le lecteur y utilise de façon importante la médiation phonologique.

III. PROBLEMATIQUE

Comme nous venons de le voir, la perception des sons, la reconnaissance de la parole, l'identification des bruits, sont le résultat d'un ensemble de mécanismes complexes opérés par le système cérébral, tant du point de vue biologique, physiologique, neurologique, psychologique ou cognitif. Les connaissances en la matière évoluent, les théories divergent parfois, et si certaines notions sont maintenant acquises, le fonctionnement cérébral fait toujours l'objet de nombreuses recherches car beaucoup d'aspects de ce fonctionnement restent peu ou mal compris.

Nous savons que, suite à un accident vasculaire cérébral, les personnes devenues aphasiques rencontrent des difficultés dans la compréhension du langage et la reconnaissance de la parole. Ces difficultés sont dues à des lésions cérébrales précises, localisées notamment dans l'hémisphère gauche. L'atteinte du langage peut aller, dans les cas les plus extrêmes, jusqu'à la surdité verbale, auquel cas le sujet se trouve dans l'incapacité complète de comprendre les sons de parole, alors que son audition demeure intègre. Cette atteinte touche uniquement la parole, les sons non-verbaux demeurant perçus.

D'autre part, nous avons vu que, en dehors de toute atteinte auditive, la reconnaissance de la musique, la reconnaissance des bruits de l'environnement et celle de la parole pouvaient être indépendamment préservées quand les autres étaient altérées.

L'ensemble de ces données nous amènent ici à nous interroger sur le sujet aphasique et la manière dont celui-ci perçoit et reconnaît les différents sons, qu'ils soient verbaux, musicaux ou environnementaux. Nous nous posons plus particulièrement la question du niveau de reconnaissance des sons non-verbaux (environnementaux ou musicaux) par rapport à celui de la reconnaissance des sons verbaux, cette dernière étant fortement altérée chez les sujets aphasiques. Nous questionnons également les différences qui pourraient exister entre les différents tableaux d'aphasie concernant la reconnaissance non-verbale. Enfin nous nous interrogeons sur l'influence de l'utilisation des sons non-verbaux pour la reconnaissance des sons verbaux.

IV. HYPOTHESES

Au vu des différences de traitement qui existent entre la reconnaissance verbale, musicale et des bruits de l'environnement ; et sachant que la perception auditive est traitée conjointement par l'hémisphère droit et l'hémisphère gauche, alors que la perception du langage et son expression est majoritairement traitée par l'hémisphère gauche ; nous émettons l'hypothèse qu'une dissociation entre la reconnaissance des sons verbaux et non verbaux pourrait exister, en faveur des sons non verbaux.

Les variations entre les différents types d'aphasie nous amènent également à penser que les capacités de reconnaissance des bruits de l'environnement pourraient varier en fonction de la localisation lésionnelle, du type, de la sémiologie et de l'étiologie de l'aphasie.

De plus, nous suggérons que l'utilisation de l'entrée sonore non-verbale pourrait influencer la dénomination orale et la compréhension écrite.

Nous avons voulu vérifier ces hypothèses par l'élaboration d'un protocole d'évaluation de reconnaissance de bruits familiers.

V. METHODOLOGIE

1. Population

A. *Population témoin*

Pour notre étalonnage, nous avons vu 20 personnes entre 18 et 70ans.

A.1. Critères d'inclusion

Nous avons inclus dans la population témoin toute personne adulte sans distinction d'âge, qu'il soit homme ou femme.

A.2. Critères d'exclusion

Nous avons exclu de cette population les enfants en dessous de 18ans, les personnes ayant des antécédents d'accident vasculaire cérébral ou de traumatisme crânien, ceux souffrant de maladies neuro-dégénératives ou de tumeurs cérébrales, et ceux atteints d'une déficience auditive.

B. *Population pathologique*

Pour notre analyse, nous avons vu 20 personnes entre 45 et 81ans.

B.1. Critères d'inclusion

Nous avons inclus dans cette population toute personne adulte sans distinction d'âge, atteinte d'une aphasie de n'importe quel type et faisant suite à un accident vasculaire cérébral, qu'il soit ischémique ou hémorragique. L'aphasie était en phase aiguë à subaiguë.

B.2. Critères d'exclusion

Nous avons exclu de cette population les aphasies liées à un traumatisme crânien, à un processus expansif ou infectieux, à une maladie neuro-dégénérative, les aphasies de l'enfant, ainsi que toutes les personnes souffrant de surdité, d'agnosie auditive et enfin d'agnosie visuelle.

2. Matériel

A. Objectifs

Le protocole de reconnaissance des bruits familiers a pour but d'évaluer les capacités de reconnaissance de sons verbaux et des sons non verbaux par les patients aphasiques d'une part, et d'évaluer l'influence de l'écoute de sons non-verbaux sur les épreuves de dénomination de lecture d'autre part. Les données obtenues ont permis dans un premier temps de comparer les résultats des patients aphasiques par rapport à une population témoin ; et dans un second temps de comparer les résultats entre les différents types d'aphasie.

B. *Support sonore*

Le protocole comporte 18 sons à reconnaître. Ces 18 items mélangent différents types de bruits organisés en 6 catégories, chacune comportant 3 sons :

- bruits de la maison :
 - eau qui coule
 - téléphone
 - trousseau de clés

- bruits extérieurs :
 - cloches
 - moto
 - sonnette de vélo

- bruits humains :
 - rires
 - bruits de pas
 - enfant qui pleure

- objets sonores :
 - radio
 - sifflet
 - réveil

- instruments de musique :
 - piano
 - violon
 - flûte

- animaux :
 - chien
 - chat
 - poule

Lors de la passation, les items ont été présentés de façon non catégorisée, mais suivant un ordre établi de manière aléatoire et différent pour chaque épreuve.

C. Support visuel

Le matériel visuel se divise en plusieurs supports :

a) un cahier d'images

Le cahier d'images s'ouvre sur deux pages 24×32, chacune de ces pages comportant trois lignes de trois images. Les images sont des dessins qui illustrent les sons présentés précédemment. Chaque ligne regroupe les trois images d'une même catégorie.

b) un jeu d'images libres

Il s'agit des mêmes dessins mais en vignettes indépendantes.

c) un jeu de mots écrits

Il s'agit d'étiquettes libres avec des mots ou des phrases qui correspondent aux dessins et donc aux sons.

Tous ces supports visuels sont de taille adaptée pour être bien visibles, les dessins sont en couleur et la police des mots est claire et en gros caractère pour une lecture facilitée.

L'ensemble des images et des sons sont extraits d'un matériel déjà existant : le « Loto Sonore », édité par Nathan©.

D. Description des épreuves

Le protocole se divise en 5 épreuves :

a) Désignation d'images à partir de l'écoute de mots :

L'examineur place le cahier d'images devant le patient et énumère des mots un par un. Il demande au patient de désigner ce qu'il entend.

b) Désignation d'images à partir de l'écoute de bruits :

L'examineur utilise le même support et fait écouter des bruits un à un. Il demande au patient de montrer ce qu'il entend.

c) Dénomination sans écoute – avec écoute du bruit si échec :

L'examineur prend un jeu d'images libres et les présente une par une au patient en lui demandant de les dénommer. Si le patient se trouve en échec, l'examineur lui propose une écoute du bruit correspondant pour aider la dénomination.

d) Association du mot écrit à l'image sans écoute – avec écoute du bruit si échec :

L'examineur propose à nouveau le cahier d'images au patient et il lui propose au fur et à mesure un mot ou une phrase à associer à une image. Si le patient est en échec, l'examineur fait écouter au patient le bruit correspondant.

e) Répétition :

L'examineur ne propose aucun support au patient et il lui demande de répéter les mots et les phrases qui lui sont données.

3. Recueil et construction des données

A. *Cahier de passation*

Le recueil des données a été réalisé au moyen d'un cahier de passation de quatre pages intitulé « Protocole d'Evaluation de la Reconnaissance d'Evénements Sonores (PERES) », élaboré par nos soins.

Le recueil de ces données s'est effectué tout d'abord selon des variables qualitatives, par recueil d'informations propres au sujet (âge, sexe...) ainsi que de commentaires sur l'attitude et le comportement du patient durant la passation. Il s'est fait par ailleurs selon des variables quantitatives : on a recueilli pour chaque patient un score, un nombre d'erreurs et un temps pour chaque épreuve.

La première page permettait d'établir le profil du patient : nous y notions en premier lieu son identité, sa date de naissance, son âge, son sexe et sa latéralisation ; puis la date de passation du protocole, la date de l'accident vasculaire cérébral, son étiologie, la localisation lésionnelle, les antécédents (les cas de récurrence d'AVC notamment), les facteurs de risques, la catégorie socioprofessionnelle et enfin le niveau d'études. Un encadré en bas de page permettait de reporter les résultats obtenus pour chaque épreuve.

Les pages suivantes contenaient les tableaux de notation : le premier permettait de reporter les résultats de l'épreuve de désignation sur écoute verbale ; le second les résultats de désignation sur écoute du bruit ; le troisième les résultats de la dénomination sans ou avec écoute ; le quatrième les résultats de l'association du mot écrit à l'image correspondante sans ou avec écoute ; enfin le dernier permettait de reporter le score de la répétition.

B. Conditions de passation

La passation des épreuves est individuelle. Après des témoins, le protocole a été proposé dans différents lieux, en veillant à ce que ces derniers ne soient pas bruyants et que ne se trouvent dans la pièce que le sujet et l'examineur. Tous deux étaient assis face à face, le matériel posé entre eux sur une table. En ce qui concerne la population aphasique, la passation des épreuves a été réalisée dans l'Unité Neuro-Vasculaire de l'hôpital Laënnec à Nantes. Les patients étaient pour la plupart au fauteuil, parfois dans leur lit. Dans tous les cas ils ont été assis et le matériel a été présenté devant eux sur les tablettes que l'on trouve dans chaque chambre. L'examineur se plaçait face à eux. Certaines passations ont eu lieu en cabinet libéral, en présence de l'orthophoniste des patients concernés.

L'examineur a pris soin de demander leur accord aux patients pour leur participation au protocole, et ensuite de leur expliquer brièvement la nature de ce protocole.

L'écoute des sons s'est faite à partir d'un dictaphone, plus facilement transportable et offrant une bonne restitution sonore.

Les distracteurs sonores ont été réglés du mieux possible (nécessité d'éteindre la télévision, de fermer la porte de la chambre, la fenêtre...).

Les passations ont eu lieu durant les mois de février et mars 2010 pour la population témoin, et du premier février au 10 mai 2010 pour la population aphasique.

Chaque passation de l'ensemble des épreuves du protocole n'a jamais pris plus de dix minutes pour les témoins ; elle durait de 15 à 25 minutes pour les patients aphasiques.

Des consignes précises ont été données aux patients pour chaque épreuve (cf annexes : « Consignes de passation »).

Chaque épreuve a été chronométrée et a fourni un résultat sur 18. Pour chaque sujet et pour chaque épreuve, on a ainsi noté un score et un temps de passation. D'autre part, pour tous les épreuves, chaque item comportait une case « commentaires » qui permettait de noter les productions erronées et les réactions du sujet.

Les données brutes ont ensuite été reportées dans deux tableaux récapitulatifs ; le premier était dédié au témoins, le second aux patients aphasiques. Ces tableaux ont servi de base à l'analyse statistique.

4. Méthode d'analyse des données

L'analyse des données a été réalisée d'une part au moyen de statistiques : les données recueillies ont été comparées grâce à des moyennes, des écarts-types et des pourcentages. D'autre part une analyse plus descriptive a pu être effectuée en fonction des commentaires, des comportements et des attitudes des sujets.

Nous avons dans un premier temps réalisé une analyse des résultats de la population témoin, afin d'en retirer des temps et des scores moyens. Nous avons ensuite pu analyser les résultats de patients aphasiques en fonction des résultats de la population témoin. Puis nous avons comparé les données recueillies pour les patients aphasiques entre elles. Enfin dans un dernier temps nous nous sommes intéressé à la comparaison des résultats de deux patients ayant été soumis deux fois et à distance au protocole.

VI. PRESENTATION ET ANALYSE DES RESULTATS

1. Population témoin

A. *Résultats globaux*

A.1. Hypothèses

Nous avons établi des moyennes des scores et des temps pour chaque épreuve sur l'ensemble de la population témoin, en émettant l'hypothèse que les épreuves de désignation d'images sur écoute verbale, de dénomination, d'association du mot à l'image et de répétition seraient saturées. Nous nous attendions à ce que l'épreuve d'écoute du bruit soit quasiment saturée, mais avec de possibles erreurs.

En ce qui concerne les temps pour chaque épreuve, nous avons estimé qu'ils se situeraient autour d'une minute pour les tâches de compréhension, et qu'ils seraient inférieur à une minute pour les tâches de production.

RESULTATS DE LA POPULATION TEMOIN

	Score moyen (/18)	Ecart-type	Score (%)	Temps moyen (min'sec")	Ecart-type (sec")
Epreuve de désignation sur écoute verbale	18	0	100%	0'51"	3"82
Epreuve de désignation sur écoute du bruit	17,75	0,43	99%	1'06"	7"53
Epreuve de dénomination	18	0	100%	0'32"	2"83
Epreuve d'association du mot à l'image	18	0	100%	0'48"	7"40
Epreuve de répétition	18	0	100%	0'23"	2"97

TOTAUX	17,95		99%	0'44"	
---------------	--------------	--	------------	--------------	--

A.2. Résultats

Comme nous nous y attendions, l'ensemble des épreuves sont saturées ; seule l'épreuve de reconnaissance des bruits ne fournit pas de scores maximaux, avec tout de même quatre-vingt dix-neuf pour cent de bonnes réponses.

Les temps de passation sont ceux attendus ; on remarque que la moyenne des temps pour l'épreuve de reconnaissance des bruits est plus élevée que celle pour l'épreuve de reconnaissance des mots. Les temps obtenus pour les épreuves de production sont également plus bas que pour les épreuves de compréhension.

A.3. Analyse

Les épreuves ne présentent pas de difficultés pour une population sans troubles auditifs ou langagiers. Seule l'épreuve de reconnaissance non-verbale pose problème. Elle n'est pas réussie à cent pour cent et demande plus de temps que la reconnaissance verbale. Nous pouvons tenter de l'expliquer par le fait que la reconnaissance de bruits est dans la réalité beaucoup aidée par le contexte, alors que celui-ci est absent lors de l'épreuve. Il existe d'autre part de grande variabilité de manifestations sonores pour un même bruit ; leur reconnaissance paraît en conséquence plus subjective et liée à l'expérience du sujet. Les représentations des bruits seraient ainsi plus variables, et moins régularisées que les représentations verbales.

B. Epreuve de désignation sur écoute du bruit

B.1. Hypothèses

Nous formulons l'hypothèse qu'au sein de l'épreuve de reconnaissance de bruits familiers, nous allons rencontrer des variabilités entre les différents items ; certains sons risquent d'être plus facilement reconnus que d'autres.

Il est important de préciser que si nous avons noté les erreurs des sujets, nous avons aussi reporté pour chaque passation leurs « hésitations ». Sont considérées comme « hésitations » un temps de réponse supérieur à six secondes pour un item, une désignation incorrecte en première intention avec changement par la suite, et une hésitation de pointage entre deux items.

Cette double notation va nous permettre de vérifier l'hypothèse que le nombre des hésitations pourrait être plus élevé que le nombre d'erreurs.

Enfin nous émettons l'hypothèse d'une variabilité des résultats entre les différentes catégories de sons.

RESULTATS PAR ITEMS POUR L'EPREUVE DE DESIGNATION SUR ECOUTE DU BRUIT

	Réponses correctes	Erreurs	Hésitations	Cumul des erreurs et des hésitations
chien	100%	0%	0%	0%
chat	100%	0%	10%	10%
poule	100%	0%	0%	0%
Animaux	100%	0%	3%	3%
bruits de pas	90%	10%	20%	30%
pleurs du bébé	95%	5%	0%	5%
rires	100%	0%	0%	0%
Bruits humains	95%	5%	7%	12%
sonnette de vélo	90%	10%	15%	25%
cloches	100%	0%	0%	0%
moto	100%	0%	10%	10%
Bruits de l'extérieur	97%	3%	8%	11%
téléphone	100%	0%	0%	0%
trousseau de clés	100%	0%	25%	25%
eau dans le verre	100%	0%	0%	0%
Bruits de la maison	100%	0%	8%	8%
violon	100%	0%	0%	0%
piano	100%	0%	0%	0%
flûte	100%	0%	0%	0%
Instruments de musique	100%	0%	0%	0%
radio	100%	0%	0%	0%
sifflet	100%	0%	0%	0%
réveil	100%	0%	0%	0%
Objets sonores	100%	0%	0%	0%

TOTAUX	99%	1%	4%	5%
---------------	------------	-----------	-----------	-----------

B.2. Résultats

Nous pouvons constater que notre première hypothèse est vérifiée ; il existe en effet une variabilité des résultats, certains items ne connaissant aucun pourcentage d'erreurs et d'hésitations, alors que d'autres sont plus chutés. Les items entraînant des erreurs sont, par ordres de difficulté décroissante : les bruits de pas, la sonnette de vélo, les pleurs du bébé.

Le pourcentage d'hésitations est quant à lui supérieur à celui des erreurs, vérifiant ainsi notre seconde hypothèse. Les items entraînant des hésitations sont, par ordre de difficulté décroissante : le trousseau de clés, les bruits de pas, la sonnette de vélo, et enfin le chat et la moto (à pourcentage égal).

En dernier lieu, il existe une variabilité entre les différentes catégories de sons. Si l'on cumule les pourcentages d'erreurs et d'hésitations, nous pouvons constater que les bruits humains sont ceux qui posent le plus de difficultés, suivis de près par les bruits de l'extérieur, puis les bruits de la maison et enfin les bruits de animaux.

B.3. Analyse

Le fait que le pourcentage d'erreurs soit inférieur au pourcentage des hésitations pourraient s'expliquer par les similitudes qui existent entre certains sons. Ces sons proches nécessiteraient une analyse plus fine. Si les sujets hésitent, ils sont cependant capable d'un contrôle suffisant pour discriminer la plupart des sons entre eux, ce qui expliquerait le pourcentage d'erreurs moindre.

Les variations de discrimination entre les différentes catégories pourraient être la conséquence, comme nous l'avons vu, des différences de représentations qui existent pour un même sons. Etonnamment, les bruits humains semblent poser le plus de difficultés alors qu'ils nous semblent être les plus familiers. Mais à l'inverse, les instruments de musique n'entraînent par d'erreurs ou d'hésitations, peut-être parce que les représentations que nous avons de ces instruments varient moins au sein d'une même catégorie : au sein de la catégorie « violon », le bruit d'un violon est facilement identifiable, même si il ne s'agit pas du même violon ou des mêmes notes ; en revanche,

au sein de la catégorie « bruits de pas », il existe une multitude de manifestations sonores différentes des pas.

C. Résultats en fonction de l'âge

C.1. Hypothèse

Nous ne nous attendons pas à démontrer un effet significatif de l'âge.

RESULTATS EN FONCTION DE L'AGE

	[18 à 30[[30 à 45[[45 à 60[[60 à 75]	
	score	temps	score	temps	score	temps	score	temps
Epreuve de désignation sur écoute verbale	18	51	18	47,8	18	52,2	18	52,4
Epreuve de désignation sur écoute du bruit	17,6	61,2	18	63	17,8	70	17,6	70
Epreuve de dénomination	18	31,7	18	29,8	18	32,2	18	32,6
Epreuve d'association du mot à l'image	18	40,5	18	51,8	18	49,8	18	51
Epreuve de répétition	18	22,2	18	21,8	18	24,8	18	24,4
MOYENNES	17,92	41,32	18	42,84	17,96	45,8	17,92	46,08

C.2. Résultats

Nous n'observons pas d'effet significatif de l'âge sur les scores aux épreuves, le groupe des plus jeunes obtenant la même moyenne que le groupe des plus âgés. De plus les différentes classes d'âges présentent peu de variation entre les scores.

En revanche les moyennes générales des temps de passation mettent en évidence un allongement croissant avec l'effet de l'âge. Cet effet est à relativiser car les tendances varient en fonction des épreuves. Il est cependant à noter un effet de l'âge plus marqué pour l'épreuve de reconnaissance des bruits familiers.

D. Résultats en fonction du sexe

Nous ne nous attendons pas à un effet significatif du sexe.

RESULTATS EN FONCTION DU SEXE

	Hommes		Femmes	
	score	temps	score	temps
Epreuve de désignation sur écoute verbale	18	51,1	18	50,9
Epreuve de désignation sur écoute du bruit	17,8	67,2	17,7	59,4
Epreuve de dénomination	18	29,7	18	29,5
Epreuve d'association du mot à l'image	18	49,4	18	46,2
Epreuve de répétition	18	23,1	18	23,4
MOYENNES	17,96	44,1	17,94	41,88

D.1. Résultats

Nous constatons que les moyennes des scores et des temps de passation ne démontrent pas de différences significatives entre les hommes et les femmes. Les résultats restent inférieurs à un écart-type si on les compare au tableau des moyennes générales.

2. Population pathologique

A. *Comparaison des résultats avec la population témoin*

A.1. Hypothèses

Nous nous attendons à ce que les scores de la population aphasique soient inférieurs à ceux de la population témoin, et que les temps de passation des épreuves soient allongés.

En ce qui concerne les épreuves de dénomination et d'association du mot à l'image, nous émettons l'hypothèse que les scores avec écoute du bruit vont être supérieurs aux scores sans écoute.

Enfin nous pensons que les scores de la population aphasique vont être proportionnels à ceux de la population témoin.

COMPARAISON DES RESULTATS TEMOINS/APHASIQUES

		scores moyens (/18)		Temps moyens (min'sec")	
		témoins	sujets aphasiques	témoins	sujets aphasiques
Epreuve de désignation sur écoute verbale		18	13,25	0'51"	3'42"
Epreuve de désignation sur écoute du bruit		17,75	11,4	1'06"	6'25"
Epreuve de dénomination	sans écoute du bruit	18	7,4	0'32"	7'23"
	avec écoute du bruit		9,5		
Epreuve d'association du mot à l'image	sans écoute du bruit	18	12,35	0'48"	4'38"
	avec écoute du bruit		12,67		
Epreuve de répétition		18	10,35	0'23"	3'10"
TOTAUX		17,95	10,99	0'44"	5'03"

A.2. Résultats

Nous constatons que les scores obtenus par la population aphasique sont effectivement chutés, alors que la quasi-totalité des épreuves est saturée chez la population témoin. Ces scores sont inférieurs de quarante pour cent à ceux des témoins. Ces résultats varient selon chaque épreuve. De même, les temps de

passation sont fortement allongés, plus de six fois supérieurs aux témoins en ce qui concerne la moyenne générale du temps.

En second lieu, si l'on s'intéresse à la comparaison des scores des aphasiques entre eux, nous notons que les résultats aidés par l'écoute du bruit aux épreuves de dénomination et d'association du mot à l'image sont effectivement supérieurs à ceux sans écoute.

Enfin la comparaison des scores met en évidence une certaine proportionnalité des résultats ; l'épreuve de désignation sur écoute du bruit est plus chutée que sur écoute verbale, que ce soit chez les témoins et chez les aphasiques. De la même manière, le temps de répétition est le moins long de toutes les épreuves chez l'une comme l'autre population. En revanche des dissociations importantes sont mise en évidence entre les temps de dénomination, le temps étant très fortement allongés chez les sujets aphasiques. D'autre part l'épreuve de dénomination est la plus chutée chez ces mêmes sujets, tandis que l'épreuve de reconnaissance verbale est la mieux réussie.

A.3. Analyse

Il paraît cohérent que les résultats concernant des épreuves portant sur le langage soient chutés chez des personnes aphasiques. Les scores obtenus à l'épreuve de reconnaissance sur écoute du bruit montrent qu'il existe également une altération de la reconnaissance des sons non-verbaux chez le sujet aphasique ; cette altération demeure toutefois proportionnelle aux résultats des témoins. Cette épreuve n'est pas de surcroît la plus chutée de l'ensemble des épreuves.

Le résultat de l'épreuve de dénomination met en évidence la difficulté majeure dans tous les types d'aphasie qu'est « le manque du mot ». Il est en revanche intéressant de constater que le score de dénomination est amélioré par l'écoute du bruit.

Cette amélioration par écoute du bruit est aussi constatée pour l'épreuve d'appariement du mot à l'image.

Nous pouvons ainsi supposer un effet positif de l'écoute non verbale sur le versant de la production orale mais aussi sur le versant de la compréhension écrite.

Enfin l'allongement des temps de passation s'explique par les difficultés de compréhension orale comme écrite, ainsi que d'expression orale, que rencontre la population aphasique.

B. Comparaison entre les différents types d'aphasies

La répartition des différents types d'aphasies ayant été incluses dans les résultats du protocole est la suivante : six aphasies de type Broca, quatre aphasies de type Wernicke, une aphasie globale (évoluant vers une aphasie de type Grand Broca), deux aphasies de type amnésique, deux aphasies de type conduction, une aphasie de type transcorticale sensorielle, deux aphasies de type transcorticale motrice, et deux aphasies de type sous-corticale.

B.1. Hypothèses

Nous nous attendons à observer des différences significatives selon les différents types d'aphasies. Nous supposons que les aphasies de Broca, avec une compréhension mieux préservée, obtiendront de meilleurs résultats aux épreuves de désignation et de reconnaissance de mots, mais seront plus chutées sur les épreuves de dénomination et de répétition. En revanche les aphasies de type Wernicke, ainsi que l'aphasie sensorielle, risquent d'avoir des scores plus chutés aux épreuves de désignation.

Nous pensons également pouvoir faire des rapprochements entre les aphasies dont la répétition est préservée.

Nous supposons que l'aphasie globale risque d'avoir les scores les moins élevés, alors que l'aphasie amnésique peut présenter de bons résultats sauf en dénomination, ce domaine étant celui le plus touché dans ce type d'aphasie.

RESULTATS EN FONCTION DU TYPE D'APHASIE

		aphasie de type Broca		Aphasie de type Wernicke		Aphasie globale (évoluant vers grand Broca)		aphasie amnésique		aphasie de conduction		aphasie transcorticale sensorielle		aphasie transcorticale motrice		aphasie sous-corticale	
		score	temps	score	temps	score	temps	score	temps	score	temps	score	temps	score	temps	score	temps
Epreuve de désignation sur écoute verbale		15,2	3'06	9,8	4'17	8	5'18	18	2'00	14,5	3'05	8	5'01	15	2'26	12	6'03
Epreuve de désignation sur écoute du bruit		14,8	4'33	6,3	7'36	0	7'22	16	4'37	11,5	5'16	13	9'18	14,5	4'26	8,5	10'19
Epreuve de dénomination	sans écoute du bruit	3,7	7'01	4,0	8'21	0	10'12	17,5	2'18	11,5	4'01	2	8'38	8,5	8'34	16,5	5'19
	avec écoute du bruit	5,7		5,3		0		18		13		8		10		17	
Epreuve d'association du mot à l'image	sans écoute du bruit	14,0	4'53	9,8	4'09	2	11'10	18	2'21	15	3'31	4	11'20	17	2'38	9	5'18
	avec écoute du bruit	16,3		11,0		7		18		16		13		18		11	
Epreuve de répétition		7,8	4'05	4,8	4'33	0	7'02	18	0'37	13	1'31	18	0'56	18	0'40	13	1'45
TOTAUX		11,1	5'00	7,3	6'03	2,4	8'13	17,6	2'28	13,4	3'36	9,4	7'34	14,4	3'58	12,4	6'00

B.2. Résultats

Si l'on s'intéresse aux scores généraux, on constate que l'aphasie de type amnésique est celle qui réussit le mieux le protocole (17,5/18), suivie par l'aphasie transcorticale motrice (14,4), l'aphasie de conduction (13,4), l'aphasie sous-corticale (12,4), l'aphasie de type Broca (11,1), l'aphasie transcorticale sensorielle (9,4), l'aphasie de Wernicke (7,3), et enfin l'aphasie globale (2,4).

Concernant les temps moyens, le temps le plus court revient à l'aphasie amnésique (2'26), puis à l'aphasie de conduction (3'36), l'aphasie transcorticale motrice (3'58), l'aphasie de Broca (5'00), l'aphasie sous-corticale (6'00), l'aphasie de Wernicke (6'03), l'aphasie transcorticale sensorielle (7'34) et pour finir l'aphasie globale (8'13).

Nous pouvons constater qu'aucun type d'aphasie n'a un score de désignation sur écoute du bruit plus élevé que sur écoute verbale, ce qui est tout à fait cohérent avec les résultats de la population témoin, cette dernière ayant saturé toutes les épreuves sauf celle de la reconnaissance non-verbale.

D'autre part, nous pouvons remarquer une différence de résultats entre les épreuves de production de langage (dénomination et répétition) et les épreuves de réception du langage et des sons (désignation, appariement mot-image). Les aphasies de type Broca ont de meilleurs résultats aux épreuves de réception qu'à celles de production. Les aphasies de type Wernicke ont des résultats globalement inférieurs à ceux des aphasies de type Broca, avec là des résultats chutés en réception et en production.

Quand on regarde les extrêmes, l'aphasie amnésique a des scores très élevés et proches de la normale, avec cependant des temps allongés sauf pour la répétition avec un temps quasiment dans la norme. En revanche l'aphasie globale a des scores chutés à toutes les épreuves, avec des temps fortement allongés.

Les aphasies ayant un score maximal en répétition ont les scores les plus élevés à l'épreuve de désignation sur écoute des bruits (outre l'aphasie de type Broca qui a elle aussi un score élevé à cette épreuve, avec en contrepartie une répétition chutée).

Si l'on s'intéresse aux épreuves avec modalité d'aide par écoute du bruit (dénomination et appariement du mot à l'image), nous constatons une amélioration des résultats dans tous les types d'aphasie.

Les résultats qui concernent l'épreuve de désignation sur écoute du bruit sont intéressants : d'un point de vue général, ils mettent en avant des scores proportionnellement inférieurs à l'épreuve de désignation sur écoute des bruits.

Cependant on constate que l'aphasie globale parvient à une reconnaissance verbale mais pas à une reconnaissance non-verbale. Et l'aphasie de conduction est la seule à avoir un score plus élevé en désignation sur écoute du bruit que sur écoute verbale.

B.3. Analyse

Ces résultats mettent en avant des dissociations selon les différents types d'aphasie, dissociations que l'on retrouve aisément dans les différents tableaux cliniques des aphasies. L'ensemble reste donc cohérent. On perçoit ainsi les différences entre compréhension et expression, réception et production.

L'allongement du temps généralisé pour chaque épreuve et pour tous les types d'aphasie met en relief la réduction de la fluence (si elle n'est pas réduite elle n'est de toute manière pas précise) ainsi que les difficultés d'accès au mot caractéristiques des aphasies.

C. Comparaison entre les épreuves

C.1. Hypothèses

Nous pensons observer une différenciation entre les épreuves de désignation sur écoute verbale et de désignation sur écoute du bruit, avec un score inférieur pour la deuxième épreuve ; en effet, pour la population témoin, l'épreuve d'écoute du bruit n'étant réussie qu'à quatre-vingt-dix-neuf pour cent alors que l'épreuve d'écoute verbale est saturée, il semble normal de retrouver cette dissociation chez la population aphasique.

Nous supposons également que l'épreuve de dénomination sera l'épreuve la plus chutée, la difficulté majeure de tous les types d'aphasie étant le manque du mot. L'autre épreuve de production qu'est la répétition risque elle aussi d'être chutée.

En revanche la compréhension en lecture pourrait se situer dans les mêmes scores que la compréhension orale, sachant que selon les types d'aphasie la compréhension orale peut être meilleure que la compréhension écrite, et inversement.

Enfin nous pensons retrouver une amélioration du score aux épreuves de dénomination et de compréhension écrite aidée par écoute que sans aide.

COMPARAISON DES RESULTATS MOYENS AUX DIFFERENTES EPREUVES

	Epreuve de désignation sur écoute verbale	Epreuve de désignation sur écoute du bruit	Epreuve de dénomination		Epreuve d'association du mot à l'image		Epreuve de répétition
			sans écoute	avec écoute	sans écoute	avec écoute	
SCORES MOYENS (/18)	13,3	11,4	7,4	9,5	12,4	12,7	10,35
SCORES MOYENS (%)	74%	64%	41%	53%	69%	71%	58%
TEMPS	3'42"	6'25"	7'23"		4'38"		3'10"

C.2. Résultats et analyse

Nous constatons en effet un résultat à l'épreuve de désignation sur écoute du bruit inférieur à celui sur écoute verbale, avec une différence de neuf pour cent entre les deux scores.

L'épreuve de dénomination est bien la plus chutée, avec un score moyen de quarante et un pour cent sans aide et cinquante-trois pour cent avec aide par écoute du bruit.

Si le score de compréhension en lecture (épreuve d'association du mot à l'image) est inférieur de cinq pour cent à celui de la compréhension verbale orale, ce score augmente de deux pour cent avec aide du bruit. Les scores de reconnaissance verbale orale et écrite sont relativement similaires ; l'épreuve de

reconnaissance des bruits familiers se situe en dessous avec soixante-quatre pour cent de bonnes réponses.

L'analyse des temps par épreuves met à nouveau en évidence la difficulté principale du manque du mot aphasique, avec le temps de passation le plus long. La répétition a le temps le plus court, proportionnellement aux précédents temps de la population témoin.

Ces résultats ne montrent pas une conservation de la reconnaissance des bruits familiers chez le sujet aphasique, mais ils démontrent pas une aggravation spectaculaire de ce domaine ; le degré d'altération se situe dans la moyenne des autres scores en compréhension.

D. Résultats en fonction de la latéralisation

La proportion des sujets soumis au protocole est, selon le critère de latéralité, de dix-sept droitiers pour trois gauchers.

SCORE EN FONCTION DE LA LATERALISATION

		Droitiers	Gauchers
Epreuve de désignation sur écoute verbale		12,4	13,7
Epreuve de désignation sur écoute du bruit		10,6	10,6
Epreuve de dénomination	sans écoute du bruit	7,6	6,3
	avec écoute du bruit	9,4	6,3
Epreuve d'association du mot à l'image	sans écoute du bruit	11,7	11,0
	avec écoute du bruit	13,2	14,3
Epreuve de répétition		11,0	8,0
TOTAUX		10,8	10,0

Ce tableau met en évidence des moyennes générales très proches pour les droitiers et les gauchers, avec moins d'un point d'écart entre les deux latéralisations, en faveur des droitiers.

Les gauchers ont un score supérieur de plus d'un point à l'épreuve de désignation sur écoute verbale, en revanche les résultats sont équivalents entre gauchers et droitiers à l'épreuve de désignation sur écoute du bruit.

Dans le cas des gauchers, la dénomination ne semble pas aidée par l'écoute du bruit, alors que c'est le cas pour l'appariement du mot à l'image. D'autre part la répétition est plus chutée.

La différence des résultats entre les sujets droitiers et gauchers est à relativiser du fait de la faible proportion de gauchers comparés aux droitiers. La résultats variables et

les moyennes globales proches ne permettent pas de dégager une différence significative en ce qui concerne la latéralisation.

E. Résultats en fonction de l'étiologie de l'aphasie

Sur les vingt patients aphasiques testés avec le protocole, la répartition est de dix-sept AVC ischémiques contre trois AVC hémorragiques.

SCORE EN FONCTION DU TYPE D'AVC

		AVC ischémique	AVC hémorragique
Epreuve de désignation sur écoute verbale		13,8	12,0
Epreuve de désignation sur écoute du bruit		11,5	7,0
Epreuve de dénomination	sans écoute du bruit	5,7	16,5
	avec écoute du bruit	7,5	16,5
Epreuve d'association du mot à l'image	sans écoute du bruit	12,4	9,0
	avec écoute du bruit	13,4	11,0
Epreuve de répétition		9,6	13,0
TOTAUX		10,6	12,1

Ce tableau comparatif entre AVC ischémique et AVC hémorragique met en évidence des scores plus élevés pour les sujets ayant subi un AVC hémorragique.

Cependant si l'on s'intéresse aux scores par épreuve, nous constatons que les épreuves de compréhension orale et écrite sont plus chutées suite à un AVC hémorragique ; en revanche les épreuves de production (dénomination et répétition) sont mieux réussies que suite à un AVC ischémique.

Ces résultats sont cependant à relativiser du fait de la faible proportion de sujets ayant subi un AVC hémorragique par rapport à ceux ayant subi un AVC ischémique.

F. Comparaison par items des épreuves de désignation sur écoute verbale et sur écoute du bruit

COMPARAISON DES POURCENTAGES DE BONNES REPONSES

	Désignation sur écoute verbale	Désignation sur écoute du bruit
chien	95%	88%
chat	95%	64%
poule	88%	88%
Animaux	93%	80%
bruits de pas	75%	64%
pleurs du bébé	88%	64%
rires	75%	75%
Bruits humains	79%	68%
sonnette de vélo	50%	45%
cloches	64%	64%
moto	80%	70%
Bruits de l'extérieur	65%	60%
téléphone	80%	88%
trousseau de clés	100%	45%
eau dans le verre	75%	88%
Bruits de la maison	85%	74%
violon	45%	56%
piano	64%	45%
flûte	56%	38%
Instruments de musique	55%	46%
radio	80%	63%
sifflet	80%	63%
réveil	50%	63%
Objets sonores	70%	63%
TOTAUX	74%	64%

Chez la population aphasique, nous constatons une proportion dans des résultats avec une reconnaissance verbale supérieure à la reconnaissance du bruit.

En revanche, contrairement à la population témoin qui avait les plus mauvais scores dans la catégorie « bruits humains » et « bruits de l'extérieur » dans l'épreuve de désignation sur écoute non-verbale, les sujets aphasiques ont les scores les plus chutés pour les catégories « instruments de musique ». Leur deuxième plus mauvais score concerne les bruits de l'extérieur, puis les objets sonores avec un score légèrement supérieur. A l'inverse, les catégories les mieux réussies sont les « animaux », suivie des « bruits de la maison » puis de « bruits humains ».

G. Comparaison entre deux passations à distance

Deux patients ayant été soumis à deux passations du protocole à distance :

Le premier patient est un homme de 66ans, gaucher, ayant eu un AVC ischémique gauche avec aphasie et hémiparésie droite. Il présente une aphasie de type globale à l'entrée, évoluant vers une aphasie de type grand Broca.

Le second patient est un homme de 48ans, droitier, ayant eu un AVC ischémique gauche avec aphasie et hémiparésie droite. Il présente une aphasie de type Broca.

G.1. Hypothèses

Nous émettons l'hypothèse d'une amélioration entre la passation la plus près de l'AVC et celle la plus éloignée, tant au niveau des scores que des temps de passation.

Nous présentons deux cas assez similaires, nous nous interrogeons sur les résultats en ne sachant pas si ceux-ci vont être plutôt identiques, ou au contraire assez différents.

COMPARAISON ENTRE DEUX PASSATIONS A DISTANCE SUJET 1

		première passation J+8		seconde passation J+40	
		score	temps	score	temps
Epreuve de désignation sur écoute verbale		8	4'47	15	3'09
Epreuve de désignation sur écoute du bruit		0	6'49	16	3'16
Epreuve de dénomination	sans écoute du bruit	/	/	1	6'37
	avec écoute du bruit	/		1	
Epreuve d'association du mot à l'image	sans écoute du bruit	2	10'42	13	3'40
	avec écoute du bruit	7		13	
Epreuve de répétition		0	4'23	1	3'39
TOTAUX		3,4	6'25	8,6	4'29

Ces résultats montrent une progression assez importante du score entre la première et la deuxième passation. Les résultats en désignation sur écoute verbale doublent presque, et le score en désignation sur écoute du bruit connaît un essor fulgurant, car il passe de zéro sur dix-huit à seize sur dix-huit, devenant ainsi supérieur au score verbal. Ceci met en évidence une récupération plus rapide et meilleure de la reconnaissance non verbale.

En revanche la progression à l'épreuve de dénomination est très réduite. Certes l'épreuve est possible la deuxième fois, ce qui n'était pas lors de la première passation. Cependant la dénomination reste à un score de un sur dix-huit. Il en est de même pour la répétition, qui passe de zéro à un.

L'épreuve d'association du mot à l'image connaît quant à elle une évolution intéressante, en doublant presque au niveau des résultats. C'est surtout le temps de passation qui diminue de façon importante.

COMPARAISON ENTRE DEUX PASSATIONS A DISTANCE SUJET 2

		première passation J+9		seconde passation J+15	
		score	temps	score	temps
Epreuve de désignation sur écoute verbale		10	3'18	18	1'47
Epreuve de désignation sur écoute du bruit		12	8'16	16	3'26
Epreuve de dénomination	sans écoute du bruit	1	11'12	1	7'12
	avec écoute du bruit	1		1	
Epreuve d'association du mot à l'image	sans écoute du bruit	15	4'00	18	1'30
	avec écoute du bruit	18			
Epreuve de répétition		4	8'47	4	4'26
TOTAUX		8,7	8'30	9,5	4'20

Nous constatons chez ce sujet une amélioration du score comme du temps, avec une diminution du temps de près de moitié.

L'épreuve de désignation sur écoute verbale a un score normalisé lors de la deuxième passation, avec un temps encore au-dessus de la normale mais inférieur à la première passation.

L'épreuve de désignation sur écoute du bruit voit son score augmenter également, surtout son temps de passation fortement diminuer.

En revanche, les épreuves de dénomination et de répétition ne voient aucune amélioration entre les deux passations, avec des scores très bas et des temps allongés. Au sein de l'épreuve de dénomination, on ne constate pas d'amélioration par l'écoute du bruit ni la première ni la seconde fois.

Enfin l'épreuve d'association du mot à l'image déjà bien réussie et normalisée par l'aide de l'écoute des bruits lors de la première passation, se normalise complètement lors de la deuxième passation.

G.2. Résultats

Nous mettons en évidence dans les deux cas une amélioration des scores comme du temps. Si l'on compare les deux tableaux, on observe des résultats similaires avec des difficultés plus importantes pour les épreuves de production, laborieuses et qui s'améliorent peu, là où les résultats en compréhension sont plus élevés et tendent à s'améliorer de façon significative entre une première et une deuxième passation.

D'autre part nous constatons dans les deux cas une remontée du score proche de la norme concernant la reconnaissance des bruits. En revanche dans ces deux cas, l'écoute des bruits ne semble pas aider la dénomination.

VII. DISCUSSION

1. Vérification des hypothèses

L'analyse de l'ensemble de ces résultats nous montre qu'une dissociation existe bel et bien entre la reconnaissance verbale et la reconnaissance non-verbale chez le sujet aphasique ; cependant cette dissociation est proportionnelle au fait qu'une dissociation existe aussi chez des sujets non aphasiques ; en effet la reconnaissance non verbale n'est pas parfaitement réussie, à l'inverse de la reconnaissance verbale. Il est donc cohérent de retrouver cet écart chez les sujets aphasiques et de relativiser les résultats obtenus. Cependant les scores de reconnaissance des bruits ne mettent pas en évidence, dans ces épreuves, une supériorité de conservation de la capacité de reconnaissance non verbale par rapport à la reconnaissance verbale.

Dans un second temps, l'hypothèse selon laquelle l'écoute du bruit pourrait aider la compréhension écrite et la production semble se confirmer. L'ensemble des résultats démontre un effet de l'écoute non verbale sur la capacité à dénommer et à associer un mot écrit à une image.

L'étude des résultats en fonction des différents types d'aphasie mettent en avant des dissociations, vérifiant ainsi notre hypothèse de départ à ce sujet. En effet certaines aphasies vont avoir des scores plus élevés à l'épreuve de reconnaissance non-verbale que d'autres. Une autre dissociation est à mettre en évidence : l'aphasie de conduction est la seule à avoir un score plus élevé à l'épreuve de désignation sur écoute non verbale que celui sur écoute verbale.

2. Réflexion autour des résultats

Les résultats de la population témoin démontre une difficulté supérieure pour la reconnaissance des bruits non verbaux comparés aux sons de parole. Cette différence initiale laisse entendre que les mécanismes de traitement de la parole pourrait être plus fiables, ou bien montrer plus de régularités. Cela amène à se poser la question du mode de traitement. Peut-on imaginer des modèles de traitement des sons musicaux et environnementaux identiques aux modèles de traitement de la parole, ou ces modèles diffèrent-ils radicalement ? Car la comparaison des résultats obtenus par la population aphasique montrent une similitude avec les résultats des témoins, et notamment une proportionnalité entre la reconnaissance verbale et non-verbale.

D'autre part nous pouvons constater un effet de l'écoute non verbale sur l'écoute verbale. La question de la récupération de ses capacités par le sujet aphasique peut être posée, les capacités de reconnaissance des bruits améliorant la reconnaissance des mots.

Dans tous les cas la reconnaissance non verbale dans la population aphasique semble démontrer un intérêt en ayant une influence positive sur la reconnaissance verbale, en aidant les patients à dénommer et à comprendre le langage écrit. De plus la récupération non verbale pourrait être plus rapide que la récupération verbale, comme le montre l'étude comparative de deux passations du protocole à distance.

3. Biais

Comme pour tout test, la passation des épreuves comporte des biais. Les conditions de passation n'ont pas toujours été parfaites, notamment à l'hôpital : les bruits du couloir, les obligations de soins interrompant la passation, les chambres doubles avec des voisins bruyants ou qui interviennent lors des épreuves, le téléphone qui sonne sont des éléments perturbateurs et sans doute encore plus déstabilisants pour un personne aphasique.

D'autre part l'intégrité auditive des patients était parfois difficilement évaluable, et l'effet de l'âge pouvait laisser à certains moments suspecter une audition subnormale sans que celle-ci ne soit dépistée.

Les hémiparésies, les hémianopsies et autres troubles visuels parfois associés aux troubles phasiques peuvent aussi altérer la qualité des résultats, malgré notre vigilance pour fournir des adaptations adéquates.

4. Limites

Le choix des sons utilisés pour le protocole a été sujet à de nombreux remaniements, et il n'a pas été facile. La sélection s'est faite sur des critères de fréquence et de familiarité, mais ces données restent variables et subjectives d'une personne à l'autre. De plus le nombre de sons proposés a dû être limité pour ne pas allonger la durée du protocole.

Les épreuves ont elles aussi subies une sélection préalable. Cependant d'autres épreuves auraient pu être proposées, comme l'influence de l'écoute de sons non-verbaux sur la lecture à haute voix, la répétition ou l'écriture.

5. Perspectives

L'élaboration de ce protocole avait pour but d'évaluer les capacités de reconnaissance non-verbale par la personne aphasique, ainsi que l'influence des sons non verbaux sur la compréhension et l'expression de celle-ci. Cependant il ne s'agissait que d'une évaluation. D'autre part la passation du protocole a été réalisée essentiellement auprès de personnes n'ayant pas ou quasiment pas été pris en charge.

Compte tenu des résultats, il pourrait être intéressant d'élaborer un matériel de rééducation ciblée sur l'utilisation de bruits familiers et d'instruments de musique par exemple, afin de mesurer l'impact de l'utilisation de sons non-verbaux dans la rééducation de l'aphasie.

VIII. CONCLUSION

La reconnaissance des bruits familiers semble donc subir des altérations assez proches de celles de la reconnaissance verbale, dans les cas d'aphasies causées par un accident vasculaire cérébral. En revanche, l'analyse des résultats fournis par notre protocole d'évaluation de la reconnaissance des bruits familiers laisse entrevoir une récupération par le sujet aphasique de ses capacités de reconnaissance non verbale, récupération plus rapide voire même meilleure que la récupération des capacités verbales. De plus l'aide apportée par l'écoute des bruits en dénomination et en association du mot à l'image montrent des résultats intéressants, l'écoute non verbale démontrant son influence sur la production orale et la compréhension écrite du sujet aphasique.

Ce mémoire met en avant le fait qu'un lien entre reconnaissance verbale et non verbale existe bel et bien, et met en évidence un intérêt certain à exploiter les capacités de reconnaissance des bruits, des son musicaux, par les sujets aphasiques. Il appelle également à de nouvelles recherches plus poussées dans ce domaine, qui reste finalement encore peu exploré, bien qu'il recèle sûrement d'autres ressources et d'autres principes théoriques sur le fonctionnement cérébral, les mécanismes perceptifs et le traitement des sons et de la parole.

BIBLIOGRAPHIE

Albert M-L. (1972). Aspects de la compréhension auditive du langage après lésion cérébrale. *Langages*, volume 7, n° 25, 37-51

Bonnet C., Ghiglione R., Richard J-F. (2003), *Traité de psychologie cognitive, tome I : Perception, action, langage*. Paris, Dunod

Boysson-Bardies, B. (de) (1996), *Comment la parole vient aux enfants*. Paris, Odile Jacob

Brin F., Courier C., Lederlé E., Masy V. (2004), *Dictionnaire d'orthophonie*, 2^{ème} édition. OrthoEdition

Cardu B. (1992), *Neuropsychologie du cerveau*. Paris, De Boeck

Cherici C., Dupont J-C. (2008), *Les querelles du cerveau : comment furent inventées les neurosciences*. Paris, Vuibert

De Gélis V. (2007). *Les effets de la Thérapie Mélodique et Rythmée sur le langage oral de personnes aphasiques : étude de quatre cas cliniques*. Mémoire pour l'obtention du Certificat de Capacité d'Orthophonie, Université de Nantes.

Dubois C. (2009), *Les bases neurophysiologiques de la perception audiovisuelle syllabique : étude simultanée en Imagerie par Résonance Magnétique fonctionnelle et en Électroencéphalographie (IRMf/EEG)*. Thèse pour l'obtention du Doctorat de Sciences du langage, Université de Strasbourg.

Eustache F., Lechevalier B. (1989), *Langage et aphasie*. Paris, De Boeck

Florin A. (2008), *Le développement du langage*. Paris, Dunod

Forest, D. (2006), *Histoire des aphasies : une anatomie de l'expression*. Paris, Erès

Gil R. (2006), *Neuropsychologie*. Paris, Masson

Gineste M-D, Le Ny J-F. (2005), *Psychologie cognitive du langage : De la reconnaissance à la compréhension*. Paris, Dunod

Imbert M. (2006), *Traité du cerveau*. Paris, Odile Jacob

Knockaet N., Le Cadre A. (2006). *Réalisation et étalonnage d'une épreuve de reconnaissance de bruits familiers et de mots dans du bruit*. Mémoire pour l'obtention du Certificat de Capacité d'Orthophonie, Université de Nantes.

Lechevalier B., Eustache F., Viader F. (1995), *Perceptions et agnosies*. Paris, De Boeck

Lechevalier B., Platel H., Eustache F. (2006), *Le cerveau musicien : neuropsychologie et psychologie cognitive de la perception musicale*. Paris, De Boeck

Mazaux J-M., Pradat-Diehl P., Brun V. (2007), *Aphasie et aphasiques*. Paris, Masson

Mazeau M. (2005), *Neuropsychologie des troubles des apprentissages*. Paris, Masson

Perrot X., Fischer C. (2009). Exploration fonctionnelle du nerf cochléaire et de l'audition. *Neurochirurgie, volume 55, n°2, 120-126*

Piérart B., Déhant A., Chapelle P. (1996). Une épreuve d'identification des bruits familiers, intérêts et limites. *Glossa, 53, 26-35*

Prades J-M, Laurent B., Navez M-L. (1999), *Anatomie clinique du système nerveux central*. Paris, Masson

Raymond R. (1992), *Le système auditif central, anatomie et physiologie*. Paris, Inserm

Redais N., (2001). *L'évaluation des troubles de la personne aphasique : création et expérimentation d'un bilan*. Mémoire pour l'obtention du Certificat de Capacité d'Orthophonie, Université de Nantes.

Rondal J-A, Seron X. (2000), *Troubles du langage : bases théoriques, diagnostic et rééducation*. Bruxelles, Pierre Mardaga

Rosenzweig M., Leiman A. (1991) *Psychophysiologie*, 2e édition, InterÉditions

Sabouraud O. (1995), *Le langage et ses maux*. Paris, Odile Jacob

Sacks O. (2009), *Musicophilia*. Paris, Seuil

Samson Y., Belin P. Thivard L., Boddaert N., Crozier S., Zilbovicius M. (2001), *Perception auditive et langage : imagerie fonctionnelle du cortex auditif sensible au langage : Neuro-imagerie fonctionnelle et pathologie du langage*. *Neurologie*, vol. 157, n° 8-9, 837-846

Schnider A. (2008), *Neurologie du comportement : la dimension neurologique de la neuropsychologie*. Paris, Masson

Seron X., Baron J.C., Jeannerod M. (1999), *Neuropsychologie humaine*. Bruxelles, Pierre Mardaga

Springer S., Deutsh G. (2000), *Cerveau gauche, cerveau droit*. Paris, De Boeck

Viader F., Lambert J., De La Sayette V., Eustache F., Morin P., Morin I., Lechevalier B., *Aphasie*, in *Neurologie, (Encyclopédie Médico-chirurgicale)*, Paris, Elsevier

ANNEXES

PROTOCOLE D'EVALUATION DE LA RECONNAISSANCE D'EVENEMENTS SONORES

CAHIER DE PASSATION

Date de passation :

Nom : Prénom :

Date de naissance : Age :

Sexe : Latéralisation

Date de l'AVC :

Etiologie de l'AVC :

Localisation lésionnelle :

Type d'aphasie :

Antécédents :

FDR :

Catégorie socioprofessionnelle :

Niveau d'études :

RESULTATS

<i>DESV</i> :	/ 18	<i>ASSO</i> :	/ 18
<i>DESB</i> :	/ 18	<i>REP</i> :	/ 18
DENO :	/ 18		

1) Désignation d'image à partir de l'écoute des mots

	Sons	OUI	NON	Commentaires
1	chat			
2	réveil			
3	enfant qui pleure			
4	violon			
5	cloche			
6	chien			
7	bruit de pas			
8	sonnette de vélo			
9	sifflet			
10	eau qui coule			
11	radio			
12	téléphone			
13	moto			
14	piano			
15	clés			
16	rires			
17	poule			
18	flûte			

TOTAL : /18

TEMPS :

2) Désignation d'image à partir de l'écoute des bruits

	Sons	OUI	NON	Commentaires
1	Bruits de pas			
2	Cloche			
3	Sifflet			
4	Rires			
5	Sonnette de vélo			
6	Flûte			
7	Piano			
8	Enfant qui pleure			
9	Clés			
10	Chat			
11	Chien			
12	Violon			
13	Téléphone			
14	Moto			
15	Poule			
16	Réveil			
17	Radio			
18	Eau qui coule			

TOTAL : /18

TEMPS :

3) Dénomination sans écoute - avec écoute du bruit si échec

	Sons	Sans	Avec	Commentaires
1	chien			
2	radio			
3	eau qui coule			
4	flûte			
5	cloche			
6	chat			
7	bruits de pas			
8	piano			
9	sifflet			
10	Enfant qui pleure			
11	réveil			
12	téléphone			
13	rires			
14	moto			
15	Sonnette de vélo			
16	clés			
17	poule			
18	violon			

TOTAL : /18

TEMPS :

4) Association du mot à l'image sans écoute - avec écoute du bruit si échec

	Sons	Sans	Avec	Commentaires
1	poule			
2	bruit de pas			
3	eau qui coule			
4	flûte			
5	moto			
6	sifflet			
7	clés			
8	piano			
9	chien			
10	téléphone			
11	rires			
12	enfant qui pleure			
13	radio			
14	cloche			
15	sonnette de vélo			
16	réveil			
17	violon			
18	chat			

TOTAL : /18

TEMPS :

5) Répétition

	Sons	OUI	NON	Commentaires
1	clés			
2	moto			
3	chat			
4	sifflet			
5	poule			
6	radio			
7	chien			
8	cloche			
9	piano			
10	réveil			
11	flûte			
12	violon			
13	sonnette			
14	téléphone			
15	La femme marche			
16	L'enfant pleure			
17	L'eau coule			
18	Les personnes rient			

TOTAL : /18

TEMPS :

CONSIGNES DE PASSATION DU P.E.R.E.S

Présentation de l'épreuve :

« Je vais vous faire passer une épreuve où il va falloir reconnaître des mots et des bruits. Êtes-vous d'accord ? Si vous êtes prêt, on commence. »

Désignation sur écoute verbale

« Voilà un ensemble d'images ; je vais vous dire des mots, vous devez me montrer à chaque fois le dessin qui correspond. Montrez-moi..... »

Désignation sur écoute du bruit

« Maintenant je vais vous faire écouter des bruits ; vous devez me montrer à chaque fois le dessin qui correspond. Voilà le premier son.... ; son suivant.... »

Dénomination sans écoute

« Je vais vous montrer des images une à une, vous devez me dire à chaque fois ce que vous voyez. »

Dénomination avec écoute en cas d'échec

« Je vais vous faire écouter le son qui correspond à l'image. Essayez encore de me dire ce que vous voyez. »

Association du mot à l'image sans écoute

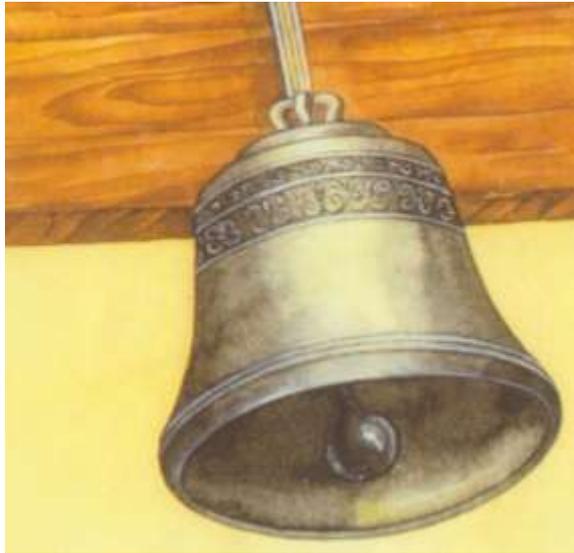
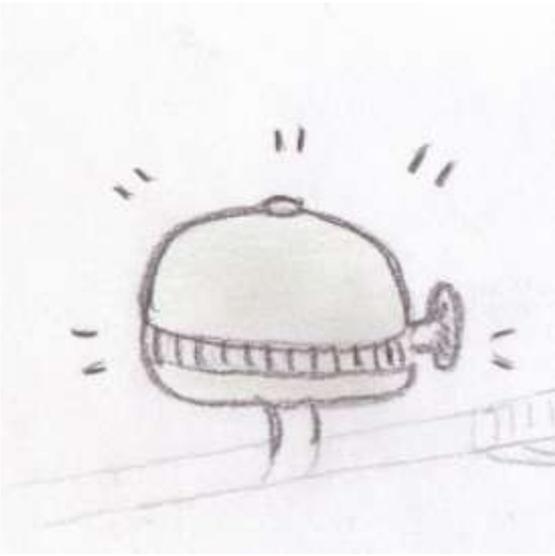
« Je vais vous présenter des mots écrits, vous devez à chaque fois me montrer le dessin qui correspond. Voilà le premier mot..... »

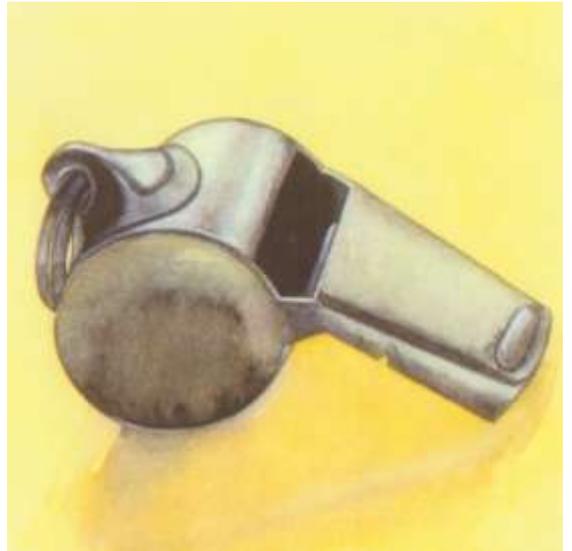
Association du mot à l'image avec écoute en cas d'échec

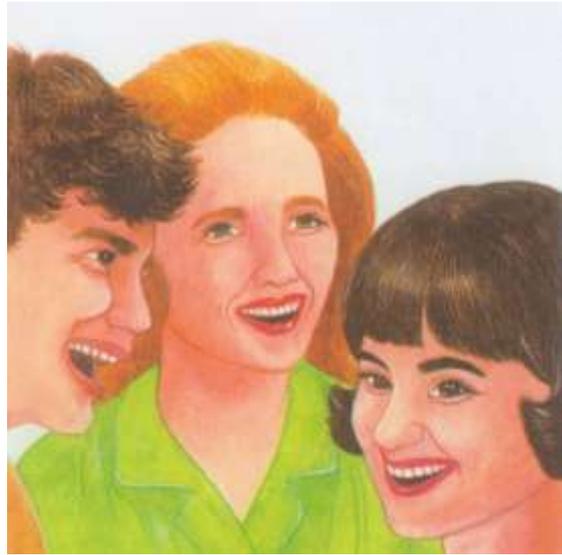
« Je vais vous faire écouter le son qui va avec le mot. Essayez encore de me montrer l'image qui correspond. »

Répétition

« Vous allez répéter après moi. »







Résumé :

La perception et la reconnaissance des bruits familiers est un domaine encore peu étudié, et encore moins chez les patients aphasiques. Nous avons voulu par le présent mémoire faire le point sur les connaissances actuelles en matière de perception, de reconnaissance et de traitement du matériel auditif verbal et non verbal. Nous y présentons dans un premier temps les connaissances générales concernant le fonctionnement cérébral, d'un point de vue anatomique et neurologique, ainsi que ses dysfonctionnements ; nous y exposons dans un deuxième temps les différents aspects de l'audition, que ce soit au niveau périphérique et central ; nous abordons ensuite le langage, son développement et son fonctionnement ; enfin nous nous intéressons à la cognition en général, ainsi qu'aux mécanismes de reconnaissance et de traitement qui sous-tendent le langage et la parole. A travers ces différents domaines, nous traitons plus particulièrement des accidents vasculaires cérébraux ainsi que de l'aphasie, mais aussi de la perception auditive et des atteintes centrales de l'audition. Sur ces bases théoriques, nous exposons ensuite la mise en place d'un protocole d'évaluation de la reconnaissance de bruits familiers chez le patient aphasique, son élaboration, ainsi que l'ensemble des résultats obtenus et leur analyse. Nous avons tenté par ce protocole d'explorer plus particulièrement les capacités de reconnaissance de sons non-verbaux par les sujets aphasiques, et l'influence de ces sons non-verbaux sur la production orale et la compréhension écrite.

Mots Clefs :

- *Reconnaissance de bruits familiers*
- *Aphasie*
- *Fonctionnement cérébral*
- *Perception auditive*
- *Traitement auditif*
- *Traitement de la parole*
- *Accident vasculaire cérébral*