

Francis Eustache
Sylvane Faure
Béatrice Desgranges

Manuel de neuropsychologie

5^e édition
entièrement revue et actualisée

DUNOD

Maquette de couverture :
Atelier Didier Thimonier

Maquette intérieure :
www.atelier-du-livre.fr
(Caroline Joubert)

Composition :
Soft Office

Le pictogramme qui figure ci-contre mérite une explication. Son objet est d'alerter le lecteur sur la menace que représente pour l'avenir de l'écrit, particulièrement dans le domaine de l'édition technique et universitaire, le développement massif du photocopillage.

Le Code de la propriété intellectuelle du 1^{er} juillet 1992 interdit en effet expressément la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Or, cette pratique s'est généralisée dans les établissements

d'enseignement supérieur, provoquant une baisse brutale des achats de livres et de revues, au point que la possibilité même pour

les auteurs de créer des œuvres nouvelles et de les faire éditer correctement est aujourd'hui menacée.

Nous rappelons donc que toute reproduction, partielle ou totale, de la présente publication est interdite sans autorisation de l'auteur, de son éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC, 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris).



© Dunod, 2018

11 rue Paul Bert - 92240 Malakoff
ISBN 978-2-10-077554-5

Le Code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de l'article L. 122-5, 2° et 3° a), d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (art. L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

Table des matières

<i>Avant-propos à la 5^e édition</i>	7
CHAPITRE 1 – HISTOIRE ET DOMAINES DE LA NEUROPSYCHOLOGIE	9
1. Qu'est-ce que la neuropsychologie ?.....	11
2. La période préscientifique.....	13
3. Broca et la naissance de la neuropsychologie scientifique.....	14
4. Localisationnisme et associationnisme.....	18
5. Le courant globaliste ou « anti-localisationniste ».....	21
6. La naissance de la neuropsychologie « expérimentale ».....	24
7. La spécialisation hémisphérique.....	26
8. Les modèles anatomo-fonctionnels contemporains.....	30
9. La neuropsychologie cognitive.....	35
10. Les modèles connexionnistes.....	40
11. La neuropsychologie fonctionnelle.....	44
CHAPITRE 2 – LES MÉTHODES DE LA NEUROPSYCHOLOGIE	47
1. Les évaluations psychométriques.....	49
2. Les évaluations cognitives et comportementales.....	54
3. Les méthodes dérivées de la psychologie expérimentale.....	66
4. Les méthodes d'imagerie cérébrale.....	88
5. Les méthodes par stimulation cérébrale.....	119
6. Le traitement des données.....	127
CHAPITRE 3 – LES GRANDS SYNDROMES NEUROPSYCHOLOGIQUES	137
1. Les contextes de la pratique de la neuropsychologie.....	139
2. Les aphasies.....	141
3. Les acalculies.....	155
4. Les apraxies.....	158
5. Les agnosies.....	162
6. L'héminégligence.....	173
7. Les troubles du transfert inter-hémisphérique.....	184
8. Le syndrome frontal.....	194
9. Les syndromes amnésiques.....	207

10. La pathologie neuropsychologique des émotions.....	230
11. Les troubles de la cognition sociale	239
CHAPITRE 4 – LA NEUROPSYCHOLOGIE DE L’ENFANT.....	263
1. Le cadre général de la neuropsychologie de l’enfant	265
2. Les troubles des fonctions cognitives chez l’enfant.....	270
3. Les syndromes neurodéveloppementaux.....	293
4. Spécificités de l’évaluation et de la prise en charge.....	299
5. De la neuropsychologie de l’enfant à la neuro-éducation	302
CHAPITRE 5 – LA NEUROPSYCHOLOGIE DE L’ADULTE ÂGÉ.....	305
1. Modifications cognitives.....	307
2. Modèles explicatifs du déclin des performances cognitives dans le vieillissement normal.....	323
3. Variabilité interindividuelle et réserve cognitive	325
4. Les études d’imagerie cérébrale chez le sujet sain âgé.....	329
CHAPITRE 6 – DÉMENCES ET SYNDROMES DÉMENTIELS.....	339
1. Introduction à la neuropsychologie des démences.....	341
2. La maladie d’Alzheimer : maladie de la cognition	343
3. L’imagerie cérébrale dans la maladie d’Alzheimer.....	352
4. Les démences fronto-temporales.....	363
5. Démences corticales et démences sous-corticales	371
6. L’examen neuropsychologique des patients déments.....	373
CHAPITRE 7 – RÉÉDUCTIONS NEUROPSYCHOLOGIQUES ET PRISES EN CHARGE DES PATIENTS ET DE LEUR ENTOURAGE.....	377
1. Cadre général de la rééducation en neuropsychologie	380
2. L’approche cognitive en rééducation.....	383
3. Quelques guides pour la pratique	394
4. La prise en charge des démences.....	399
5. Vers une neuropsychologie de la vie quotidienne.....	402

6. Rééducation et imagerie cérébrale fonctionnelle	404
7. Entraînement, rééducation et stimulation cérébrale	407
8. En guise de conclusion	409
<i>Table des encadrés</i>	411
<i>Bibliographie</i>	415
<i>Index des notions</i>	435

Avant-propos à la 5^e édition¹

La première édition du *Manuel de neuropsychologie* a vu le jour à la rentrée universitaire de 1996. Notre discipline a connu des changements majeurs depuis cette date. L'évolution institutionnelle, tout particulièrement à l'Université et dans les hôpitaux, a été spectaculaire. En France, les formations de troisième cycle dédiées spécifiquement à la neuropsychologie se comptaient alors sur les doigts d'une main et cette discipline était encore largement méconnue : elle était très en retrait par rapport à la psychologie cognitive, à la psychologie du développement, à la psychologie sociale... Pour beaucoup, elle s'apparentait davantage à la médecine ou à la physiologie qu'à la psychologie. Aujourd'hui, elle est présente, comme les autres, dans les grandes instances de l'Université et les formations diplômantes relevant peu ou prou du domaine de la neuropsychologie sont maintenant très nombreuses. Ce manuel s'adresse en premier lieu aux étudiants de master de psychologie (première ou deuxième année) qui choisiront, dans leur parcours, des enseignements de neuropsychologie. Il s'adresse également aux étudiants de médecine, d'orthophonie, d'ergothérapie (et d'autres disciplines) et aux professionnels confrontés à des patients atteints de troubles des fonctions cognitives et du comportement, consécutifs à des atteintes cérébrales et, plus largement, à diverses pathologies neurologiques, psychiatriques ou développementales. Il sera également utile à tout chercheur ou étudiant avancé en sciences cognitives, en cela qu'il souhaite intégrer à sa démarche des connaissances sur le fonctionnement cognitif et cérébral, leurs modifications tout au long de la vie et sur leurs dysfonctionnements.

Bien évidemment, l'évolution de la neuropsychologie n'est pas seulement institutionnelle : des changements se sont également produits dans ses méthodes, dans ses champs d'investigation, dans ses connaissances de façon générale et dans ses modèles théoriques, de même que dans son périmètre et ses relations avec d'autres disciplines (la psychopathologie, l'épidémiologie, la pédagogie, la génétique, etc.). La neuropsychologie est aussi amenée à jouer un rôle de plus en plus grand dans la société, dans la « vie quotidienne » de tout citoyen. L'évolution démographique, notamment le vieillissement de la population, et l'incidence accrue des pathologies entraînant des troubles cognitifs, est en partie à la source de cette situation inédite. La neuropsychologie n'est plus seulement présente dans les centres hospitaliers universitaires, dans les centres de rééducation ou dans les consultations de proximité, elle doit aussi aller à la rencontre des personnels, bien au-delà des seuls neuropsychologues, mais aussi des aidants « naturels » prenant en charge des patients atteints d'une maladie du cerveau. Cette nécessité de formation face à des besoins variés (y compris à de nouveaux métiers où l'objectif est la prise en charge de patients atteints d'une maladie cérébrale) correspond à un phénomène de société qui n'était pas vraiment identifié il y a une vingtaine d'années.

1. Par Francis Eustache, Sylvane Faure et Béatrice Desgranges.

Les différentes éditions de ce Manuel ont cherché à rendre compte de ces évolutions. Pour ne prendre que quelques exemples, nous accorderons une large place à l'utilisation des techniques d'imagerie cérébrale et aux approches par neurostimulation et nous en donnerons des illustrations dans des contextes variés. Le chapitre consacré à la neuropsychologie de l'enfant est augmenté, comme les sections consacrées aux états démentiels, à leurs explorations et à la prise en charge des patients et de leurs proches. Les parties consacrées à la rééducation et, de façon plus large, à la prise en charge des patients ont été réactualisées. Ainsi, depuis plus de vingt ans, ce Manuel accompagne l'évolution de la neuropsychologie, «de l'intérieur», puisqu'il tient compte des changements institutionnels : dans l'enseignement, dans les pratiques, mais aussi dans les méthodologies, dans les ruptures théoriques... Plus encore aujourd'hui, la neuropsychologie doit être sensible aux changements qui surviennent – parfois rapidement – «de l'extérieur», autour d'elle et qui tiennent à des évolutions – ou bouleversements – dans les domaines démographiques, sociaux, technologiques, qui font que sa place par rapport à d'autres disciplines (biologie, pédagogie, sociologie, sciences cognitives...) et à diverses technologies (communication, e-santé...) se trouve fortement modifiée. Ces développements nouveaux, parfois intempestifs, changent la place de la neuropsychologie et la contraignent à des prises de position face à de nouvelles pratiques, à de nouvelles techniques. La neuropsychologie, fondée sur les connaissances scientifiques renouvelées et sur des pratiques cliniques diversifiées, doit contribuer à l'exigence éthique qui accompagne nécessairement ces changements. Yves Joanette et Ana Inés Ansaldo ont brillamment présenté cette situation inédite dans l'exposé liminaire à la journée anniversaire de la Société de Neuropsychologie de Langue Française (1977-2017 ; pour revue, Joanette et Ansaldo, 2018). Nous nous inscrivons résolument dans ce «guide de route».

Malgré ces évolutions et cette diversification de la neuropsychologie, nous avons souhaité que cette édition du Manuel reste d'un volume raisonnable, bien adapté à son lectorat et à sa mission : une vision d'ensemble de la discipline qui renvoie, grâce à une bibliographie choisie, soit à des ouvrages de référence sur un thème et à des textes pionniers, soit à des articles originaux qu'il nous semble utile de consulter pour approfondir une question.

Nous avons confié la rédaction de certains encadrés à des collaborateurs qui sont des spécialistes reconnus du problème traité. Nous les remercions de s'être livrés à ce petit exercice avec enthousiasme et efficacité. Nous remercions également Philippe Conejero pour son aide à la réalisation des figures dans ces encadrés. Ce recours à de nombreux encadrés est une des originalités du Manuel ; il évite une vision trop linéaire d'un sujet et permet d'insister sur de nouvelles méthodes ou de nouvelles avancées théoriques.

Nos remerciements vont aussi aux collègues et aux étudiants, avec qui nous échangeons en permanence, aux lecteurs qui viennent d'horizons divers et nous envoient des commentaires ; tous posent toujours de bonnes questions !

Chapitre 1

Histoire et domaines de la neuropsychologie



Sommaire

1. Qu'est-ce que la neuropsychologie?.....	11
2. La période préscientifique.....	13
3. Broca et la naissance de la neuropsychologie scientifique	14
4. Localisationnisme et associationnisme.....	18
5. Le courant globaliste ou « anti-localisationniste »	21
6. La naissance de la neuropsychologie « expérimentale ».....	24
7. La spécialisation hémisphérique	26
8. Les modèles anatomo-fonctionnels contemporains	30
9. La neuropsychologie cognitive	35
10. Les modèles connexionnistes	40
11. La neuropsychologie fonctionnelle	44

1. Qu'est-ce que la neuropsychologie ?

«La neuropsychologie est la discipline qui traite des fonctions mentales supérieures dans leurs rapports avec les structures cérébrales» (Hécaen et Lanteri-Laura, 1983, p. 2). Cette définition classique souligne la principale spécificité de la neuropsychologie; elle est cependant incomplète. Le but de ce premier chapitre est de décrire ses domaines scientifiques et ses secteurs d'application de plus en plus diversifiés tout en essayant de cerner ce qui fait son unité. L'historique et l'évolution récente de la neuropsychologie donnent lieu à des développements conséquents dans ce chapitre car nous les jugeons indispensables pour comprendre la richesse et la complexité de cette discipline: dans son objet, ses méthodes, ses modèles et les changements auxquels elle est confrontée en permanence, avec une accélération accrue aujourd'hui.

L'approche neuropsychologique est née au chevet des patients souffrant d'une pathologie cérébrale: il s'agissait de décrire les perturbations présentées par certains malades, de rapprocher cette sémiologie des lésions du cerveau et de formuler des inférences sur le rôle de telle ou telle structure cérébrale dans le comportement du sujet normal. Le concept de localisation cérébrale constitue ainsi l'un des fils conducteurs de l'histoire de la neuropsychologie avec sa double facette, clinique et fondamentale, qui crée aussi son ambiguïté: localisation des symptômes et localisation des fonctions mentales voire, plus récemment, de processus cognitifs assez élémentaires dans le cerveau. Les grands courants de la neuropsychologie ont également oscillé entre une conception pointilliste des localisations cérébrales et une vision beaucoup plus distribuée préfigurant la notion de réseau qui prévaut dans les conceptions actuelles dominées par les analyses de connectivité fonctionnelle. À certaines périodes, cette notion de localisation cérébrale a été critiquée, rejetée ou reléguée à l'arrière-plan pour mieux réapparaître, sous une forme quelque peu différente, dans le cadre de nouveaux paradigmes expérimentaux et de nouvelles conceptions théoriques.

La neurologie et sa méthode anatomo-clinique ont joué un rôle déterminant dans la naissance de la neuropsychologie. Toutefois, celle-ci n'aurait pas pris un tel essor sans le développement, surtout au cours du XIX^e siècle, d'autres disciplines scientifiques permettant une meilleure connaissance du cerveau comme la neuro-anatomie, la neurohistologie et l'expérimentation physiologique chez l'animal. À quelques rares exceptions près, la réflexion neuropsychologique s'opère, plus ou moins explicitement, en référence à un modèle du fonctionnement cérébral où l'anatomie joue un rôle de choix (encadrés 1, p. 15, et 2, p. 17). À côté de l'anatomie, les principales théories de la psychologie scientifique (et les méthodes sur lesquelles elles étaient fondées) ont influencé en profondeur les grandes conceptions de la neuropsychologie. Fondamentalement pluridisciplinaire, elle a emprunté, outre aux sciences neurologiques et aux sciences du comportement, à la linguistique et plus récemment à d'autres sciences cognitives comme l'intelligence artificielle et la modélisation informatique. L'influence la plus marquante provient du recours aux méthodes d'imagerie cérébrale, elles-mêmes en constante évolution, qui modifient les analyses neuropsychologiques, dans les pratiques cliniques (y compris lors

d'interventions thérapeutiques, rééducatives ou autres) comme au sein des modèles théoriques. Les développements de la biologie et notamment de la génétique moléculaire et de l'épigénétique, ont entraîné d'autres changements, la neuropsychologie pouvant participer au phénotypage des maladies et aux progrès thérapeutiques dans ce domaine.

De nouvelles évolutions viennent de la société, si bien que la neuropsychologie n'est plus restreinte au duo soignant-patient mais s'étend à des groupes plus larges incluant les « aidants naturels », tout comme à différentes catégories de personnels (y compris de nouveaux métiers dont la mission principale est l'accompagnement d'un patient atteint d'une affection cérébrale et de ses proches). La prise en charge de la maladie d'Alzheimer a joué un rôle emblématique à cet égard. Un tout autre secteur, celui de l'école et plus largement celui de l'enfance, participe de plus en plus à l'évolution de la neuropsychologie, notamment sur le terrain des pathologies développementales et sur les relations possibles entre neurosciences et pédagogie, ce qui est appelé la neuro-éducation (Eustache et Guillery-Girard, 2016). Dans les deux cas, pourtant forts éloignés (prise en charge d'un patient souffrant d'une pathologie dégénérative, neuro-éducation), les nouvelles technologies de l'information et de la communication prendront une place accrue ; elles devront le faire en intégrant les exigences éthiques de la neuropsychologie.

Caractérisée par des échanges incessants entre diverses disciplines, la neuropsychologie est beaucoup plus qu'une rencontre de circonstance, au gré des périodes, des demandes sociales et des programmes de recherche. C'est une discipline clinique et scientifique organisée qui s'est dotée, à partir des années 1960, de « sociétés savantes », de divers moyens de diffusion des connaissances, de structures de soins, d'enseignement et de recherche. La neuropsychologie a donc acquis sa réalité institutionnelle il y a plus d'une cinquantaine d'années ; c'est également à cette époque que l'usage du terme « neuropsychologie » a été popularisé même s'il avait été utilisé depuis le début du xx^e siècle dans différentes acceptions. En ce sens, nous pouvons considérer que la création de la revue *Neuropsychologia* en 1963 est l'un des actes fondateurs de la neuropsychologie moderne. Dans la communauté francophone, la Société de neuropsychologie de langue française (SNLF), fondée en 1977, rassemble les cliniciens et les chercheurs lors de plusieurs réunions annuelles et édite la *Revue de neuropsychologie – Neurosciences cognitives et cliniques*. La SNLF a aussi joué un rôle moteur dans la création de la *Federation of the European Societies of Neuropsychology* (FESN).

L'histoire de la neuropsychologie est toutefois plus ancienne que cette « période institutionnelle » qui a débuté dans les années 1960. Un retour vers le passé permettra de mieux illustrer ses divers courants et sensibilités, que l'on retrouve en filigrane dans de nombreux débats. Dès l'Antiquité, les philosophes ont cherché à localiser l'« âme » dans diverses parties du corps. Le cœur s'est trouvé souvent investi de cette fonction de « siège de l'âme » jusqu'au xviii^e siècle dans la logique aristotélicienne. Toutefois, des documents très anciens comme les papyrus égyptiens (3000 ans avant J.-C.) attestent d'une « démarche neuropsychologique » plus conforme aux vues actuelles : dans une observation, le patient ne peut répondre aux questions de l'examineur après une blessure à la tête « perforant l'os temporal ». Messerli (1993) a fait l'exégèse des premiers textes neuropsychologiques depuis ces papyrus antiques jusqu'aux écrits

du XVIII^e siècle. Pour notre part, nous commencerons notre historique à la charnière des XVIII^e et XIX^e siècles, avec les grands précurseurs de la neuropsychologie scientifique.

2. La période préscientifique

Les grandes disciplines scientifiques se sont différenciées de la philosophie en délimitant et en fractionnant leur champ d'investigation. Cette démarche, visant à décomposer un tout en ses différents éléments discrets, était indispensable à une approche neuropsychologique, et cela à double titre. Il convenait d'abord de fractionner l'esprit en facultés mentales, cette psychologie des facultés pouvant ensuite générer des hypothèses sur le « fractionnement du cerveau », considéré auparavant comme un tout relativement homogène. Dans cette optique, les origines de la neuropsychologie sont illustrées par l'œuvre de Franz Gall (1758-1828). Les travaux de cet anatomiste allemand, largement diffusés de son vivant, enseignaient que le cerveau était constitué de plusieurs organes indépendants qui sous-tendaient les diverses facultés mentales, morales et intellectuelles. L'une de ces facultés avait trait à la « mémoire verbale » et Gall situait son siège dans les lobes antérieurs du cerveau. Cette déduction était fondée sur l'observation d'une coexistence entre une saillie des globes oculaires et une facilité à mémoriser les informations verbales. Cette doctrine des localisations, ou phrénologie, a conduit cet auteur à « localiser » plusieurs fonctions dans le cortex à partir de l'observation de diverses déformations de la surface du crâne. Une expression telle que « la bosse des maths » constitue un vestige, dans le langage courant, de la pensée phrénologique. Considéré tour à tour comme un grand anatomiste, un charlatan ou le précurseur de la théorie des localisations cérébrales, Gall a joué un rôle clé dans le développement des recherches concernant les liens entre fonctions mentales et substrat cérébral. Dépassant la méthode préscientifique de la phrénologie, différents auteurs influents du XIX^e siècle comme Bouillaud et Broca ont cherché à mettre en correspondance des perturbations acquises du langage et le siège des lésions responsables de ces troubles. Gall avait lui-même complété ses considérations phrénologiques d'un certain nombre d'observations cliniques, notamment traumatiques, soulignant le rôle des lobes frontaux dans la mémoire verbale. Au total, le lexicographe français Émile Littré a remarquablement résumé l'ambiguïté et l'importance de l'œuvre de Gall : « La conception de Gall a donc avorté dans son objet direct, puisqu'elle n'a pas pu être confirmée *a posteriori* ; mais elle n'a pas avorté dans ses effets indirects, vu qu'elle a été le point de départ d'une nouvelle manière de considérer le cerveau et les facultés morales et mentales ; manière qui a posé le problème de la théorie cérébrale sur ses véritables bases et établi dans la science que c'est un problème, non de métaphysique, mais de biologie. »

3. Broca et la naissance de la neuropsychologie scientifique

Les travaux consacrés à l'aphasie – ou trouble du langage consécutif à une lésion cérébrale acquise – ont joué un rôle primordial dans l'avènement et le développement de la neuropsychologie.

L'aphasie constitue ainsi le fer de lance des avancées théoriques et méthodologiques, et l'histoire de la neuropsychologie recouvre largement celle de l'aphasie et de l'hémisphère gauche, tout au moins au XIX^e siècle et dans une grande partie du XX^e siècle.

En 1861, Paul Broca (1824-1880) présenta à la Société d'Anthropologie de Paris le cerveau d'un patient ayant manifesté des troubles du langage articulé : il s'agissait du cas Leborgne ou « Tan », surnommé ainsi car le langage du malade était réduit à cette stéréotypie depuis de nombreuses années. L'autopsie avait révélé une atteinte du tiers antérieur de la circonvolution frontale inférieure (ou pied de F3) de l'hémisphère gauche. Broca formula l'hypothèse d'une localisation du langage articulé dans une aire cérébrale bien délimitée et désignée comme « le centre des images motrices des mots ». La lésion du patient était en fait plus étendue que ce qui deviendra « l'aire de Broca ». L'affaire connaîtra un nouveau rebondissement quand le cerveau de Leborgne, retrouvé au musée Dupuytren, sera radiographié au scanner par Jean-Louis Signoret et ses collaborateurs en 1984. Mais l'importance de la double découverte de Broca dépasse de loin les aspects anatomiques. Réaffirmée par une publication dans le *Bulletin de la Société d'anthropologie* en 1865, elle relie un trouble à une lésion spécifique du cerveau et instaure la notion d'asymétrie fonctionnelle hémisphérique. En effet, si une lésion du pied de F3 de l'hémisphère gauche provoque une aphasie d'expression, une lésion symétrique de l'hémisphère droit n'entraîne pas de trouble du langage.

Ces études de Broca inaugurent la neuropsychologie scientifique. Elles donnent l'élan à toute une série de recherches cliniques, qui non seulement multiplient des observations analogues, mais enrichissent également les thèses des « localisationnistes » d'un grand nombre de faits cliniques. L'identification de l'aphasie comme entité clinique liée à une lésion circonscrite du cerveau, puis le problème de la classification des aphasies ont constitué les thèmes centraux des travaux de cette période s'étendant de la seconde partie du XIX^e siècle à la Grande Guerre. Ainsi, même dans la description de nouveaux syndromes, les modèles issus des classifications des aphasies restent prégnants. Selon Liepmann (1902), « l'apraxie est, si l'on aime les paradoxes, l'aphasie des muscles distaux ; on pourrait y voir surgir les mêmes variétés que lors de l'aphasie dans ses différentes expressions ».

Nous verrons ensuite que la découverte de Broca, tout en suscitant l'enthousiasme de nombreux auteurs, constituera une cible privilégiée pour les détracteurs des théories localisationnistes (Schiller, 1990, pour une biographie de Broca).

Tout au long de leur histoire, les conceptions neuropsychologiques seront influencées par les théories dominantes en psychologie et aujourd'hui en neurosciences et en sciences cognitives. Toutefois, l'aphasie et l'étude des troubles du langage n'occupent plus la place privilégiée qu'elles occupaient à l'époque de « l'âge d'or » (Nespoulous, 2018).

Encadré 1

**Pour ne pas se perdre dans les hémisphères cérébraux
(8 coupes coronales d'avant en arrière) (Bernard Lechevalier)**

Cortex

F1 }
F2 } circonvolutions frontales
F3 }

SY: scissure de Sylvius

I: insula

PT: pôles temporaux

T1 }
T2 } circonvolutions temporales
T3 }

PA: pariétale ascendante

GC: gyrus cingulaire

U: uncus de l'hippocampe

Structures sous-corticales

CC: corps calleux

CB: commissure blanche antérieure

CO: centre ovale

CF: cornes frontales (ventricules)

FA: frontale ascendante

PU: putamen

NC: noyau caudé (tête)

CI: capsule interne

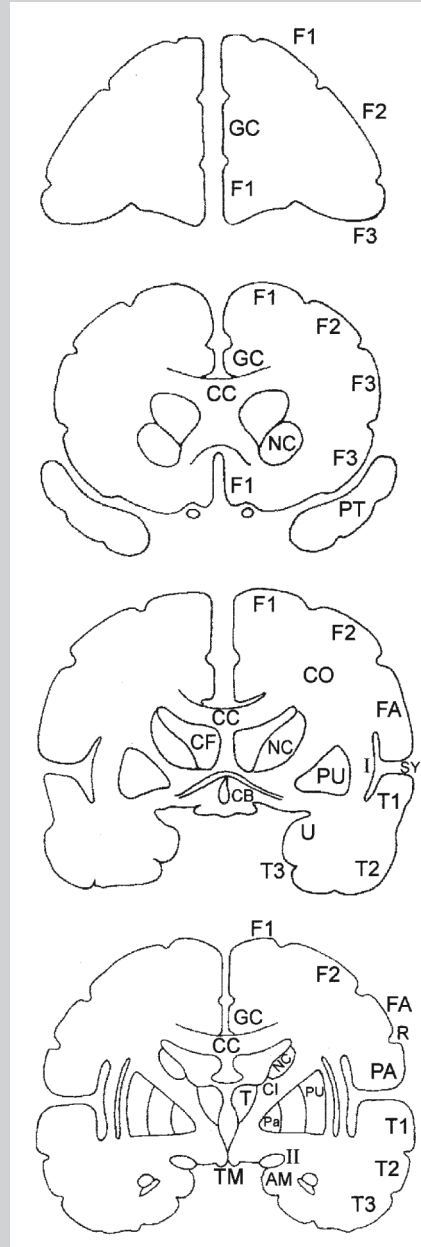
T: thalamus

TM: tubercule mamillaire

AM: noyau amygdalien

Pa: pallidum

II: nerfs optiques





Cortex

SY: scissure de Sylvius

I: insula

T1 }
 T2 } circonvolutions temporales
 T3 }
 T4 }

H: hippocampe (T5)

FA: frontale ascendante

PA: pariétale ascendante

GC: gyrus cingulaire

P1: pariétale supérieure

P2 et inférieure

FU: gyrus fusiforme

LG: lobe lingual

Structures sous-corticales

CC: corps calleux

T: thalamus

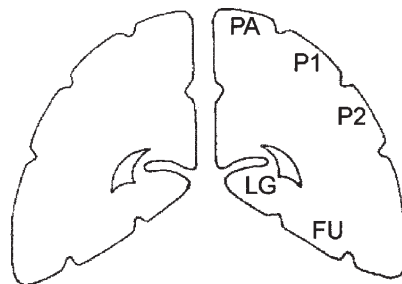
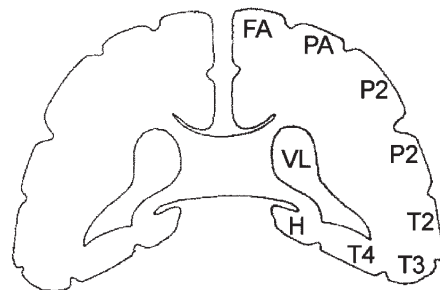
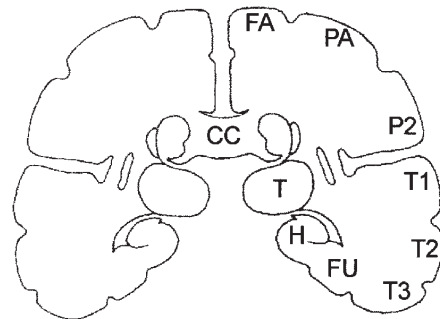
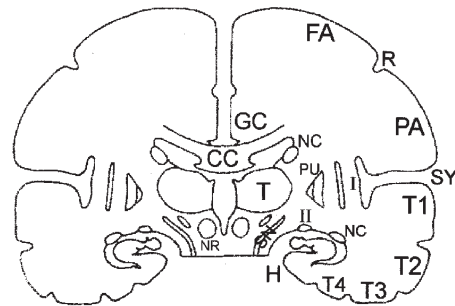
NR: noyau rouge

PU: putamen

NC: noyau caudé (corps)

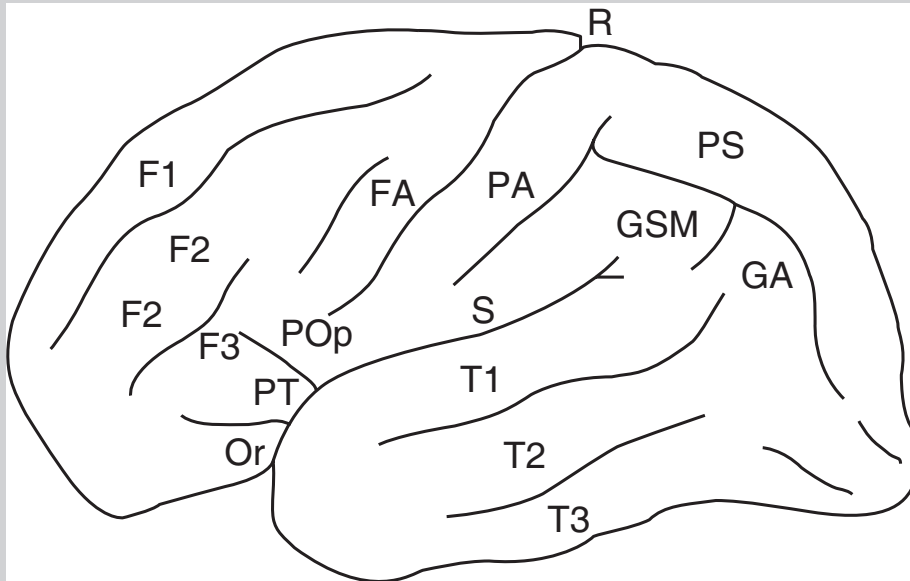
SN: substance noire

VL: ventricules latéraux



Encadré 2

De la morphologie à la fonction (Bernard Lechevalier)



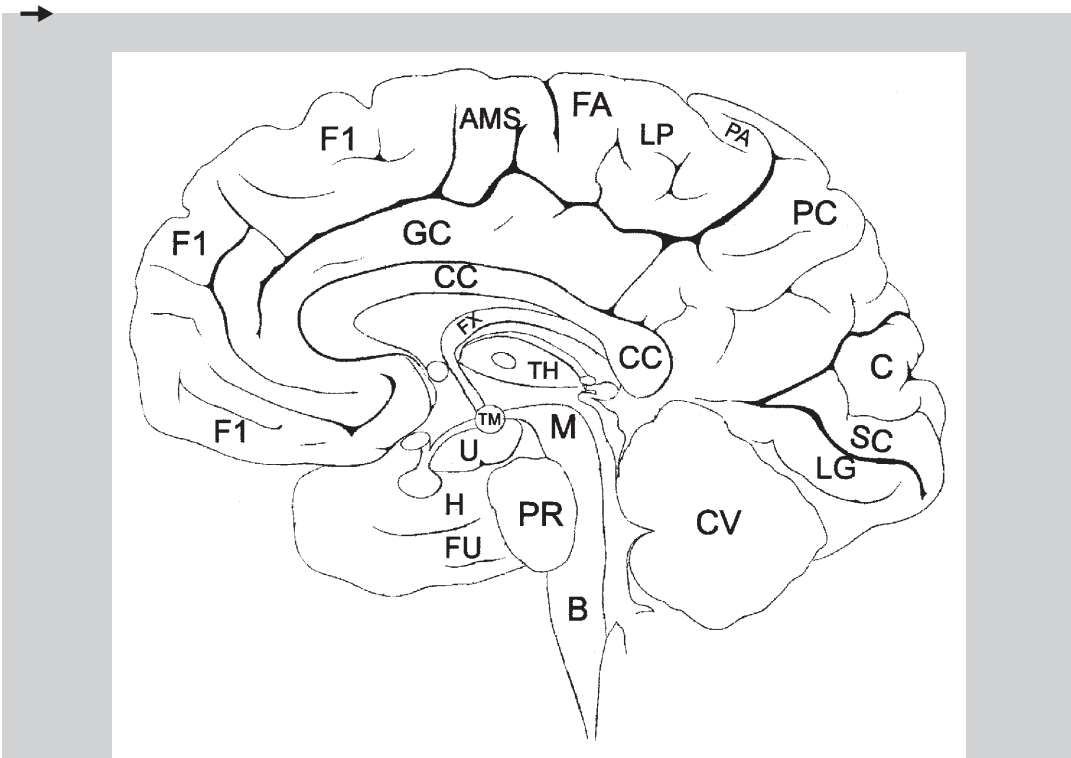
Sur la face externe de l'hémisphère cérébral gauche, on voit en avant (à gauche) le lobe frontal limité en arrière par la scissure de Rolando (R), le lobe temporal limité en haut par la scissure de Sylvius (S), le lobe pariétal situé en arrière de la scissure de Rolando qui se continue en arrière avec le lobe occipital (cf. légende de l'encadré 1 p. 15).

L'aire de Broca occupe le pied de la troisième circonvolution frontale gauche ou *pars opercularis* (POp, aire de Brodmann 44). En réalité la lésion de l'aphasie de Broca déborde souvent sur les *gyri* voisins : *pars triangularis* (PT) et *orbitalis* (Or) et s'étend en profondeur. La lésion responsable de l'aphasie de Wernicke touche les deux tiers postérieurs des première et seconde circonvolutions temporales. La circonvolution pariétale inférieure comprend le

pli courbe (ou gyrus angulaire, GA) en arrière (aire 39), le gyrus supramarginal (GSM) en avant (aire 40) qui sont concernés par la lecture, l'écriture, le calcul (les aires de Brodmann sont présentées dans l'encadré 4, p. 31).

Les centres corticaux de l'audition occupent la face supérieure de T1 : gyrus de Heschl (aire 41 ou auditive primaire), et aires secondaires l'entourant (aires 22 et 42). La circonvolution frontale ascendante est le siège de la motricité volontaire (cellules pyramidales). La pariétale ascendante ou aire somesthésique primaire reçoit les afférences sensibles. Le carrefour pariéto-temporo-occipital est une région associative concernée par la mémoire sémantique, la représentation de l'espace, l'organisation gestuelle.





Sur la face interne de l'hémisphère droit, on voit le corps calleux (CC) qui le relie à l'hémisphère gauche et le tronc cérébral coupés sagitalement (AMS: aire motrice supplémentaire; LP: lobule paracentral [face interne de FA et de PA]; PC: précunéus [ou lobe quadrilatère]; C: cunéus; CV: cervelet; PR: protubérance; B: bulbe; encadré 1 p. 15 pour le reste de la légende).

De l'hippocampe, caché par le mésencéphale, part le fornix (FX) qui se termine dans le tubercule (ou corps) mamillaire. De là, le faisceau de Vicq d'Azyr (ou mamillo-thalamique) le relie au noyau antérieur du thalamus formant le

circuit de Papez dont la destruction bilatérale non nécessairement symétrique entraîne un syndrome amnésique.

De la scissure calcarine (SC, aire 17 ou aire visuelle primaire VI), partent des fibres nerveuses interconnectées avec des aires secondaires spécialisées dans la perception des couleurs, des mouvements, des formes. Celles-ci se projettent soit vers le cortex pariétal (localisation de l'objet dans l'espace), soit vers le cortex temporal (identification de l'objet vu).

4. Localisationnisme et associationnisme

Les travaux sur les localisations cérébrales des fonctions mentales prennent une ampleur considérable dès la fin du XIX^e siècle, en particulier chez certains auteurs francophones et germanophones. Ceux-ci s'appuient sur la psychologie associationniste de l'époque. Bien que

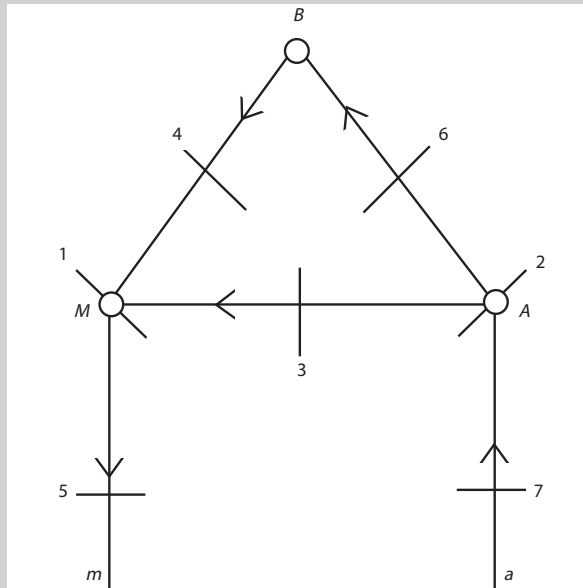
s'étant sensiblement modifiée et nuancée, cette conception reste, explicitement ou non, l'une des plus constantes tout au long de l'histoire de la neuropsychologie.

L'avènement d'un modèle localisationniste et associationniste du fonctionnement cérébral est dû à Wernicke (1848-1905) et à Lichtheim (1845-1928). En 1874, Wernicke décrit le cas d'un patient présentant principalement des troubles de la compréhension du langage et porteur d'une lésion du tiers postérieur de la circonvolution temporale gauche. Wernicke postule un lien de cause à effet entre cette lésion et les troubles de la compréhension du langage. Il oppose l'«aphasie sensorielle» (qui deviendra l'aphasie de Wernicke) à l'«aphasie motrice» (ou aphasie de Broca). Il rapporte plusieurs observations d'aphasie sensorielle et vérifie la localisation présumée de la lésion. S'il existe deux centres du langage, l'un de la réception et l'autre de l'émission, reliés entre eux par des fibres cortico-corticales, il s'avère logique de postuler l'existence d'une troisième variété d'aphasie, due à l'interruption de ces connexions, que Wernicke nomme «aphasie de conduction». Dans un article phare publié dans *Brain* en 1885, Lichtheim fournit la version la plus achevée de ce type de modélisation appliqué à la classification des aphasies et au fonctionnement du langage en considérant à la fois les centres du langage et les voies d'association qui les relient (encadré 3 p. 20 et chap. 3, section 2).

Pour élaborer leurs théories, les auteurs de l'époque se réfèrent beaucoup plus à des études de cas uniques ou de petits groupes de patients présentant des ressemblances sémiologiques qu'à des études portant sur de grands échantillons. Ils sont en cela très proches du courant ultérieur de la neuropsychologie cognitive (*infra*). D'ailleurs, plusieurs traductions des articles clés des cliniciens de la fin du XIX^e siècle ont été publiées dans la revue de référence *Cognitive Neuropsychology*. Les auteurs que l'on peut situer dans ces courants localisationniste et cognitiviste ont un même attrait pour les schémas, qui témoignent, au-delà des descriptions cliniques, de la volonté des auteurs d'élaborer des modèles du fonctionnement normal. La thèse de François Moutier, soutenue en 1908 et consacrée à l'aphasie de Broca, répertorie ainsi vingt-huit schémas de cette période de l'«âge d'or» des localisations cérébrales. Par cette expression, Hécaen et Lanteri-Laura (1983) ont souligné un moment fécond, passionné et provisoirement harmonieux de la neuropsychologie.

Encadré 3

La « petite maison » de Lichtheim (1885)



Ce schéma est à la fois clinique, physiologique, localisationniste et déjà « cognitif ». Il représente trois centres (M : centre des images motrices des mots ; A : centre des images auditives des mots ; B : *Begriffe*, centre d'élaboration conceptuelle) et leurs connexions. Enfin, aA représente la voie afférente qui transmet les informations acoustiques au centre A ; et Mm est la voie efférente qui conduit les informations venant de M aux organes de la parole. L'auteur postule l'existence de sept variétés d'aphasies consécutives aux destructions

sélectives des différents centres ou de leurs voies d'union : 1. aphasie de Broca ; 2. aphasie de Wernicke ; 3. aphasie de conduction ; 4. aphasie transcorticale motrice ; 5. anarthrie pure ; 6. aphasie transcorticale sensorielle ; 7. surdité verbale pure (la terminologie utilisée ici ne correspond pas strictement à celle de l'article original de Lichtheim).

D'autres schémas intégrant notamment le langage écrit figurent dans l'article *princeps* de Lichtheim (chap. 3, sections 2 et 5 pour une description des différents syndromes).

Les travaux sont en effet nombreux, de grande qualité, produits dans un véritable élan créatif. Mais surtout, une partie des « neuroscientifiques » influents de cette époque pensent qu'il est possible de faire coïncider symptômes et même fonctions mentales avec les substrats cérébraux séparés en lobes, circonvolutions et couches histologiques. Des déficits spécifiques révèlent l'organisation des fonctions mentales dont il convient de chercher les supports anatomiques dans des aires reliées par différents faisceaux (encadré 3). Une caractéristique fondamentale différencie toutefois les « fabricants de diagrammes » de l'âge d'or et les neuropsychologues cognitivistes et leurs schémas en boîtes et flèches (*infra*) : les schémas des seconds sont

« désincarnés », ils ne représentent qu'une construction hypothétique de la structure et du fonctionnement du système cognitif. Les diagrammes des anciens auteurs (plus précisément de certains d'entre eux) superposaient « modules et voies cognitives » aux « centres et faisceaux neuronaux ». Tous ne confondent pas pour autant les diagrammes et les dogmes ; ainsi, Wernicke soulignait que « chaque schéma n'a de valeur que comme outil d'enseignement et d'interprétation, et qu'il perd sa signification dès qu'on trouve une manière plus économique et plus précise de regrouper les faits ».

5. Le courant globaliste ou « anti-localisationniste »

En neuropsychologie comme dans d'autres sciences, le progrès des connaissances n'est pas linéaire et ne se réduit pas à une accumulation progressive de résultats. Ceux-ci sont interprétés, intégrés à des mouvements d'idées plus ou moins organisés au plan scientifique et puissants en termes institutionnels. Certains faits sont privilégiés car ils confortent une série de données admises par la communauté scientifique, d'autres sont négligés car ils entrent en contradiction avec les idées dominantes ou ne paraissent pas apporter d'éléments réellement nouveaux.

Un des points d'achoppement concerne la possibilité de localiser des fonctions dans le cerveau. L'opposition prend des formes différentes au fil du temps avec en filigrane des conceptions philosophiques opposées concernant les liens entre le corps et l'esprit. Auparavant, le « siège de l'âme » avait trouvé différentes localisations : le foie, le cœur, les ventricules cérébraux ou la glande pinéale, pour finalement se stabiliser dans le cortex puis dans l'ensemble du cerveau. Les conceptions localisationnistes défendues par Gall et son élève Spurzheim, qu'elles soient fondées sur la doctrine phrénologique ou sur des corrélations anatomo-cliniques plus convaincantes, trouvèrent des détracteurs dont le plus célèbre était le physiologiste français Pierre Flourens. Le courant globaliste est contemporain des thèses localisationnistes mais il est resté relativement à l'arrière-plan jusqu'à son hégémonie, dans la période de l'entre-deux-guerres au xx^e siècle.

L'axe globaliste est né de la théorie de l'évolution et s'articule autour de plusieurs idées maîtresses. Un phénomène pathologique est considéré comme la dissolution d'un comportement normal. Les auteurs ne font pas uniquement référence à des structures anatomiques mais aussi à des mécanismes psychophysiologiques pour rendre compte des comportements étudiés.

L'auteur clé est le savant anglais J. Hughlings Jackson (1835-1911) et beaucoup d'œuvres ultérieures constituent des relectures de celle du maître. Pour Jackson, toute fonction accomplie par le système nerveux central n'est pas tributaire d'un groupe limité de cellules formant une sorte de « dépôt » pour cette fonction. Elle est sous-tendue par une organisation verticale complexe représentée d'abord au niveau inférieur dans le tronc cérébral, puis au niveau moyen dans les secteurs moteurs ou sensoriels du cortex et enfin au niveau supérieur, supposé être celui des régions frontales. Ainsi, pour Jackson, la localisation de la lésion responsable du symptôme

lors de l'atteinte d'un secteur limité du système nerveux central ne saurait en aucun cas être assimilée à la localisation des substrats cérébraux de la fonction. Cette dernière peut se répartir d'une manière sensiblement plus complexe et avoir une tout autre organisation cérébrale.

L'opposition des thèses globalistes et localisationnistes atteint son paroxysme avec la querelle (qui alla jusqu'à la provocation en duel) entre deux grands neurologues français, Jules Dejerine et Pierre Marie. La controverse concernait la conception anatomo-clinique de l'aphasie défendue par Dejerine. Le titre de l'article polémique de Pierre Marie (1906) donne le ton : « Révision de la question de l'aphasie : la troisième circonvolution frontale gauche ne joue aucun rôle spécial dans la fonction du langage ».

Les réactions au courant localisationniste furent très diverses. Pour Von Monakow, un ex-localisationniste convaincu, les fonctions dites supérieures dépendent de la totalité du cortex et les effets d'une lésion sont évolutifs. Dans un premier temps survient un *diaschisis*, qui se caractérise par l'inhibition à distance d'une fonction dont dépend le territoire lésé. Ce *diaschisis* est suivi d'une période de récupération. Selon cet auteur, les syndromes décrits comme indépendants correspondraient à des étapes d'un processus unitaire. Ce concept de *diaschisis* a trouvé récemment une confirmation neurobiologique grâce à des études utilisant des mesures du débit sanguin cérébral : une lésion focale, par exemple vasculaire, entraîne des perturbations hémodynamiques à distance, qui tendent à se normaliser avec le temps. Il existe dans différentes situations pathologiques caractérisées par une déconnexion entre différents centres, y compris dans le cadre de pathologies neurodégénératives.

L'œuvre neuropsychologique de Sigmund Freud se situe dans ce courant de pensée globaliste. Ses travaux sont, pour l'essentiel, publiés dans une monographie consacrée à l'aphasie, parue en 1891. Le père de la psychanalyse s'y livre à une revue critique des travaux sur les localisations cérébrales, en particulier les thèses associationnistes de Wernicke et de Lichtheim. Freud suggère que le *substratum* neuro-anatomique de la parole et du langage doit être conçu comme « une aire corticale continue de l'hémisphère gauche ». Pour cet auteur, la notion de centre n'a de sens que du point de vue de la pathologie, elle ne reflète en rien le fonctionnement du cerveau normal.

Comme l'avait fait Freud, Henry Head a développé les thèses de Jackson en appliquant ses conceptions générales au problème de l'aphasie. Ainsi, pour Head, l'aphasie est une perturbation de la formulation et de l'expression symbolique. Elle touche la compréhension et l'usage de signes propres au langage mais aussi de signes autres que ceux du langage. S'appuyant sur la distinction jacksonienne entre langage automatique et langage propositionnel, Head soutient que les productions linguistiques propositionnelles sont principalement atteintes. Plus la formulation verbale préliminaire à un acte est complexe et abstraite, plus la réalisation de cet acte est susceptible d'être altérée chez l'aphasique. Cet auteur distingue, du plus automatique au plus volontaire, diverses modalités constitutives du langage : les habitudes articulatoires et verbales, la liaison entre le signe et la signification, l'utilisation des formes grammaticales, l'ajustement des signes à une intention dans l'expression de la pensée. Head décrit de cette façon quatre variétés cliniques d'aphasie : l'aphasie verbale, l'aphasie nominale,

l'aphasie syntaxique et l'aphasie sémantique. L'aphasie est une, mais son expression clinique ne l'est pas. Grand pourfendeur des fabricants de diagrammes, Head refuse la localisation de fonctions supérieures comme le langage ainsi que la notion de centre. Il admet seulement des foyers préférentiels d'intégration et établit un rapport non pas entre des zones du cortex et des aspects du langage, mais entre des lésions circonscrites et des syndromes, associant ainsi à une pratique localisationniste une théorisation globaliste.

En psychologie, la théorie de la forme (ou *Gestalttheorie*) conforte ce courant globaliste. Les recherches de Kurt Goldstein sont les plus démonstratives à cet égard. Pour cet auteur, initialement associationniste, l'aphasie est la manifestation, dans le comportement linguistique, d'une réaction globale de l'organisme destinée à rétablir un équilibre troublé par la présence d'une lésion cérébrale. Cette lésion est à l'origine d'une désorganisation fonctionnelle particulière; de plus, le tableau clinique observé témoigne de la réaction d'ensemble du cerveau. Pour Goldstein, la caractéristique primordiale du comportement linguistique de l'aphasique est le concrétisme: l'activité propositionnelle abstraite, forme la plus parfaite du langage, n'étant plus possible, il y a régression à un niveau de comportement plus concret et la production linguistique efficace n'est plus possible qu'en étroite rapport avec les objets et les événements de situations actuelles et/ou avec les états émotionnels du malade. Goldstein estimait que l'« orientation abstraite » (ou « comportement catégoriel ») se voit perturbée dans toute atteinte cérébrale. Reprenant l'opposition entre les aires de projection et les aires d'association, il admet que la destruction circonscrite des aires de projection entraîne un déficit limité; les lésions des aires d'association déterminent une altération totale de l'« être-au-monde », quelle qu'en soit la localisation.

Ces positions globalistes se retrouvent dans l'œuvre de Karl Lashley. Cet auteur introduit les méthodes quantitatives en expérimentation animale. Il admet des localisations corticales bien définies pour les aires de projection motrices et sensitivo-sensorielles, mais il estime que les principes d'équipotentialité et d'action de masse régissent le reste du cortex. Pour cet auteur, nulle distinction fonctionnelle ne peut s'opérer légitimement dans l'étendue corticale des aires d'association, et la forme du déficit dépend non du lieu de la destruction, mais de son étendue.

Le courant globaliste s'est imposé dans l'entre-deux-guerres mais la querelle des localisationnistes et des globalistes s'est progressivement estompée. Les déductions les plus fécondes ont privilégié l'observation clinique et anatomo-clinique ainsi que diverses hypothèses physiopathologiques. L'œuvre de Théophile Alajouanine se situe dans cette perspective; ses recherches ont été à la fois anatomo-cliniques, psychopathologiques et neurolinguistiques (pour revue, Lecours et Lhermitte, 1979, pour un historique détaillé de l'aphasiologie).

La position globaliste ainsi que l'examen plus systématique des patients atteints de lésions cérébrales ont conduit à la mise au point et à l'utilisation de batteries de tests standardisés destinés à explorer les troubles du langage et de diverses fonctions cognitives. Ce développement des méthodes constitue l'une des entrées des psychologues sur la scène neuropsychologique.

6. La naissance de la neuropsychologie « expérimentale »

En référence à Vignolo (2001), nous employons les termes de « neuropsychologie expérimentale » dans une acception précise qui implique l'étude de séries de patients et/ou de sujets sains et l'utilisation de paradigmes standardisés. Cette terminologie, consacrée par l'usage, ne signifie pas pour autant que l'étude d'un cas unique ne soit pas expérimentale mais elle s'inscrit généralement dans une autre dynamique où les évaluations sont construites « en tiroir » pour s'adapter à la singularité du cas individuel (*infra*, la partie consacrée à la neuropsychologie cognitive).

La période qui s'étend de la fin de la Seconde Guerre mondiale aux années 1970 voit le développement d'une neuropsychologie plus institutionnelle, grâce à des « personnalités fortes » : Henri Hécaen (en France), Alexandre Luria (en Union Soviétique), Hans-Lukas Teuber (aux États-Unis), Brenda Milner (au Canada), Ennio De Renzi (en Italie), etc. Hécaen (1912-1983) a joué un rôle clé dans la fédération de ce mouvement qui a conduit en 1963 à la création de la revue *Neuropsychologia*. La même année paraît le premier numéro de la revue *Cortex*, puis d'autres périodiques spécialisés naissent en Amérique du Nord : *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *Brain and Language*, *Brain and Cognition*, *Neuropsychology*. La neuropsychologie s'est dotée de ses propres moyens de diffusion même si ses productions ont trouvé et trouvent encore le support de revues en neurologie (*Brain*, *Revue neurologique*, etc.) ou en psychologie (*L'Année Psychologique*, etc.), pour ne prendre que quelques exemples. Les nouvelles revues de neurosciences cognitives et de neuro-imagerie (*Journal of Cognitive Neuroscience*, *NeuroImage*) lui ouvrent aussi largement leurs colonnes.

C'est dans ce contexte d'une discipline scientifique structurée, à une période où prédominait encore le courant globaliste, que se sont multipliées les études portant sur de grandes séries de patients. La Seconde Guerre mondiale n'était pas étrangère à ce nouveau développement méthodologique. En effet, les patients étudiés étaient souvent des blessés par balle, jeunes, indemnes d'artériosclérose, et par conséquent atteints de lésions très circonscrites. Les auteurs de l'École italienne ont le mieux systématisé cette approche. Pour Vignolo (2001), elle permet d'établir, avec un risque d'erreur connu, dans quelle mesure le trouble étudié s'associe à une latéralisation hémisphérique (voire à une localisation intra-hémisphérique) de la lésion et à d'autres perturbations des fonctions cognitives. Cet auteur recense quatre principales caractéristiques de cette approche :

- constitution d'échantillons représentatifs de patients atteints de lésions hémisphériques unilatérales ;
- évaluation quantitative des performances au moyen d'épreuves standard et définition objective du trouble sur la base des scores obtenus aux mêmes épreuves par un groupe de sujets témoins ;
- comparaison de la fréquence et de la sévérité des troubles dans des groupes de malades, distincts selon la latéralisation lésionnelle et la présence d'autres signes d'« organicité cérébrale » ;

- utilisation de techniques statistiques pour établir avec quel risque d'erreur les conclusions peuvent être généralisées.

Selon Vignolo, cette possibilité de généralisation sanctionne la supériorité de cette méthode expérimentale sur l'approche clinique traditionnelle, consistant en l'étude approfondie d'un malade exceptionnellement démonstratif sur le plan symptomatique. Dans ce dernier cas, le patient est examiné au gré des compétences du clinicien et les inférences théoriques ne résistent pas toujours à la critique. Les premiers travaux « expérimentaux » ont amené une démarche plus scientifique, indissociable tout d'abord d'études de groupes de patients : pour mettre à l'épreuve une hypothèse, des tâches sont construites, des groupes constitués, des données comparées au moyen de techniques statistiques. Quelques années plus tard, le courant cognitiviste a réaffirmé, parfois de façon exclusive, l'intérêt des études de cas uniques qui deviennent à leur tour « expérimentales ». La pertinence des études de groupes ou de cas uniques a donné lieu à de nombreux débats. Il était reproché aux études de séries de patients de moyenniser des données disparates, tant sur le plan lésionnel que cognitif. En effet, des comportements ou des performances identiques peuvent être sous-tendus par des mécanismes différents et cette approche risque de sous-estimer la subtilité des perturbations spécifiques pouvant affecter un patient. Ces études de groupes ont toutefois permis d'attribuer aux hémisphères cérébraux ou à de grandes régions cérébrales des rôles mal définis par l'approche anatomo-clinique traditionnelle. Ces grandes fonctions hémisphériques ont pris la forme d'oppositions. Ainsi, le « cerveau gauche » serait doué d'une capacité d'appréhension analytique des phénomènes, alors que le « cerveau droit » procéderait d'une façon plus immédiate et gestaltiste. Ce dernier serait capable de discriminer des formes visuelles ou sonores, alors que seul l'hémisphère gauche parviendrait à des identifications « achevées ».

Ces oppositions méritent d'être nuancées en tenant compte de l'interaction entre les hémisphères cérébraux pendant la réalisation d'une tâche (*infra* et chap. 2, section 3). Il n'en reste pas moins que ces « grandes fonctions hémisphériques » font partie des acquis neuropsychologiques et permettent de « moduler » des visions parfois trop pointillistes. Mais les avancées de la neuropsychologie expérimentale sont aussi méthodologiques. Le développement d'études réunissant cliniciens et psychologues expérimentalistes a conduit à plus de rigueur dans les explorations des patients, tant dans les programmes de recherche que dans les évaluations cliniques, et quelques batteries de tests sont nées de ce type de coopération. De plus, l'adoption de certains paradigmes (le test dichotique auditif verbal, la tachistoscopie en champ visuel divisé) a provoqué une véritable rupture épistémologique. En effet, jusqu'alors, la neuropsychologie était indissociable des études cliniques chez les patients atteints de lésions cérébrales, même si elle cherchait à conforter ses acquis dans d'autres sources de connaissances. Ces nouvelles techniques dites « comportementales » utilisées chez les malades et chez les sujets sains d'abord cantonnés au statut de contrôles permettent finalement de recueillir des données neuropsychologiques (les asymétries des performances) chez le sujet normal en générant des hypothèses sur les compétences des hémisphères cérébraux. Doreen Kimura a joué un rôle

considérable dans le développement de cette approche en adaptant, en 1961, le test d'écoute dichotique à l'étude de la spécialisation hémisphérique. Actuellement, le débat entre les adeptes des études de cas uniques et ceux des études de séries de patients n'est plus aussi virulent. On admet beaucoup plus aujourd'hui leur complémentarité. Les études d'imagerie cérébrale et celles portant sur des patients atteints d'une maladie neurodégénérative ont beaucoup contribué à cette évolution.

7. La spécialisation hémisphérique

L'asymétrie hémisphérique est une particularité fondamentale des substrats cérébraux du langage et ce thème emblématique de la neuropsychologie permet d'aborder quelques jalons et questions actuelles dans l'évolution des connaissances sur la spécialisation hémisphérique. Les découvertes de Broca et d'autres amènent la communauté savante du XIX^e siècle à admettre une idée alors choquante pour beaucoup : les deux hémisphères ne jouent pas des rôles identiques dans la vie mentale. Dans la période féconde qui s'ouvre ainsi, la méthode anatomo-clinique engrange des observations qui relient la perturbation de telle ou telle capacité cognitive à la lésion de l'un ou l'autre des hémisphères. Les troubles du langage, du geste et du calcul sont associés à une lésion de l'hémisphère gauche, et ceux altérant les habiletés visuospatiales, la perception des visages, ou encore les émotions, à une atteinte de l'hémisphère droit. Ensuite, au XX^e siècle et jusqu'à ce que, à partir des années 1980, la neuro-imagerie permette de localiser la lésion précisément, les batteries psychométriques ont servi à déterminer la latéralité lésionnelle. La découverte du cerveau dédoublé a popularisé à la fin des années 1950 l'utilisation de la stimulation en champ perceptif divisé afin de recueillir des faits de latéralité dans les modalités visuelle, auditive et haptique, et d'inférer les capacités respectives des hémisphères à partir de l'étude de sujets sains. Chaque nouvelle approche est venue confirmer dans leurs grandes lignes les conceptions sur le partage des tâches entre les hémisphères, et chacune présente ses points forts et ses limites (Faure et Joannette, dans Lechevalier *et al.*, 2008).

Ainsi, les moyens d'étude de la spécialisation hémisphérique se sont diversifiés et les propositions visant à en rendre compte se sont multipliées. L'hémisphère gauche est qualifié de verbal, linguistique, analytique ou propositionnel, et son homologue, de non verbal, visuospatial (encadré 11, p. 74), holistique ou appositionnel. Cent cinquante ans d'investigations guidées par ces oppositions n'ont toutefois pas permis de cerner les caractéristiques propres à chacun des hémisphères et il n'existe pas de théorie générale de la latéralité fonctionnelle du cerveau. Cela peut refléter la diversité des approches : anatomo-clinique, par stimulation en champ divisé et en neuro-imagerie. Plus fondamentalement, la vision dominante d'une indépendance de fonctionnement, voire d'opposition des hémisphères (idée issue de la description du syndrome de déconnexion hémisphérique), et l'attrait d'une explication faisant intervenir un principe unique ont pesé négativement sur la construction des connaissances. Cette conception dominante

a biaisé les paradigmes expérimentaux (Sergent, dans Seron et Jeannerod, 1998), favorisant la stimulation d'un seul hémisphère, et recueillant, logiquement, en sortie, des faits en faveur de différences de compétences et d'un travail indépendant des hémisphères. Or, l'intégration des contributions différentes et complémentaires faites par chaque hémisphère est probablement la règle dans le fonctionnement normal. Plusieurs paradigmes élaborés dès les années 1980 se sont affranchis d'une conception dissociative du travail des hémisphères et d'un cerveau « morcelé », pour rechercher *a contrario* des faits d'interaction et de coopération hémisphérique (la méthodologie, qui repose sur la stimulation simultanée des deux hémisphères, est exposée au chapitre 2, section 3).

Le développement de différentes méthodes d'imagerie cérébrale fonctionnelle en même temps que le raffinement des modèles cognitifs (sections 9 et 11 de ce chapitre), en permettant de recueillir les activations cérébrales localisées, et donc leur éventuelle répartition asymétrique en lien avec des composantes cognitives finement définies, a-t-il facilité une mise au jour moins biaisée des contributions hémisphériques ? Au-delà des confirmations et des précisions apportées aux données issues de l'approche lésionnelle, le bilan est mitigé dans le domaine du langage. Les chercheurs qui ont comme référence principale les « modèles classiques » de la latéralité pour le langage sont confrontés à des activations significatives dans l'hémisphère droit pour des tâches qui ciblent les compétences ortholinguistiques considérées comme sous-tendues par l'hémisphère gauche (parole, phonologie, syntaxe). Ces activations droites sont souvent renvoyées à l'effet de facteurs faiblement définis, comme l'implication de la mémoire de travail, la complexité des phrases ou celle des tâches cognitives, l'orientation de l'attention, ou la variabilité interindividuelle de la latéralité pour le langage. Plus surprenant sur le plan de la démarche scientifique, de telles activations sont quelquefois rapportées sans que les auteurs avancent une explication pour ces résultats qui ne cadrent pas avec le modèle neurolinguistique dominant. Enfin, lorsqu'elles sont analysées, ces activations semblent correspondre à des compétences paralinguistiques pour lesquelles l'étude des conséquences des lésions droites a montré que l'intégrité de l'hémisphère droit était requise : pragmatique de la communication, prosodie, langage figuratif (métaphores) et inférences. Ainsi, une compréhension réelle du rôle de l'hémisphère gauche dans la communication verbale semble passer obligatoirement par la compréhension de la contribution de l'hémisphère droit. Jean-François Démonet et ses collaborateurs ont réalisé plusieurs synthèses critiques des résultats issus de la neuro-imagerie fonctionnelle du langage. Au début des années 2000 (Démonet *et al.*, 2005), ces auteurs pointaient les limites et les axes de travail majeurs : mieux comprendre ce que signifie le signal enregistré et, pour cela, mettre en relation les données d'activation et les mesures de performances dans une démarche expérimentale, et les résultats d'imagerie avec ceux des méthodes qui reposent sur l'analyse du comportement (*e.g.* stimulations corticales et en champ divisé) ; questionner l'adéquation des modèles de référence (*e.g.* dans quelle mesure les différents niveaux et catégories de langage supposés correspondent à la façon dont le cerveau traite le langage ?). Des progrès considérables ont été réalisés dans la compréhension de l'organisation neurofonctionnelle qui sous-tend les fonctions langagières. Non seulement les convergences

entre la neuropsychologie lésionnelle, les nombreux résultats issus des méthodes de neuro-imagerie et de stimulation ont permis de confirmer et de détailler les correspondances entre aires et processus, mais il est possible aujourd'hui d'établir l'implication causale d'une aire dans un processus, d'étudier comment une aire agit sur une autre (« causalité dynamique ») et *in fine* de mieux appréhender le lien entre la lésion et les symptômes du patient. L'architecture fonctionnelle cérébrale des multiples compétences, qui constituent le langage, est aussi fortement distribuée sur les deux hémisphères. Au-delà de son implication dans des mécanismes compensatoires chez l'aphasique, une contribution de l'hémisphère droit à ces compétences est maintenant admise : elle serait d'autant plus importante qu'il s'agit de traitements de stimuli figuratifs plutôt que symboliques, de mots plutôt que de phrases ou de prosodie plutôt que de syntaxe, et enfin plutôt en compréhension qu'en production.

Il faut probablement dans le même temps intensifier la recherche sur les facteurs de la variabilité individuelle dans l'activation cérébrale et décrire leurs influences. Les différences hommes-femmes dans les profils de latéralité sont souvent notées mais ce n'est que récemment que la proposition du modèle de couplage-découplage inter-hémisphérique sous l'influence hormonale a permis une avancée théorique significative, qui pourrait amener à revisiter plus d'un demi-siècle de recherches peu concluantes sur ces différences (pour revue, Faure *et al.*, 2010). L'environnement hormonal (principalement androgénique chez les hommes et œstrogénique progestatif chez les femmes) contribue à la mise en place d'un mode de fonctionnement cérébral privilégié, plutôt intra- ou inter-hémisphérique. La neuromodulation hormonale régulerait ainsi la latéralisation cérébrale fonctionnelle et l'intégration inter-hémisphérique. Cette hypothèse générale pourrait aider à rendre compte de façon unifiée des différences inter- (liées au sexe) et intra-individuelles (les taux hormonaux étant très fluctuants chez la femme), à la fois dans les profils de latéralité cérébrale et l'efficacité cognitive.

Sur le plan anatomique, il est classique de considérer que la taille du *planum temporale* est associée à la latéralisation gauche du langage (Habib, dans Lechevalier *et al.*, 2008). Bien après les textes fondateurs de Geschwind (1965a, 1965b), les possibilités de visualiser avec une haute résolution spatiale la connectivité structurale *in vivo* ont permis de mettre l'accent sur le rôle des faisceaux de fibres blanches qui relient entre elles les aires du langage et, de façon nouvelle, sur les asymétries de connectivité. L'asymétrie de certains faisceaux pourrait constituer un marqueur anatomique de la latéralisation du langage plus important que celle de telle ou telle aire. Par exemple, la prévalence d'une asymétrie gauche du faisceau arqué chez les droitiers est plus forte que celle du *planum temporale*. La forte variabilité interindividuelle est soulignée : les individus qui ne se conforment pas à cette règle sont nombreux, montrant une asymétrie faible ou un profil symétrique, et les profils de forte latéralisation sont beaucoup plus fréquents chez les hommes que chez les femmes. En outre, une latéralisation extrême apparaît moins avantageuse pour certaines fonctions. L'étude de la connectivité structurale et fonctionnelle au sein d'ensembles d'aires-modules est ainsi devenue centrale.

Un autre axe d'investigation jette un pont entre les spécificités fonctionnelles propres à chaque hémisphère et le niveau neuronal. Les travaux qui s'y inscrivent considèrent que

la latéralisation des fonctions cognitives dans le cerveau est déterminée par des différences hémisphériques (programmées génétiquement) en termes d'anatomie et de physiologie au niveau neuronal. Jung-Beeman suppose que de telles différences gauche/droite du point de vue de l'arborisation dendritique et de la distribution des colonnes corticales pourraient avoir des implications fonctionnelles majeures sur le traitement cortical à la base de la compréhension du langage. Des systèmes dendritiques limités correspondraient à un échantillonnage discret de l'information afférente (*i.e.* champs récepteurs plus petits) et des systèmes plus vastes pourraient procurer un échantillonnage plus large de l'information, augmentant potentiellement leur capacité intégrative. Les neurones pyramidaux dans l'hémisphère droit, dont les dendrites sont plus longues et qui comptent plus de synapses éloignées du corps cellulaire, reçoivent des entrées en provenance de champs corticaux plus vastes que ce n'est le cas dans l'hémisphère gauche. Au niveau d'organisation supérieur, les colonnes dans l'hémisphère gauche sont plus espacées que dans l'hémisphère droit, avec moins de recouvrement entre les champs corticaux. Ces particularités expliqueraient que l'hémisphère gauche active fortement des champs sémantiques petits et focalisés, contenant une information étroitement reliée au sens dominant des mots perçus, tandis que le droit active plus faiblement des champs étendus et diffus, incluant des informations distantes. Ces champs sémantiques larges sont plus susceptibles de se chevaucher, permettant à l'activation faible de se sommer lorsque l'entrée comprend de nombreux mots faiblement reliés. Ceci pourrait expliquer pourquoi l'hémisphère droit est, plus que son homologue, sensible aux relations sémantiques distantes, et cette sensibilité serait à la base de sa contribution spécifique : elle peut être en effet mise à profit pour comprendre le langage figuratif ou des constructions inhabituelles, et réaliser certains types d'inférences (Jung-Beeman, 2005).

Le rôle de l'hémisphère gauche n'a jamais été fondamentalement mis en cause, mais beaucoup de dogmes se sont trouvés questionnés par les faits et la neuropsychologie peut aujourd'hui formuler, sur de nouvelles bases, une question cruciale pour comprendre les relations mutuelles entre cognition et cerveau. Elle n'est plus abordée en termes de « dominance cérébrale » mais d'interactions selon différents modes entre deux hémisphères dotés de réseaux distribués et spécialisés de façon complémentaire : les deux apportent leurs contributions respectives, qui se « complètent comme deux pièces d'un puzzle » (Helige, 2002). Les trente dernières années ont été marquées par un élargissement du domaine, avec l'intégration des aspects pragmatiques et discursifs qui a conduit à mettre au jour les contributions spécifiques de l'hémisphère droit (pour revue, Faure et Joannette, dans Lechevalier *et al.*, 2008). Avec le déploiement de l'approche cognitiviste, les pièces du puzzle se sont faites plus petites, le découpage n'étant plus établi au niveau de grandes fonctions (langage *versus* espace) mais de modules cognitifs (ou niveaux de traitement) plus petits au sein d'une fonction. La complémentarité a pu être envisagée à un niveau élémentaire, mais aussi selon des distinctions qui s'affranchissent des modèles classiques de la neurolinguistique. Par exemple, pour le traitement de la parole que l'on pensait encore récemment l'apanage de l'hémisphère gauche, le modèle à deux voies de Hickok et Poeppel (2007) propose une contribution spécifique et complémentaire de chacun des hémisphères.

La voie dorsale de mise en relation des signaux acoustiques avec les réseaux de l'articulation dans le lobe frontal est confinée à gauche tandis que la voie ventrale qui traite les signaux de parole pour la compréhension est largement bilatérale. Dans le même temps les réseaux droits et gauches organisés dans cette « voie du sens » réalisent des computations différentes.

Pris dans leur ensemble, les résultats argumentent pour une complémentarité des contributions fonctionnelles des hémisphères pour à peu près tous les aspects du langage. Le défi reste de décrire et d'expliquer comment se réalise le fonctionnement intégré du cerveau qui permet la cohérence de nos pensées et de nos comportements.

8. Les modèles anatomo-fonctionnels contemporains

Malmenées d'abord par le courant globaliste, puis par les cognitivistes, les tentatives de corrélations anatomo-cliniques n'ont pour autant jamais cessé, même si certains auteurs se sont concentrés sur la recherche d'exceptions à la règle. Le manifeste du nouveau courant localisationniste est constitué de deux longs mémoires parus dans *Brain* en 1965, cent ans après l'élaboration théorique de Broca, et signés par le neurologue américain Norman Geschwind (1926-1984). Dans ces articles consacrés aux syndromes de déconnexion inter- et intra-hémisphériques, l'auteur prend le contre-pied des théories globalistes qui dominaient à cette époque. Sa réflexion sur les œuvres de Dejerine, Liepmann, Wernicke, ainsi que sa volonté de fournir une interprétation claire à maints phénomènes observés en neuropsychologie clinique ont amené Geschwind à repenser la théorie localisationniste dans la forme que lui avait donnée Lichtheim, et à conclure, à bien peu de détails près, à sa validité d'ensemble. Les textes de Geschwind font redécouvrir des observations et des théories oubliées comme l'alexie sans agraphie de Dejerine proposée en 1892. Cet auteur avait montré que le trouble neuropsychologique résultait non pas de la lésion d'un centre du langage temporal gauche, mais de l'interruption de voies unissant l'aire visuelle primaire et l'aire du langage, toutes deux intactes. Ce syndrome est provoqué par une lésion occipitale gauche, dont résulte une hémianopsie – amputation du champ visuel – droite. De ce fait, les informations visuelles sont reçues dans le seul lobe occipital droit et, en raison d'une lésion du splénium du corps calleux, ne peuvent être transmises au gyrus angulaire de l'hémisphère gauche dont l'un des rôles serait d'effectuer le décodage du langage écrit.

Les thèses de Geschwind ont été confortées par des travaux contemporains et en premier lieu les études neuropsychologiques de patients ayant subi une lésion chirurgicale du corps calleux – la principale commissure inter-hémisphérique – pour soigner des épilepsies résistantes aux traitements médicamenteux (chap. 3, section 7). Le syndrome de déconnexion inter-hémisphérique fut décrit chez ces patients au cerveau dédoublé ou *split-brain*. Il comprend notamment des troubles du transfert des informations sensibles d'un hémicorps à l'autre, une apraxie constructive de la main droite, une anomie tactile de la main gauche, l'extinction de l'oreille gauche au test d'écoute dichotique verbal et l'agraphie de la main gauche, ces