

# La neuropsychologie

*Approche cognitive  
des syndromes cliniques*

Éric SIÉROFF

 Cursus



ARMAND COLIN

## Chapitre I

# Histoire et méthodes de la neuropsychologie

---

Il n'y a pas une, mais plusieurs définitions de la neuropsychologie. Selon Hécaen (1972), la neuropsychologie est la discipline qui traite des fonctions mentales supérieures dans leurs rapports avec les structures cérébrales. Actuellement toutefois, l'usage du terme neuropsychologie est le plus souvent réservé à l'étude des effets des lésions cérébrales sur la cognition. Cette différence entre les définitions vient de ce que la neuropsychologie est au carrefour de plusieurs disciplines.

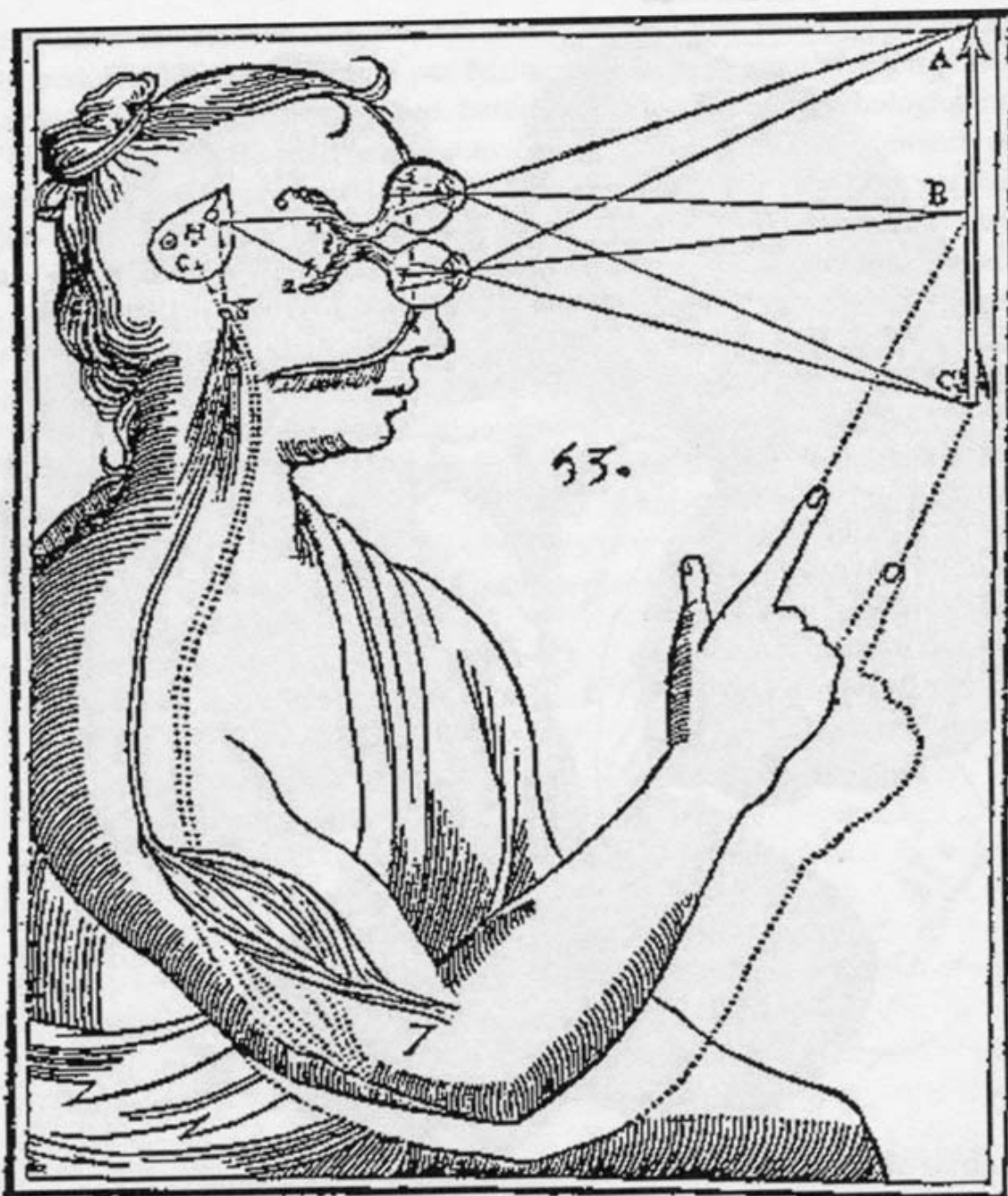
La neuropsychologie est en premier lieu une discipline clinique : elle consiste à définir le déficit cognitif des patients souffrant d'une lésion cérébrale. Pour cela, il faut déterminer quels aspects d'une fonction cognitive sont atteints, et la nature de l'atteinte. En général, un bilan courant ne permet d'administrer qu'un nombre restreint de tests, révélant ainsi seulement les symptômes critiques, et n'évaluant le statut que de fonctions cognitives grossièrement définies. Cependant un bilan approfondi permet une meilleure prise en charge des patients (rééducation, réinsertion, évaluation de l'évolution). La neuropsychologie est aussi une discipline neuroscientifique : elle consiste à établir une corrélation anatomo-clinique, permettant de préciser les spécialisations fonctionnelles des différentes aires cérébrales. L'étude des conséquences comportementales d'une lésion touchant certaines aires d'un réseau fonctionnel cérébral permet de mieux comprendre les opérations élémentaires, la dynamique et la plasticité d'une fonction. La neuropsychologie est enfin une discipline cognitive car elle consiste parfois à utiliser les performances des patients cérébro-lésés pour tester les hypothèses formulées à partir de théories cognitives élaborées sur la base d'expériences conduites chez le sujet normal. Selon cette approche, la neuropsychologie permet de mieux comprendre la cognition.

# Bref historique de la neuropsychologie

## Fondements de la neuropsychologie

Déjà, il y a près de cinq mille ans en Égypte (papyrus d'Edwin Smith : Imhotep), le lien entre le cerveau et la commande des parties du corps avait été noté, une lésion du cerveau pouvant être la cause d'un signe observé à distance (par exemple une paralysie de la main). À l'époque de Platon et de Pythagore, le cerveau est considéré comme ayant un double rôle, veiller sur l'organisme (c'est-à-dire contrôler le corps) et contenir l'âme intellectuelle, l'âme affective siégeant dans le cœur. Les fonctions intellectuelles sont reliées aux ventricules et non à la matière cérébrale. Les modèles de Straton puis de Galien vont ainsi rester dominants pendant plus de dix siècles, avec un ventricule antérieur pour l'imagination et la fantaisie, un ventricule moyen pour la raison, la cognition et l'estimation, et un ventricule postérieur pour la mémoire. Quelques cas de patients relevant de la neuropsychologie sont décrits dès cette époque, mais le lien avec la structure cérébrale ne peut pas être établi tant qu'il n'y a pas d'anatomie descriptive sérieuse du cerveau, les autopsies étant interdites dès l'époque romaine.

À la Renaissance, André Vésale (1553/1987) entreprend une anatomie descriptive grâce à des autopsies sur des cadavres humains. Au XVII<sup>e</sup> siècle, des questions émergent alors sur le siège des facultés mentales. Descartes élabore un modèle hydraulique de fonctionnement du cerveau centré sur la glande pinéale (Figure 1.1). Des anatomistes et médecins comme Franciscus de Le Boë ou Thomas Willis (Figure 1.2), grâce à l'observation de patients et la description anatomique du cerveau, entrevoient le rôle crucial de la masse du cerveau, notamment du cortex cérébral, dans les fonctions intellectuelles et rejettent celui des liquides contenus dans les ventricules. C'est à cette époque semble-t-il que le terme de neuropsychologie est créé, même si son usage actuel ne remonte qu'aux années 1950. Les observations cliniques (utilisation croissante de la corrélation anatomo-clinique avec le développement des autopsies), les expériences chez l'animal (stimulation électrique par Cabanis, sections étagées puis lésions circonscrites) et une meilleure description anatomique macroscopique vont conduire durant le XVIII<sup>e</sup> siècle à une vision localisationniste des fonctions cérébrales, alors que la description psychologique des fonctions mentales commence à peine avec les phénomènes de la perception, de l'attention et de la mémoire. Pour Swedenborg (voir Finger, 1994), la localisation des fonctions mentales au niveau des différentes régions du cerveau est le seul moyen pour que les différentes fonctions ne se confondent pas ; de plus, elle permet d'expliquer les phénomènes cliniques, c'est-à-dire les différences de déficits présentés par les patients cérébro-lésés.



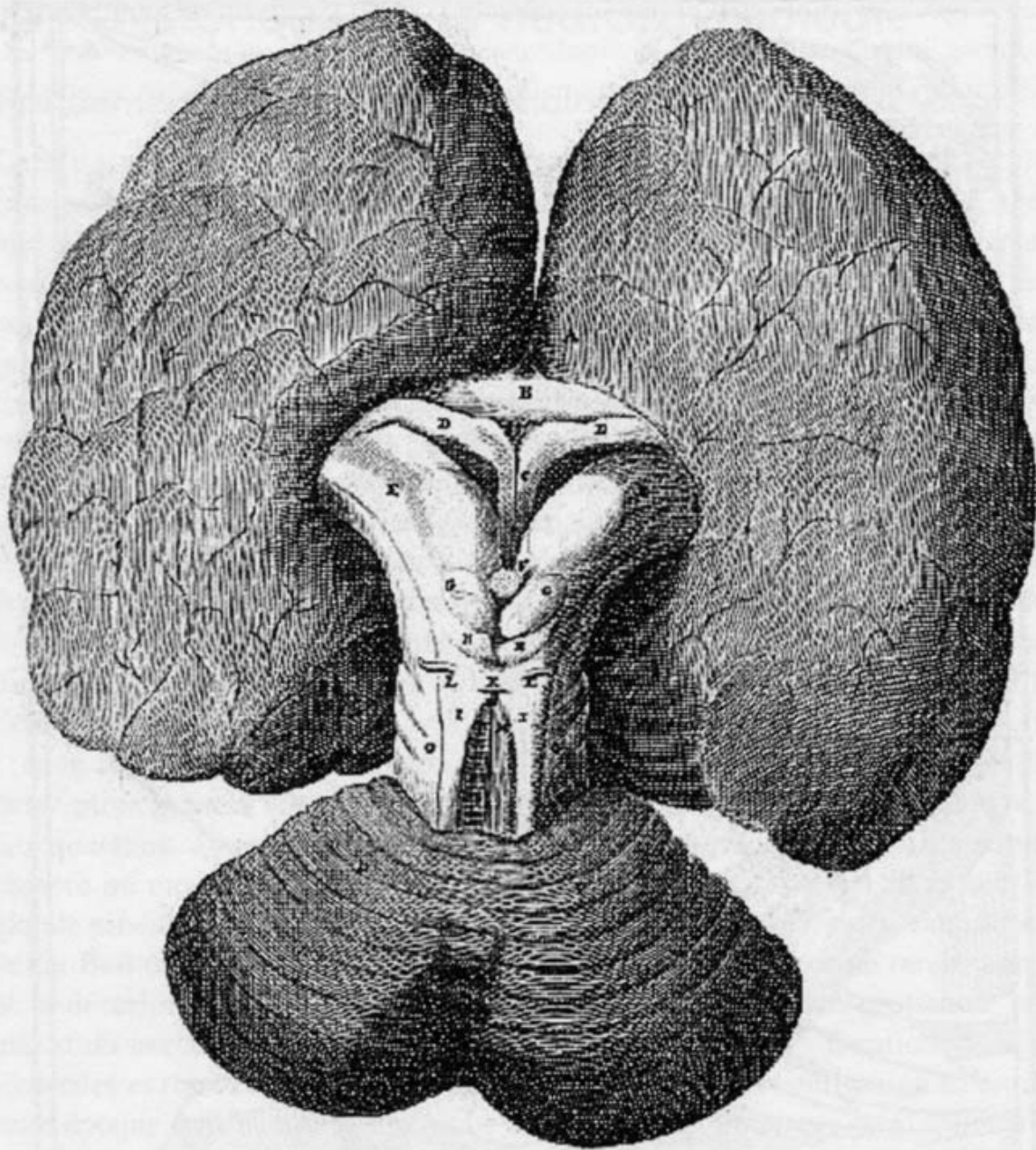
Source : René Descartes, *De homine*, 1662.

**FIG. 1.1. Schéma indiquant le fonctionnement sensori-moteur**

Schéma indiquant le fonctionnement sensori-moteur basé sur une « mécanique hydraulique » entre la rétine, les ventricules, la glande pinéale et les muscles.

Au XIX<sup>e</sup> siècle, les auteurs développent des méthodes pour étudier les facultés mentales et pour étudier la structure et l'activité cérébrales. Les essais de Gall sont un échec, mais représentent une des premières méthodes poussées d'investigation. Sa démarche repose sur le postulat selon lequel une faculté mentale particulièrement développée chez un individu doit reposer sur une





Source : Thomas Willis, *Omnia opera, Cerebri anatome*, 1682.

**FIG. 1.2. Vue du cerveau après dissection par abord postérieur, montrant le cortex cérébral (non détaillé), ainsi que le cervelet**

La glande pinéale, chère à Descartes, est signalée par « F ».

hypertrophie de la région cérébrale correspondante. La méthode utilisée pour mettre en évidence une corrélation entre un découpage de l'encéphale et une liste de facultés mentales est la crânioscopie (Figure 1.3), consistant à rechercher les « bosses » du crâne (pour Gall, palper le crâne revient presque à examiner le cortex) et à les corréler avec des dons ou penchants particuliers des individus (d'où la notion de « bosse des maths »). Dès le début du XIX<sup>e</sup> siècle,

cette approche soulève de fortes critiques. Ces critiques peuvent être d'ordre méthodologique (par exemple par Maine de Biran) : caractérisation parfois fantaisiste des facultés de l'esprit, basée sur la description psychologique de l'expérience intime (comme le courage, la bienveillance ou l'amour des enfants) plus que sur une division réfléchie des fonctions mentales ; exploration anatomique insuffisante (la surface du crâne est un maigre reflet de la surface cérébrale, et ses divisions ne sont pas basées sur des critères anatomiques ou histologiques). Elles peuvent être théoriques, et certains auteurs n'acceptent de diviser les fonctions du cortex que sur des bases sensori-motrices (en lien avec les effecteurs et les récepteurs), mais pas sur des bases intellectuelles. Les grands principes anti-localisationistes de l'époque sont d'une part qu'une portion assez restreinte des lobes suffit à l'exercice de leurs fonctions (importance seule de la quantité de tissu lésé pour définir le déficit) et d'autre part que les fonctions mentales sont assez associées pour disparaître toutes lors d'une lésion dès lors que l'une d'entre elles disparaît.

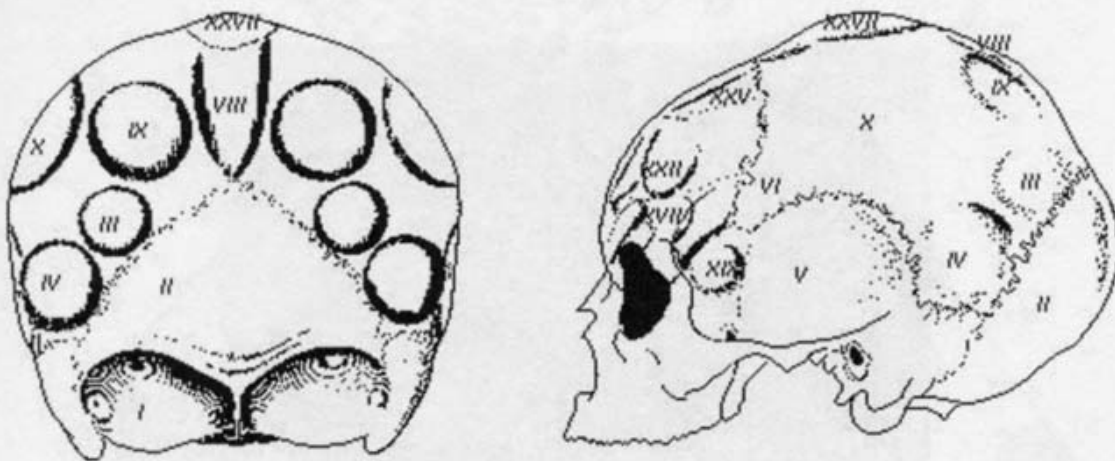


FIG. 1.3. Planche de la phrénologie Franz Gall, indiquant le siège des facultés mentales

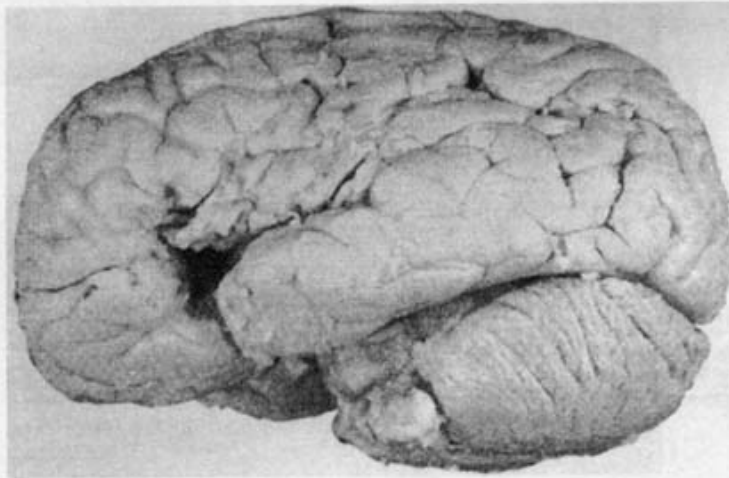
Numéros renvoyant à une liste.

## Naissance de la neuropsychologie moderne

Dans la deuxième moitié du XIX<sup>e</sup> siècle, les études de patients cérébro-lésés se multiplient (corrélation entre un déficit évalué lors du vivant du patient et une lésion anatomique décrite sur autopsie, parfois longtemps après la survenue de la lésion). Ainsi, pour Bouillaud et Auburtin, la perte de la parole correspond à l'atteinte des lobules antérieurs du cerveau et elle n'est pas réductible à la perte d'une fonction motrice (Hécaen & Dubois, 1969). La découverte par Broca (1861)

d'une lésion cérébrale circonscrite donnant un trouble du langage (Figure 1.4) et surtout de la prédominance des lésions frontales gauches pour la survenue de troubles du langage va révolutionner la discipline, non sans d'âpres discussions : désormais, même une fonction proprement humaine peut être localisée ! Les quarante ou cinquante années qui vont suivre représentent l'âge d'or de la localisation cérébrale et le développement de la neuropsychologie moderne.

À cette époque, le cerveau est décomposé en différentes aires cérébrales qui se distinguent par trois caractéristiques fondamentales : (i) leur lieu et leurs relations avec les autres aires grâce aux projections : on distingue les aires primaires, secondaires et associatives (Flechsig) ; (ii) leur structure : la plupart des aires corticales présentent des différences sur le plan de l'organisation des couches cellulaires ; c'est la naissance de la cytoarchitectonie (Brodman : Figure 1.5, ou de Vogt) ; (iii) leur fonction, qui est évaluée par les effets des lésions, naturelles chez l'homme (la méthodologie est développée par des auteurs comme Foix) et provoquées chez l'animal, ainsi que par les expériences de stimulation électrique (Fritsch et Hitzig).

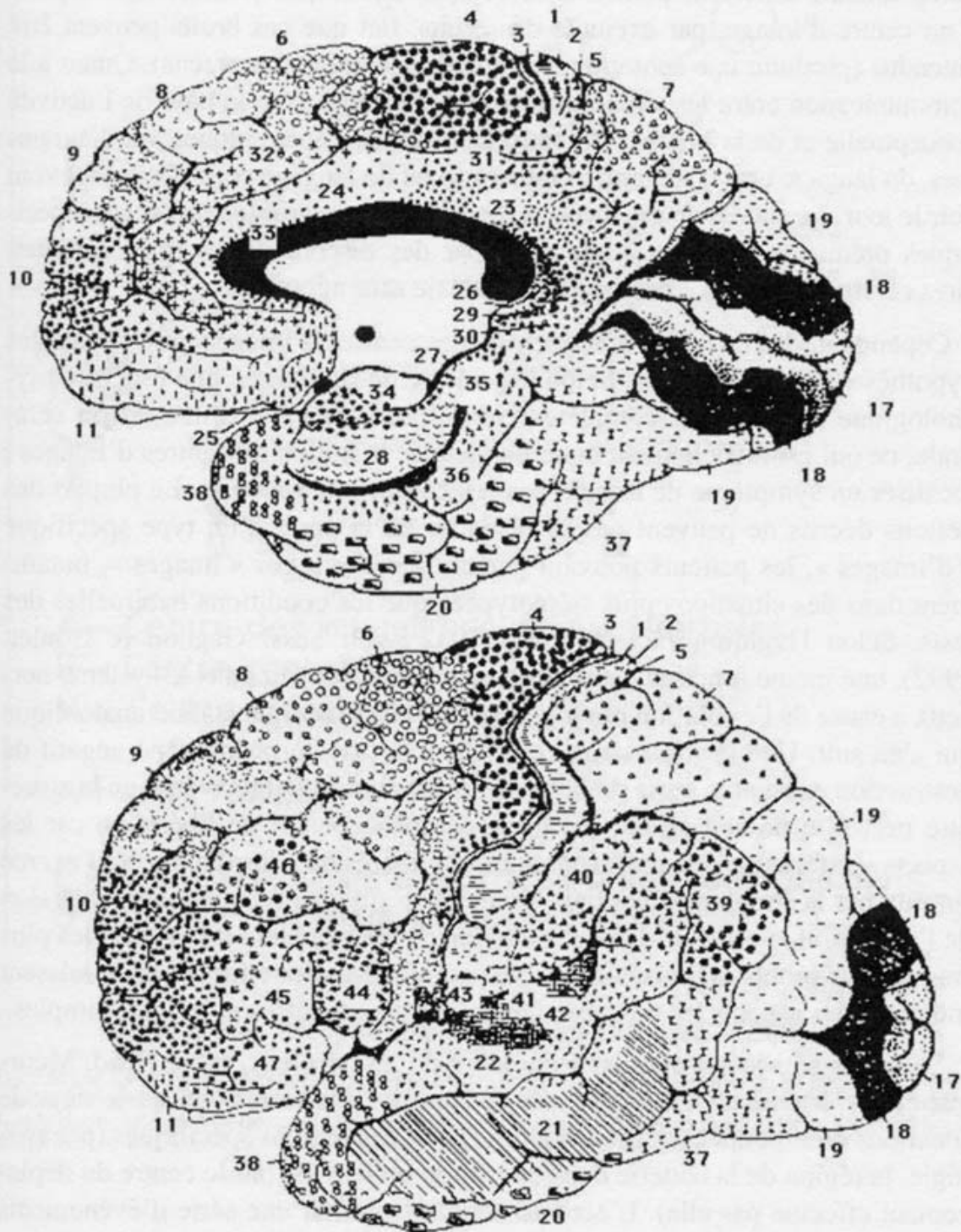


**FIG. 1.4. Vue du cerveau du « père TAN » (Leborgne) décrit par Paul Broca**

Le cerveau repose au Musée Dupuytren.

Un courant dominant se développe, basé sur des théories associationnistes. En résumé, ces théories décrivent les éléments simples de la pensée (sensations, images produites par les sensations) et leurs lois d'associations. La perception est la combinaison des images avec les sensations présentes. La naissance des idées (pensée) correspond à une présentation plus libre de ces images. Les aires de projection primaire représentent point par point des parties du monde extérieur ou du corps ; elles représentent le lieu privilégié des sensations et des





**FIG. 1.5. Cartes corticales de Korbinian Brodmann (1909)**

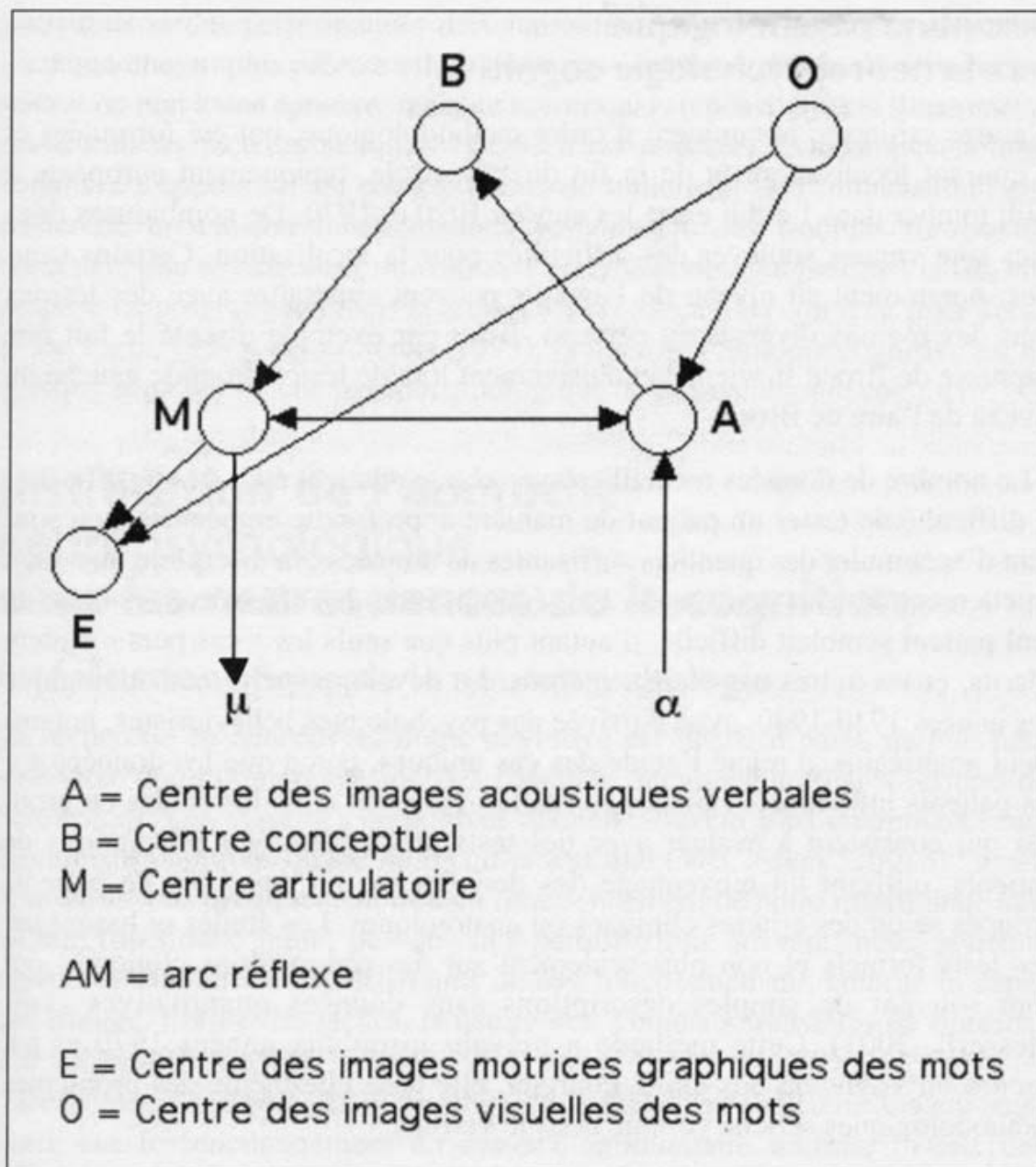
Les numérotations des aires sont encore utilisées de nos jours.



actions. Les aires associatives sont des centres d'images correspondant aux différentes sensations (objet visuel, bruit, langage parlé, écrit). Il y a une représentation spatiale différente pour chaque complexe perceptif (Wernicke). La perte d'un centre d'image, par exemple des bruits, fait que ces bruits peuvent être entendus (produire une sensation) mais non reconnus (non perçus). Quant à la communication entre les aires associatives, elle représente la base de l'activité conceptuelle et de la pensée. De véritables modèles anatomiques, ou diagrammes, du langage oral (Lichtheim : Figure 1.6) ou du langage écrit (Dejerine) vont voir le jour. Le succès de ces théories repose sur la description de déficits spécifiques prédits, notamment explicables par des disconnexions entre certaines aires cérébrales (aphasie de conduction, alexie sans aggraphie).

Cependant, des critiques à la doctrine des centres d'images vont freiner les hypothèses localisationnistes. Selon le principe de Baillarger, une fonction psychologique n'est jamais complètement perdue à la suite d'une lésion cérébrale, ce qui est difficilement conciliable avec la notion de centres d'images ; localiser un symptôme ne revient pas à localiser une fonction. La plupart des déficits décrits ne peuvent pas se résoudre en la perte d'un type spécifique « d'images », les patients pouvant parfois accéder à ces « images », notamment dans des situations plus stéréotypées que les conditions habituelles des tests. Selon Hughling Jackson (1876/1932 ; voir aussi Gagnon & Goulet, 1992), une même fonction est représentée répétitivement dans le système nerveux à cause de l'évolution phylogénétique et de la réorganisation anatomique qui s'en suit. Une lésion a deux conséquences : (i) un phénomène négatif de destruction causant la perte de la fonction qui était possible avant que la structure nerveuse ne soit lésée ; (ii) un phénomène positif de libération car les aspects « inférieurs » de cette fonction sont libérés du contrôle qui était exercé sur eux par la structure désormais lésée. Les lésions provoquent une inversion de l'évolution, c'est-à-dire une dissolution : elles troublent les aspects les plus fragiles, les moins organisés et les plus complexes d'une fonction, en laissant indemnes les aspects les plus résistants, les plus organisés et les plus simples.

Selon les anti-localisationnistes du début du XX<sup>e</sup> siècle (comme Head, Mourgue et Von Monakoff), il serait futile de considérer le cortex comme le siège de fonctions préordonnées qui se résoudraient en des régions spécifiques (par analogie, la région de la batterie dans une automobile n'est pas le centre du déplacement effectué par elle). L'activité corticale produit une série d'événements ayant des relations temporelles déterminées ; c'est la localisation chronogène. Une lésion désorganise les relations complexes, spatiales et temporelles, entre les régions. Plus précisément, une lésion du système nerveux provoque des symptômes temporaires et des symptômes résiduels. Les symptômes temporaires sont généralement attribués au phénomène de diaschisis : le diaschisis neuronal (propagation puis résorption du sang hémorragique ; diminution de



**FIG. 1.6. Diagramme de Ludwig Lichteim (1885)**

Diagramme de Ludwig Lichteim (1885) indiquant les différents centres d'images (B = Begriffe). Une lésion de M donne une aphasie de Broca ; une lésion de A une aphasie de Wernicke. Une disconnexion entre A et M donne une aphasie de conduction ; une disconnexion entre A et B donne une aphasie transcorticale sensorielle ; une disconnexion entre B et M donne une aphasie transcorticale motrice.

l'apport sanguin dans une région ou œdème cérébral ; dégénérescence des cellules nerveuses dans le voisinage ou à distance, par modification des contacts synaptiques) et le diaschisis fonctionnel, c'est-à-dire la désorganisation du déroulement temporel des processus psychologiques.

## Discipline psychologique : vers la neuropsychologie cognitive

D'autres critiques, notamment d'ordre méthodologique, ont été formulées et le courant localisationniste de la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, typiquement européen, a failli tomber dans l'oubli entre les années 1920 et 1970. De nombreuses données sont venues soulever des difficultés pour la localisation. Certains troubles, notamment au niveau du langage, peuvent apparaître avec des lésions dans des régions diverses du cerveau. Il fut par exemple discuté le fait que l'aphasie de Broca survienne exclusivement lors de lésion frontale gauche au niveau de l'aire de Broca.

Le nombre de données recueillies avec chaque patient était très insuffisant : la difficulté de tester un patient de manière approfondie empêchait bien souvent d'accumuler des quantités suffisantes de données ; la discipline manquait cruellement de tests appropriés. La généralisation des effets trouvés chez un seul patient semblait difficile, d'autant plus que seuls les « cas purs » étaient décrits, et les autres cas étaient ignorés. Le développement méthodologique des années 1930-1940, avec l'arrivée des psychologues behavioristes, notamment américains, a rejeté l'étude des cas uniques, parce que les données sur les patients individuels étaient peu fiables. Naissent alors les études de groupes qui consistent à évaluer avec des tests précis de larges populations de patients, utilisant un moyennage des données sur un ensemble de patients groupés selon des critères cliniques ou anatomiques. Les études se basent sur des tests formels et non plus seulement sur des observations cliniques, qui sont souvent de simples descriptions sans données quantitatives (voir Messerli, 2001). Cette méthode a prévalu jusqu'aux années 1970 et est encore en vogue de nos jours. Pourtant, elle pose elle-même des problèmes méthodologiques sérieux comme nous le verrons.

Les modèles développés dans la première moitié du XX<sup>e</sup> siècle sont pourtant très insuffisants pour décrire les différents résultats. Les années de 1950 à 1970 vont proposer de nouvelles théories basées sur le traitement de l'information. L'organe mental n'est pas qu'une simple boîte qui reçoit des informations et qui y répond grâce à un apprentissage associatif. Des calculs sont faits pour traiter cette information avant de développer les mécanismes complexes qui vont finalement permettre de répondre. Mieux, il n'y aurait pas que des étapes de traitement, mais il y aurait aussi des modules de traitement plus ou moins protégés des autres modules et permettant de développer des connaissances spécifiques. Ces théories vont être appliquées à la neuropsychologie, où elles vont trouver un écho important. Surtout, des changements de méthodes vont survenir, avec le retour à l'étude de cas, tout en gardant une démarche quantitative, utilisant des tests standardisés. L'accent est mis également sur la



comparaison des performances déficitaires avec les performances normales. La démarche est plus précise : il ne s'agit pas seulement de savoir si un patient réussit ou non à une épreuve, mais de savoir quels types d'erreurs il commet et quels sont les facteurs auxquels le déficit est sensible. La neuropsychologie cognitive s'appuie sur un modèle précis de traitement de l'information ; elle recherche la « lésion fonctionnelle » responsable des troubles (diagnostic cognitif) ; elle se base sur l'utilisation d'une méthodologie précise ; enfin, elle propose un programme précis et contrôlé de rééducation (voir à ce sujet Seron & De Partz, 1997). Selon Seron (1993), la neuropsychologie cognitive est en quelque sorte la branche psychopathologique de la psychologie cognitive.

## **Justification de l'approche neuropsychologique dans les neurosciences de la cognition**

### **Intérêt scientifique de la neuropsychologie**

La recherche en neuropsychologie cognitive est justifiée parce qu'elle peut améliorer notre compréhension des fonctions mentales normales (critère de pertinence). Les systèmes complexes révèlent souvent plus clairement leurs mécanismes internes quand ils fonctionnent mal (McCloskey, 2001b) : ainsi, nous ne savons pratiquement rien du fonctionnement de notre imprimante tant qu'elle fonctionne bien ; dès que des perturbations arrivent, nous pouvons apprendre certaines caractéristiques de son fonctionnement, comme la capacité limitée, l'ordre des tâches, la nature des « objets » transférés de l'ordinateur à l'imprimante, etc.

De la même manière, les recherches sur le SIDA ont contribué à la connaissance sur le fonctionnement du système immunitaire normal, l'étude des mutations sur les mécanismes génétiques normaux, les ravages naturels sur les écosystèmes, etc. La démarche scientifique consiste à établir une « théorie du normal » dans un premier temps, puis des hypothèses de déficit sont suggérées. Selon le principe de transparence (Caramazza, 1986), un déficit d'une composante isolée (pure) reflète la nature de cette composante. Dans l'exemple d'un cas pur, il est supposé qu'un seul paramètre fonctionnel est « réglé » à zéro, et une telle altération peut n'être compatible qu'avec certains modèles.

On accepte généralement en psychologie une certaine forme de modularité. Si l'architecture du mental ne reposait pas sur des modules de traitement, une petite modification en un certain lieu du système risquerait d'avoir des conséquences trop diffuses. Cette séparabilité des processus mentaux peut être inférée à partir des effets additifs de deux facteurs différents sur les temps de réponse de sujets normaux. Deux facteurs ayant chacun un effet

mais n'interagissant pas indiquent que le système mental a été influencé par ces facteurs à des endroits différents de sa structure. Dans les études chez le normal, certains effets peuvent être difficiles à mettre en évidence, du fait de la quantité de facteurs influençant le comportement. S'il est assez difficile de décrire le fonctionnement mental détaillé d'après les troubles rencontrés en neuropsychologie, l'étude de ces troubles permet souvent de déterminer l'organisation globale des modules et de leurs sous-systèmes. Un des intérêts majeurs de la neuropsychologie sur le plan de la recherche est qu'elle permet d'observer une séparation claire et naturelle des modules de traitement.

Par ailleurs, l'observation des patients en neuropsychologie ne peut pas être réduite à un domaine fonctionnel spécifique. Une lésion d'une aire cérébrale a souvent des conséquences multiples, et, bien que cette approche soit discutée, la neuropsychologie pourrait permettre de décrire l'architecture globale du mental par la survenue préférentielle de certaines associations de symptômes.

À côté d'une démarche rigoureuse partant de la description précise de théories cognitives et de la formulation d'hypothèses, il faut reconnaître enfin la nature opportuniste de la recherche en neuropsychologie, du fait que certains déficits paraissent surprenants. L'inattendu crée la surprise et le besoin de comprendre (cela peut être le cas de certaines associations), donc de développer des théories explicatives des déficits.

## Méthodologie

Pour que la neuropsychologie ait une valeur scientifique, il faut aussi qu'elle réponde à un critère méthodologique (Eustache *et al.*, 2001 ; Goulet & Siéroff, 1995). Au premier abord, les descriptions de syndromes neuropsychologiques semblent assez aléatoires et l'anecdote neuropsychologique n'a pas forcément d'intérêt scientifique. Il faut des descriptions quantitatives sérieuses.

Les tests utilisés sont le plus souvent très proches de ceux de la psychologie expérimentale. Parfois, un aménagement est nécessaire pour les patients du fait, par exemple, de leur lenteur ou d'un déficit sensori-moteur. Plusieurs questions méthodologiques ont émergé sur l'utilisation des performances des patients. Des débats ont notamment opposé les études de groupes aux études de cas et les dissociations de symptômes aux associations de symptômes.

### *Études de groupes et études de cas*

*Études de groupes.* Les études de groupes ont l'avantage de produire des données généralisables, mais ont l'inconvénient d'être peu précises. Elles ont permis de résoudre les problèmes posés par les études de cas uniques, et trouvent leur intérêt notamment dans la corrélation anatomo-clinique (voir Vignolo, 2001). Les études de groupes peuvent être requises pour des besoins statistiques,

dans la mesure où certaines études de cas ne peuvent pas disposer d'un matériel assez nombreux pour des mesures répétées.

Il est très important pour ce type d'étude de bien définir les groupes qui sont constitués. Une première définition possible est clinique, sur la base des déficits présentés par les patients (déficits correspondant tous au même syndrome, ou présence d'un certain signe clinique). Dans ce cas, l'effet testé doit, bien entendu, être complètement indépendant de l'aspect clinique qui a permis de constituer le groupe. Il est possible aussi de former des groupes sur des bases anatomiques, dans le cadre de l'approche anatomo-clinique.

Les performances peuvent être comparées entre plusieurs groupes de patients (par exemple, selon le côté de la lésion). Elles peuvent également être comparées entre un groupe de patients et un ou plusieurs groupes de sujets de contrôle : groupe de sujets normaux appariés en âge et en niveau socioculturel ; autre groupe de patients présentant un même type de lésion, mais pas le même déficit clinique (par exemple, comparaison de patients hémiparétiques gauches, donc souffrant de lésion droite, avec des patients souffrant de lésion droite sans hémiparésie).

L'écueil de la méthode repose sur la possible hétérogénéité du groupe. L'homogénéité des déficits ne peut pas être assumée *a priori*, et est en fait improbable au niveau des détails fonctionnels pertinents. Les groupes sont hétérogènes bien souvent parce qu'il faut du temps pour regrouper les patients dans une série, et les critères d'inclusion risquent de devenir plus larges qu'ils n'étaient prévus au départ. L'hétérogénéité porte sur plusieurs facteurs : l'âge des patients ; la taille et la localisation exactes des lésions ; les différences d'organisation cérébrale dues aux différences individuelles (comme la latéralité manuelle, le niveau socioculturel, etc.).

Un deuxième écueil de la méthode est que les renseignements obtenus sur chacun des patients sont parfois trop restreints. Du fait de l'hétérogénéité du groupe, plusieurs patients peuvent obtenir le même type de résultats aux tests utilisés pour des raisons différentes ; d'où le besoin d'avoir des tests très précis et de bonnes conditions contrôles et de connaître le plus précisément possible le déficit de chacun des patients.

Enfin, si un groupe de patients n'est pas homogène, seules les données de quelques patients peuvent être pertinentes, et non celles de chacun des patients. En conséquence, un dernier écueil est le masquage potentiel de cas atypiques. Des découvertes potentiellement intéressantes, n'allant pas dans le sens global du groupe, risquent d'être masquées.

*Études de cas.* Depuis les années 1970, l'accent a été mis sur les études de cas. Il s'agit d'étudier un patient selon une théorie précise et de cerner son déficit par un ensemble de tests complémentaires. L'avantage des études de cas est de permettre une plus grande précision dans l'évaluation des déficits



rencontrés. Cependant, les études de cas sont difficiles à conduire et de nombreuses règles sont à respecter.

En pratique, il peut y avoir une tendance à explorer différemment les performances des patients selon les services ou les laboratoires. En effet, les auteurs ont des intérêts différents, testent des théories différentes (donc mettent l'accent sur des phénomènes différents) et utilisent des outils différents. Le lien entre les cas devient alors plus difficile pour construire une théorie globale. Les tests utilisés doivent donc être choisis de la manière la plus adéquate pour une intégration des différents déficits rencontrés.

Il se pose toujours le problème du nombre de données présentes dans chaque test pour un patient donné, posant la question de la reproductibilité chez le même patient du résultat trouvé. La variabilité fréquente des réponses des patients dans bon nombre de tâches (Faure & Blanc-Garin, 1995) fait que seuls les cas ayant été testés à plusieurs reprises, et selon différentes conditions, devraient être considérés sur le plan théorique.

Enfin, se pose la question de la généralisation des résultats trouvés chez un seul patient. Pour certains, il suffit de trouver une seule dissociation pour apporter une information cruciale à notre compréhension de la structure du mental. Selon une logique positiviste, les théories devraient même expliquer les exceptions dues à des différences individuelles (comme lors de la gaucherie dans certaines tâches). Pourtant, si les tâches utilisées permettent un grand nombre de stratégies différentes pour être accomplies, le risque est alors de décrire un trop grand nombre de cas différents.

Il a été proposé de préférer les études de cas multiples aux études de cas uniques, permettant ainsi de comparer les performances chez des patients présentant des déficits très proches et d'expliquer expérimentalement les différences éventuelles entre les cas. La méthode des cas multiples respecterait et exploiterait la diversité des déficits à un niveau très détaillé des performances.

### *Étude des performances*

La neuropsychologie a développé deux grandes méthodes, l'association de symptômes et la dissociation de symptômes. Ces deux méthodes n'apportent pas le même type de renseignements à notre compréhension de l'architecture du mental, et elles n'auraient pas la même valeur heuristique selon certains auteurs.

*Associations de symptômes (syndrome).* Les progrès de la recherche dans beaucoup de domaines ont pu reposer, à certains moments, sur l'observation d'associations (si un cancer des bronches peut survenir chez une personne n'ayant jamais fumé, il n'en reste pas moins que l'observation d'une association fréquente entre cancer des bronches et tabagisme traduit une réalité pathologique reconnue). En neuropsychologie, une association de symptômes correspond à un ensemble de performances déficitaires différentes (symptômes)

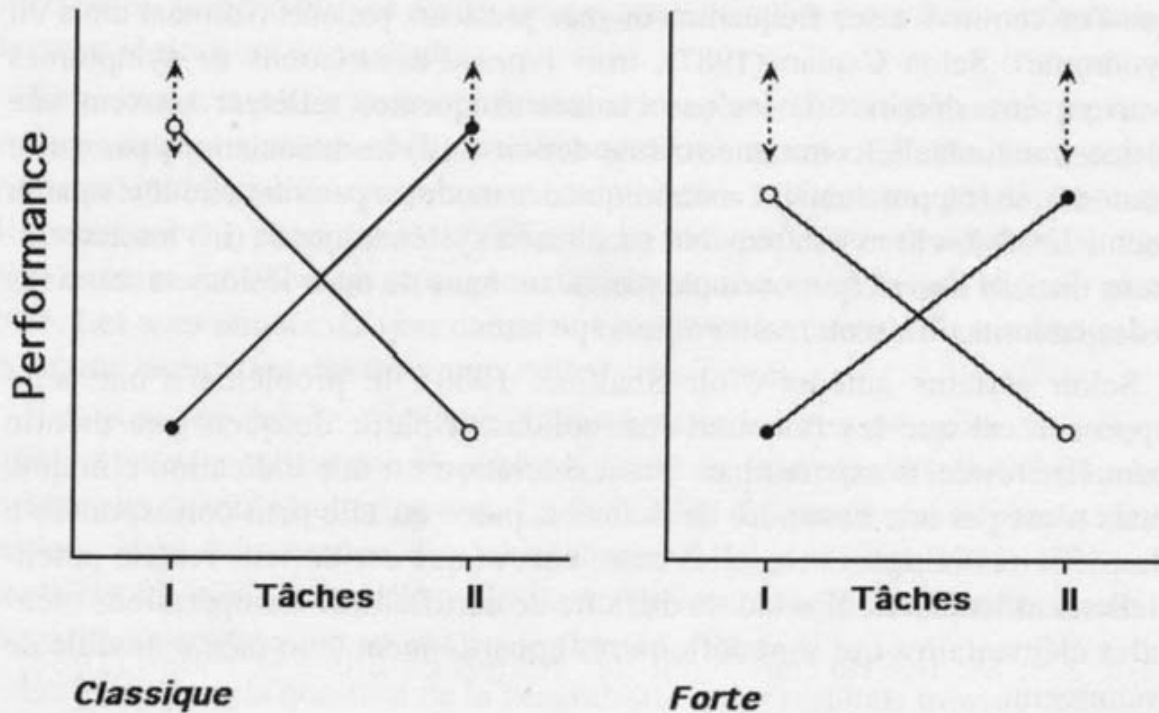
que l'on retrouve assez fréquemment chez plusieurs patients (formant ainsi un syndrome). Selon Caplan (1987), trois types d'associations de symptômes peuvent être décrits : (i) les associations fréquentes reflètent souvent une lésion fonctionnelle commune (même déficit) ; (ii) les associations par cause anatomique (rapprochement anatomique des modules pouvant être lésés par la même lésion) sont assez fréquentes mais non systématiques ; (iii) les associations dues au hasard (par exemple par la survenue de deux lésions successives à des endroits différents) sont en principe rares.

Selon certains auteurs (voir Shallice, 1988), le problème d'une telle approche est que les faits certains, solides, à partir desquels une théorie peut être testée, n'existent pas. Une association est une indication clinique, mais n'est pas une base sûre de données, parce qu'elle peut correspondre à des déficits multiples non reliés entre eux, et que ces déficits restent potentiellement isolables. Il est alors difficile de certifier que les opérations mentales élémentaires qui sont déficitaires appartiennent à un même module de traitement.

Cependant, une association impliquant une correspondance forte entre les tâches, dans un ensemble de performances richement et spécifiquement articulé, permet de suspecter des mécanismes partagés de traitement. Ainsi, un trouble de répétition (production orale) et un trouble d'écriture (production écrite) pourraient traduire un déficit d'une seule composante élémentaire, si les deux troubles sont sensibles aux mêmes facteurs, comme la longueur, la lexicalité, ou la position des erreurs dans la séquence à répéter ou à écrire (Caramazza & McCloskey, 1988). Selon McCloskey (2001b), le poids des différentes catégories de démonstration en neuropsychologie cognitive ne peut pas être évalué indépendamment d'un contexte théorique. Un tel contexte défini, on ne peut pas circonscrire *a priori* la forme des données qui doit être considérée pour tester la théorie.

*Dissociations de symptômes.* La dissociation correspond au fait qu'un patient est mauvais à une tâche et bon à une autre. La méthode des dissociations permet de séparer deux types de processus mentaux sous-jacents aux tâches dissociées. Si un patient réussit la tâche 1 mais pas la tâche 2, c'est que les deux tâches ne mettent pas en jeu les mêmes mécanismes (Figure 1.7). En principe, ne devraient être retenues que les dissociations dans lesquelles la tâche réussie par le patient est effectivement réussie aussi bien que par un sujet normal (dissociation classique). En pratique, les dissociations ne répondent pas toujours à ce critère (voir les dissociations fortes), ce qui peut poser quelques problèmes à la méthode (voir Shallice, 1988).

Par ailleurs, deux tâches peuvent différer par leur difficulté. Un patient peut être moins bon à la tâche 2 qu'à la tâche 1 simplement parce que la tâche échouée requiert des ressources plus importantes sur la fonction ciblée que la tâche



D'après Shallice, 1988.

**FIG. 1.7. Illustration des doubles dissociations classiques et fortes**

Les traits unissant des cercles vides correspondent aux performances d'un patient A ; les traits unissant des cercles pleins correspondent aux performances d'un patient B. Les traits pointillés entre les flèches indiquent la dispersion des performances des sujets contrôles.

réussie. Pour cette raison, il est recommandé de rechercher des doubles dissociations, c'est-à-dire une dissociation chez un patient (mauvaises performances à la tâche 1 et bonnes performances à la tâche 2) et son inverse chez un autre patient (bonnes performances à la tâche 1 et mauvaises performances à la tâche 2).

Parfois une différence entre deux tâches chez un seul patient ne peut pas s'expliquer par une différence de ressources. Ainsi, la survenue d'erreurs sémantiques lors de dénomination orale sans déficit à la dénomination écrite peut difficilement s'expliquer par une plus grande demande de ressources pour la dénomination orale (Rapp *et al.*, 1997). Les représentations orthographiques sous-tendant la production de mots écrits seraient accessibles indépendamment des représentations phonologiques. Dans ce cas, une simple dissociation apporte des informations suffisantes pour les modèles et la double dissociation ne renforcerait pas l'argument.

*Analyse précise de la structure des performances.* En fait, bon nombre de résultats importants de la neuropsychologie ne rentrent pas dans les catégories des associations ou des dissociations. Parfois, l'analyse de l'ensemble des performances d'un patient permet de faire des inférences plus fines.

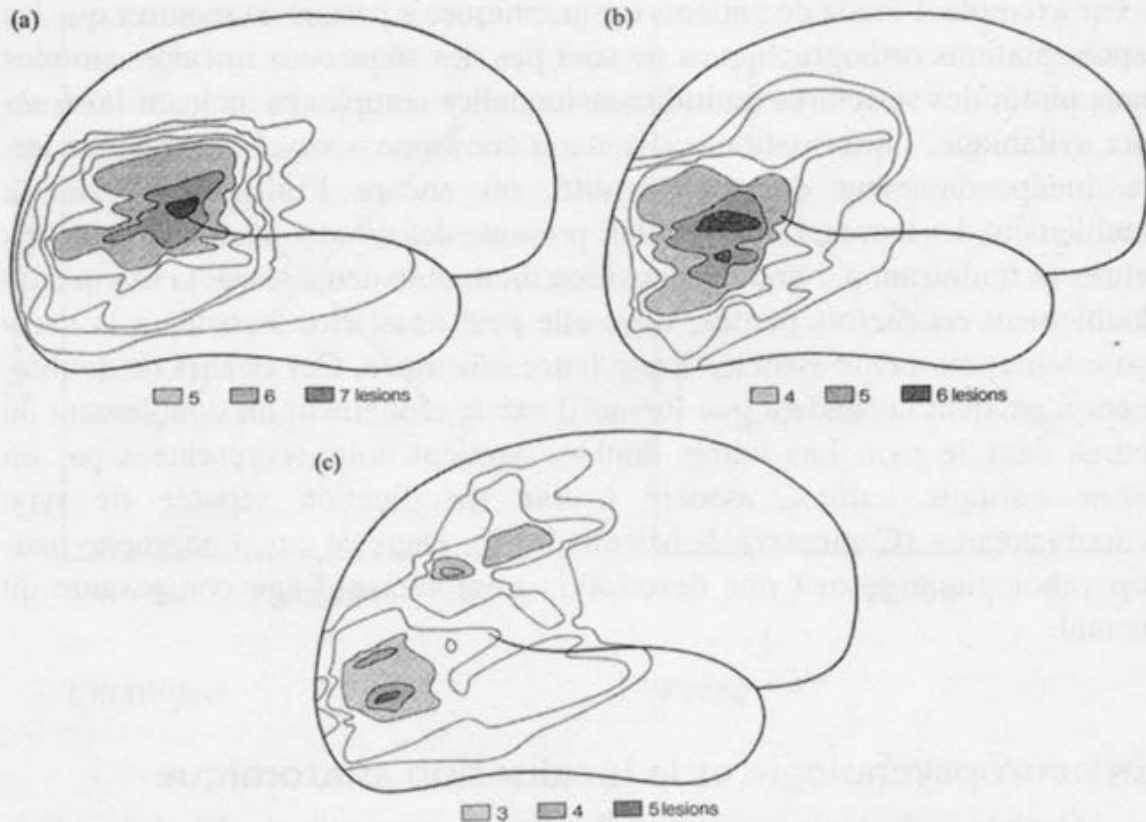


Par exemple, l'étude de patients dysgraphiques a permis de montrer que les représentations orthographiques ne sont pas des séquences linéaires simples mais plutôt des structures multidimensionnelles complexes incluant la structure syllabique, l'information sur le statut consonne – voyelle de chaque lettre indépendamment de son identité, ou encore l'information sur le doublement des lettres. Le patient HE présente des erreurs de doublement des lettres se traduisant par une transposition du doublement. Ainsi, la marque du doublement est parfois perdue, mais elle peut aussi être associée à la mauvaise lettre, ou même associée à une lettre substituée. Ces erreurs de doublement n'existent cependant que lorsqu'il existe réellement un doublement de lettres dans le mot. Les lettres doubles seraient donc représentées par un *token* « simple lettre », associé à une spécification séparée de type « doublement » (Caramazza & Miceli, 1990). Dans ce cas, l'approche neuropsychologique permet une description très précise d'une composante du mental.

## La neuropsychologie et la localisation anatomique

La méthode lésionnelle vise à établir une corrélation entre une région endommagée dans le cerveau et un déficit comportemental (Figure 1.8) : c'est l'approche anatomo-clinique. La région endommagée ferait partie d'un réseau cérébral produisant une certaine fonction. La méthode lésionnelle permet de tester des hypothèses spécifiques sur le rôle de cette région. La méthode exige que la lésion soit stable, bien délimitée et corresponde à une unité anatomique.

Historiquement, la méthode lésionnelle a inauguré les neurosciences et a eu une importance capitale tout au long du XIX<sup>e</sup> siècle, beaucoup de découvertes de cette époque étant encore acceptées de nos jours. Dans les années 1960, des auteurs comme Geschwind, Hécaen, Luria, Benton, Teuber ou Zangwill ont redonné une impulsion à cette approche en neuropsychologie (tombée en désuétude à cause des attaques anti-localisationnistes). La méthode reste valide, comme l'atteste l'assez bonne prédictibilité du lieu de la lésion à partir des caractéristiques du déficit fonctionnel, mais elle a évolué, les vérifications anatomiques (autopsies) laissant place aux nouvelles techniques d'imagerie (la tomographie computerisée, ou CT scan, puis l'imagerie par résonance magnétique, ou IRM). De nouvelles techniques pour reconstituer la localisation et l'étendue des lésions, même en trois dimensions, ont vu le jour (voir Damasio & Damasio, 2000). La méthode bénéficie enfin de l'apport des potentiels évoqués, des champs magnétiques évoqués (MEG), de l'étude des modifications comportementales induites par la stimulation électrique et des études impliquant l'imagerie cérébrale fonctionnelle (tomographie par émission de positons ou TEP, ou encore PET scan, l'IRM fonctionnelle, ou IRMf).



Source : Vallar G., Perani D. (1986), The anatomy of unilateral neglect after right hemisphere stroke lesions : A clinical CT/slice correlation study in man, *Neuropsychologia*, 24, 609-622..

### FIG. 1.8. Exemple de méthode lésionnelle

Superpositions des lésions postérieures de l'hémisphère donnant une héminégligence gauche sévère (a), donnant une héminégligence gauche minimale (b) ou ne donnant pas d'héminégligence (c) ; plus la zone est foncée, plus le nombre de lésions est élevé.

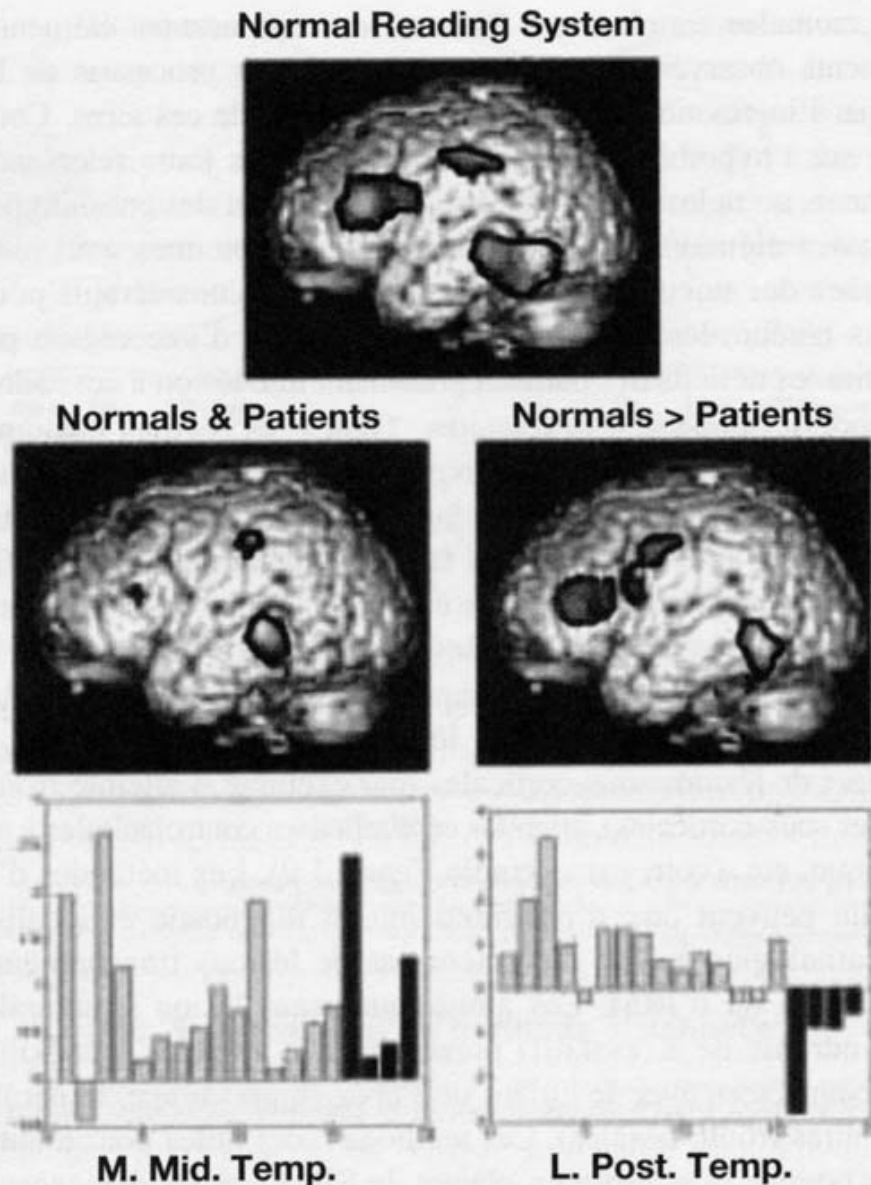
Les théories localisationnistes ont cependant évolué depuis le XIX<sup>e</sup> siècle : les notions de centres fonctionnels (centres d'images), de voies ayant un rôle unique, ou de voies unidirectionnelles ne sont plus réalistes. Ainsi sait-on aujourd'hui qu'un patient présentant une anomie (difficulté à trouver ses mots) n'a, le plus souvent, pas perdu son stock de mots, mais seulement la procédure d'accès dans certaines circonstances, notamment inhabituelles, non stéréotypées. Les performances résiduelles et les possibilités de récupération suggèrent que les connaissances soient assez largement distribuées. Les fonctions psychologiquement complexes émergent par la coopération de multiples composantes de réseaux intégrés.

Depuis une vingtaine d'années, le développement des techniques d'imagerie cérébrale fonctionnelle chez des sujets normaux a permis de préciser considérablement les modifications physiologiques cérébrales lors de diverses tâches cognitives. La position actuelle est que les aires cérébrales contribuent à des

opérations mentales simples, qui forment les composantes élémentaires des comportements observés. Ces comportements et les processus de la pensée émergent par l'interaction coordonnée de plusieurs de ces aires. Cette approche repose sur l'hypothèse largement admise de nos jours selon laquelle les comportements complexes peuvent être segmentés en des ensembles d'opérations mentales élémentaires. Les informations obtenues avec ces études conduites chez des sujets normaux sont d'un intérêt considérable pour l'étude des patients cérébro-lésés. Mieux connaître le rôle d'une région permet de mieux décrire les déficits des patients présentant une lésion à cet endroit.

La méthode lésionnelle a des limites. Toutes les régions anatomiques du système nerveux central ne sont pas exposées à des lésions naturelles circonscrites. Les lésions sont souvent trop larges. De plus, « localiser » un déficit n'est pas localiser une fonction : du fait de l'interconnexion de différentes aires du cerveau, une lésion d'une aire cérébrale affecte probablement le fonctionnement d'autres régions cérébrales. Les méthodes d'imagerie fonctionnelle ont confirmé l'atteinte métabolique de régions à distance de la lésion : atteintes ipsi- ou contro-lésionnelles lors de lésion hémisphérique, atteintes corticales lors de lésions sous-corticales (par exemple, l'atteinte frontale dans les démences sous-corticales), atteintes cérébelleuses controlatérales à une lésion hémisphérique, etc. (voir, par exemple Figure 1.9). Les méthodes d'imagerie fonctionnelle peuvent être d'un grand intérêt diagnostique et localisationniste dans des pathologies qui ne présentent pas de lésions franchement visibles lors de CT scan ou d'IRM. Les amnésiques sans lésion structurale visible (anoxie, syndrome de Korsakoff) présentent des atteintes métaboliques des structures connectées avec le circuit de Papez (hippocampe, thalamus, gyrus cingulaire, aires fronto-basales). Ces méthodes sont utiles pour d'autres types de troubles comme la sclérose en plaque, le SIDA, ou les démences. Dans la maladie d'Alzheimer, la localisation du trouble métabolique (notamment le côté préférentiel des atteintes temporo-pariétales) est corrélée avec le type de déficit neuropsychologique. Ces méthodes permettent même de prédire la récupération des patients ayant souffert d'un accident vasculaire cérébral. Ainsi, les patients aphasiques ont des activations de différentes régions ipsi- ou contro-lésionnelles lors de tâches langagières. Ceux qui n'ont une activation hémisphérique droite que dans la phase précoce d'évolution et qui présentent une activation prévalente dans les régions temporo-pariétales gauches ont en général une meilleure récupération. Enfin, le comportement observable chez un patient peut être considéré comme la perte d'une ou plusieurs opérations élémentaires, accompagnée de stratégies compensatoires en réaction à l'effet de la lésion. Dans l'avenir, les études d'imagerie cérébrales fonctionnelles effectuées chez des patients cérébro-lésés devraient permettre de mieux comprendre les stratégies compensatoires développées par certains patients.





Price C. J., Warburton E. A., Moore C. J., Frackowiak R. S. J., Friston K. J. (2001),  
 Dynamic diaschisis : Anatomically remote and context-sensitive human brain lesions,  
*Journal of Cognitive Neuroscience*, 13, 419-429.

### FIG. 1.9. Exemple de l'apport des techniques modernes d'imagerie à la neuropsychologie

Les cerveaux en haut de la figure indiquent les activations régionales lors de la présentation visuelle de mots (auxquelles ont été soustraites les activations lors de présentation de séquence de consonnes) pour une tâche de jugement visuel (présence de lettres avec hampe) : régions activées chez les sujets normaux (*normal reading system*), régions activées communes aux sujets normaux et à des patients présentant une aphasie de Broca (*normals & patients*), régions activées chez les sujets normaux, mais non chez les patients (*normals > patients*). On voit clairement sur cette dernière image que deux larges zones ne sont pas activées chez les patients lors de présentation de mots : le manque d'activation dans la région frontale est dû à la lésion elle-même ; en revanche, le manque d'activation dans la région temporale postérieure ne peut pas être dû directement à la lésion, mais indirectement, par effet de diaschisis dynamique (par ailleurs, lors d'une autre tâche, cette même région peut être activée normalement). Les graphiques indiquent les activations dans deux régions proches (temporal moyen et temporal postérieur) chez chacun des sujets normaux (gris clair) et chacun des quatre patients (noir) : les patients présentent une baisse de l'activité uniquement dans la région postérieure.