

R.A. McCarthy et E.K. Warrington

**NEUROPSYCHOLOGIE
COGNITIVE**

Une introduction
clinique

puf

Psychologie et sciences de la pensée

Introduction à la neuropsychologie cognitive

INTRODUCTION

Une lésion cérébrale a souvent des conséquences tragiques. Elle peut perturber les capacités fondamentales qui nous sont indispensables pour mener une vie quotidienne normale, et que nous considérons généralement comme acquises une fois pour toutes. Le terme composé de *neuropsychologie cognitive* recouvre l'analyse des troubles des fonctions cognitives humaines qui résultent d'une atteinte cérébrale. La neuropsychologie cognitive est une discipline pluridisciplinaire par nature. Pour étudier l'organisation cérébrale des fonctions cognitives, elle emprunte à la fois à la neurologie et à la psychologie cognitive. Par fonction cognitive, on entend la faculté d'utiliser et de coordonner des capacités telles que la perception, le langage, la motricité, la mémoire et la pensée. La neuropsychologie cognitive clinique s'intéresse essentiellement aux différents types de déficits hautement sélectifs des fonctions cognitives que peut entraîner une lésion cérébrale. L'analyse fonctionnelle de patients atteints de déficits sélectifs éclaire avec une grande netteté l'organisation et les procédures du fonctionnement cognitif normal. Sans ce niveau d'analyse, il serait inimaginable d'espérer répondre un jour à la question « Comment fonctionne le cerveau ? ».

L'étude des déficits cognitifs des patients cérébro-lésés est issue d'une longue tradition de médecine clinique. Néanmoins, en tant que domaine particulier de recherche, son histoire est relativement brève. La description de déficits cognitifs imputables à des lésions cérébrales remonte aux tout premiers écrits. Le papyrus Edwin Smith (3500 av. J.-C.) mentionne une atteinte spécifique du langage, et les médecins romains ont décrit des déficits isolés de reconnaissance des visages ou des lettres. Les quelque deux mille ans qui ont suivi n'ont guère apporté de progrès. Tandis que l'on découvrait la trajectoire des planètes, la circulation du sang et les lois de la mécanique, le « siège de l'âme » se déplaçait seulement du foie vers la glande pinéale.

Avant le XIX^e siècle, un certain nombre de déficits avaient été décrits, et leur lien avec une maladie cérébrale avait été établi. Le début du XIX^e siècle a vu des avancées considérables en médecine, en

Karl Wernicke (1874) décrit des patients qui présentaient un déficit linguistique inverse de ceux de Broca : ils pouvaient parler couramment, mais ne comprenaient pas ce qu'on leur disait. Leur langage spontané, quoique produit avec facilité, était pratiquement inintelligible. Les patients n'utilisaient pas les mots à bon escient et faisaient des erreurs de prononciation dues à une mauvaise sélection des phonèmes. Ces erreurs formaient souvent des mots absents du langage, que l'on appelle des *néologismes* (littéralement « nouveaux mots »). Un des patients mourut et, à l'autopsie, on découvrit une lésion dans le lobe temporal gauche. Celle-ci, quoique proche du cortex auditif primaire, se situait légèrement plus en arrière, depuis la première circonvolution temporale jusqu'au lobe pariétal (fig. 1.1).

Broca aussi avait remarqué que les lésions de l'hémisphère gauche semblaient déterminantes dans les troubles du langage. Ses observations furent confirmées par d'autres chercheurs et s'avèrent valides même pour des déficits linguistiques différents de celui de ses premiers patients. L'idée que l'hémisphère gauche joue un rôle particulier dans les fonctions linguistiques se répandit rapidement, et résista à l'épreuve du temps. Les autopsies des cerveaux de patients qui, au cours de leur vie, avaient présenté des troubles du langage, indiquaient pour la plupart qu'une lésion de l'hémisphère gauche était déterminante. Ainsi se mit en place la notion que l'hémisphère gauche était la moitié « dominante » ou prépondérante du cerveau chez la plupart des gens. L'idée d'une asymétrie dans l'organisation fonctionnelle du cerveau humain est à présent universellement acceptée. Chez la majorité des gens, une lésion de l'hémisphère gauche, au contraire d'une lésion du côté droit, risque fort d'affecter les capacités linguistiques.

Beaucoup d'études de cas neurologiques et neuropsychologiques ont mis l'accent sur la latéralisation du langage bien plus que sur l'organisation des autres facultés cognitives. Il est facile de comprendre pourquoi. Les troubles du langage sont manifestes et inquiètent considérablement les patients. Il est donc assez aisé de les détecter et de les étudier. Néanmoins il ne faudrait pas oublier pour autant que les lésions de l'hémisphère droit peuvent avoir un effet considérable sur d'autres types de fonctions cognitives. Le premier à avoir reconnu à l'hémisphère droit des fonctions spécialisées fut le neurologue anglais Hughlings Jackson (1876). En se fondant sur ses observations cliniques d'un seul patient, il affirma que, si l'hémisphère gauche était important pour le langage, l'hémisphère droit jouait un rôle prépondérant dans les capacités « visuo-perceptives ». Néanmoins à cette

époque l'idée que l'hémisphère droit puisse être « dominant » pour certaines aptitudes ne fut guère acceptée. Préalablement à la thèse d'une relation de « dominance » entre les hémisphères cérébraux, l'hémisphère gauche assurait systématiquement le « commandement » chez la plupart des gens. C'est seulement depuis 1940 que des études systématiques des facultés perceptives et spatiales ont été menées chez des patients atteints de lésions unilatérales. Les résultats de ces études ont corroboré les observations initiales de Jackson. On reconnaît à présent aux deux hémisphères cérébraux des spécialisations très différentes et complémentaires. Le terme de « dominance cérébrale » continue à être utilisé aujourd'hui, mais uniquement dans un sens restreint, celui de la « dominance pour le langage ».

Différences individuelles ?

La thèse de Broca selon laquelle l'hémisphère gauche était nécessairement dominant pour le langage chez tous les individus était contestée par d'autres neurologues. Ceux-ci proposaient que l'organisation cérébrale de la parole était directement reliée à la préférence manuelle (voir par exemple Wernicke, 1874). L'écriture, dans cette hypothèse, était étroitement liée au langage parlé, et pouvait même en être considérée comme un système parasite qui faisait appel aux mêmes régions du cerveau. Il semblait donc extrêmement vraisemblable que le langage et l'écriture occupent des régions cérébrales très proches. Puisque le contrôle des fonctions motrices est essentiellement organisé de façon controlatérale (c'est-à-dire que l'hémisphère gauche contrôle le mouvement de la main droite, et l'hémisphère droit la main gauche), la main dominante devait être controlatérale à l'hémisphère dominant pour le langage. Dans cette hypothèse, les personnes qui écrivent avec la main droite présenteraient une dominance de l'hémisphère gauche pour le langage, tandis que les gauchers présenteraient, à l'inverse, une dominance de l'hémisphère droit.

L'idée que la latéralisation du langage et la préférence manuelle sont invariablement liées se répandit rapidement et subsista pendant des décennies. Pour la grande majorité des droitiers, cette « règle » est effectivement correcte. Toutefois, puisque l'humanité comprend une majorité de droitiers, cela pourrait ne refléter qu'un biais général pour la « dominance à gauche », plutôt qu'une corrélation entre la latéralisation du langage et la dominance manuelle (Annett, 1985). Seul le cas des gauchers permet donc réellement de mettre cette hypo-

thèse à l'épreuve. Des cas de troubles du langage après lésion de l'hémisphère gauche chez des patients gauchers furent occasionnellement publiés avant les années cinquante sous le terme de « dominance croisée ». Cependant la doctrine standard ne fut sérieusement remise en question qu'après l'examen systématique des déficits linguistiques chez les gauchers atteints d'une lésion unilatérale (Zangwill, 1960). La « dominance croisée » n'était en aucun cas aussi rare qu'on le pensait (tableau 1.1).

Tableau 1.1. — Latéralité de la lésion chez des gauchers atteints de troubles du langage

| Publication | Localisation de la lésion | |
|-------------------------------|---------------------------|------------|
| | Droite (N) | Gauche (N) |
| Conrad (1949) | 7 | 10 |
| Goodglass et Quadfasel (1954) | 5 | 5 |
| Hécaen et Ajuriaguerra (1963) | 7 | 13 |

Il y a deux manières d'interpréter ce résultat. Selon l'une, la plus fréquemment évoquée dans la littérature, les gauchers auraient une représentation bilatérale du langage. Cela pourrait rendre compte des proportions similaires de patients gauchers qui souffrent de troubles du langage consécutifs à des lésions gauches ou droites. L'inférence d'une organisation bilatérale du langage chez les gauchers repose sur l'hypothèse que tous les individus formant le groupe clinique des gauchers ont fondamentalement la même organisation fonctionnelle. Cette hypothèse est clairement énoncée par Hécaen et Sauget (1971) : « Si la bilatéralité de la dominance cérébrale est la norme chez les gauchers... la fréquence des difficultés linguistiques devrait être approximativement la même dans les deux groupes de lésions hémisphériques. » Bien entendu, il y a une seconde manière d'interpréter ces données. On s'attendrait au même résultat si certains des patients avaient une dominance cérébrale droite pour le langage, et les autres une dominance cérébrale gauche.

L'estimation du *risque* de déficits linguistiques chez les gauchers après une lésion de l'hémisphère droit ou de l'hémisphère gauche plaide également en faveur d'une organisation bilatérale du langage chez ces sujets. Si leur langage est organisé de façon bilatérale, alors on devrait observer soit une plus grande, soit une plus faible inci-

dence de troubles du langage, quel que soit le côté de la lésion. Il se pourrait que l'organisation bilatérale entraîne un accroissement du risque de déficit après une lésion de l'un ou de l'autre des hémisphères. Au contraire, il se pourrait qu'elle limite les effets d'une lésion unilatérale dans la mesure où les fonctions sont dupliquées dans chaque hémisphère. Il semble donc qu'une organisation bilatérale du langage devrait entraîner une distribution très différente des déficits par rapport à une organisation unilatérale. A première vue, les données du tableau 1.2 semblent corroborer cette hypothèse. Elles démontrent une incidence supérieure d'atteintes du langage chez les gauchers après une lésion unilatérale.

Tableau 1.2. — Incidence de l'aphasie chez les gauchers et les droitiers (*)

| Site de la lésion | Gauchers | | Droitiers | |
|--------------------|----------|--------|-----------|--------|
| | Gauche | Droite | Gauche | Droite |
| Aphasiques (N) | 56 | 26 | 625 | 16 |
| Non aphasiques (N) | 46 | 63 | 422 | 879 |
| % d'aphasiques | | 43 | | 33 |

(*) Données compilées à travers cinq études, adapté de Zangwill (1967).

Dans l'ensemble, la plus grande incidence de troubles du langage suggère un risque accru pour les gauchers. Cependant, ce risque n'est pas identique quel que soit l'hémisphère atteint, comme le prédirait l'hypothèse d'une organisation bilatérale. L'augmentation du risque chez les gauchers est entièrement due à la fréquence importante des troubles du langage consécutifs à des lésions de l'hémisphère droit. Ce résultat pourrait lui aussi s'expliquer par l'existence d'une hétérogénéité dans la latéralisation du langage chez les gauchers. Certains auraient une dominance droite, d'autres une dominance gauche, et il pourrait également y avoir un petit groupe pour lequel le langage serait bilatéral.

Les études de patients atteints de lésions unilatérales ne permettent guère d'analyser l'éventuelle organisation bilatérale du langage. Une fois que la lésion s'est produite, il est impossible de savoir si les facultés résiduelles doivent être attribuées à certaines fonctions résiduelles de l'hémisphère lésé, ou bien à l'hémisphère intact, ou encore à la collaboration des deux hémisphères. Il faudrait une technique de « blocage » temporaire du fonctionnement d'un hémisphère cérébral

qui puisse ultérieurement être appliquée à l'autre côté du cerveau. Cela permettrait de comparer directement les capacités linguistiques des deux hémisphères en isolation.

Deux procédures de ce type ont été utilisées. Milner et ses collègues (Milner, Branch et Rasmussen, 1964 ; Milner, 1975) ont employé le test de Wada à l'amygdal sodique (Wada et Rasmussen, 1960), tandis que Warrington et Pratt (1973) ont utilisé l'électrochoc unilatéral. Dans les études à l'amygdal sodique, des patients épileptiques étaient testés juste avant leur opération chirurgicale. On leur injectait dans le cerveau de l'amygdal sodique (un barbiturique) par l'artère carotide interne gauche ou droite, au cours d'un examen radiologique standard précédant une opération chirurgicale, l'angiographie. Un des hémisphères était donc temporairement anesthésié, ce qui permettait de tester l'autre de façon relativement isolée. Dans l'étude de Warrington et Pratt, des patients déprimés, en cours de thérapie par électrochoc, recevaient des électrochocs unilatéraux alternativement d'un côté et de l'autre de la tête sur deux jours différents. L'électrochoc interrompait momentanément l'activité normale du cerveau. Lorsque l'on applique un choc unilatéral (les électrodes n'étant placées que sur un côté de la tête), l'interruption n'affecte pratiquement qu'un seul hémisphère.

Ces deux techniques ont donné des résultats tout à fait concordants (tableau 1.3), ce qui est d'autant plus frappant que les populations testées étaient assez différentes et relativement peu nombreuses. Les données corroborent l'hypothèse d'hétérogénéité, c'est-à-dire que les gauchers ont une latéralisation variable pour le langage. La majorité des gauchers ont une représentation unilatérale du langage, tandis qu'une petite proportion a une représentation bilatérale. Si

l'on considère le rapport du nombre de patients qui possèdent une dominance gauche au nombre de patients qui possèdent une dominance droite ou une organisation bilatérale, ces deux études concordent également bien avec les études décrites plus haut de patients atteints de lésions unilatérales. On peut raisonnablement en conclure que chez la grande majorité de l'humanité l'hémisphère gauche est spécialisé dans le traitement du langage. Chez les gauchers, la fréquence de l'organisation à droite ou bilatérale s'accroît.

Ces considérations ne relèvent pas seulement de la « science pure ». Quand on envisage d'opérer un côté du cerveau, il faut soigneusement examiner si cette opération risque d'altérer les fonctions linguistiques. L'incapacité de parler ou de comprendre le langage est un drame pour le patient et son entourage. Les données sur l'incidence relative de la dominance droite ou gauche chez les droitiers et les gauchers peuvent aider à décider si d'autres examens, tels que l'amygdal sodique ou l'électrochoc, sont nécessaires chez un patient donné.

Plasticité de l'organisation cérébrale ?

Dans quelle mesure la latéralisation peut-elle se modifier après une atteinte cérébrale ? Si l'organisation des fonctions était relativement flexible, cela offrirait un espoir de récupération fonctionnelle aux patients. Malheureusement, de nombreuses données suggèrent que, lorsque la lésion survient après la petite enfance, une telle « rélatéralisation » fonctionnelle n'est guère possible. Deux sources de données cliniques sont pertinentes pour cette question : les études à l'amygdal sodique et les examens de patients dont on a enlevé un hémisphère (hémisphérectomie).

Les études à l'amygdal sodique. — Dans la section précédente, nous avons décrit la sédation temporaire d'un hémisphère à l'aide d'un barbiturique, l'amygdal sodique. Cette technique permet de tester la latéralisation des fonctions linguistiques ainsi que d'estimer la fréquence des représentations bilatérales du langage. Milner et ses collègues ont été les premiers à l'employer comme test préliminaire chez des patients qui allaient subir une opération chirurgicale dans le but de retirer une région du cerveau censée être à l'origine de leurs crises d'épilepsie. Au cours de ces recherches, Milner (1975) a testé plusieurs patients qui avaient souffert d'une lésion cérébrale précoce. Leur organisation corticale du langage s'est avérée très différente de celle de patients qui avaient subi une lésion pendant ou après l'adolescence. Le tableau 1.4 donne les résultats du test à l'amygdal sodique

Tableau 1.3. — Latéralisation du langage (*)

| | Préférence manuelle | N | Bilatérale (%) | |
|-------------|---------------------|-----|----------------|------------|
| | | | Gauche (%) | Droite (%) |
| Amygdal | Droite | 140 | 96 | 0 |
| | Gauche | 122 | 70 | 15 |
| Electrochoc | Droite | 53 | 98 | 0 |
| | Gauche | 30 | 70 | 6 |
| | | | | Droite (%) |
| | | | | 4 |
| | | | | 15 |
| | | | | 2 |
| | | | | 23 |

(*) Etablie à l'aide de méthodes réversibles chez des patients sans antécédents de lésions cérébrales précoces.

chez les patients atteints d'une lésion précoce de l'hémisphère gauche. Si l'on compare ces chiffres à ceux du tableau 1.3, il est clair que chez ces patients, qu'ils soient gauchers ou droitiers, l'organisation du langage à droite ou bilatérale semble plus fréquente. La proportion de gens appelés « gauchers » s'accroît également nettement. Peut-être cette dernière observation est-elle imputable à un changement de préférence manuelle consécutif à un déficit moteur de la main droite, en rapport avec le côté gauche de la lésion. En tout cas, ces données indiquent l'existence d'un important potentiel de réorganisation fonctionnelle après une lésion cérébrale précoce. La latéralisation des fonctions est visiblement très différente chez les patients qui ont souffert d'une lésion précoce et chez ceux dont la lésion s'est produite plus tardivement.

Tableau 1.4. — Lésions cérébrales précoces de l'hémisphère gauche et latéralisation du langage ^(*)

| Préférence manuelle | N | Latéralisation du langage | | |
|---------------------|----|---------------------------|----------------|------------|
| | | Gauche (%) | Bilatérale (%) | Droite (%) |
| Droite | 31 | 81 | 6 | 13 |
| Gauche (ou mixte) | 78 | 30 | 19 | 51 |

(*) Adapté de Milner (1975).

L'hémisphérectomie. — Il s'agit d'une opération radicale au cours de laquelle on retire les structures corticales d'un des hémisphères (les structures sous-corticales sont en général épargnées). Cette opération est parfois effectuée chez l'adulte, afin de limiter l'extension d'une tumeur ou de traiter une épilepsie rebelle due à la désorganisation totale d'un côté du cerveau. Elle s'emploie également chez l'enfant, lorsqu'une lésion unilatérale importante entraîne une épilepsie et une hémiplegie sévères. Le résultat de l'opération varie selon le côté opéré et l'âge des patients à l'époque de la lésion. Chez les adultes, les capacités linguistiques ne sont généralement pas affectées par une hémisphérectomie droite, mais une hémisphérectomie gauche entraîne une perte globale et profonde des facultés linguistiques, dont la récupération est très limitée (Smith, 1966). Par contre, chez les jeunes enfants, une hémisphérectomie gauche a bien moins de conséquences. En fait, certains au moins des patients montrent un développement normal

du langage. Il existe plus d'un patient qui, malgré une hémisphérectomie gauche au cours de la petite enfance, possède des capacités intellectuelles et linguistiques normales (McFie, 1961 ; Smith et Sugar, 1975).

Bien que certains patients à qui l'on a enlevé l'hémisphère gauche durant l'enfance puissent montrer un développement linguistique normal, il se pourrait que cela soit au détriment des fonctions perceptives et spatiales qui sont normalement prises en charge par l'hémisphère droit (Dennis et Whitaker, 1977 ; Woods, 1980). Ainsi, bien que certaines données soient compatibles avec l'existence d'une plasticité de la latéralisation cérébrale du cerveau immature, il existe des limites aux réorganisations possibles (McFie, 1961). Les cas d'hémisphérectomie sans conséquences fonctionnelles notables sont probablement exceptionnels. Dans la série de 28 cas d'hémisphérectomie étudiée par McFie, le QI moyen des patients était inférieur à la normale. Pour la plupart des gens — pour ne pas dire tout le monde ! — deux hémisphères valent mieux qu'un.

L'asymétrie fonctionnelle est-elle relative ou absolue ?

Les données que nous avons rapportées jusqu'à présent indiquent que les fonctions linguistiques sont représentées de façon unilatérale dans le cerveau adulte. Cependant, cette conclusion a été remise en question par l'étude de certains patients, les *split-brain*, dont les deux hémisphères ont été disconnectés au cours d'une intervention chirurgicale appelée commissurotomie.

La commissurotomie. — Dans les années quarante, Akelaitis a publié une série de patients dont l'épilepsie chronique et généralisée avait pu être traitée en sectionnant les vastes faisceaux de fibres qui relient normalement les deux hémisphères (voir par exemple Akelaitis, 1944). Au travers d'un certain nombre de tests relativement peu sophistiqués, il n'avait remarqué aucune conséquence fâcheuse durable à cette opération. Par la suite, Sperry, Bogen et leurs collègues étudièrent une nouvelle série de patients qui avaient subi une opération similaire. Le corps calleux et les commissures antérieure et hippocampique avaient été sectionnés, ce qui donnait un « cerveau fendu » ou *split-brain* (Bogen et Vogel, 1962). Dans la plupart des situations, ces patients semblaient se comporter, après une phase de récupération initiale, presque aussi bien qu'avant l'opération. Cependant, des études systématiques révélèrent certains déficits (voir par exemple Sperry, Gazzaniga et Bogen, 1969 ; Bogen, 1985).

Les tâches qui ont été employées chez ces patients visaient à envoyer les informations sensorielles vers un seul côté du cerveau. Pour les entrées somato-sensorielles, la chose est assez simple : les sensations qui proviennent d'une moitié du corps sont initialement traitées par l'hémisphère controlatéral. Par conséquent, demander à un patient commissurotomisé d'identifier des objets par le toucher peut fournir de précieux renseignements sur l'aptitude d'un hémisphère à reconnaître et à nommer les objets. En ce qui concerne la vision, chaque hémisphère reçoit des projections de la moitié controlatérale de l'espace. Il faut donc présenter les stimuli dans l'hémichamp visuel droit ou gauche, pendant un temps suffisamment court (environ 100 ms) pour prévenir tout mouvement réflexe du regard (saccade). Dans d'autres études, les informations visuelles ont été conscrées à un hémichamp à l'aide de lentilles de contact spéciales. On présume que, si les entrées sensorielles sont réduites à une moitié de l'espace, alors elles seront traitées par l'hémisphère controlatéral chez les patients commissurotomisés (Gazzaniga, 1970; Zaidel, 1976).

Les études de patients commissurotomisés ont donné des résultats complexes (voir par exemple Gazzaniga, 1983; Zaidel, 1983a; Bogen, 1985). En général, elles ont révélé une importante division des fonctions entre les deux hémisphères, en accord avec les études de patients atteints de lésions unilatérales. Néanmoins, certaines différences notables ont été observées : l'hémisphère droit des *split-brain* semble avoir des capacités linguistiques considérables, alors que les patients dont seul l'hémisphère gauche est lésé peuvent perdre le langage globalement et définitivement, bien qu'ils possèdent encore un hémisphère droit intact. Un tel déficit semblerait surprenant si l'hémisphère droit possédait des capacités linguistiques même rudimentaires. On a montré, de même, que les patients commissurotomisés pouvaient comprendre avec leur hémisphère droit certains mots écrits (sans toutefois parvenir à les lire à haute voix). Pourtant il arrive que certains patients qui ont subi une lésion unilatérale de l'hémisphère gauche perdent toute compréhension des mots écrits (voir par exemple Goodglass et Kaplan, 1972).

Ces contradictions sont peut-être dues à des différences entre les populations étudiées. Beaucoup de patients qui semblent pouvoir traiter le langage dans l'hémisphère droit ont souffert d'atteintes cérébrales au cours de leur petite enfance. Dans leur compte rendu des 10 cas de *split-brain* les mieux étudiés, Whitaker et Ojemann (1977) rapportent que 7 d'entre eux (dont 2 cas de langage dans l'hémi-

sphère droit) avaient souffert de lésions précoces. Un des patients restants, demeuré aphasique, avait subi une lésion à l'âge de quinze ans et un autre à trente ans. Tous les patients avaient souffert d'atteintes cérébrales avant l'opération, et 8 ont eu des complications neurologiques après l'opération. Par conséquent, les conclusions générales sur l'organisation bilatérale des fonctions linguistiques et la « compétence » de l'hémisphère droit pour le langage se fondent sur un groupe de patients qui, pour la plupart, ont subi des lésions cérébrales précoces — et dont l'incidence d'organisation bilatérale du langage s'avère en fait comparable à celle observée avec l'amygdalodique chez des patients ayant souffert de lésions précoces (tableau 1.4). Etant donné la plasticité du système nerveux en développement, la latéralisation cérébrale des patients commissurotomisés ne peut guère être généralisée aux adultes qui ont connu un développement cérébral harmonieux. Cependant, ces données sont riches d'enseignements sur les possibilités et les limitations de l'hémisphère droit dans le domaine du langage.

LA SPÉCIALISATION FONCTIONNELLE

Dans ses premières observations, Broca soulignait que ses patients avaient perdu le « langage articulé », c'est-à-dire la production de la parole. Il soutenait que leur compréhension du langage était intacte. Lorsque Wernicke décrivit ultérieurement le déficit complémentaire, une perte de la compréhension avec préservation de la production du langage, il en déduisit l'existence d'au moins deux composantes à l'intérieur du système de traitement du langage : l'une dédiée à la production et l'autre à la compréhension. La contribution de Wernicke allait bien au-delà de la simple description d'une nouvelle sorte de déficit linguistique, dû à la lésion d'une région différente du cerveau. Il construisit un cadre théorique qui est resté influent jusqu'à nos jours, et sur lequel de nombreux travaux ultérieurs se sont appuyés. Sa théorie s'appuyait sur deux notions antérieures : tout

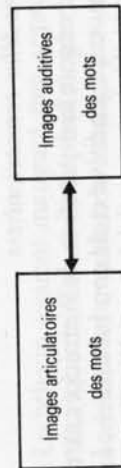


Fig. 1.2. — Représentation schématique du modèle de Wernicke

d'abord, la puissante doctrine psychologique de l'associationnisme, selon laquelle l'apprentissage consistait à établir des liens ou des associations entre différents ensembles d'« images » ; ensuite, les données anatomiques et physiologiques qui indiquaient l'existence de faisceaux de fibres nerveuses entre les différentes régions du système nerveux impliquées dans les réflexes. Wernicke proposa que le langage pouvait être considéré comme une forme complexe de réflexe dans lequel les « images auditives » des mots et leurs « images motrices » étaient associées par des faisceaux de fibres. L'acquisition du langage dépendait de la mise en place de ce lien. Selon Wernicke, pour apprendre à parler, l'enfant doit connecter les sonorités des mots avec leurs images articulatoires. Ainsi s'établit une « association réflexe » entre deux centres corticaux, par l'intermédiaire d'une voie neuronale spécifique.

Selon ce modèle, les atteintes des centres auditif et articulatoire devraient entraîner des déficits linguistiques bien distincts. Une perte des images articulatoires engendrerait une perturbation du langage spontané, mais la compréhension resterait intacte. Une lésion des centres auditifs, au contraire, entraînerait un déficit de compréhension. En outre, comme la parole et l'audition sont étroitement liées, elle affecterait également la capacité de prononcer spontanément les mots. Un tel profil de troubles linguistiques — avec quelques raffinements supplémentaires décrits plus loin — s'appelle aujourd'hui encore une « aphasie de Wernicke » ou « aphasie sensorielle ».

Le modèle de Wernicke prédisait qu'un troisième type d'aphasie serait observé en cas de lésion des faisceaux qui relient les « centres » auditifs et moteurs de traitement des mots. Une telle lésion entraînerait un déficit spécifique de répétition des mots, ainsi que des erreurs de prononciation en langage spontané. Ces troubles s'expliqueraient par l'incapacité qu'auraient les centres auditifs et moteurs de communiquer entre eux (la transmission mutuelle d'informations serait perturbée). La disconnexion de deux centres s'avérerait donc qualitativement différente d'une lésion des centres eux-mêmes. L'existence de ce syndrome de disconnexion, aussi nommé « aphasie de conduction », fut confirmée quelques années plus tard (Lichtheim, 1885).

Les premiers modèles connexionnistes

Pour affiner encore la distinction de Wernicke entre trois catégories d'aphasies — motrice, auditive et de conduction —, Lichtheim (1885) rajouta un nouvel élément essentiel à ce modèle. Il postula qu'outre les « images auditives des mots » et les « images articulatoires » existaient

également des « centres des concepts » qui permettraient de comprendre le sens des mots (fig. 1.3). Son argumentation reposait sur la description de patients chez qui la répétition était relativement bien préservée. Pour que la répétition soit possible, il fallait que les images auditives et articulatoires soient intactes, ainsi que les faisceaux qui les relient. Lichtheim décrit deux « aphasies transcorticales », ainsi nommées parce qu'elles étaient censées refléter une disconnexion de faisceaux neuronaux transcorticaux. L'aphasie transcorticale motrice avait tout d'une aphasie dite motrice ou de Broca, sauf que la répétition était intacte. De même l'aphasie transcorticale sensorielle avait tout d'une aphasie dite sensorielle ou de Wernicke, sauf que la répétition était intacte. Les aphasies transcorticales étaient interprétées comme des troubles de la communication entre les centres des concepts et le centre des images auditives des mots (aphasie transcorticale sensorielle), ou entre le traitement conceptuel et le centre des images motrices des mots (fig. 1.3).

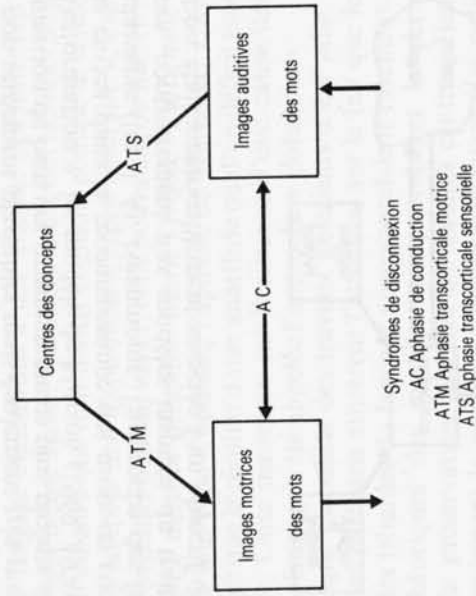


Fig. 1.3. — Représentation schématique du modèle de Lichtheim et des syndromes de disconnexion qu'il postule

Wernicke et Lichtheim avaient inauguré une approche qui allait devenir le cadre théorique dominant de l'aphasiologie du XIX^e siècle, et qui consistait à modéliser les troubles du langage par une atteinte soit de certains centres spécifiques où des images étaient mises en mémoire, soit des voies qui connectaient différentes sortes d'images. Les déficits

des patients étaient étudiés en détail et individuellement. Par la suite, une autopsie permettait de déterminer le site de la lésion responsable du déficit. On construisait des diagrammes compliqués qui introduisaient un grand nombre de centres censés être localisés dans des régions précises du cerveau. Ces centres communiquaient, supposait-on, par des faisceaux de fibres nerveuses. De cette approche dérivèrent plusieurs modèles détaillés de l'organisation du système linguistique et de ses liens avec d'autres domaines du traitement de l'information tels que la lecture, l'écriture ou la reconnaissance des objets. L'accent mis par ces chercheurs sur la conception de modèles graphiques conduisit ceux qui doutaient de l'utilité de cette approche analytique des troubles du langage à leur appliquer l'étiquette de « faiseurs de diagrammes » (*diagram makers*). Leurs modèles se fondaient presque totalement sur des impressions cliniques subjectives plutôt que sur des observations objectives et une quantification des phénomènes.

Rétrospectivement, néanmoins, beaucoup de ces diagrammes semblent non seulement plausibles mais également très proches dans leur organisation de bien des organigrammes plus récents de « traitement de l'information ». Le modèle de Morton (1969, 1970) des processus mis en jeu dans la reconnaissance des mots en constitue un exemple classique (fig. 1.4). Néanmoins, l'approche des faiseurs de diagrammes, contrairement aux modèles inspirés du traitement de l'information, était inextricablement associée à un objectif de localisa-

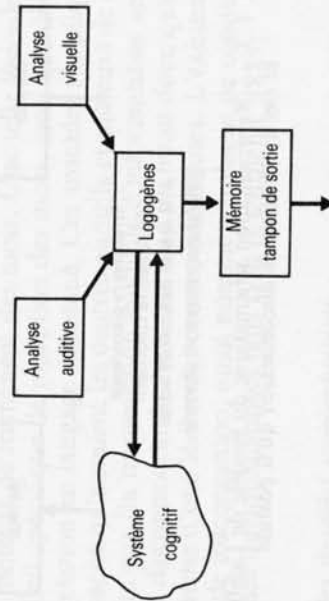


Fig. 1.4. — Modèle du logogène de Morton (1969) et des différentes étapes de traitement des informations verbales (Morton, 1980).
Les logogènes correspondent approximativement aux « images des mots » et le système cognitif aux « centres des concepts »

tion des fonctions cérébrales. Lorsque la notion de localisation fut remise en question au début du XX^e siècle, les données cliniques en faveur d'une distinction de principe entre les diverses composantes de capacités complexes furent rejetées en même temps.

Les modèles globalistes

Un certain nombre de critiques furent avancées à l'encontre de la dissociation des troubles du langage en composantes multiples, telle que le proposaient les « faiseurs de diagrammes ». Ces critiques, incarnées peut-être par les travaux de Marie (1906a, b), Head (1926) ou Goldstein (1948), soulignaient les similitudes plutôt que les différences entre les diverses sortes de troubles du langage. Ces auteurs contestaient également l'idée que l'on pouvait attribuer des déficits particuliers à la perte de centres corticaux spécifiques. Selon Marie et Head, les troubles du langage étaient dus à une atteinte des fonctions intellectuelles. Dans la même lignée, Goldstein concevait la majorité des aphasies (ainsi d'ailleurs que tout déficit cognitif) comme le résultat d'une incapacité d'adopter une disposition d'esprit abstraite. La sévérité de ces déficits cognitifs pouvait varier, et ils pouvaient ou non être associés à une atteinte motrice primaire. Marie (1906a, b) affirmait qu'il n'y avait qu'un seul type d'aphasie, l'aphasie de Wernicke. L'aphasie de Broca n'était que le résultat d'une anarthrie ou d'un déficit moteur supplémentaire. Cette insistance sur l'existence d'une cause unique aux troubles du langage a été appelée l'approche « globaliste ».

La critique globaliste des travaux antérieurs a été utile, quoique exagérée. Ses partisans attirèrent l'attention sur le fait que les formes cliniques des troubles du langage correspondaient rarement aux prédictions théoriques des modèles qui postulaient la perte ou au contraire la préservation sélective de certains centres. Head (1926) souligna également la variabilité des performances des patients, qui pouvaient être incapables d'effectuer une tâche en une occasion et la réussir normalement lorsque les conditions se modifiaient légèrement. Au minimum, ces observations indiquaient que le traitement du langage était une activité plus complexe que ne l'envisageaient les modèles simples des « faiseurs de diagrammes » du XIX^e siècle. Néanmoins, plutôt que d'essayer d'étendre ces modèles, les globalistes insistaient sur une réduction des troubles du langage à un facteur causal commun, unique et mal défini. Ils appliquaient indifféremment des termes tels que « intellect » et « disposition à l'abstraction » aux

capacités de raisonnement comme aux déficits linguistiques très spécifiques tels que les erreurs d'emploi des phonèmes.

En parallèle aux critiques globalistes des théories localisationnistes du langage se développaient les théories de l'« action de masse ». Elles stipulaient que le cortex n'était pas différencié pour des fonctions cognitives spécifiques. Plus précisément, le cortex était équivalentiel et pouvait servir indifféremment toutes les capacités cognitives. Au lieu d'examiner la nature des atteintes sélectives de certaines composantes de capacités complexes telles que la parole, l'écriture, la mémoire ou le suivi d'un itinéraire, les théoriciens observaient simplement que ces capacités pouvaient être affectées par diverses lésions cérébrales et qu'elles étaient plus touchées lorsque les lésions étaient plus étendues (Lashley, 1929). Le rejet des conceptions du XIX^e siècle était dû partiellement au manque de correspondance parfaite entre les déficits cognitifs et les lésions anatomiques constatées à l'autopsie. Il s'expliquait également par un revirement dans la nature des tâches comportementales considérées comme appropriées pour évaluer la spécialisation fonctionnelle. Tandis qu'au XIX^e siècle les pionniers de la neuropsychologie s'attachaient à décomposer les facultés complexes, les globalistes soulignaient leur unité fondamentale.

Le fait qu'en général plus la lésion est large, plus le déficit consécutif est sévère, n'implique pas pour autant l'intervention d'un facteur primordial unique. L'hypothèse que de multiples sous-procédures contribuent à l'accomplissement de tâches complexes revint en vogue en psychologie vers le milieu des années quarante. Dans les années cinquante, il devint clair qu'en utilisant des techniques d'évaluation appropriées il était possible d'observer des déficits très sélectifs chez les patients atteints de lésions cérébrales. Leur échec dans des tâches plus complexes pouvait être dû à l'atteinte d'une ou plusieurs de leurs sous-procédures. Vraisemblablement, plus la lésion cérébrale était vaste, plus elle touchait de sous-procédures et occasionnait donc un déficit plus sévère. La perspective globaliste fut progressivement abandonnée, car elle devenait intenable face aux preuves de la spécificité des déficits neuropsychologiques.

Le traitement de l'information

Dans les décennies qui suivirent, diverses études psychologiques des fonctions cognitives normales étendirent considérablement l'analyse des capacités cognitives complexes en sous-composantes. Leur approche, appelée « traitement de l'information », s'intéressait à la

manière dont l'information, véhiculée par exemple par les entrées sensorielles, est transformée et traduite pour aboutir à un point terminal. Dans cette perspective, le système de traitement humain est considéré comme un ordinateur qui posséderait un grand nombre de sous-systèmes spécialisés. Les routines de traitement de l'information requièrent l'utilisation et la coordination de plusieurs de ces sous-systèmes. Il y aurait notamment des systèmes responsables de l'analyse des propriétés physiques des entrées sensorielles, de la catégorisation perceptive, de l'extraction du sens et de la production d'une réponse adaptée. On décrit fréquemment l'architecture de ces systèmes en utilisant les conventions employées en informatique, à l'aide d'organigrammes qui tentent de décrire la manière dont différents systèmes s'organisent pour accomplir une tâche donnée.

Nous avons déjà mentionné la ressemblance des organigrammes de la théorie du traitement de l'information avec les diagrammes des neurologues du XIX^e siècle (voir fig. 1.3 et 1.4). Néanmoins les progrès de la psychologie expérimentale et le développement de théories explicites de l'organisation des systèmes de traitement de l'information chez le sujet normal confèrent à ce type d'analyse une base plus solide. De plus, ces modèles ne sont plus liés à un substrat anatomique, mais constituent des représentations schématiques ou formelles des processus cognitifs des sujets normaux.

Cette théorie du traitement de l'information peut être mise à profit dans l'étude de patients qui souffrent de déficits cognitifs dus à des lésions cérébrales. La mise en évidence de déficits sélectifs ou de préférences sélectives de systèmes particuliers de traitement de l'information a permis d'analyser les composantes des capacités complexes.

Dissociations de fonctions

Les plus grands succès de cette approche, qu'il est convenu d'appeler la « neuropsychologie cognitive », ont été de démontrer l'indépendance de certaines voies de traitement de l'information, en se fondant sur la méthode des dissociations et des doubles dissociations (Teuber, 1955; Weiskrantz, 1968; Shallice, 1987, 1988). En principe, la dissociation de deux fonctions permet d'établir une distinction entre deux formes de traitement de l'information. Lorsque Broca a décrit des patients qui ne parvenaient plus à parler, mais qui comprenaient toujours le langage, il a démontré une dissociation entre les systèmes de production et de compréhension du langage. L'observation par Wernicke du déficit inverse, c'est-à-dire d'une atteinte de la

compréhension avec préservation de la production de la parole, révèle ce que l'on appelle aujourd'hui une *double dissociation*.

Le concept de dissociation et de double dissociation est une notion théorique fondamentale en neuropsychologie. Une dissociation survient lorsque, chez un patient cérébro-lésé, une fonction donnée est atteinte alors qu'une autre s'avère relativement préservée. Cela peut vouloir dire, comme dans le cas de Broca par exemple, que ces deux fonctions reposent sur des systèmes de traitement distincts. Cependant il peut y avoir d'autres explications plus prosaïques. Supposons que les deux tâches dépendent d'un seul et même système de traitement, mais que l'une est plus difficile que l'autre. Le déficit pourrait alors ne traduire qu'une réduction des performances consécutive à la lésion cérébrale. On pourrait observer le même déficit chez un sujet extrêmement fatigué ou chez une personne âgée. Si, par contre, un second patient montre le déficit inverse, c'est-à-dire s'il échoue dans les tâches que le premier réussissait et *vice versa*, alors l'hypothèse d'une limitation générale des performances, ou d'un effet de « difficulté de la tâche », devient intenable. Les doubles dissociations fournissent donc des données cruciales sur l'indépendance de deux systèmes de traitement de l'information.

D'un point de vue plus mathématique, on pourrait comparer une double dissociation à une « interaction croisée » dans une analyse de variance (fig. 1.5 A). Cette forme en « X » ne peut pas être éliminée par une transformation mathématique simple. Par contre, la forme en « V » d'une simple dissociation (fig. 1.5 B) pourrait disparaître si l'on modifiait l'échelle des axes de coordonnées. Adopter la forme en « X » comme définition d'une double dissociation conduit à une autre conclusion intéressante. Il n'est pas nécessaire que les patients

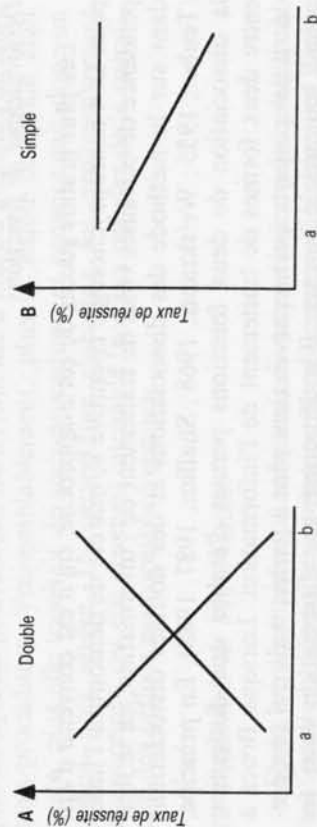


Fig. 1.5. — (A) Interaction croisée associée à une double dissociation. (B) Interaction en « V » associée à une dissociation simple.

aient des performances entièrement normales dans les tâches « préservées » pour mettre en évidence une double dissociation. Il importe seulement qu'une des fonctions soit relativement préservée par rapport à l'autre, et inversement chez un second patient.

Bien qu'une double dissociation permette souvent de certifier que deux fonctions sont indépendantes ou séparables, certaines conditions supplémentaires doivent être remplies. La plus cruciale est que les patients soient bien appariés pour certaines variables parasites. Ainsi l'observation d'un manque du mot perdrait tout intérêt si le patient souffrait en fait d'un déficit de production de la parole. Néanmoins, la méthode de double dissociation demeure un outil inestimable de décomposition des capacités complexes (Shallice, 1988).

Lorsque l'on peut montrer, dans une double dissociation, que les déficits des deux patients résultent de la lésion de régions différentes du cerveau, il est possible d'en déduire que ces régions possèdent des fonctions différentes. Plus précisément, on peut en conclure que les bases neurales de certaines catégories de déficits diffèrent. Néanmoins, il convient de souligner que, même en l'absence d'informations anatomiques ou localisatrices précises, une double dissociation conserve toute sa valeur. La nature des déficits et la localisation de leurs bases neurales sont des questions bien distinctes.

A la différence des recherches du XIX^e siècle, la neuropsychologie cognitive a souvent esquivé la question de la localisation précise des fonctions. L'attribution d'une fonction à une région cérébrale précise est truffée d'embûches, tout particulièrement lorsque l'on examine des cas uniques atteints d'un déficit très spécifique. Les lésions cérébrales ont souvent des effets très grossiers et peuvent perturber les fonctions de régions cérébrales relativement étendues. Les études en profondeur de cas uniques permettent bien d'isoler les différentes composantes de tâches cognitives complexes. Par contre, si l'on désire préciser les bases anatomiques d'une atteinte neuropsychologique, il faut souvent se tourner vers des études plus vastes de groupes de patients, sélectionnés en fonction du site de la lésion plutôt que de la nature de leur déficit. Dans d'autres cas, notamment lorsque le déficit est peu fréquent, il peut s'avérer nécessaire de combiner les données anatomiques de plusieurs cas uniques avant de postuler une corrélation entre structure et fonction.

La neuropsychologie cognitive clinique a révélé un grand nombre de dissociations parmi les capacités cognitives. On peut en conclure que les fonctions concernées reposent sur des systèmes neuraux distincts (même sans connaître leur localisation exacte). L'indépen-

dance de deux fonctions est toujours plus facile à établir que l'existence d'une relation nécessaire entre elles, par exemple lorsque la perte d'un système affecte l'ensemble d'une chaîne de traitement de l'information (une *association* de fonctions). En effet, il est virtuellement impossible de démontrer que l'atteinte de deux tâches est imputable à un seul déficit fonctionnel. On connaît bon nombre de déficits qui surviennent fréquemment de concert chez les patients cérébro-lésés. Il n'est pas rare que ces ensembles d'atteintes, ou syndromes, soient attribués à un déficit central unique (c'est le cas de l'association entre l'acalculie, l'agraphie, l'indistinction gauche-droite et l'agnosie digitale, que l'on appelle le syndrome de Gerstmann; Gerstmann, 1927). Cependant, cette interprétation est sérieusement remise en question lorsque l'on observe des patients qui ne montrent pas la totalité du syndrome, ou, plus grave encore, lorsque existe une double dissociation entre les différents déficits qui composent ce syndrome (Benton, 1961). Dans de tels cas, il est aussi plausible d'attribuer l'association de ces déficits à la proximité de leurs substrats anatomiques. C'est pourquoi les neuropsychologues accordent bien plus de crédit aux dissociations qu'aux associations de déficits.

L'APPORT DE LA NEUROPSYCHOLOGIE COGNITIVE

Du fait de l'importance (que certains trouvent exagérée) attribuée aux dissociations et aux doubles dissociations, la neuropsychologie cognitive pourrait presque se décrire comme un exercice de « dissection de la cognition ». Cependant, c'est un domaine de recherches qui a largement contribué à éclaircir l'organisation du traitement de l'information chez l'homme. « Les déficits cognitifs des patients neurologiques doivent être attribués, en première approximation, au fonctionnement d'un système normal de traitement de l'information dont certaines des composantes ou des voies de transmission seraient perturbées » (Shallice, 1988, p. 24). C'est ainsi que l'on a pu démontrer l'existence d'étapes de traitement distinctes dans des facultés telles que la lecture, l'écriture ou la reconnaissance des objets.

Les données neuropsychologiques ont également permis de comprendre la manière dont ces composantes s'organisent et sont reliées les unes aux autres. Cela n'est déjà pas qu'un petit succès, mais les méthodes de la neuropsychologie cognitive permettent d'espérer mieux encore, dès lors qu'un déficit sélectif apparemment pur a pu être identifié. Une analyse approfondie des caractéristiques du déficit

peut fournir des données précieuses, ou parfois inestimables, sur les procédures de traitement du système lésé lui-même. Ainsi les patients atteints d'un déficit sélectif de lecture ont-ils permis d'explorer les procédures de transcodage des lettres vers les sons. D'autres patients qui souffraient de difficultés de compréhension orale des mots ont apporté de précieuses informations sur la représentation cérébrale du sens des mots. D'autres encore ont été étudiés dans l'espoir d'éclaircir les procédures complexes de reconnaissance des objets.

La neuropsychologie a bien progressé depuis les premiers travaux des neurologues du XIX^e siècle. Elle a connu plusieurs faux départs et, pour un observateur extérieur, il pourrait sembler que les mêmes idées ont été rejetées en permanence pour revenir en vigueur quarante ans plus tard. Les vingt dernières années ont vu fleurir une interaction continue et hautement productive entre la tradition de neurologie clinique et l'approche fonctionnaliste de traitement de l'information chère à la psychologie cognitive contemporaine. Nul ne saurait prédire si les vingt prochaines années verront ou non le retour de l'« action de masse » et du globalisme.