

# Cerveau et Langage

## I. Gall (1758-1828) et la naissance des localisations

### A. Avant Gall

Au cours du XVIII<sup>ème</sup> siècle, un certain nombre d'observations ont été réalisées chez des patients souffrant de lésions cérébrales et quelques expériences chez l'animal.

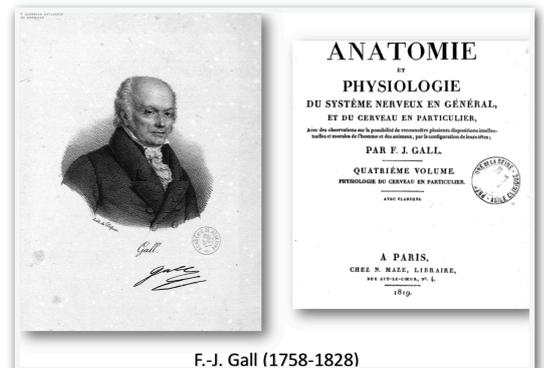
Pourtant, l'opinion la plus répandue était, à la fin de ce siècle, que tout le cerveau fonctionnait comme un ensemble indissociable, comme une masse dont les différentes parties ne possèderaient pas de fonctions distinctes.

### B. Les débuts de la phrénologie (de phrene : esprit)

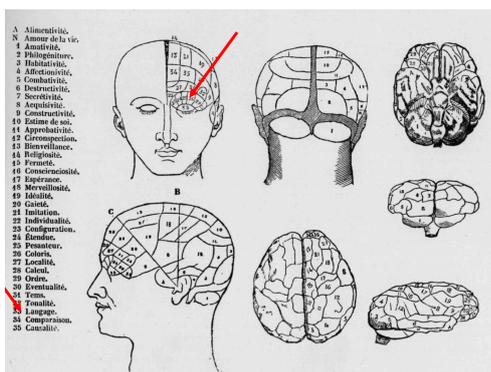
#### 1. La théorie

A partir des années 1790, un médecin viennois, FJ Gall, développa une doctrine originale, généralement connue sous le nom de phrénologie. On peut la schématiser de la façon suivante :

-> L'esprit ne doit pas être conçu comme une entité unique, mais comme l'association de multiples facultés distinctes et relativement indépendantes, selon Gall au nombre de 27 (ruse, amitié, vanité, mémoire des mots...).



F.-J. Gall (1758-1828)

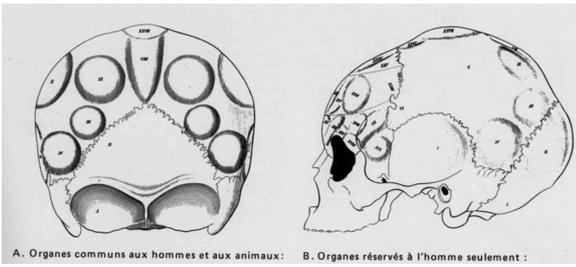


-> Chacune de ces facultés a pour support une région bien déterminée du cerveau, et plus précisément du cortex cérébral, région appelée par Gall « organe » cérébral. Ces organes sont généralement représentées comme des cases sur des cartes du crâne ou du cerveau.

-> Le plus ou moins grand développement, chez un individu donné, de ces différentes facultés correspond au plus ou moins grand développement des régions correspondantes du cortex. Ces prédispositions sont largement innées.

développement des régions correspondantes du cortex. Ces prédispositions sont largement innées.

-> Quand une région du cortex est particulièrement développée, elle repousse au cours de la croissance la boîte crânienne en regard, et ce qui aboutit à la formation d'une bosse.



=> La conséquence pratique de ces hypothèses est qu'on pourrait, en examinant la forme du crâne d'un individu, en déduire la forme de son cerveau, et donc le plus ou moins grand développement des facultés mentales localisées dans ses différentes parties.

## 2. Le contexte

Dans le contexte philosophique et scientifique des années 1800, la phrénologie ne pouvait que donner lieu à de vives polémiques : Existe-t-il un esprit indépendant de la matière, ou bien l'âme est-elle synonyme du fonctionnement cérébral ? Les facultés mentales sont-elles innées ou se développent-elles grâce à l'expérience du monde ? L'homme est-il par nature radicalement différent des animaux, ou se trouve-t-il dans leur continuité ? Ces vastes questions et bien d'autres étaient en débat lorsque Gall proposa sa théorie.

De fait, cette théorie valut rapidement à son auteur des accusations de matérialisme et d'athéisme, et il fut interdit d'enseignement à Vienne en 1805. En 1807, il se fixa à Paris, où il connut un grand succès dans les milieux mondains, et où il suscita de vifs débats dans les milieux savants. Il y resta jusqu'à sa mort.

## 3. Devenir de la phrénologie

Les idées de Gall ont eu deux descendances distinctes : d'une part la phrénologie appliquée, tombée dans un oubli justifié après un succès initial, et d'autre part un concept central de la neuropsychologie moderne : la spécialisation cérébrale.

### Le succès de la phrénologie appliquée

La phrénologie connut un immense succès en Europe et aux États-Unis tout au long du XIX<sup>ème</sup> siècle. Elle proposait en effet une « science de l'homme », aisée à comprendre, sans référence à des concepts religieux ou métaphysiques, facile à appliquer dans toutes sortes de situations concrètes (choix d'un emploi ou d'un conjoint, éducation, progrès social, etc).

Il est important de dire clairement que presque tout était absolument faux dans la méthode de Gall : sa liste des facultés était hétéroclite, les localisations arbitraires, les bosses du crâne ne révèlent pas la forme du cerveau, qui elle-même ne reflète pas le caractère, etc. Par conséquent, la phrénologie appliquée, malgré son succès, est restée dépourvue de toute justification scientifique, et il n'en reste actuellement qu'une expression familière : la « bosse des maths ».

## Le devenir scientifique : la spécialisation cérébrale

Deux des principes proposés par Gall se sont avérés scientifiquement très fructueux à long terme, et ont joué un rôle important dans le développement de la neuropsychologie moderne, indépendamment des élucubrations phrénologiques.

-> Il s'agit d'une part de l'idée qu'on ne peut pas parler de l'esprit « en général », mais qu'il faut étudier les fonctions mentales séparément les unes des autres, et

-> d'autre part de l'idée que les différentes parties du cerveau remplissent différentes fonctions. Non seulement la phrénologie rencontra des oppositions religieuses et philosophiques, mais aussi il était clair, vers 1820, que les idées de Gall ne reposaient pas sur des données concrètes bien solides.

## II. Des personnages importants

### A. Paul Broca (1824-1880) et le langage : le retour des localisations

A partir de 1860, des observations cliniques précises ainsi que le développement de la physiologie et de l'anatomie cérébrales allaient donner la première place, cette fois sur des bases solides, à l'idée de la spécialisation cérébrale.

### B. Gall, Bouillaud, Broca

-> Gall prétendait que la faculté du langage a son siège dans la partie la plus antérieure du cerveau, dans les lobes frontaux, juste en arrière des yeux. Il se fondait d'une part sur l'observation générale que la différence la plus visible entre le cerveau humain et les cerveaux d'animaux est le grand développement de la région frontale chez l'homme, d'autre part sur la description approximative de cas de patients souffrant de troubles du langage à la suite de lésions de l'avant du cerveau, et d'autre part sur l'observation absurde que les sujets les plus doués dans le domaine du langage auraient les yeux particulièrement protubérants.

-> En 1825, Bouillaud présenta une série d'observations de patients ayant perdu la faculté de parler à la suite de lésions des régions frontales, et en tira argument pour soutenir la doctrine de la spécialisation cérébrale. Dans le contexte d'un certain discrédit de la phrénologie, ces observations assez imprécises n'eurent toutefois pas un impact déterminant.

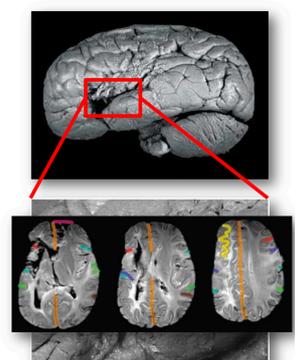
-> Broca était chirurgien, médecin, anatomiste, mais aussi un des fondateurs de la Société d'Anthropologie. Dans la lignée intellectuelle de Gall, les « anthropologues » cherchaient à étudier l'homme et son psychisme selon une approche matérialiste dégagée de tout a priori religieux, en se fondant sur la connaissance biologique et non sur des

Laurent Cohen

PACES 2019-2020



Paul Broca  
(1824-1880)

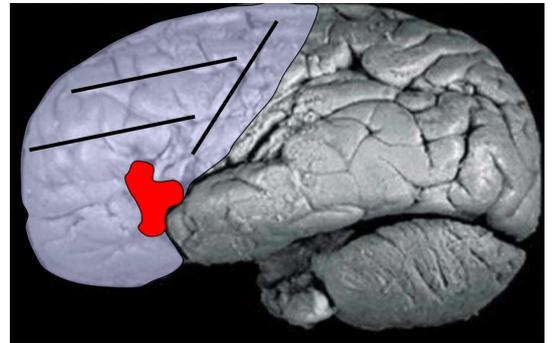


considérations métaphysiques. En 1860, la question de la spécialisation cérébrale, toujours débattue, était à l'ordre du jour de la Société d'Anthropologie.

### C. Tan Tan et la première découverte de Broca

En 1861, Broca fut nommé chirurgien à l'hospice de Bicêtre. Il eut l'occasion d'observer un patient, M. Leborgne, dont les paroles se limitaient à « Tan-Tan », nom sous lequel il était connu. Le reste des fonctions intellectuelles paraissait intact. A la suite du décès de ce patient, Broca examina son cerveau pour chercher à identifier le siège de la lésion responsable de la perte du « langage articulé ». Il trouva une lésion touchant principalement l'arrière de la troisième

**circonvolution frontale gauche**, zone encore désignée comme « **région de Broca** ». Il y trouva la confirmation des idées de Gall et des observations de Bouillaud sur la spécialisation cérébrale : la production de la parole repose sur une région bien définie du cortex cérébral, et de plus cette région appartient au lobe frontal. On emploie actuellement le terme d'aphasie pour désigner les troubles du langage faisant suite à des lésions cérébrales.



### D. Seconde découverte

Au cours des années suivantes, Broca étudia les cerveaux d'autres patients aphasiques, et observa, à sa grande surprise, qu'il s'agissait toujours de lésions de l'hémisphère gauche. Cette observation allait contre les idées de Gall ou de Bichat, pour qui les deux hémisphères devaient en principe être symétriques. Cette asymétrie n'était toutefois pas isolée. En effet, le fait que la plupart des gens soient plus habiles de la main droite que de la gauche reflète une autre capacité spécifique de l'hémisphère gauche. A partir de ce rapprochement, Broca et d'autres ont développé l'idée, sans doute trop schématique, de dominance globale de l'hémisphère gauche sur le droit, par son implication dans les activités les plus sophistiquées et les plus spécifiques à l'être humain, comme le langage ou l'habileté manuelle.

### E. Karl Wernicke (1848-1904) : la fragmentation du langage



Dans les années qui ont suivi les travaux de Broca, l'étude d'autres patients a montré d'une part que les troubles aphasiques sont très différents d'un patient à l'autre, et d'autre part que les lésions responsables ne sont pas limitées à la région de Broca, mais peuvent toucher un **ensemble de régions de l'hémisphère gauche regroupées autour d'un grand repli, la scissure de Sylvius**.

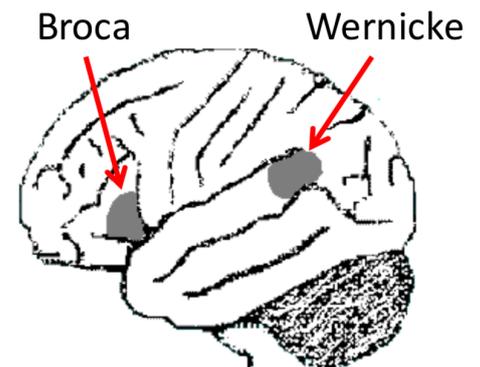
**Karl Wernicke  
(1848-1905)**

En particulier, **Karl Wernicke** a décrit en **1874** des aphasiques très différents de M. Leborgne, et souffrant de lésions de l'**arrière du lobe temporal gauche**, une région désignée depuis comme « région de Wernicke ».

Pour chercher à mettre de l'ordre dans cette diversité, on a alors classé les aphasies en grands groupes ou syndromes, dont les plus célèbres sont :

-> **l'aphasie de Broca**, qui résulte d'une lésion de l'arrière de la **troisième circonvolution frontale gauche**, et correspond à une **réduction** sévère de la production du **langage**, avec souvent des **difficultés d'articulation**, alors que la **compréhension** est relativement **préservée**.

-> **l'aphasie de Wernicke**, qui résulte de **lésions de l'arrière de la première circonvolution temporale gauche** (région de Wernicke), et correspond à un **langage abondant**, à **l'articulation claire**, mais où les mots sont souvent transformés au point d'être **méconnaissables** (jargon), et les **capacités de compréhension** sont très **réduites**.



#### F. Spécialisation/fragmentation cérébrale: autres exemples que les affections du langage

Cette approche neuropsychologique de la spécialisation cérébrale que l'on applique au langage, est appliquée à la même période (à partir de la **deuxième moitié du XIX<sup>e</sup> me siècle**), à d'autres domaines de la vie mentale :

- **Apraxie** : **Hugo Liepmann** étudia en **1900** le trouble du conseiller M.T. qui était incapable d'exécuter correctement des gestes avec son hémicorps droit, sur un ordre ou sur imitation, alors que son comportement était satisfaisant lorsqu'il utilisait son hémicorps gauche. Les anomalies du geste ne résultaient ni d'une détérioration intellectuelle globale, ni d'un défaut d'identification visuelle des objets, ni d'un défaut de compréhension des consignes verbales, qui auraient affecté tout autant les gestes réalisés par chacune des 2 mains, mais d'une anomalie spécifique de la commande du mouvement : l'apraxie.

-> Découverte de **l'apraxie : anomalie dans l'exécution du geste, sans paralysie**.

Les gens ne savent plus programmer leurs mains, leur corps pour faire des gestes. C'est l'équivalent de l'aphasie dans le domaine du mouvement. **Par exemple, la personne ne sait plus comment prendre des ciseaux, elle le prend par la lame, etc...**

- **Déficit De La Vision Des Couleurs** : **Verrey (1888)**, ophtalmologiste suisse, décrit une patiente avec des symptômes d'achromatopsie qui voyait en noir et blanc dans la moitié droite de son champ visuel à la suite d'une petite lésion dans son hémisphère gauche.

-> À l'intérieur du système de la vision, il y a donc un **sous-système qui est responsable de la gestion des couleurs, dans chaque hémisphère, à l'arrière du cerveau.**

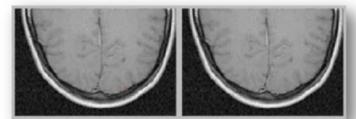
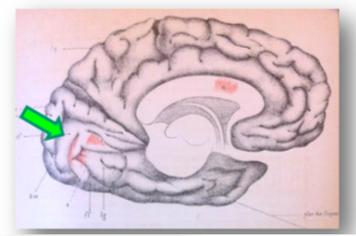
- **Déficit De La Vision Des Mouvements** : **Zihl (1978)** décrit une patiente qui voyait les objets quand ces derniers ne bougeaient pas, mais ne les voyait plus quand ils bougeaient.

-> Trouble qui implique une autre région que dans le cas du déficit de la vision des couleurs.

- **Déficit De L'adaptation Sociale/Capacité De Décision** : **Phineas Gage**, lésion à la partie antérieure du cerveau.

- **Problème De Mémoire** : Cas du **patient Henry Gustav Molaison (1926-2008)** qui faisait des crises d'épilepsie sévères. Un chirurgien a retiré la partie cachée de ses 2 lobes temporaux. Suite à cela le patient était guéri de son épilepsie mais incapable de former de nouveaux souvenirs (amnésique). La mémoire du patient, et de facto le patient, semblaient être bloqués en 1955 - date de l'opération.

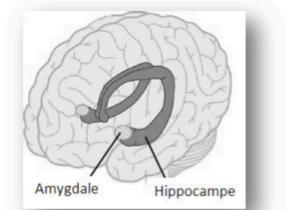
-> Les **régions retirées correspondent aux hippocampes**, qui ont donc une fonction fondamentale dans la formation des souvenirs.



(Zihl, 1978)



Henry Gustav Molaison, (1926-2008)



### III. Mise à jour

Le principe selon lequel les différentes parties du cerveau remplissent des fonctions distinctes n'est depuis longtemps plus contestable, notamment dans le domaine du langage. Les méthodes d'étude et les idées générales ont toutefois beaucoup évolué depuis 150 ans.

#### A. De nouvelles techniques

##### 1. Les corrélations anatomo-cliniques

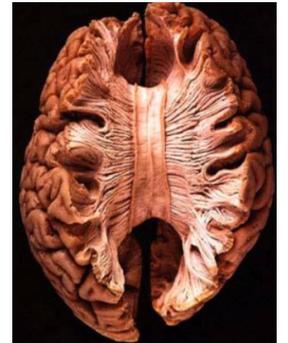
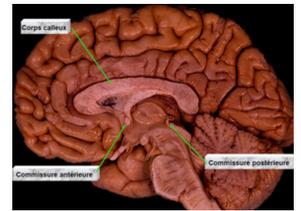
Selon la méthode anatomo-clinique qui était celle de Broca, on peut étudier les déficits qui résultent de lésions spontanées d'une région déterminée du cerveau. Alors que du temps de Broca la seule manière de déterminer précisément la localisation d'une lésion était de procéder à l'autopsie du patient à son décès, les **techniques** fondées sur les **rayons X (scanner) et la résonance magnétique nucléaire (IRM)** permettent maintenant d'obtenir des images précises du cerveau du vivant du patient.



en modalité auditive, et nous ne la détaillerons pas.

## Le corps calleux

Toutefois, malgré cette organisation croisée, l'information sensorielle qui arrive à un hémisphère devient presque immédiatement disponible à l'autre hémisphère aussi. En effet, il existe des voies de communication entre les hémisphères, leur permettant d'échanger des informations et plus généralement de coordonner leur activité. **Le corps calleux est la principale de ces commissures interhémisphériques.** Il est formé d'au moins 200 millions de fibres, reliant en majorité des régions homologues des deux hémisphères.

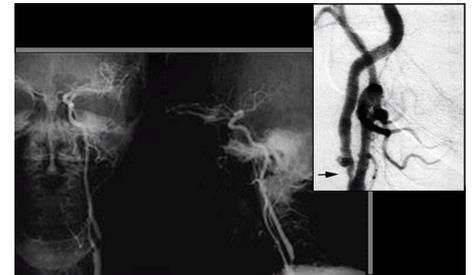


## 5. Mise en évidence de la spécialisation d'un hémisphère pour le langage = Lésions hémisphériques

Il s'agit de la méthode classique que nous avons illustrée à propos de Broca: si une lésion d'un hémisphère entraîne une aphasie, cela indique que cet hémisphère est nécessaire au langage.

### Test à l'amytal (ou test de Wada)

Il est possible d'endormir sélectivement un seul hémisphère en injectant un produit anesthésique (l'amytal de sodium) dans l'artère carotide correspondante. Après l'injection, on dispose donc de quelques minutes pour **tester les capacités de l'hémisphère qui n'est pas anesthésié. Si le patient est transitoirement aphasique, c'est que l'hémisphère endormi est nécessaire au langage.**



### Imagerie fonctionnelle cérébrale

Les méthodes d'imagerie fonctionnelle permettent de voir quelles sont les **régions cérébrales qui sont activées au cours de diverses tâches** de langage, et a fortiori dans quel(s) hémisphère(s) se trouvent ces régions.



### Lésions du corps calleux

Il existe des lésions très particulières, touchant le corps calleux, et qui ont pour conséquence de séparer les hémisphères l'un de l'autre. On peut alors étudier séparément les capacités de chacun.

### Causes des déconnexions

La plupart des études ont porté sur des cas de section chirurgicale du corps calleux (ou "split brain"), dont le but était le contrôle de crises d'épilepsie sévères. Paradoxalement, les lésions du corps calleux n'entraînent en général que peu ou pas de conséquences

durables dans la vie quotidienne, et les anomalies doivent être spécifiquement recherchées.

### Conséquences générales

Les informations sensorielles reçues par chaque hémisphère ne peuvent être communiquées à l'autre hémisphère. Par exemple, le patient ne peut comparer des images projetées aux moitiés droite et gauche du champ visuel, ou des objets qu'il tient l'un dans la main droite et l'autre dans la main gauche.

### Langage et déconnexion calleuse

Seul l'hémisphère gauche étant capable d'expression verbale, le patient ne peut dénommer les objets placés dans sa main gauche, ou présentés à son hémichamp visuel gauche. Un phénomène analogue peut être observé dans la modalité auditive (=anomie tactile, visuelle et auditive gauche). On peut toutefois montrer que ces objets ont bien été identifiés par l'hémisphère droit en demandant au patient, utilisant sa main gauche, d'en mimer l'utilisation, de les dessiner ou de les reconnaître par la palpation parmi plusieurs objets. L'hémisphère droit isolé n'est généralement pas capable de lire ni d'écrire. Par conséquent, les mots présentés dans la moitié gauche du champ visuel ne sont pas reconnus (=alexie gauche), et le patient ne peut écrire de la main gauche (=agraphie de la main gauche).

### Statistiques

Chez les **droitiers**, l'**hémisphère gauche est dominant pour le langage dans 95%** des cas. Chez les **gauchers**, on observe une **dominance de l'hémisphère gauche pour le langage dans 70%** des cas, de **l'hémisphère droit dans 15% des cas**, et un **partage entre les deux hémisphères dans 15% des cas**.

