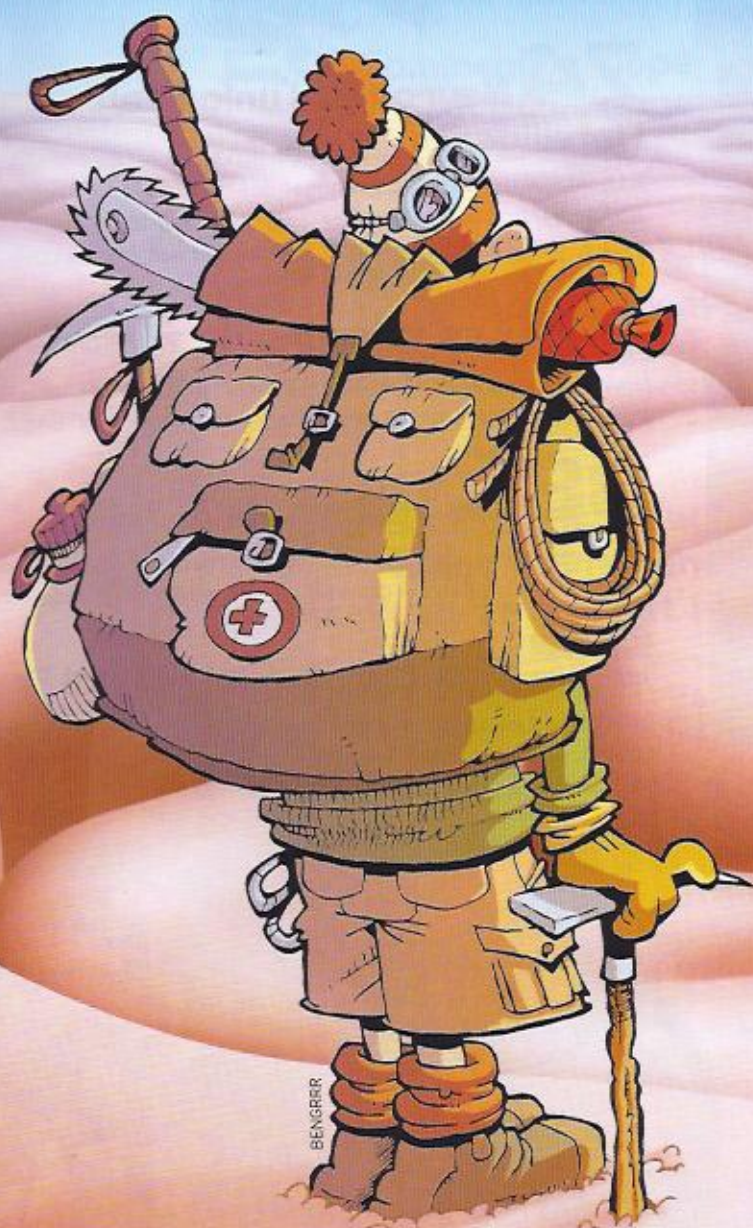


RANDO SOUS

Volontaires pour une exploration de notre plus noble organe? Alors, garnissez votre sac à dos d'une lampe torche, de quelques câbles et de chaussures de marche. Prêts? En avant...

SYLVIE REDON-CLAUZARD.



BENGRER

EN ROUTE VERS LE CERVEAU

Mesdames et Messieurs, visiter le cerveau se mérite ! Ce n'est pas un vulgaire organe mais le QG de nos raisonnements, l'ancre des souvenirs, le centre de commande de nos mouvements... Alors, pour y pénétrer, vous devrez d'abord franchir les nombreuses barrières de sécurité qui le protègent... Attention, ça va être du sport !

1 LE CRÂNE

Personne n'est resté accroché dans les cheveux ? Ou enlisé dans le cuir chevelu un peu gras ? OK, vous pouvez dégainer vos perceuses. On s'attaque à du costaud : plus d'un demi-centimètre d'os à forer. Bel étui de protection, non ? Là, vous êtes sur un crâne adulte, bien dur, et qui semble fait d'un seul os. Pourtant, chers touristes cérébraux, il est constitué de plusieurs plaques osseuses soudées solidement les unes aux autres au fil du temps. Dans la petite enfance pour certaines, mais à plus de 65 ans pour d'autres.

3 L'ARACHNOÏDE

Elle est toute fine, molle et transparente... Et a l'aspect d'une toile d'araignée. D'où le nom de cette deuxième méninge.

4 LE «LCR»

Avant d'accéder à la dernière méninge, la pie-mère, il va falloir enfilez vos palmes. Et plonger dans le liquide céphalorachidien. Le «LCR» en abrégé. Fabriqué au centre du cerveau, il circule ensuite librement jusqu'aux méninges avant d'être absorbé dans les vaisseaux sanguins. Une petite partie file dans la colonne vertébrale, qui contient aussi des méninges ! Le liquide prélevé lors des ponctions lombaires, c'est lui ! À quoi sert-il ? Il joue avant tout les amortisseurs de chocs, les matelas liquides pour le cerveau...

2 LA DURE-MÈRE

Nous entrons maintenant dans la doucoune à trois épaisseurs qui emmitoufle le cerveau. Cette doucoune ce sont les méninges. La première méninge s'appelle la dure-mère. Dure comme du cuir, pas extensible pour deux sous, elle mesure 2 à 3 millimètres d'épaisseur. Attention où vous mettez les pieds : c'est la seule partie du cerveau qui contient des récepteurs de la douleur. Alors, si vous ne voulez pas que notre hôte s'agite, merci de les éviter.

6 NOUS Y VOILÀ. LE CERVEAU !

J'espère que vous avez vos chaussures de montagne parce que sa surface est plus que vallonnée. Vous foulez en ce moment le cortex cérébral, l'écorce du cerveau où siègent nos fonctions les plus évoluées comme le raisonnement, le langage... Cette enveloppe du cerveau ne fait que quelques millimètres d'épaisseur, mais chez l'homme, elle s'est tellement développée qu'elle a dû former de nombreux plis pour parvenir à entrer dans la boîte crânienne. D'où ces magnifiques reliefs qui lui permettent de tripler sa surface (environ 1m²) et dont nous reparlerons plus tard.

5 LA PIE-MÈRE

On y est presque : il ne reste plus que la dernière méninge à passer. La délicate pie-mère. Elle est plaquée à l'encéphale dont elle épouse les reliefs et qu'elle contribue à nourrir grâce aux nombreuses petites artères qui la parcourent avant de plonger dans le cerveau.

COMMENT LE CERVEAU A PRIS LA TÊTE



POUR VOUS, PAS DE DOUTE, TOUTES NOS FACULTÉS MENTALES SONT RENDUES POSSIBLES PAR LE CERVEAU.

MAIS CETTE ÉVIDENCE, IL A FALLU DES SIÈCLES POUR QU'ELLE S'IMPOSE.



PRENEZ LES EMBAUMEURS EGYPTIENS. ILS GARDIÈNT TOUTES LES PARTIES DU CORPS MAIS SANS RÉSERVER AU CERVEAU UN TRAITEMENT DE FAVEUR.

J'EN FAIS QUOI ? POUBELLE ?

NON, METS AVEC LE RESTE !



PLUS TARD, À ATHÈNES, UNE FURIEUSE BAGARRE OPPOSE DEUX POINTURES DE LA PHILOSOPHIE GRECQUE. ARISTOTE ESTIME QUE LE COEUR, ORGANES LE PLUS CHAUD DU CORPS, EST LE SIÈGE DE LA PENSÉE ET DES SENTIMENTS.

OUI, MES DISCIPLES ! LE CERVEAU N'EST LÀ QUE POUR REPRODIGER LE COEUR EN SURCHAUFFE.



TANDIS QUE PLATON, LUI, ESTIME QUE NOS FONCTIONS NOBLES RÉSIDENT SOUS LE CRÂNE...

N'IMPORTE QUOI ! N'ÉCOUTEZ PAS CE CHARLATAN !

C'EST QUI LE CHARLATAN ?



...LEURS IDÉES VONT S'AFFRONTER MÊME APRÈS LEUR MORT.

POUF, SI C'EST PAS MONTEUX !



S'INSPIRANT DE TRAVAUX CONDUITS AVANT LUI À ALEXANDRIE, LE MÉDECIN GREC GALIEN DISSÈQUE DES CERVEAUX D'ANIMAUX ET CROIT REPERCER, DANS LES VENTRICULES, L'ENDROIT OÙ CIRCULE UN "PNEUMA", FLUIDE DE LA PENSÉE.

ATE !



NOUVELLE BAGARRE AU XVI^È SIÈCLE. D'UN CÔTÉ, LE FRANÇAIS RENÉ DESCARTES, POUR QUI LA PENSÉE EST IMMATÉRIELLE MAIS AGIT SUR LE CERVEAU QUI COMMANDE, LE CORPS PAR LE BÔIS D' "ESPRITS ANIMAUX" EN FAIT, UNE VARIANTE DU PNEUMA.

JE PENSE, DONC JE SOIS !



TANDIS QUE, DE L'AUTRE, L'ANGLAIS JOHN WILLIS PENSE QUE LES "ESPRITS ANIMAUX" SONT PRODUITS DIRECTEMENT PAR LE CERVEAU LUI-MÊME.

YES, TU ES... UNE GROSSE ANDOUILLE !



ON CROIRA ENCORE DUR COMME FER AUX "ESPRITS ANIMAUX"...



...JUSQU'AU XVIII^È SIÈCLE, QUAND L'ITALIEN LUIGI GALVANI MONTRÉ QUE C'EST UN COURANT ÉLECTRIQUE QUI ACTIONNE LES NERFS.

ARRÊTEZ-ÇA ! JE VAIS PARLER !!!



PEU APRÈS, UN PHYLANT MÉDECIN ALLEMAND, FRANZ JOSEPH GALL, EST PERSUADÉ QUE CHAQUE RÉGION DU CORTEX EST ASSOCIÉE À UNE FONCTION MENTALE, ET QUE LES ORGANES DE CES FONCTIONS DÉFORMENT LE CRÂNE POUR FORMER DES "BOSSES".

HUM... TRÈS SOLITE BOSSE DE L'IMBÉCILLITÉ... ET LÀ, DE L'IGNORANCE CRASSE !

!?!

NE CHERCHEZ PAS LA BARRIÈRE HÉMATO-ENCÉPHALIQUE !
 Ce n'est pas un rempart, mais le nom donné à la protection spéciale dont bénéficient les vaisseaux sanguins du cerveau. Leurs parois filtrent avec plus d'attention qu'ailleurs ce qu'elles laissent sortir. Ainsi les neurones, très sensibles à de nombreuses molécules, ne sont pas perturbés par les substances portées par le sang et issues de nos repas ou de notre respiration.



QUOIQUE PARFOIS CARICATURALES, LES IDÉES DE GALL ANNONCENT LES SCIENCES MODERNES DU CERVEAU.



ENFIN, LE CHIRURGIEN FRANÇAIS PAUL BROCA, EN EXAMINANT LE CERVEAU D'UN DE SES PATIENTS VICTIME D'UN TROUBLE DU LANGAGE, ÉTABLIT AVEC CERTITUDE LE LIEN ENTRE LA PATHOLOGIE ET UNE LÉSION DU CORTEX.

TU SAIS QUE T'ES BEAU, TOI ?

CETTE FOIS, PLUS DE DOUTE, C'EST BIEN SOUS LE CRÂNE QU'ÇA SE PASSE.

FIN

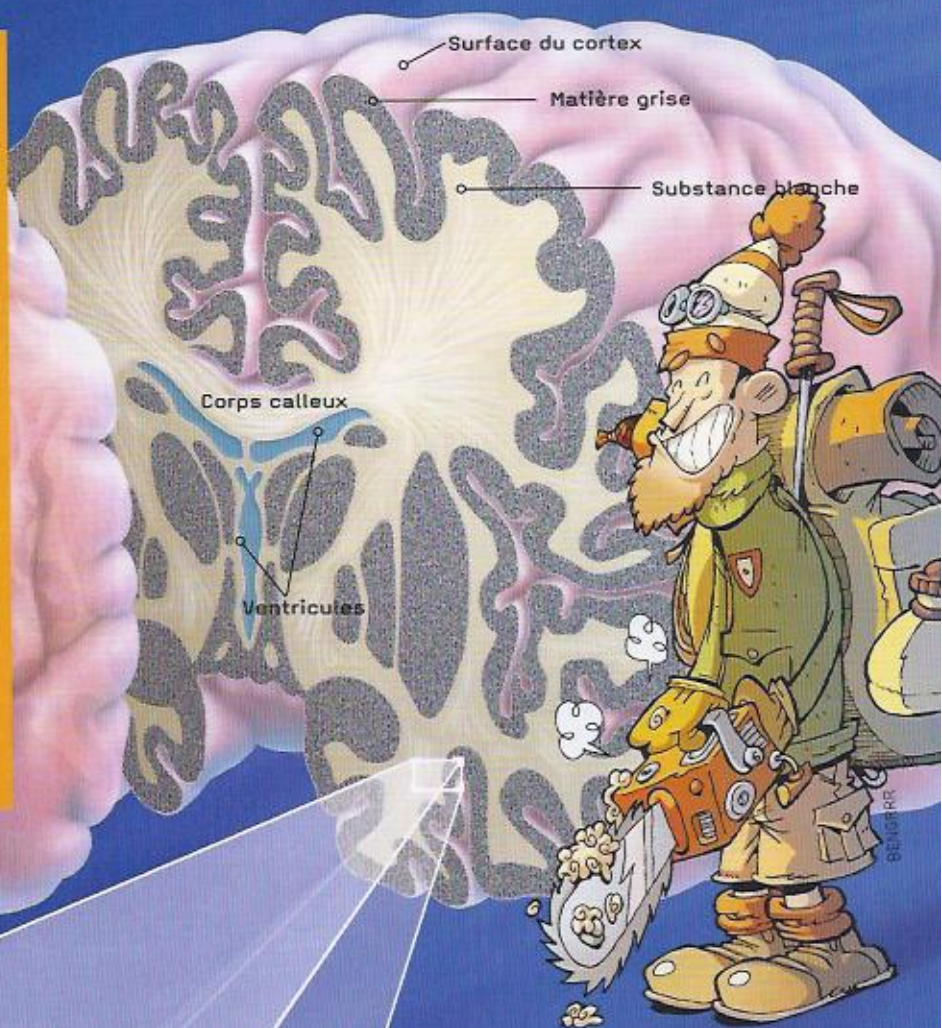
BENARR

PETIT TOPO AVANT LA R

Avant d'arpenter les méandres du cortex humain ou d'explorer les profondeurs de l'encéphale, quelques précisions s'imposent. Histoire que vous sachiez où vous allez mettre les pieds. On arrête donc de crapahuter 5 minutes pour découvrir, grâce au microscope, les deux familles d'habitants du cerveau : les neurones et les cellules gliales. Vous comprendrez alors pourquoi le cerveau est gris sur l'extérieur et blanc à l'intérieur. Et comment, perché dans sa boîte crânienne, cet organe de seulement 1,5 kg dirige le grand corps.

C'EST COMMENT, DANS LE CERVEAU?

Tout dépend où l'on se trouve. Si vous vous enfoncez dans le cortex, vous ne croiserez quasiment que des « corps » de neurones sur une, ou plusieurs couches. En revanche, si vous descendez plus profondément, vous serez au beau milieu des câbles du cerveau. Oui, des câbles, formés par les longs prolongement de la membrane des neurones, les axones, gainés d'une matière grasse et blanche, la myéline. Ceux du corps calleux relient des aires du cortex droit à leurs homologues du cortex gauche, d'autres connectent des aires voisines du même hémisphère... Ou encore descendent ou remontent de la moelle épinière. Ces faisceaux forment la substance blanche qui occupe presque la moitié du cerveau. Et au beau milieu, isolé de ci, de là, on trouve des îlots de substance grise, autrement dit, des paquets de corps de neurones qui n'appartiennent pas au cortex et ont des fonctions bien précises. Certains s'appellent « les ganglions de la base », d'autres, « hypothalamus ». Vous aurez l'occasion de les visiter p 14. Enfin, pour finir ce petit tour d'horizon, notez que le cerveau n'est pas uniquement rempli de cellules et de câbles. Quatre cavités, les ventricules, abritent uniquement du liquide céphalorachidien qui circule de l'une à l'autre par des sortes de canaux, avant d'aller jouer les amortisseurs dans les méninges ou irriguer la colonne vertébrale.



GROS PLAN SUR LES NEURONES



APPRENEZ À RECONNAÎTRE LES HABITANTS DU CERVEAU.

• LES NEURONES

Environ 100 milliards dans le cerveau, et presque autant dans le cervelet. Ils sont affublés d'excroissances : les dendrites qui reçoivent les informations émises par les neurones voisins et l'axone, plus gros et parfois très long, qui transmet le message au neurone suivant, ou parfois directement à un muscle.

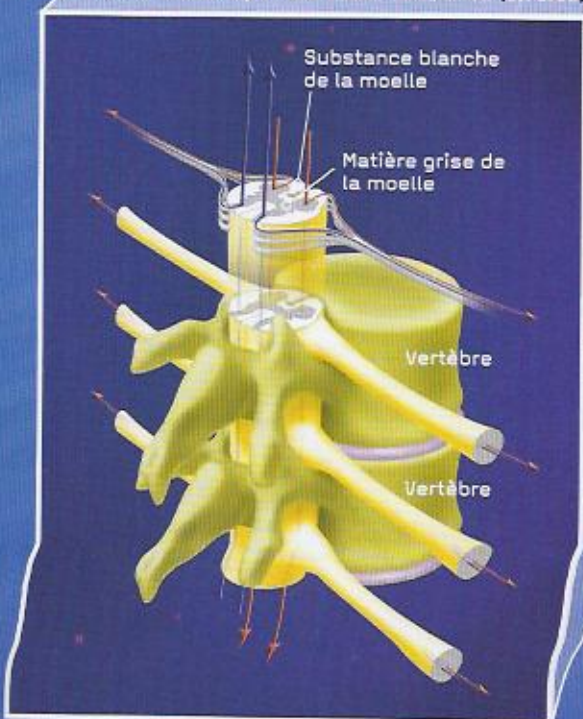
• LES CELLULES GLIALES

Principalement de deux sortes. Les oligodendrocytes dont les « tentacules » de myéline entourent les axones de certains neurones pour accélérer la circulation de l'information (voir p 77). Et les astrocytes qui combtent les espaces entre les neurones, les nourrissent en faisant le lien entre eux et les vaisseaux sanguins...

LES NERFS, ROUTES DE L'INFORMATION

Si vous descendez en rappel le long d'un faisceau de substance blanche, vous risquez de vous retrouver... dans un orteil! C'est parce que vous avez suivi un nerf. Oui, les nerfs sont des paquets d'axones qui sortent du cerveau, par exemple pour aller se connecter sur les muscles du visage ou du cou et leur transmettre l'ordre de se contracter. Attention, les nerfs ne servent pas tous à donner des ordres aux muscles. Seuls les nerfs moteurs ont cette prérogative. Les autres, dits sensitifs, font remonter jusqu'au cerveau des informations issues des organes internes, ou des récepteurs de la peau ou encore de ceux du nez. C'est ainsi que le cerveau est au courant de ce qui se passe à l'intérieur du corps... mais aussi à l'extérieur. Si vous atterrissez sur un muscle du pied, c'est que vous êtes sorti du cerveau par la colonne vertébrale, elle aussi remplie de neurones connectés les uns aux autres et de faisceaux d'axones. Et que vous l'avez quittée au niveau des vertèbres lombaires, par un nerf qui descend le long de la jambe. Donc, pas de panique si vous avez dérivé le long d'un nerf moteur: remontez le long d'un nerf sensitif, suivez la colonne... vous finirez par retrouver le cerveau.

Les nerfs non crâniens communiquent avec le cerveau par l'intermédiaire de la moelle épinière, qui contient en son centre de la substance blanche et en périphérie, des neurones. En effet, à chaque étage de la colonne vertébrale, à la sortie de la moelle épinière, naissent des paires de nerfs spinaux, qui contiennent des fibres motrices (en rouge sur le dessin ci-dessous) et des fibres sensitives (en bleu).



12 paires de nerfs crâniens partent de la base du cerveau pour innover directement la tête. Certains sont moteurs comme le nerf oculomoteur, qui dirige les mouvements des yeux. D'autres, sensoriels comme le nerf optique. Le nerf facial, lui, contient des fibres motrices et sensorielles.

Une piqûre: aïe! Le signal capté par la peau est transmis au cerveau via un nerf sensitif (en bleu).

Pour bouger le bras, ordre est donné au muscle par un nerf moteur (en rouge).

DÉCOUVREZ CORTEX

Enfin, le cortex ! De prime abord, vous n'y voyez qu'un morne paysage bosselé, mais n'oubliez pas que c'est lui qui fournit à l'être humain ses extraordinaires capacités de mémorisation, de compréhension, de communication... Alors non, le cortex n'est pas monotone : au contraire ! D'une région à l'autre, vous croiserez des neurones affairés à faire contracter les muscles d'un doigt, ou analyser les couleurs perçues par l'œil... Même les deux hémisphères, qui ont l'air tellement symétriques, ne le sont pas tout à fait. Ils ont chacun leurs petites spécialités. Pour le langage par exemple, la gauche est beaucoup plus sollicitée chez 95 % des humains. Alors, sortez vos plans, et allons visiter les plus beaux quartiers du cortex !

AIRE PRÉMOTRICE

C'est là qu'est défini l'enchaînement de contractions musculaires nécessaires pour réaliser un mouvement complexe. Elle intervient aussi beaucoup dans les mouvements devenus automatiques comme marcher ou taper sur un clavier.

AIRE MOTRICE PRIMAIRE

D'ici partent les ordres donnés aux muscles pour tous les mouvements volontaires. Chaque quartier de cette aire, correspond à une partie du corps (voir dessin en haut de la p. 13). Du moins, pour l'hémisphère gauche, de la partie droite du corps, car chaque hémisphère contrôle le côté opposé.

AIRE SOMESTHÉSIQUE PRIMAIRE

Elle reçoit notamment les messages des récepteurs du toucher, de la douleur et de la température situés dans la peau de la moitié opposée du corps (voir dessin en bas de la p. 13).

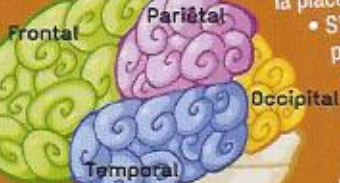
CORTEX PRÉFRONTAL

Le quartier star du cerveau humain (lire article p. XX). Il est chez l'homme beaucoup plus étendu que chez l'animal. Les neurones y travaillent sur des fonctions haut de gamme, comme l'apprentissage, la prise de décision, la capacité à se projeter dans l'avenir, le contrôle des émotions et du comportement, la mémoire de travail...

HÉMISPHERE GAUCHE
(VUE EXTERNE)

CONSEILS POUR SE REPÉRER

- Trouver dans quel hémisphère on se trouve : le droit ou le gauche. Puis dans quel lobe : le lobe frontal, à l'avant ; le pariétal, juste derrière ; le temporal, sur le côté ; l'occipital à l'arrière et, là où les deux hémisphères se font face, le lobe limbique.
- Garder à l'esprit qu'en géographie du cerveau, on dit « antérieur » pour « avant » ; « postérieur » pour « arrière » ; « ventral » pour « du dessous » ; et « dorsal » à la place de « du dessus ».
- S'aider des reliefs formés par les plis du cortex. Les parties en altitude sont nommées gyrus ou circonvolutions. Et les parties en creux, sillons. Ou « fissures » pour les plus profondes.



AIRE DE BROCA

On l'appelle aussi aire motrice du langage car elle commande les mouvements de la bouche qui permettent de prononcer correctement les mots.

AIRE AUDITIVE PRIMAIRE

On y dégrossit sommairement les messages captés par les récepteurs de l'oreille : analyse de la fréquence, du rythme, de la puissance...

AIRE AUDITIVE ASSOCIATIVE

Les sons y sont analysés plus finement. Et triés par catégorie : parole, musique, coup de tonnerre... Les souvenirs des sons y sont sans doute stockés.

LAND

AIRE SOMESTHÉSIQUE ASSOCIATIVE

Le grand carrefour des informations sensorielles de toutes origines. Ici, elles se combinent pour ressortir sous forme d'une pensée cohérente. Puis, avec l'aide du cortex préfrontal, cette aire ordonne à d'autres parties du cerveau de réagir à ces données.

LE CORTEX CINGULAIRE ANTÉRIEUR

Dès qu'il faut focaliser son attention, notamment sur plusieurs choses en même temps, les neurones de cette région enfouie entre les deux hémisphères s'activent comme des fous. Ils réagissent aussi en collaboration avec le cortex préfrontal pour détecter une erreur de réponse.

Dans l'aire motrice primaire ①, la surface responsable du mouvement des différentes parties du corps n'est pas proportionnelle à leur taille mais à la finesse des mouvements qu'elles doivent réaliser. Ainsi, la portion consacrée aux mains (qui doivent être très précises pour écrire, manipuler des objets fins, etc.) se taille la part du lion.

Parties du corps correspondantes

Aire motrice primaire vue en tranche

AIRE VISUELLE SECONDAIRE

Le traitement des informations visuelles y est affiné. Elles partent ensuite subir de nouvelles analyses (des mouvements ou encore des couleurs) dans d'autres aires du lobe occipital. Avant d'être envoyées vers des régions du lobe temporal où les objets sont reconnus et vers le lobe pariétal où s'établit leur localisation dans l'espace.

HÉMISPHERE DROIT (VUE INTERNE)

AIRE VISUELLE PRIMAIRE

Ce quartier est, en grande partie, planqué entre les deux hémisphères. Il reçoit des infos en provenance de la rétine après un passage par le thalamus (voir p 14). L'image commence à y être reconstituée.

HIPPOCAMPE

Il appartient au système limbique, un ensemble de structures du cortex et de l'intérieur du cerveau qu'on appelle aussi « cerveau émotionnel ». L'hippocampe joue un rôle primordial mais encore mal défini dans la mémoire des événements marquants de notre vie, ceux dont on se souvient, même des années après.

AIRE DE WERNICKE

C'est l'aire de compréhension du langage. Une fois que l'aire auditive associative a analysé que le son entendu était de la parole, c'est ici qu'on s'occupe de donner du sens aux mots et aux phrases.

AIRE OLFACTIVE PRIMAIRE

C'est la première étape pour les messages en provenance des récepteurs du nez. Après, ils sont redirigés vers différentes régions du cortex et vers le thalamus pour une analyse plus poussée.

Dans l'aire somesthésique primaire ② aussi, la surface consacrée à telle ou telle partie du corps n'est pas proportionnelle à sa taille réelle

Parties du corps correspondantes

Aire somesthésique primaire vue en tranche

mais à sa sensibilité : la bouche et les extrémités des doigts, très sensibles, occupent ainsi une place démesurée.

LES BAS-FONDS DE L'EN

Maintenant que le cortex n'a (presque) plus de secret pour vous, il est temps de descendre dans les profondeurs de l'encéphale. Parce que, le cortex, qui a le beau rôle, perdrait toute sa splendeur sans ses connexions avec les îlots perdus au milieu de la substance blanche et avec les structures du diencephale que nous allons visiter. Pour clore cette excursion crânienne, n'oubliez pas que l'encéphale ne se limite pas au cerveau ; il abrite aussi deux contrées remarquables : le tronc cérébral et le cervelet. Des annexes certes, mais qui valent le détour.

1 THALAMUS

Pratiquement tous les messages, notamment ceux en provenance des sens, passent par le thalamus avant d'arriver au cortex. Ce thalamus, qui représente 80 % de la masse du diencephale, est un véritable centre de tri où se décide quelles informations partiront vers le cortex et donc vers une perception consciente, et lesquelles seront ignorées. Le thalamus est aussi très impliqué dans l'apprentissage, la mémoire, l'attention et la régulation des émotions. Et même dans le contrôle des mouvements.

2 L'HYPOTHALAMUS

C'est le centre de contrôle des organes et des fonctions physiologiques, qu'il régule en fonction de la situation. Par exemple, en cas de danger, il fait grimper la pression artérielle et le rythme cardiaque pour que les muscles soient mieux oxygénés au cas où il faudrait fuir. Ressentir des palpitations, devenir blanc comme un linge, avoir les cheveux qui se dressent sur la tête : toutes ses réactions sont de son fait. Il contrôle aussi la température corporelle, déclenche la sensation de faim ou de satiété. Il intervient dans le sommeil. Haut lieu du système limbique, il joue également sur le désir sexuel et les émotions. Et grâce aux hormones qu'il produit, il commande l'hypophyse située juste en dessous.

3 HYPOPHYSE

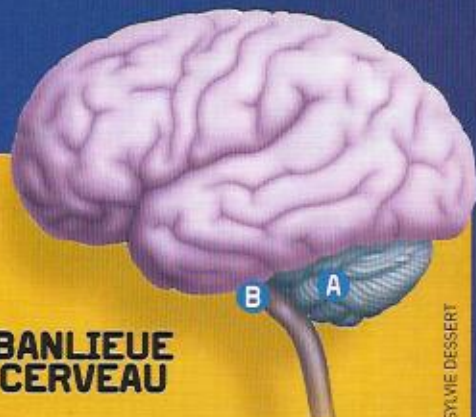
L'usine à hormones de l'encéphale. Sur ordre de l'hypothalamus, cette petite glande (moins d'1 g), a pour mission de libérer dans le sang des molécules comme par exemple l'hormone de croissance qui stimule la multiplication des cellules et donc fait grandir. Ou encore des hormones qui vont stimuler d'autres glandes disséminées dans le corps comme la thyroïde, les glandes sexuelles...

4 L'AMYGDALE

Rien à voir avec celles du fin fond de la gorge. Celle-là est une grand-place du système limbique ! Ce groupe de neurones, en forme d'amande (d'où son nom) est un expert en détection de danger. Il sonne l'alarme pour que les autres aires du cerveau soient prêtes à réagir. Il intervient dans la peur, l'agressivité. Mais aussi dans la mémorisation des événements riches en émotions.



CÉPHALE



STYLVE DESSERT

LA BANLIEUE DU CERVEAU

A CERVELET

On dirait un cerveau miniature : deux hémisphères ; sur le pourtour, une enveloppe de matière grise, le cortex cérébelleux ; et à l'intérieur, de la substance blanche, avec quelques îlots de neurones par endroits. Le cervelet est avant tout un centre de contrôle du mouvement. Il voit passer les ordres donnés par le cortex moteur, reçoit des infos sur la position du corps et ordonne des corrections pour que ces mouvements s'effectuent de façon harmonieuse, sans perdre l'équilibre, et correspondent bien à l'intention initiale.

B TRONC CÉRÉBRAL

La région la plus vitale de l'encéphale : si on peut survivre à une lésion du cerveau, avec un tronc endommagé la mort est presque assurée. Ici, on croise des groupes de neurones responsables de fonctions indispensables à la survie comme la régulation de la respiration, du rythme cardiaque, du sommeil. Mais aussi la déglutition, la salivation, la toux, l'éternuement, le vomissement... Le tronc cérébral relie le cerveau à la moelle épinière : toutes les communications entre ces deux parties passent donc par lui. D'où l'énorme quantité d'axones qui le traverse. C'est d'ailleurs dans le tronc que ces câbles se croisent : ceux qui arrivent du côté gauche de la moelle partent vers la droite du cerveau, et inversement. Même chose pour ceux qui remontent de la moelle épinière vers le cerveau. Voilà pourquoi le cortex droit commande les mouvements et perçoit les sensations du côté gauche du corps, et vice-versa.

5 LES GANGLIONS DE LA BASE

Ils s'appellent noyau caudé, putamen, globus pallidus... Ils sont situés au beau milieu du cerveau d'où ils reçoivent des informations du cortex, du thalamus, du tronc cérébral. Ils jouent un rôle primordial sur les mouvements volontaires : leurs neurones influencent en effet ceux du cortex pour déclencher les gestes, les harmoniser, et les faire cesser. Surtout quand il s'agit de mouvements très répétitifs comme le balancement des bras pendant la marche ou la course.

Ils bloquent aussi les mouvements inutiles et involontaires. Il semblerait, de plus, que les ganglions de la base interviennent dans l'apprentissage, l'attention, la mémoire à très court terme, la motivation, la régulation des émotions... ●

NE CONFONDEZ PAS !

-ENCÉPHALE

L'encéphale est l'ensemble contenu dans la boîte crânienne, une fois épluchées les méninges. Il englobe le cerveau, le cervelet et le tronc cérébral.

-CERVEAU

Il est formé des deux hémisphères cérébraux et du diencéphale situé entre eux et comprenant en bas l'hypothalamus entouré du thalamus et, en haut, le troisième ventricule.

BENGRER