

MENS :
une vision incisive
et éducative sur
l'environnement

Approche
didactique
et scientifique

44

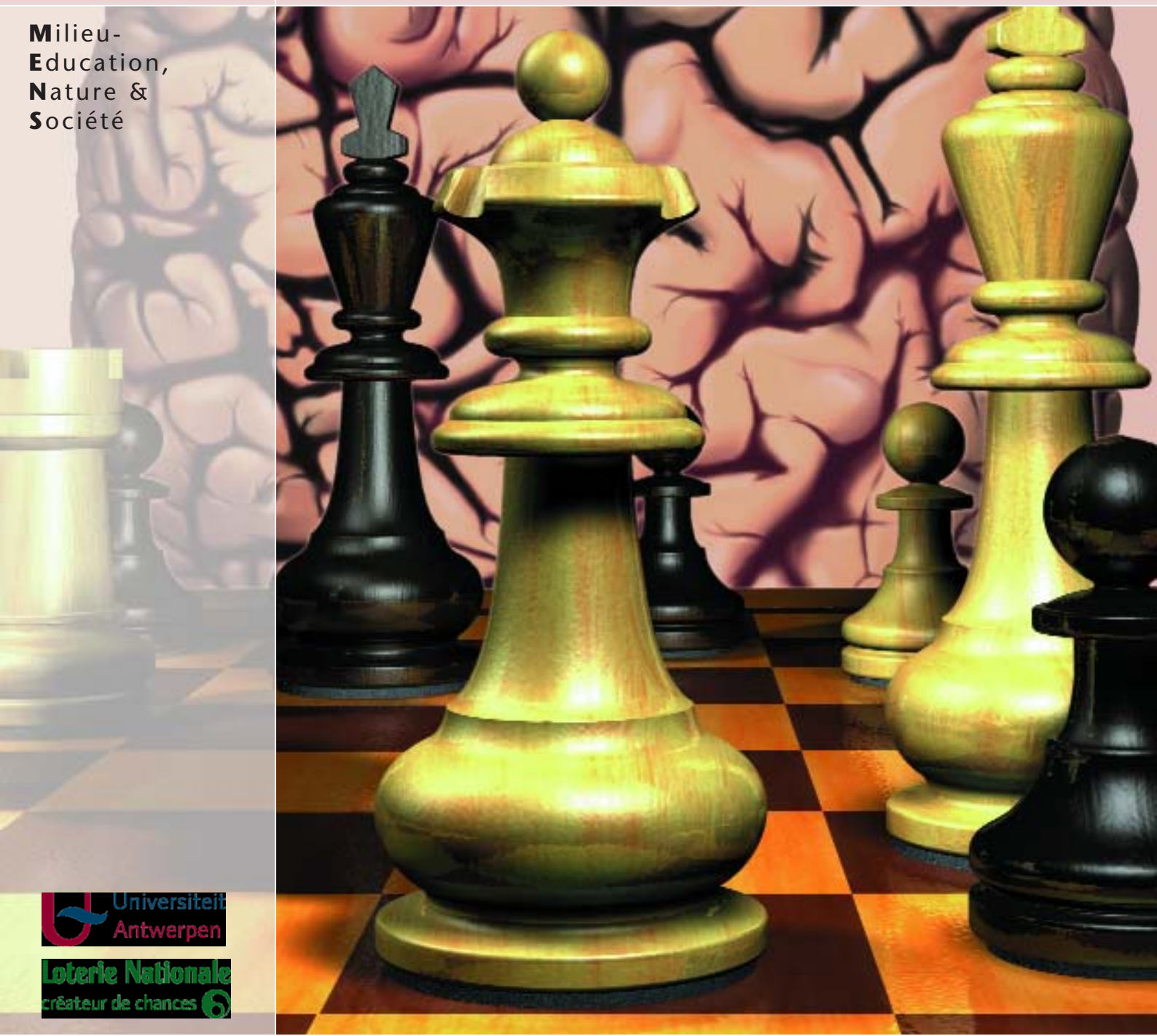
Juil-Août-Sept 09

Revue scientifique populaire trimestrielle

MENS

Le cerveau

Milieu-
Education,
Nature &
Société



Universiteit
Antwerpen

Loterie Nationale
créateur de chances 6

Table des matières

Un organe mystérieux	4
Des crocodiles et des hommes	4
La science du cerveau sous la loupe	7
Un orchestre sans chef d'orchestre	9
Un réseau incroyablement dynamique	9
Lorsque la machine s'enraye	10
La maladie d'Alzheimer	10
La maladie de Parkinson	11
La dépression	12
Récapitulatif des affections cérébrales	14
Et pourtant le mystère subsiste	15

Avant-propos

Mon cerveau et moi

Notre cerveau traduit les stimuli extérieurs à notre corps en informations qui nous poussent à agir : la vue d'un être cher, par exemple, nous fait sourire. Le cerveau joue également un rôle primordial dans la coordination des mouvements, notamment lors de la pratique d'un sport mais aussi pour jouer du piano. Cependant, pour la plupart des gens, l'activité cérébrale est plutôt en rapport avec les processus mentaux tels que l'apprentissage, le raisonnement ou encore la mémoire ; bref, la condition humaine proprement dite. Nous associons également notre cerveau à notre propre comportement unique, à notre personnalité et à nos émotions. Et de fait, la raison et la psyché sont le résultat de processus biologiques et chimiques du cerveau. Ainsi, l'hippocampe est le moteur de la mémoire et les amygdales cérébelleuses constituent le centre de nos émotions : deux structures cérébrales spécialisées qui se côtoient au plus profond du cerveau.

Le cerveau est par conséquent l'organe vital majeur de l'être humain. Des lésions au cerveau peuvent avoir des conséquences irréversibles sur le fonctionnement de l'homme. Heureusement, notre cerveau est efficacement protégé par la voûte crânienne mais il est aussi bien isolé du reste du corps et de l'extérieur, et ce notamment afin d'éviter les infections. Mais cette protection renforcée a un inconvénient, en ce sens que le cerveau est difficile à « guérir » puisque difficilement accessible par les médicaments. De plus, dans la plupart des processus pathologiques, comme la maladie d'Alzheimer, des zones étendues du cerveau sont atteintes et les interventions chirurgicales sont très délicates puisque quasiment toutes les parties du cerveau ont une fonction !

Si les connaissances sur le cerveau sont assez bien avancées pour ce qui est de son « architecture », de la composition et de la fonction de la majorité de ses parties et structures cellulaires, il reste encore beaucoup à découvrir sur son fonctionnement chimique. Vu la complexité du fonctionnement du cerveau, il est en effet difficile de comprendre par exemple le processus de la mémoire, sa formation, son développement et son usage. Pourtant, nous utilisons notre mémoire tous les jours et elle est quasi indispensable à notre fonctionnement. Il suffit de penser par exemple à son importance dans les études scolaires ou aux problèmes générés par le déficit de mémoire dans la maladie d'Alzheimer, le principal trouble mnésique chez les personnes âgées. Dans la démence d'Alzheimer, c'est d'abord la mémoire à court terme (= mémoire de travail) qui fait défaut, ensuite disparaissent progressivement la mémoire personnelle (= mémoire épisodique) et la mémoire des connaissances (= mémoire sémantique).

Notre société actuelle exige de l'être humain qu'il dispose d'un grand nombre de connaissances et soit disposé à apprendre en permanence. De surcroît, notre population vieillit rapidement et le déclin des facultés mentales devient véritablement problématique pour nombre de personnes âgées. Il est par conséquent essentiel d'acquérir davantage de connaissances sur le fonctionnement du cerveau. Une connaissance approfondie de la

biochimie de la mémoire contribuera en effet à développer des médicaments plus efficaces pour le traitement de la démence et permettra également de consolider la mémoire normale.

Notre devise doit donc être d'apprendre pour savoir et de savoir pour apprendre !



Christine Van Broeckhoven
Professeur de Génétique moléculaire – Université d'Anvers
Directrice scientifique – Institut flamand de Biotechnologie

MENS



© Tous droits réservés Bio-MENS 2009

'MENS' est une édition de l'asbl Bio-MENS
A la lumière du modèle de société actuel,
elle considère une éducation scientifique
objective comme l'un de ses objectifs de base.

www.biomens.eu

Coordination académique :

Prof. Dr Roland Caubergs, UA
roland.caubergs@ua.ac.be

Rédacteur en chef et rédaction finale :

Dr Geert Potters, UA
mens@ua.ac.be

Rédaction centrale :

Lic. Karel Bruggemans
Prof. Dr Roland Caubergs
Dr Guido François
Lic. Liesbeth Hens
Dr Lieve Maesele
Lic. Els Grieten
Lic. Chris Thoen
Dr Sonja De Nollin
Kit Ting Lau

Abonnements et infos :

Corry De Buysscher
Herrystraat 8b, 2140 Antwerpen
Tél.: +32 (0)486 93 57 97
Fax: +32 (0)3 309 95 59
Corry.mens@telenet.be

Abonnement:

€22 sur le numéro de compte 777-5921345-56

Abonnement éducatif: €14

Ou numéros distincts: €4
(moyennant la mention du numéro d'établissement)

Coordination communication Bio-Mens :

Kaat Vervoort
Herrystraat 8b, 2140 Antwerpen
Tél.: +32 (0)3 609 52 30 - Fax +32 (0)3 609 52 37
contact@biomens.eu

Coordination :

Dr Sonja De Nollin
Tél.: +32 (0)495 23 99 45
sonja.denollin@ua.ac.be

Illustrations:

Mens, Geert Potters, Wikipédia, Hilde Van Craen
Provincie Antwerpen, Ginger Faes

Editeur responsable :

Prof. Dr Roland Valcke, UH
Reimenhof 30, 3530 Houthalen
roland.valcke@uhasselt.be

ISSN 0778-1547

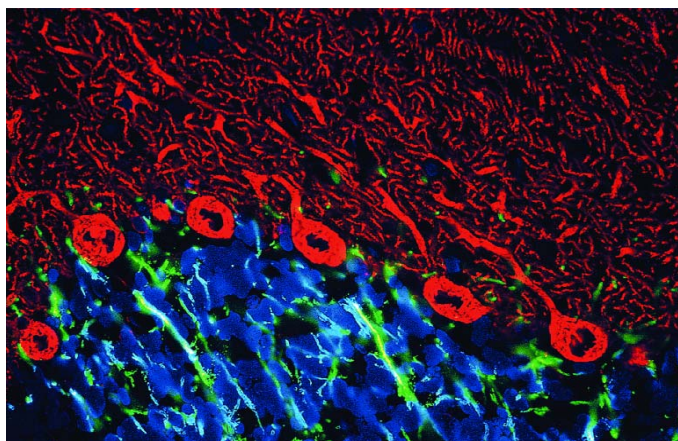
Le cerveau



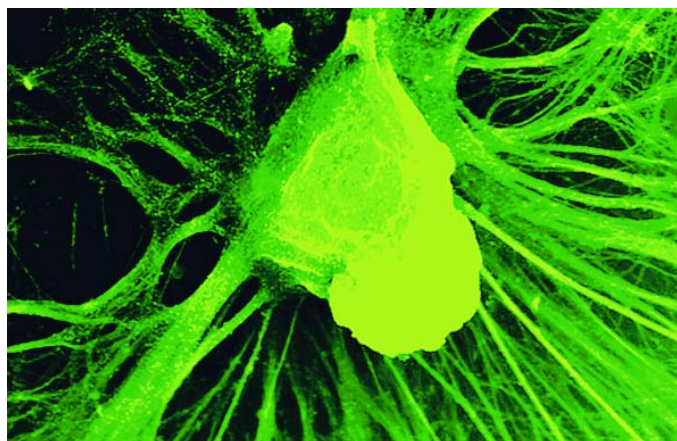
Ce numéro de Mens a été composé et rédigé par Peter Raeymaekers, en collaboration avec le professeur Christine Van Broeckhoven, Université d'Anvers et Institut flamand de Biotechnologie.

Le cerveau. Un terme qui recouvre plusieurs significations. Un endroit où nous emmagasinons les souvenirs de toute une vie, un mode d'idées et de pensées, et le siège des sentiments et de la créativité. Le cerveau, c'est aussi cet organe gris et flasque, cette masse de neurones et de vaisseaux sanguins recouverte par le crâne qui pèse à peine un kilo et demi. Seulement 2 % du poids total de notre corps. Mais en même temps, le cerveau utilise 20 à 25 % de

l'énergie nécessaire à tout notre corps. Ce cerveau biologique est constitué de 100 milliards de cellules individuelles – soit plus que le nombre d'arbres qui compte la forêt amazonienne ou que les étoiles présentes dans la galaxie. Chacun de ces neurones est à son tour relié à plus de 10 000 autres neurones. L'ensemble de notre cerveau comporte plus de connexions qu'il n'y a de feuilles sur les arbres de la forêt équatoriale.



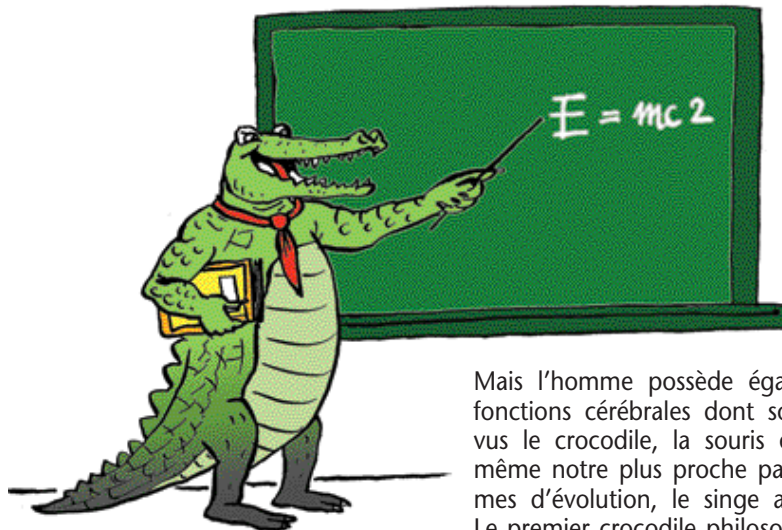
Vue microscopique des neurones dans le cortex du cervelet (cellules de Purkinje)



Un neurone établit en moyenne 10 000 connexions avec d'autres neurones

Un organe mystérieux

Le siècle dernier nous a permis d'en apprendre davantage sur le cerveau humain que les dix mille années précédentes. Nous prenons conscience de la manière dont cette masse de neurones se développe et se structure. Nous commençons à comprendre quels sont les processus mis en œuvre, comment les neurones établissent des connexions, les substances chimiques qu'ils utilisent pour communiquer ... et pourtant ... le cerveau reste un mystère. Nous ne savons toujours pas comment les influx électriques et les réactions chimiques entraînent des sentiments tels que la tristesse, la colère, la joie ou l'amour. Comment cet organe flasque fait-il pour collecter les souvenirs de notre plus tendre enfance, pour effectuer des divisions, apprendre une langue ou encore nous donner des instructions pour jouer du piano ? Et surtout, quel rapport a le cerveau avec la conscience, la personnalité et l'identité ? ... Tant de questions... qui n'ont pour l'instant trouvé que très peu de réponses.



Des crocodiles et des hommes

Notre cerveau ressemble fortement à celui des autres animaux. Rien d'étonnant puisque le cerveau de l'homme est le fruit de millions d'années d'évolution biologique. C'est essentiellement le tronc cérébral – désigné aussi parfois comme la partie primitive du cerveau (voir l'encadré « De l'échelle macro... ») – que nous avons en commun avec le crocodile, le hérisson, la souris et le chimpanzé. Ce tronc cérébral est précisément l'élément qui assure les fonctions nécessaires à chaque animal pour survivre, telles le contrôle de la respiration, le rythme cardiaque et la digestion.

Mais l'homme possède également des fonctions cérébrales dont sont dépourvus le crocodile, la souris et peut-être même notre plus proche parent en termes d'évolution, le singe anthropoïde. Le premier crocodile philosophe n'a pas encore été capturé. Et les chimpanzés n'ont probablement pas la moindre notion de la théorie des particules élémentaires. Qu'est-ce qui rend donc l'être humain si particulier ? La différence se situe au niveau de notre cortex cérébral. C'est là que siègent les circuits de nos fonctions cognitives supérieures, dont la faculté de penser, de raisonner, de croire, de planifier et de prendre conscience de notre position sociale. Tous ces processus qui – nous le présumons – nous différencient des autres animaux. Divers domaines peuvent être distingués au niveau du cortex cérébral. Chacun de ces domaines est affecté à une série de tâches bien déterminée.

Le cerveau en pleine action

Effectuez les tâches suivantes l'une après l'autre :

1. Avec votre index, tapotez une fois sur une table. Faites la même chose avec votre majeur, ... votre annulaire, ... votre auriculaire. Inversez l'ordre des doigts. Tapotez ensuite deux fois sur la table avec chaque doigt, puis trois fois
2. Comptez à rebours en partant de 100, chaque fois en retirant 7. 100, 93, ...
3. Écoutez les sons qui vous entourent. Qu'entendez-vous ? Des voix en train de parler ? Des cris d'enfants ? Le chant d'un oiseau ? Parvenez-vous à différencier les divers sons ?
4. Fermez vos yeux et laissez libre cours à votre imagination. Où souhaiteriez-vous être ? Que voyez-vous ? Une plage et des palmiers dont les feuilles ondulent dans le vent ? Votre living ? Une salle de cinéma ou un théâtre ? Ou le café convivial de votre quartier préféré ?
5. Pincez-vous le bras, suffisamment fort, éventuellement avec les ongles, pour ressentir la douleur.
6. Pensez à un événement remontant à très longtemps. La première fois que vous avez roulé à vélo. Votre grand-mère avec qui vous prépariez de petits gâteaux. Votre premier ballon de foot ou votre première poupée. Votre sixième anniversaire, votre première communion, la fois où vous avez été demoiselle ou garçon d'honneur ? De quoi vous souvenez-vous encore de ce jour ? Qui était présent ? Quels vêtements portiez-vous ? ...

En réalisant ces six tâches, vous venez de faire travailler une grande partie de votre cerveau, mais en utilisant à chaque fois une zone cérébrale différente.

Exemple : même le simple fait de tapoter sur une table en alternant vos doigts demande une coordination incroyable de la part de votre cerveau. Cette tâche nécessite l'action de millions de neurones répartis dans les différentes zones de votre cerveau. Les zones du cerveau dialoguent entre elles en quelques fractions de seconde.

C A S S E - T Ê T E

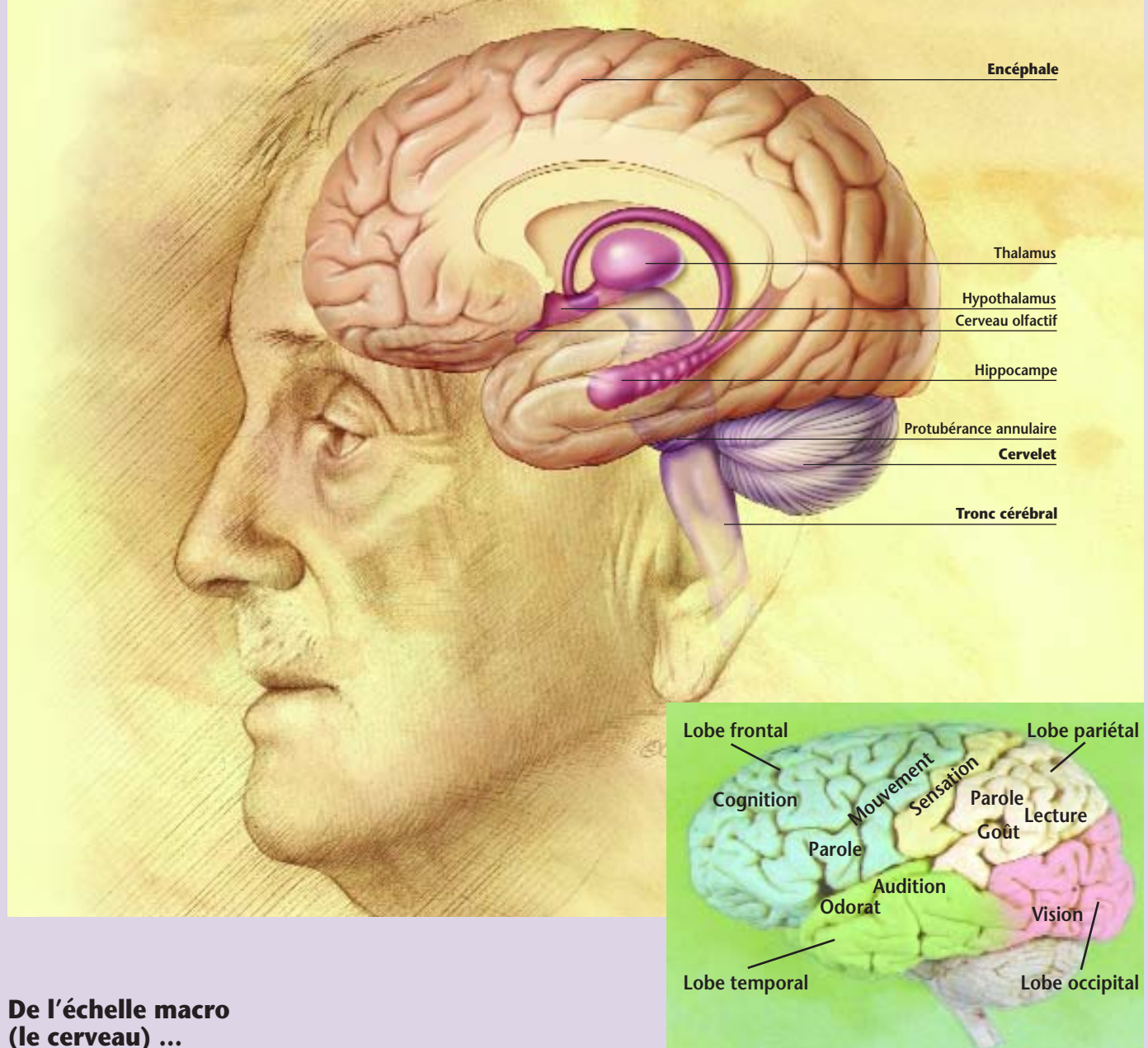
Tâche : indiquez la couleur dans laquelle les mots suivants sont imprimés

JAUNE BLEU ORANGE
NOIR ROUGE VERT
MAUVE JAUNE ROUGE
ORANGE VERT NOIR
BLEU ROUGE MAUVE
VERT BLEU ORANGE

Difficile et frustrant, non ? Pour cette tâche mentale, le cerveau fait automatiquement appel aux circuits de lecture étudiés. Nous avons en effet l'habitude de donner immédiatement aux mots de notre langue maternelle un sens sur le plan du contenu. Mais dans cet exercice, il est au contraire demandé au cerveau de ne pas tenir compte de la signification de ces mots ... Ou comment des années de pratique de la lecture ont pu former ou déformer notre cerveau.

Si vous réalisez ce même exercice dans une langue que vous ne connaissez pas, par exemple en portugais, cette tâche vous semblera bien plus facile.

LARANJA AZUL AMARELA
PRETO VERMELHO VERDE
ROXO LARANJA VERMELHO
AMARELA VERDE PRETO
AZUL VERMELHO ROXO
VERDE AZUL AMARELLA



De l'échelle macro (le cerveau) ...

Le cerveau est constitué de l'encéphale (cerebrum), du tronc cérébral et du cervelet (cerebellum). La particularité de l'encéphale est qu'il se subdivise en deux segments, les deux hémisphères, reliés l'un à l'autre par l'intermédiaire du corps calleux. C'est dans la couche extérieure de l'encéphale – que l'on appelle communément la matière grise – que la concentration de neurones est la plus dense. Cette couche, d'une épaisseur de 3 bons millimètres, porte le nom d'écorce cérébrale ou cortex. Celui-ci se caractérise surtout par la présence de circonvolutions et de sillons. Leur présence rend la surface de l'encéphale bien plus grande que si elle était lisse, ce qui donne davantage de place aux neurones pour s'accumuler.

Comme l'indique l'illustration de l'encadré, on peut distinguer dans chaque hémisphère quatre grands lobes : le lobe frontal, le lobe pariétal, le lobe temporal et le lobe occipital. Dans chaque lobe se retrouvent les zones cérébrales affectées à une série particulière de tâches.

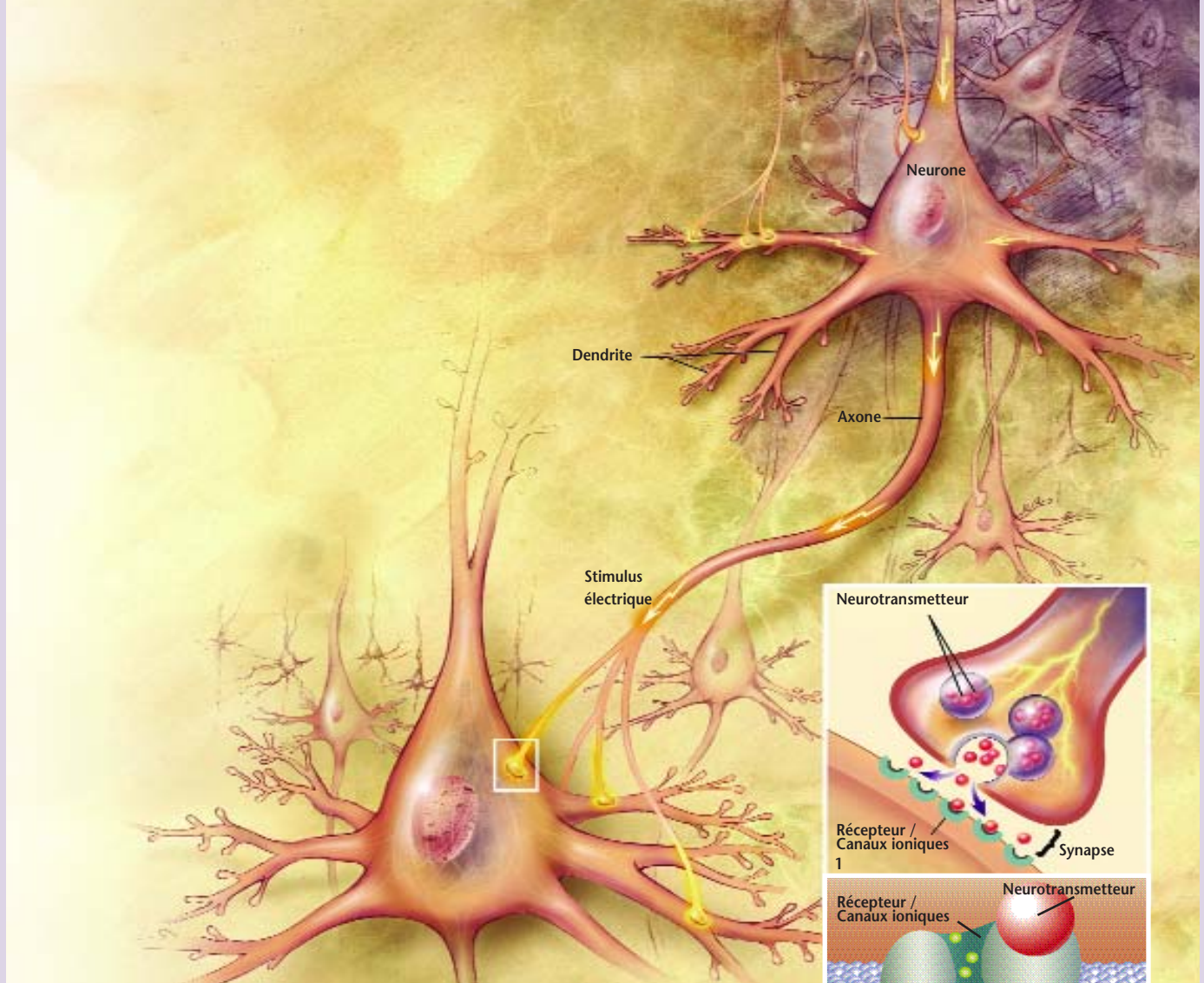
La grande illustration donne un aperçu de l'intérieur du cerveau. Outre le cortex cérébral, l'encéphale renferme également le « système limbique ». Y sont représentés tous les postes de l'encéphale qui jouent un rôle dans le comportement émotionnel. On y retrouve, entre autres, l'hippocampe, l'hypothalamus et le rhinencéphale, appelé aussi cerveau olfactif. Le système limbique régule l'agressivité, la sensation de faim et de soif, la sexualité et prend également en charge toute une série de régulations hormonales.

Au-dessous de l'encéphale se trouve le tronc cérébral. Celui-ci se compose du bulbe rachidien (medulla), du diencéphale (incluant notamment la protubérance annulaire aussi appelée « pont ») et du mésencéphale (avec le thalamus). Le tronc cérébral est aussi parfois considéré comme la partie la plus « primitive » du cerveau. Cette zone cérébrale contrôle de nombreuses fonctions vitales, comme le pouls, la tension, la respiration ainsi que les réflexes visuels et auditifs. C'est aussi un poste de connexion important

pour les stimuli entrants en direction du cortex. Ainsi, tous les stimuli dont nous sommes conscients passent par le thalamus.

Le cervelet (cerebellum) est également nettement visible. Sa surface est recouverte de nombreux sillons horizontaux. Le cervelet coordonne le fonctionnement des muscles, il fait en sorte que les mouvements soient exécutés dans une juste mesure et suivant une succession correcte afin d'obtenir une dynamique ordonnée. Le cervelet joue aussi un rôle important dans les contractions musculaires rapides, par exemple pour jouer d'un instrument de musique, dactylographier ou manipuler le joystick d'un jeu électronique.

Les méninges recouvrent la face externe de toutes les parties du cerveau. Enfin, le cerveau comporte des cavités ou ventricules (non visibles sur les dessins) remplies de liquide et connectées les unes aux autres.



... en passant par l'échelle micro (les neurones)...

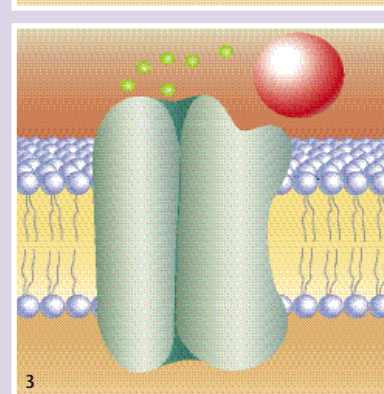
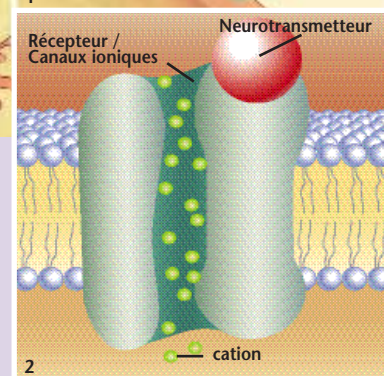
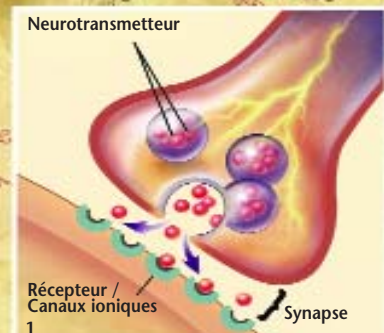
Le neurone constitue la véritable unité fonctionnelle du système nerveux. On compte 100 milliards de neurones individuels faisant fonction de conducteurs et de postes de connexion des signaux électriques. Les neurones se distinguent des autres cellules de notre corps par leurs fins prolongements étirés et fortement ramifiés (voir illustration). Ces prolongements sont de deux types : les dendrites et les axones. La plupart des neurones ont plusieurs dendrites mais un seul axone. Les dendrites interceptent les impulsions électriques d'autres neurones et les conduisent jusqu'au corps cellulaire (péricaryon). Le corps cellulaire décide si le stimulus doit être transmis par l'axone aux autres cellules.

... jusqu'à l'échelle nano (les molécules)

Problème : la plupart des neurones n'ont pas de véritable contact physique entre eux. Les points de contact (synapses) entre l'axone d'un neurone et la dendrite ou le corps cellulaire d'un autre neurone sont séparés par un petit inter-

stice. L'influx électrique ne peut franchir cette synapse. C'est ainsi que le transfert des stimuli d'un neurone à l'autre s'effectue par l'intermédiaire d'une molécule chimique, un neurotransmetteur (voir encadré).

Des exemples de ces neurotransmetteurs sont, entre autres, l'acétylcholine, l'adrénaline, la nicotine, la sérotonine et la dopamine. Ces molécules chimiques sont stockées dans le neurone et sont libérées lorsqu'une impulsion électrique arrive à l'extrémité de l'axone. Le neurotransmetteur se retrouve dans la synapse et entre en contact avec les récepteurs se trouvant sur la dendrite ou le corps cellulaire du neurone suivant (1). Ces récepteurs sont souvent aussi des canaux ioniques pouvant laisser passer par endroits une grande quantité de cations (ions sodiques et potassiques) à travers la membrane cellulaire. Le canal ionique ne s'ouvre que si un neurotransmetteur y est lié (2). L'influx massif des cations entraîne une perturbation locale du champ de tension électrique normal entre l'intérieur et l'extérieur de la cellule. Cette tension électrique est transmise en direction du corps cellulaire. Lorsque le neurotransmetteur est libéré du récepteur, le canal ionique se referme aussitôt (3).



C'est par cette combinaison d'influx électriques et de molécules chimiques messagères que les neurones communiquent entre eux dans notre cerveau. Dans la pratique, chaque neurotransmetteur a son propre récepteur. Ils s'adaptent en quelque sorte comme une clef dans une serrure. Certaines de ces clefs s'insèrent dans une seule serrure, d'autres dans plusieurs serrures et certaines serrures conviennent à plusieurs clefs.



Photo 1. Sur une radiographie, le cerveau apparaît comme une tache grise et voilée.

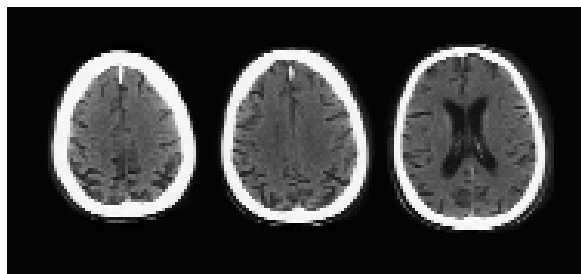


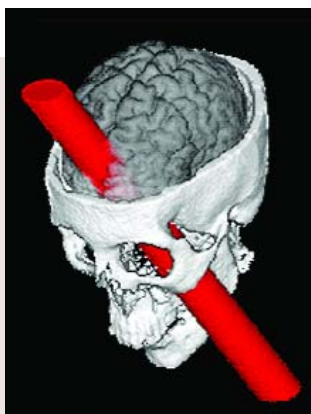
Photo 2. Avec un CT-scan, le cerveau est virtuellement découpé en tranches. Les premiers détails du cerveau proprement dit deviennent visibles.



Photo 3: Le PET-scan consiste en un ensemble de gamma-caméras ultrasensibles qui entourent la tête du patient. Les zones cérébrales actives se colorent en rouge, les moins actives en bleu.

La science du cerveau sous la loupe

Il a fallu des siècles aux chercheurs spécialistes du cerveau pour découvrir quelles zones cérébrales étaient impliquées dans chaque fonction. Comment ont-ils procédé ? En premier lieu, ils ont étudié le cerveau d'animaux de laboratoire comme les souris, les rats, les lapins et les singes. Mais en même temps, ils ont été – et sont encore – aidés par les cas de patients présentant une tumeur cérébrale, une hémorragie ou victimes d'un accident ayant endommagé certaines zones du cerveau et ayant provoqué la perte de certaines fonctions cérébrales. L'exemple le plus célèbre est sans doute celui de Phineas Gage, un cheminot américain qui vécut au 19^e siècle (voir encadré « Le malheureux Phineas Gage »).



« Le malheureux Phineas Gage »

Apprécié par ses supérieurs et jouissant d'une grande popularité auprès de ses collègues, Phineas Gage occupait un poste à responsabilité au sein des chemins de fer américains. Il y était dynamiteur. Mais le 13 septembre 1848 fut un jour néfaste pour Gage. Alors qu'il enfonçait au moyen d'une barre

de fer une cartouche de dynamite dans un trou de la paroi rocheuse, une étincelle fit exploser la charge et la barre de fer fut catapultée hors du trou bien plus vite que Gage ne l'avait prévu. Malheureusement, sa tête se trouvait sur la trajectoire de la barre. Celle-ci, d'environ un mètre de long, perfora le dessous de son maxillaire gauche, traversa son cerveau et ressortit par le dessus de sa tête.

Gage tomba à la renverse mais il survécut à l'accident. Il ne perdit même pas connaissance. La barre de fer n'avait touché

Pour les chercheurs d'aujourd'hui, l'acquisition de connaissances sur le cerveau dépend moins du sort malchanceux des patients. Ils disposent désormais de toutes sortes de moyens pour représenter le cerveau et son fonctionnement. Même si cette représentation a été difficile au début, car il est un fait qu'une simple radiographie ne permet pas de distinguer grand-chose du cerveau. Celui-ci est en effet entouré de la boîte crânienne, un réseau osseux laissant à peine passer les rayons X. Sur une autoradiographie, le contenu de la boîte crânienne apparaît en général sous la forme d'une surface grise décevante (photo 1). Mais un changement s'est produit dans les années 70. Le monde fit alors connaissance avec une technique d'imagerie appelée tomodesitométrie, en anglais « computerized axial tomography scanner », ce qui fut rapidement abrégé en CT-scan. Au cours de ce procédé, le cerveau est balayé par

un rayon X sous différents angles d'une même surface. Le cerveau est ainsi virtuellement « découpé » tranche par tranche. Chaque tranche donne aux scientifiques une image de la section totale du cerveau. La nouveauté unique du CT-scan, à l'époque, était d'utiliser la puissance des ordinateurs pour convertir l'immense quantité de mesures en images réelles (photo 2).

La principale technique d'imagerie qui suivit le CT-scan fut la tomographie par émission de positrons, en abrégé PET. Ce procédé consiste à injecter des substances radioactives dans le sang. Ces substances arrivent au cerveau en émettant des rayons radioactifs. La répartition de ce rayonnement dans le cerveau peut être mesurée à l'aide d'un PET-scan qui n'est en fait rien d'autre qu'une enceinte de caméras très sensibles aux rayons gamma (photo 3).

aucun vaisseau vital et avait épargné les zones cérébrales cruciales à sa survie. Il est vrai qu'une partie de ses lobes cérébraux frontaux était réduite en bouillie et que sa mâchoire et son crâne étaient perforés. Le médecin local, John Harlow, s'occupa du cas de Gage. Alors que le médecin pouvait encore enfoncer ses doigts dans la tête de Gage de part et d'autre de sa blessure et que les extrémités de ses doigts se rejoignaient, celui-ci demanda quand il pourrait reprendre le travail.

Le malheureux ouvrier se remit miraculeusement de son accident, du moins sur le plan physique. Mais le Gage d'après l'accident n'était plus le même. Le dynamiteur calme, loyal et travailleur avait fait place à un homme lunatique, irrespectueux et malhonnête. Bref, un « menteur grossier et sans gêne » comme le déclara Harlow. Selon ce dernier, l'accident démontrait indiscutablement que les lésions des lobes cérébraux frontaux « avaient annihilé l'équilibre entre les facultés intellectuelles de Gage et ses instincts d'animal ». Un examen ultérieur révéla que le côté gauche du lobe frontal de Gage était détruit. Et c'est précisément ce qui explique pourquoi Gage était devenu asocial. Les médecins rencontrent également ce phénomène chez les patients présentant une tumeur ou une hémorragie dans cette zone du cerveau.

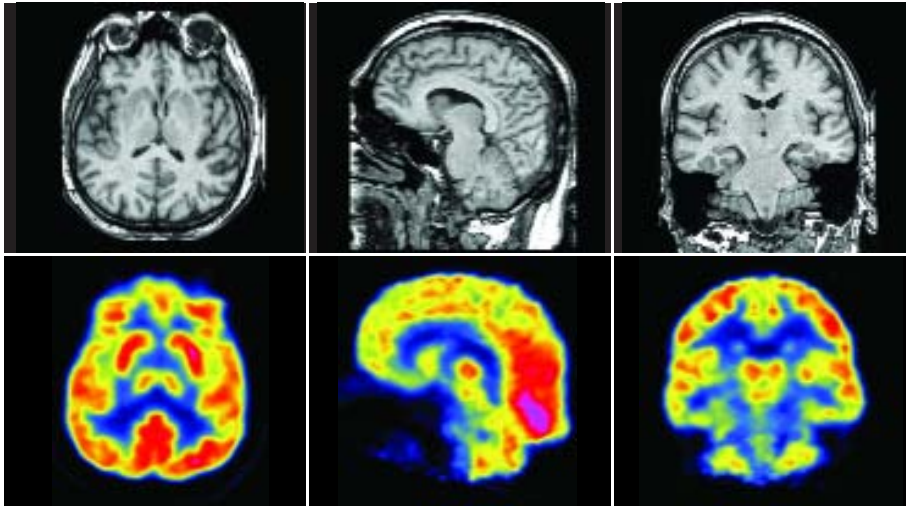


Photo 5: images IRM fournissant de nombreux détails sur la structure du cerveau (en haut à gauche : une vue en plan ; au centre : une vue latérale ; à droite : une vue de face). L'IRM permet en outre de répertorier l'activité des zones cérébrales.

L'association de l'isotope radioactif – par exemple un atome de fluor-18 – à du glucose permet de visualiser sur le PET-scan quelles sont les cellules qui absorbent le plus de sucre, ce qui indique leur activité. Les zones cérébrales très actives se colorent en rouge, les moins actives en bleu. Grâce à ce procédé, les scientifiques peuvent voir quelles zones cérébrales correspondent à chaque activité mentale.



Photo 4: un dispositif RMN est constitué d'un tunnel entouré d'électroaimants puissants.

Le must de l'imagerie médicale se base aujourd'hui sur l'IRM – ou imagerie par résonance magnétique. En présence d'un champ magnétique, les molécules se comportent comme des petites barres aimantées, comparables à l'aiguille d'une boussole. Le patient est installé dans un tunnel étroit entouré d'électroaimants puissants (photo 4). L'ordinateur reproduit une image de la structure du cerveau en manipulant les caractéristiques magnétiques des molécules dans le cerveau et en mesurant leurs réactions magnétiques. En règle générale, les clichés obtenus par IRM (photo 5) sont plus détaillés que les CT-scans. De cette façon, la recherche peut avancer : la mesure de la concentration locale d'oxygène dans le cerveau par le procédé IRM permet de voir quelles zones sont les plus actives pour quelle activité mentale.

En plus de l'imagerie, les médecins peuvent également mesurer l'activité électrique du cerveau, et ce sans qu'une trépanation soit nécessaire. Cette technique porte le nom d'électro-encéphalographie, en abrégé EEG. Une vingtaine de capteurs sont collés sur le crâne et enregistrent son activité électrique sous

forme de diagramme. Ces enregistrements sont utiles pour le diagnostic de l'épilepsie de même que pour déterminer quels sont les centres cérébraux ayant une activité électrique dans certaines activités mentales (photo 6).

Au cours de ces 100 dernières années, les aspects moléculaires du cerveau ont bien évidemment aussi suscité un intérêt grandissant. Ainsi, les scientifiques n'ont pas uniquement analysé la structure des neurones, ils connaissent aussi de mieux en mieux le fonctionnement des neurones, les substances chimiques dont ils ont besoin pour transmettre leurs messages, quels sont les facteurs de croissance et de différenciation qui les régissent, etc. Pour arriver à toutes ces connaissances, ils ont utilisés dans leurs laboratoires des cultures de cellules ainsi que des animaux d'expérience. Ces derniers surtout constituent un outil pratique pour étudier le rôle de certaines molécules dans le développement et le fonctionnement du cerveau. L'essor qu'a connu la génétique ces dernières années permet

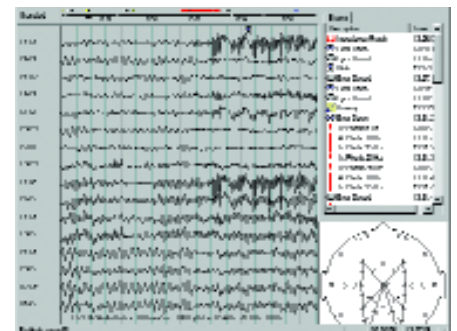
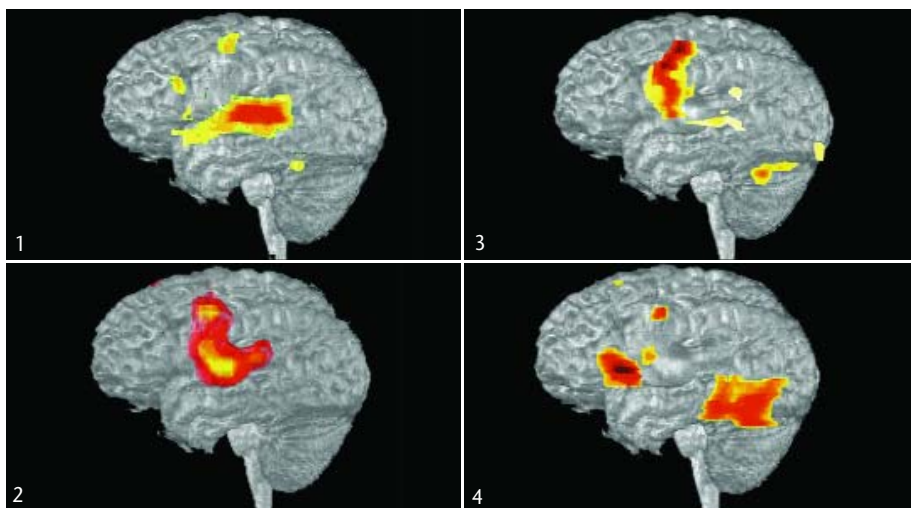
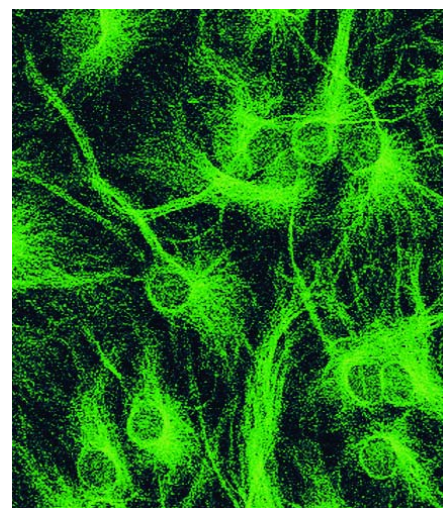


Photo 6: l'activité électrique du cerveau est mesurée à l'aide de l'EEG.

désormais aux scientifiques de neutraliser certains gènes et protéines chez des rongeurs (animaux « knock-out », voir Mens 31). Ils peuvent déterminer quel est l'effet de ces gènes et protéines neutralisés sur le cerveau. Grâce à cette technique, ils acquièrent chaque jour de nouvelles connaissances sur le fonctionnement moléculaire du cerveau. Sous certaines réserves bien entendu car seule une partie des observations faites sur les animaux de laboratoire peuvent être extrapolées à l'homme. Une souris n'est en effet pas un être humain et le cerveau d'une souris ne fonctionne pas toujours à l'identique de celui de l'homme. C'est la raison pour laquelle certains chercheurs préfèrent utiliser des singes, surtout pour ce qui est des expériences plus « cognitives ».



Différentes zones du cerveau sont actives lorsque nous écoutons des mots (1), lorsque nous les prononçons (2), lorsque nous les voyons (3) ou lorsque nous y pensons (4).



Les neurones forment un réseau dynamique.

Un orchestre sans chef d'orchestre

Ces recherches sont à l'origine de notions tout à fait nouvelles sur le fonctionnement du cerveau. Il apparaît ainsi qu'aucune zone du cerveau n'a le monopole sur une fonction ou sur un comportement en particulier. Il n'existe pas un genre de centre cérébral complètement autonome enregistrant et traitant les informations visuelles ou encore une seule zone pour l'odorat, le toucher ou le mouvement. Les tâches d'exécution de ces fonctions spécifiques sont réparties entre plusieurs zones. Et ce, contrairement à ce que bon nombre de manuels suggèrent encore au jour d'aujourd'hui. Ainsi, nous utilisons à chaque fois d'autres centres pour écouter des mots, pour les prononcer, pour les lire ou pour y réfléchir (voir figure plus haut).

Nous disposons aussi de plus de trente zones différentes pour traiter les informations visuelles. Certaines de ces zones s'occupent principalement du traitement ou de la création des angles et des contours, d'autres de la couleur, du mouvement ou de la profondeur. Les nombreuses zones cérébrales aidant à convertir les signaux lumineux en images ne sont pas sous le contrôle d'une seule unité de commande, une sorte de mini-cerveau, comme on l'a parfois prétendu. Les différentes zones du cerveau fonctionnent plutôt comme un orchestre, mais sans chef d'orchestre. Un organe dans lequel des centaines de zones sont mises en réseaux. Et tous ces réseaux sont en communication permanente. Une communication qui n'est pas « sans engagement » : chaque centre s'engage

en effet à tenir son voisin à l'œil et à apporter des corrections si nécessaire. Cette combinaison continue de balayage, de communication et de correction entre les réseaux de neurones forme le noyau du fonctionnement équilibré de notre cerveau.

Un réseau incroyablement dynamique

Il existe par ailleurs des neurones de toutes les formes et de toutes les dimensions. Cette variabilité est à l'origine d'innombrables types d'interactions. Certains neurones présentent des prolongements (axones) de plus d'un mètre, tandis que d'autres établissent un contact uniquement avec leurs voisins. La plupart des neurones font partie de circuits très complexes, habituellement avec de longues chaînes de neurones en contact les uns avec les autres.

Contrairement à ce que l'on pensait par le passé, le cerveau ne présente pas de structure fixe inaltérable. Il manifeste une grande « plasticité ». Les neurones s'avèrent aptes à se réorganiser et à établir des relations privilégiées ou à rompre d'anciens contacts. Aujourd'hui, la « neuroplasticité » est l'un des principaux thèmes de la science du cerveau. Qu'il soit jeune ou plus vieux, le cerveau possède une formidable capacité d'adaptation, aussi à l'environnement. Citons comme exemple spectaculaire de neuroplasticité la réorganisation du cerveau d'un patient ayant subi une transplantation des deux mains. Chez cet homme, la zone du cortex cérébral contrôlant le mouvement des mains s'était rétrécie

après la perte de ses mains. Peu après, lorsqu'on lui a greffé ses deux nouvelles mains, son cerveau a « reconnu » les mains transplantées. Les semaines suivantes, les nouvelles mains se sont vu attribuer la place occupée dans le cerveau par les mains « d'origine ». Les neurones désactivés après l'amputation ont été visiblement réactivés et ont établi de nouveaux canaux de communication. Petit à petit, le patient a réussi à contrôler les mouvements de ses deux nouvelles mains.

Mais la neuroplasticité renvoie également au singulier phénomène de l'influence de l'environnement sur la structure du cerveau. Chaque mot lu ou entendu, chaque odeur respirée, chaque image perçue entraîne une modification de la structure du cerveau. Chaque stimulus extérieur est ancré en permanence dans le réseau de connexion des neurones. Ces phénomènes cellulaires sont sans aucun doute à la base de la mémoire et de l'apprentissage.

Ce nouveau concept ouvre la porte à de nouvelles possibilités mais aussi à de nouvelles préoccupations. Les mots, les images et les événements peuvent être aussi efficaces dans la modification de notre cerveau qu'un comprimé ou que le scalpel d'un chirurgien. Ceci explique en même temps pourquoi certaines formes de psychothérapie (rebaptisée par certains « thérapie par la parole ») peuvent s'avérer bénéfiques pour aider un patient présentant un trouble psychique. Leur action est aussi efficace qu'un médicament. Mais inversement, cela signifie aussi que les mots peuvent réellement faire du tort.

Lorsque la machine s'enraye

Il arrive parfois au cerveau de connaître de graves perturbations... on parle alors de maladie cérébrale. Et ces maladies sont nombreuses (voir tableau p. 14). Outre la souffrance humaine occasionnée par ces affections, leur traitement coûte terriblement cher. Un tiers du budget des soins de santé est consacré aux maladies du cerveau. Accident vasculaire cérébral, dépression et démence figurent au top cinq des affections les plus répandues au sein de la population occidentale. Avec le vieillissement de la population, ce pourcentage ne va qu'en augmentant puisque les maladies cérébrales touchent plus souvent les personnes âgées que les plus jeunes. La suite de ce numéro s'intéressera davantage à trois des affections cérébrales les plus courantes : la maladie de Parkinson, la maladie d'Alzheimer et la dépression. Il s'agit de trois maladies très différentes qui reflètent l'étendue du spectre des affections cérébrales mais qui montrent aussi à quel point leur diagnostic et leur traitement peuvent être complexes ... et à quel point nous sommes encore parfois impuissants face à la quasi-impossibilité de traiter ces maladies.

La maladie d'Alzheimer

La grand-mère de Gregory

Gregory a les yeux perdus dans le vague. L'essuie-glace de la voiture va et vient dans un mouvement régulier et balaie les gouttes de pluie en une fine pellicule. Son père remonte le long chemin qui quitte la maison de repos. Papa aussi est sous le choc. Ils sont allés voir grand-mère ensemble... mais grand-mère ne les a pas reconnus. Grand-mère ne savait pas que Jean était son fils ni que Gregory était son petit-fils. Quand ils sont entrés, grand-mère leur a jeté un regard vide et vitreux. Gregory crut un instant qu'une étincelle allait jaillir dans ses yeux pour laisser place au sourire radieux d'autrefois. Mais son espoir était vain. Tout comme lors des autres visites, il n'y eut pas le moindre signe de reconnaissance, ni de sourire, ... rien.

Tout avait commencé il y a quatre ans. La police s'était tout à coup retrouvée devant notre porte... avec une grand-mère confuse assise dans le combi. Elle s'était rendue chez le boulanger et n'avait pas retrouvé le chemin de la maison. Elle s'était perdue. Ce n'est que plusieurs heures plus tard que quelqu'un s'était adressé à la vieille dame épuisée et l'avait conduite au poste



de police. Heureusement, elle avait sa carte d'identité sur elle ainsi que l'adresse de son fils Jean.

Depuis ce jour, la santé de grand-mère s'était dégradée. Pas tellement sur le plan physique, elle était encore alerte au début, mais elle commençait à perdre la mémoire de plus en plus souvent. Elle oubliait ses rendez-vous, l'endroit où elle avait mis ses clefs, elle ne se souvenait plus d'événements récents ... elle était dépassée. Tous les deux jours, Gregory rendait visite à grand-mère – il est vrai que sa maison se trouvait sur le chemin de l'école. Mais parfois, elle appelait encore le soir même pour savoir quand il passerait. Parce que cela faisait si longtemps ...

Le diagnostic fut un coup dur : très probablement Alzheimer, dit le médecin. Le début d'un déclin ininterrompu.



fig.1 - Coupe transversale du cerveau d'un malade d'Alzheimer à un stade précoce (avant l'apparition des symptômes), à un stade intermédiaire et à un stade très avancé.

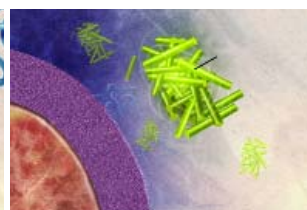
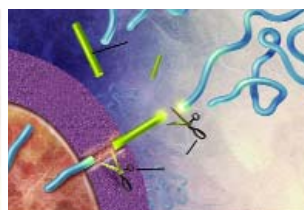
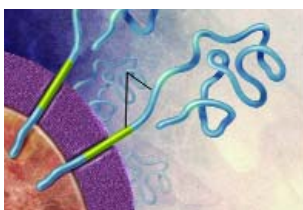


fig.2 - La protéine APP est mal découpée et génère alors un fragment (bêta-amyloïde) qui se dépose sous forme de plaque entre les neurones.

La maladie d'Alzheimer est la principale forme de démence. Elle touche 85 000 Belges. La cause de cette affection n'est pas encore très bien connue. Il existe bien des médicaments pour lutter contre les symptômes de la maladie et en ralentir la progression mais l'on ne peut réellement en guérir. Les médicaments ne donnent qu'un sursis... le lent mais progressif dépérissement irréversible des neurones se poursuit inévitablement.

Le cerveau finit même par rétrécir, ce qui affecte les facultés mentales du patient. D'abord la mémoire mais finalement aussi la personnalité et les capacités physiques. Le patient perd en outre de plus en plus son autonomie.

Facteurs de risque

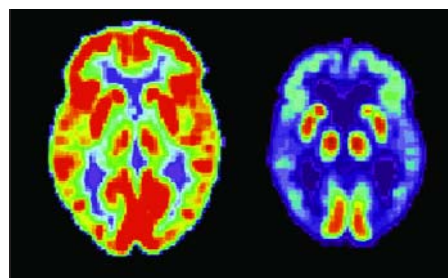
La vieillesse est le plus grand facteur de risque de la maladie d'Alzheimer. Chez les moins de 70 ans, moins de 1% de la population est atteint de la maladie mais, au-delà, la fréquence de l'affection augmente considérablement. La maladie touche un tiers des personnes âgées de 90 ans. Après l'âge, un deuxième facteur de risque important est la prédisposition héréditaire. Dans la plupart des cas, la maladie d'Alzheimer est l'exemple classique d'une affection multifactorielle ou complexe engendrée par la conjonction subtile de plusieurs gènes et facteurs environnementaux. Le décryptage du composant génétique de ce type d'affections est plus complexe que pour les affections génétiques transmises par le processus classique – autosomique dominant, autosomique récessif ou hérédité liée au sexe.

Des études récentes ont également révélé qu'il existait un lien avec les facteurs de risque cardiovasculaire comme l'hypertension, le diabète et l'artériosclérose. Plus l'on est porteur de ces trois facteurs de risque, plus le risque de maladie d'Alzheimer augmente.

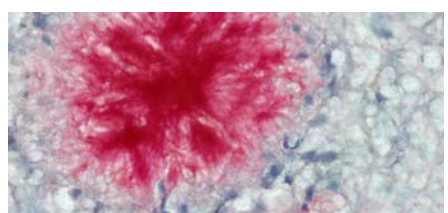
La protéine autoadhésive

Avant même l'apparition des premiers symptômes extérieurs, le cerveau d'une personne souffrant de la maladie d'Alzheimer se différencie de celui d'une personne âgée en bonne santé. Plus précisément, le cerveau d'un malade présente des plaques et des enchevêtrements.

Les plaques sont constituées par une accumulation d'un produit de dégradation de la protéine précurseur de l'amyloïde – en abrégé protéine APP – entre les cellules cérébrales. Cette protéine se trouve dans les membranes neuronales. Si elle est mal découpée, elle génère à son tour une protéine collante qui se dépose et forme des plaques. Il est alors possible que ces plaques entravent la transmission des signaux entre les cellules cérébrales (voir figure 2 p.10). Mais des perturbations apparaissent aussi au sein même des neurones. Il s'y forme un emmêlement de protéines fibreuses que l'on appelle enchevêtrement. Ces enchevêtrements empêchent le neurone de fonctionner. On espère que la recherche moléculaire et cellulaire pourra un jour fournir un médicament capable d'interrompre ou d'annuler les mécanismes moléculaires à l'origine de la dégradation des neurones dans cette affection.



PET-scan d'un cerveau normal et du cerveau d'un patient Alzheimer. Plus il y a de zones rouges, plus le cerveau est actif.



Vue microscopique d'une plaque dans le cerveau d'un patient Alzheimer.



La maladie de Parkinson

Une électrode dans mon cerveau ?

« 86 moins 7 ? » ... « 79 ! » Sur la table d'opération, Luc est en train de calculer à voix haute. Derrière lui se trouve le neurochirurgien. Par un orifice de deux centimètres pratiquée sur le haut du crâne de Luc, le médecin introduit délicatement un mince petit fil portant une électrode à son extrémité. « 79 – 7 ?, cela fait 72 ! » Luc est tout à fait conscient pendant l'opération. Et il a toute sa tête. C'est nécessaire pour vérifier que l'intervention ne blesse aucune partie importante du cerveau. « Tout va bien Monsieur », poursuit le chirurgien, « l'électrode est en place et nous allons tout de suite voir si elle fonctionne. »

L'électrode est enfoncée à l'intérieur du cerveau de Luc. Précisément à l'endroit où se trouve l'origine de ses tremblements... et cette électrode est censée les éliminer.

« Monsieur Vercauteren ? Voici un verre d'eau. Tenez-le bien droit ! » Plus facile à dire qu'à faire quand on est allongé sur une table avec en plus la main qui tremble. L'eau jaillit en dehors du verre... puis la main se calme petit à petit, tout comme l'eau dans le verre. « Cela va toujours Monsieur Vercauteren ? On dirait que vous ne tremblez plus ? ». Luc perçoit une pointe de triomphe étouffé dans la voix du chirurgien : *hourra ! Ça marche !*

Luc vient juste de bénéficier d'un nouveau traitement pour sa maladie, la maladie de Parkinson. Chez Luc, les premiers symptômes de la maladie ont fait leur apparition à l'âge de 58 ans. Juste au moment où il se préparait à prendre sa pension, après une longue carrière en tant que professeur de mathématiques.

Arrivé à 65 ans, Luc avait essayé tous les médicaments existants. Ses tremblements devenaient de plus en plus forts, ses rai-

deurs et sa maladresse l'handicapaient davantage chaque jour, sans compter les effets secondaires de tous ces médicaments. Il était peu à peu devenu impossible de trouver la dose adéquate. Luc oscillait entre des périodes d'immobilité totale (« je me transforme en statue de sel ! ») et les moments particulièrement douloureux où ses bras et ses jambes se mettaient subitement à tressauter dans tous les sens.

Un jour, le neurologue lui avait parlé de ce traitement chirurgical. Luc avait été surpris. Et méfiant. Pas question que quelqu'un mette des électrodes dans sa tête. Pas question de trifouiller dans son cerveau ! Mais Luc finit par se laisser convaincre.

La maladie de Parkinson est causée par l'atrophie prématurée des neurones de la « substance noire » (substantia nigra). Ce noyau du système nerveux se trouve au plus profond du cerveau et les neurones qui le constituent produisent la dopamine, un messager chimique.

Ils sont en relation avec les différentes zones du cerveau chargées de la coordination des mouvements. Les symptômes les plus frappants de la maladie sont le ralentissement moteur (bradykinésie), la raideur musculaire (rigidité) et les tremblements (tremor).

Traitement dopaminergique

Lorsque les cellules de la substance noire meurent, un déficit en dopamine apparaît dans les centres de contrôle, ce qui perturbe la régulation de la motricité musculaire. Le traitement actuel vise à augmenter l'apport en dopamine vers le cerveau. Les patients reçoivent de la L-dopa ou lévodopa, précurseur de la dopamine normale, ce qui améliore leur contrôle musculaire et réduit leurs tremblements.

Ce médicament n'est toutefois pas un remède miracle. Il remédie aux symptômes de la maladie mais la cause de celle-ci, l'atrophie des neurones de la substance noire, se poursuit invariablement. Le patient doit prendre toujours plus de L-dopa parce qu'il lui reste de moins en moins de neurones produisant de la dopamine dans la substance noire. Davantage de médicaments signifie aussi davantage d'effets secondaires. Arrive alors un moment où les inconvénients de ces effets secondaires prennent le dessus sur l'effet bénéfique du médicament. Le médecin doit alors, par la force des choses, diminuer la dose à un moment où le patient a le plus besoin de son médicament.

De l'électrode ...

Les patients chez qui les médicaments agissent peu se voient parfois proposer par leur médecin la pose d'une électrode au plus profond du cerveau. Cette électrode est reliée par un petit fil sous-cutané avec une pile réglable habituellement placée sous la clavicule (ce dispositif est souvent comparé à un pacemaker cardiaque). Les électrodes

placées sont bien entendu invisibles et le patient ne sent absolument pas les petites impulsions de courant de l'électrode.

L'intervention permet généralement de contrôler les symptômes pénibles de la maladie de Parkinson. Il est possible de modifier l'intensité de la stimulation. C'est primordial car cette affection connaît une évolution progressive. Bien que cette technique soit spectaculaire – avoir une électrode dans le cerveau, ce n'est tout de même pas rien – cette technique s'avère sans danger et elle peut être bien maîtrisée. Grâce au progrès remarquable de la neurochirurgie, elle ne lèse que très peu les zones cérébrales environnantes. Elle offre par ailleurs le grand avantage d'être réversible puisque l'électrode peut être mise hors service et même retirée si nécessaire. Cette technique est aussi souvent décrite sous le nom de stimulation cérébrale profonde.

... à la thérapie cellulaire

Un autre traitement futur devrait consister à implanter de nouveaux neurones. Ce procédé permettrait de s'attaquer à la maladie directement à sa racine au lieu de lutter uniquement contre ses symptômes, comme c'est le cas avec le traitement médicamenteux actuel. Les chercheurs ont commencé à emprunter concrètement cette piste de réflexion dans les années 90. Les cellules transplantées provenaient de fœtus humains avortés.

Les résultats de ces premières greffes ont été très divergents. Chez quelques patients, on a pu constater une nette amélioration, mais chez la plupart cette amélioration n'a été que temporaire. Il a été finalement décidé que la transplantation n'était somme toute pas une opération très efficace.

Cet échec partiel prouve cependant que des cellules vivantes peuvent être implantées avec grande précision dans le cerveau et que ces nouvelles cellules ont de bonnes chances de survie.

C'est pourquoi l'idée de la transplantation refait surface aujourd'hui. Les scientifiques souhaitent désormais utiliser des cellules souches pour la transplantation. Ces cellules ont la capacité de se transformer en différents types de tissu, également en tissu cérébral. Les chercheurs restent toutefois prudents. Les cellules souches n'ont pas encore livré tous leurs secrets, ni leurs éventuels effets négatifs.



La dépression

Lorsque même un sourire devient impossible

Cela dure déjà depuis quelques semaines. Valérie ne sait plus exactement quand cela a vraiment commencé. Elle s'est levée un matin dans cet état. Elle manque d'entrain et ne sourit plus. Son dos la fait souffrir. Les corn-flakes ont un goût de carton. Ce sont pourtant les mêmes céréales que tous les matins. Ce jour-là, Valérie a pris conscience de la monotonie de sa vie.

« Ce n'est tout simplement pas ton jour. Cela va passer », lui dit sa mère. Mais cela ne passe pas. Au contraire, Valérie est d'une humeur de plus en plus morose. Ses parents, ses professeurs et même ses amies l'agacent. A quoi sert cette vie ? Elle dure depuis une éternité et n'a plus aucun intérêt.

Valérie ne parvient pas à se débarrasser de cet état d'âme misérable. Ce désintérêt de tout la poursuit et lui fait progressivement perdre sa dernière once d'estime de soi. Qu'est-elle en train de faire de sa vie ? Rien !

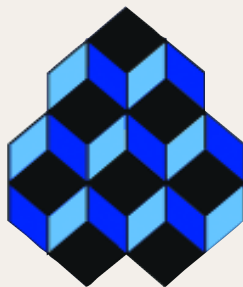
Aucun mot ne peut décrire l'enfer de la dépression et tant de gens traversent pourtant cet enfer. Cette affection touche de plus en plus de personnes. Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), la dépression se classe en 4e position mondiale de toutes les maladies et en 2e position dans la tranche d'âge des 15-44 ans. Cela montre d'emblée clairement que les jeunes représentent un groupe à risque considérable. Les grands changements qu'ils vivent les plongent souvent dans des périodes difficiles. Ils se sentent vulnérables, ont peu de confiance (en eux), sont à la recherche de leur identité et ont du mal à

C A S S E - T Ê T E

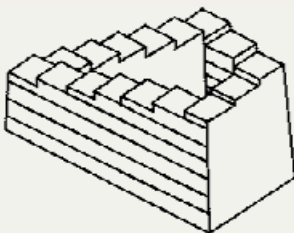
Qui est le plus grand ?



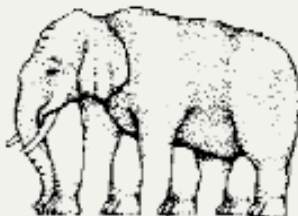
Six ou sept cubes ?



Où se trouve la marche la plus basse ?



Combien de pattes l'éléphant a-t-il ?



Lorsque nous regardons quelque chose, nous utilisons notre cerveau. Les stimuli lumineux reçus par nos yeux sont « interprétés » par le cerveau et placés dans un contexte. Souvent, nous ne voyons que ce que nous sommes « habitués » à voir, même si cela ne correspond pas toujours à la réalité.

trouver leur place au sein de leur famille et de la société. C'est pour cela qu'ils se sentent souvent déprimés, qu'ils sont vite désabusés, pessimistes et qu'ils ressentent facilement un sentiment d'infériorité. Il n'est donc pas rare que beaucoup d'adolescents (1 sur 3) pensent à la mort. Les signes de la dépression ne sont en outre pas toujours perceptibles. Souvent, ils se dissimulent derrière l'abus d'alcool, la toxicomanie, l'anorexie, la boulimie, etc.

Du coup de cafard et du chagrin d'amour à la dépression

À l'heure actuelle, le mot dépression est dans toutes les bouches. Mais qu'entend-on par là ? Avoir le « cafard », un « coup de blues » ou une « petite déprime » est-ce la même chose qu'être dépressif ? Ou voulons-nous plutôt dire que nous sommes fatigués, malheureux ou surmenés ?

Un véritable dépressif se sentira malheureux toute la journée et pratiquement jour après jour. Les choses qui lui faisaient plaisir auparavant ne suscitent plus chez lui le moindre intérêt. Il est amorphe,

apathique, las, manque d'appétit, il est particulièrement pessimiste... Il est au bord du désespoir et souvent pense au suicide (et passe à l'acte). Bref, être dépressif est différent d'être malheureux.

La société s'emballe

Le nombre de dépressions augmente, surtout en Occident. Certains psychiatres estiment que ceci est dû au rythme frénétique de la société et au fait que notre cerveau est inadapté pour y faire face (voir encadré « le professeur et l'ours »). Ils argumentent que, du point de vue biologique, notre cerveau diffère à peine de celui de nos ancêtres il y a 30 000 ans. Il n'est pas développé pour vivre dans un environnement urbain où des millions de personnes cohabitent et pour être bombardé par les stimuli de la publicité, de la télévision, des jeux électroniques et des e-mails. La société moderne est une évolution de ces cent dernières années à laquelle notre cerveau n'a pas encore pu s'adapter. Les nombreux problèmes de santé et de société, dont la dépression, trouvent par conséquent sans doute leur origine dans l'inadaptation de notre cerveau à la société moderne.

Chimie ou psychologie

La recherche sur le fonctionnement moléculaire et la structure du cerveau a conduit à l'hypothèse qu'il existait un lien entre les sentiments dépressifs et une diminution de la concentration de certains messagers chimiques dans le cerveau. Ainsi, la sérotonine joue un rôle primordial. Les médicaments traitant la dépression aujourd'hui agissent également sur ce neurotransmetteur.

Mais les médicaments sont probablement insuffisants pour sortir de la dépression. Les thérapies par la parole peuvent aussi contribuer à la guérison. Parce que parler aide. Parler a du sens. Après un entretien, les gens se sentent un peu mieux. Les entretiens peuvent par ailleurs étayer un processus d'apprentissage au cours duquel le patient apprend à connaître sa psyché et à mieux faire face à ses problèmes. Il n'est pas question de chimie OU de psychologie mais plutôt de chimie ET de psychologie.

Le professeur et l'ours



Qu'ont en commun un examen et une rencontre inattendue avec un ours ? La réaction du corps humain. Celle-ci est précisément la même dans les deux cas. Et le comportement qui en résulte est aussi le même : lutter ou fuir ... seul le résultat de ce comportement peut être différent, en fonction du professeur qui fait passer l'examen et de la faim de l'ours.

La réaction de notre corps face au stress aigu est orchestrée par notre cerveau : l'hypothalamus tient la vedette. Il sécrète une hormone qui, par le biais d'un certain nombre de postes intermédiaires, stimule les glandes surrénales à produire les hormones du stress comme l'adrénaline et le cortisol. Les conséquences s'en font ressentir immédiatement : le pouls prend de la vitesse, la respiration s'accélère, la vigilance augmente, le sang quitte le tractus gastro-intestinal et se précipite dans les muscles pour les alimenter en oxygène et en combustible ... le corps est prêt à lutter ou à fuir.

Le bon fonctionnement de ce déploiement d'hormones est nécessaire pour que toutes sortes de situations menaçantes – du professeur à l'ours – puissent être affrontées. Il est cependant important que ce système soit déconnecté à temps. Sinon le remède est pire que le mal. C'est pourquoi le cortisol, outre son effet stimulant sur le corps, exerce également une action inhibitrice sur l'hypothalamus proprement dit. L'escalade de processus hormonaux peut ainsi s'arrêter et la réaction de stress prend fin après quelque temps.

Les personnes constamment sous pression rencontrent des problèmes au niveau de cet équilibre hormonal. Leur sang conserve des concentrations élevées en hormone de stress, même pendant les périodes de repos. Ces hormones influencent à leur tour l'équilibre des neurotransmetteurs dans le cerveau. Conséquence : après un certain temps apparaissent des troubles psychiques (tension, irascibilité, surexcitation, épuisement, voire dépression) de même qu'une série de symptômes physiques (hypertension, courbatures, étourdissements, maux de tête, insomnie, fatigue corporelle, lombalgie, troubles gastro-intestinaux, etc.).

Une bonne poussée de stress de temps à autre ne fait pas du tout de tort. Au contraire. Mais le stress chronique, sans possibilité de déstresser, entraîne des dommages tant psychiques que corporels.

Claes S. et Van Den Bossche B., 'Depressie en stress, onlosmakelijk verbonden', Natuur en Techniek Wetenschapsmagazine, janvier 2001.

Récapitulatif des affections cérébrales

La maladie d'Alzheimer, la maladie de Parkinson et la dépression sont loin d'être les seules affections cérébrales de nos sociétés : il en existe de nombreuses autres. Les manuels classiques les répartissent dans les grands groupes suivants : affections neurologiques et psychiques, troubles du développement (présents ou non dès la naissance), troubles de l'apprentissage ...

Troubles neurologiques

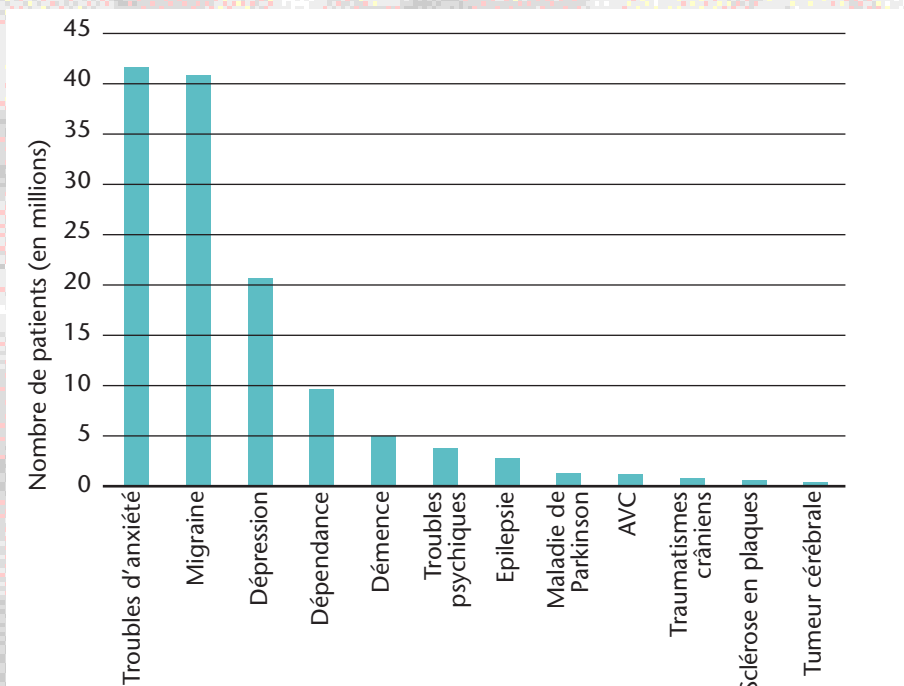
Céphalée – les maux de tête constituent un des problèmes médicaux les plus répandus. Dans la plupart des cas, il s'agit de céphalées de tension, de migraine ou de mal de tête sans étiologie clairement démontrable. Toutefois, la céphalée résulte aussi souvent de problèmes au niveau des yeux, du nez, de la gorge, des dents et des oreilles.

Migraine – forme particulière de céphalée. Il s'agit d'une douleur intense et répétitive de martèlement, généralement d'un seul côté de la tête. La douleur est parfois précédée de problèmes visuels, neurologiques ou gastro-intestinaux. La migraine est la plupart du temps plus grave que la céphalée de tension.

Troubles du sommeil – problèmes d'endormissement, d'interruption du sommeil ou de durée du sommeil. Mais aussi cauchemars et somnambulisme fréquents.

Troubles de l'appareil locomoteur – lorsqu'une partie du système nerveux impliquée dans la régulation motrice est lésée ou présente une anomalie, cela peut donner lieu à des troubles du mouvement. L'exemple le plus connu est sans doute la maladie de Parkinson (voir plus haut dans ce numéro) mais l'on peut également citer le syndrome de Gilles de la Tourette (apparition de tics moteurs et vocaux fréquents), la chorée de Huntington (maladie héréditaire progressive caractérisée par de l'hyperkinésie et des spasmes puis par une dégénérescence mentale), les troubles de la coordination.

Sclérose en plaques – affection se caractérisant par un déclin progressif des nerfs oculaires, cérébraux et rachidiens.



Principales affections cérébrales en Europe (les pays de l'UE plus l'Islande, la Norvège et la Suisse)

Epilepsie – réaction à une décharge électrique anormale du cerveau. Cette décharge peut se produire dans une partie restreinte du cerveau et entraîner une simple perte de connaissance pendant un court instant. Mais si la décharge a lieu sur de grandes parties du cerveau, des spasmes musculaires peuvent survenir sur tout le corps.

Accident vasculaire cérébral (AVC) et affections apparentées – lorsque le sang n'arrive plus au cerveau, des cellules cérébrales peuvent être perdues ou lésées par manque d'oxygène. Si le manque d'oxygène est la conséquence d'un rétrécissement des vaisseaux sanguins, on parle alors d'attaque d'apoplexie ou d'infarctus cérébral (ou encore d'AVC ischémique). Parfois, la paroi des vaisseaux sanguins peut aussi se déchirer et une hémorragie cérébrale se produit. Les médecins parlent alors d'AVC hémorragique.

Traumatismes crâniens – il est vrai que le cerveau est protégé par une solide enveloppe osseuse, le crâne, mais malgré ce casque naturel, le cerveau reste sensible à toutes sortes de blessures : fractures du crâne (réelle rupture d'un des os crâniens), commotion cérébrale, contusion cérébrale (lésion), hématomes (accumulations locales de sang dans le cerveau ou entre le cerveau et le crâne).

Démence – diminution des facultés mentales qui connaît généralement une aggravation progressive. La forme la plus courante de démence est la maladie d'Alzheimer (traitée dans ce numéro).

Coma – état ressemblant au sommeil profond mais la personne ne peut être réveillée. Une personne plongée dans un coma profond perd même ses réactions les plus primitives et présente par exemple une absence de douleur.

Infections – le cerveau, les méninges et la moelle épinière résistent particulièrement bien aux infections mais lorsqu'ils sont infectés par une bactérie ou un virus, les conséquences peuvent être graves.

Tumeurs – masse tissulaire anormale dans le cerveau qui peut être bénigne ou maligne. Dans ce dernier cas, il s'agit d'un tissu cancéreux qui a le pouvoir de s'introduire dans les tissus avoisinants et de les détruire ou qui peut pénétrer dans le sang et se propager dans le corps (formation de métastases). Très souvent, les tumeurs au cerveau proviennent d'un tissu cancéreux qui s'est disséminé dans le corps depuis un autre endroit.

Affections psychiques

Troubles d'anxiété – trouble psychique le plus courant. Les troubles d'anxiété peuvent occasionner une telle détresse et un tel handicap qu'ils sont susceptibles de conduire à une dépression. Il existe différentes formes de troubles de l'anxiété, tous liés entre eux.

- **Trouble d'anxiété généralisé** – se caractérise par une angoisse extrême presque quotidienne et par un état de préoccupation au sujet de toute une série d'activités ou d'événements.
- **Crise de panique et trouble panique** – sentiment d'angoisse aigu et extrême s'accompagnant de symptômes physiques (voir encadré « Le professeur et l'ours »).
- **Phobies** – peur permanente, irrationnelle et intense en réaction à certaines situations externes (par exemple, agoraphobie, phobie de certains animaux (araignées, serpents), phobie sociale ...)

Trouble obsessionnel compulsif – (on parle communément de « TOC ») : se caractérise par la présence d'idées ou d'impulsions répétitives, non désirées et envahissantes ressenties comme irrationnelles, étranges ou effrayantes (obsession) et par une propension ou une compulsion à faire quelque chose pour atténuer le désagrément. Beaucoup d'obsessions courantes ont un lien avec la peur de la contamination, l'incertitude, la perte et l'agression. Les personnes souffrant de ces affections se sentent souvent forcées d'exécuter certains rituels, comme par exemple se laver les mains jusqu'à 50 fois par jour.

Trouble de stress post-traumatique – névrose d'angoisse suite à un événement traumatique violent, par exemple un viol, une guerre, un attentat ...

Dépression et manie – forme les deux pôles principaux des troubles de l'humeur ou troubles « bipolaires ». Il s'agit d'affections psychiques au cours desquelles surviennent des troubles émotionnels constitués de longues périodes de dépression extrême ou d'euphorie extrême (manie). On parle également de troubles affectifs.

Troubles alimentaires – sont répartis en trois catégories :

- **Anorexie mentale** – refus de s'alimenter pour garder un poids normal minimal.
- **Boulimie** – épisodes répétés de frénésie alimentaire durant lesquels la personne se goinfre et ensuite se fait vomir et/ou ingère des laxatifs et diurétiques.

- **Hyperphagie** – périodes répétées de boulimie.

Troubles de la personnalité – type de perception, de réaction et de comportement relativement invariables, figés et socialement inadaptés dans de nombreuses situations.

Schizophrénie – perte de contact avec la réalité (psychose), hallucinations, délires (convictions ne reposant pas sur la réalité), pensées étranges et fonctionnement perturbé.

Dépendance et toxicomanie – le numéro 31 de MENS est entièrement consacré à la dépendance.

Troubles du développement et troubles de l'apprentissage

Retard de développement mental – certains enfants présentent déjà dès la naissance, ou juste après, un retard dans leurs facultés intellectuelles. Ils rencontrent des problèmes au niveau de l'apprentissage et des aptitudes sociales. Les causes de cette arriération peuvent être nombreuses.

TDAH – les enfants souffrant d'un déficit de l'attention associé ou non à une hyperactivité éprouvent des difficultés à se concentrer et sont très impulsifs. Ces enfants ont du mal à rester en place et ces problèmes commencent donc à apparaître dès l'école. Ils ont aussi des difficultés à mener à bien une tâche.

Troubles de l'apprentissage – les enfants présentant des troubles de l'apprentissage ont des problèmes pour acquérir, retenir ou mettre en pratique certaines aptitudes ou informations.

Dyslexie – trouble de l'apprentissage qui s'applique plus spécifiquement à l'acquisition de la langue : l'enfant éprouve des

difficultés pour apprendre à lire et à écrire en dépit d'une intelligence normale voire supérieure à la moyenne. La dyslexie est généralement causée par la perturbation du traitement des sons et de la langue parlée dans le cerveau.

Pour ceux qui souhaitent en savoir davantage :

Merck Manual Medisch Handboek 2000 (Bohn, Stafleu, Van Loghum) ou Diagnostic and Statistical Manual of Mental disorders, 4me edition, 1994 (American Psychiatric Association).

Et pourtant le mystère subsiste

Notre cerveau est heureusement plus qu'un foyer potentiel d'anomalies et de maladies. Le cerveau est aussi la source du sentiment de bien-être et le siège de l'amour et de l'affection. Notre conscience se développe en outre dans notre cerveau pour déterminer notre personnalité et notre comportement. Ce qui fait dire aux chercheurs sur le cerveau et aux philosophes : « tu es ton cerveau et ton cerveau, c'est toi ».

Malgré les progrès rapides de la recherche sur le cerveau, le fonctionnement cérébral n'a cependant pas encore révélé tous ses secrets. Comment la combinaison d'influx électriques, de molécules chimiques et de neurones interconnectés parvient-elle à donner naissance aux sentiments, à la conscience ou à la faculté de penser ? C'est probablement le plus grand mystère encore irrésolu par « l'homo scientificus »...

La science te passionne ?
Tu aimerais présenter tes idées sous la forme d'un projet concret ?
Tu as atteint le 3e degré de l'enseignement secondaire
(toutes catégories confondues) ?

Si la réponse est oui à toutes ces questions, surveille cette page car bientôt nous y annoncerons un passionnant concours scientifique à l'échelon national dont tu seras peut-être l'heureux/-se lauréat/e !

CONCOURS SCIENCES & JEUNESSE 2010

Que devras-tu faire ?

rédigier un projet argumenté sur un thème innovant de la science
sur la base de ce projet, réaliser un bref exposé en Power Point que tu viendras présenter en personne devant un jury
participer à un débat faisant suite aux exposés et y défendre énergiquement tes idées

Le jury sera constitué de représentants de l'industrie, d'enseignants, d'experts en communication et... de membres de la rédaction de MENS.

Lors de l'évaluation des projets, il sera tenu compte de l'orientation d'étude des participants (général, technique, professionnel,...). Le jury sélectionnera 6 finalistes qui pourront venir présenter leur projet.

Nous n'en dirons pas plus pour l'instant mais d'autres détails suivront prochainement, tiens-toi prêt et réfléchis déjà aux thèmes que tu souhaiterais présenter !



**Rapport
de développement
durable**

Indicateurs d'évolution de l'industrie
chimique, des matières plastiques
et des sciences de la vie

**"MENS" à venir : 45
En voyage vers Mars**

**"MENS" en rétrospective :
www.biomens.eu**

16 Développement durable : de la parole aux actes	30 Des souris et des rats, petits soucis et grands tracassés
17 La montée en puissance de l'allergie	31 Illusions à vendre
18 Les femmes et la science	32 La cigarette (ou) la vie
19 Viande labellisée, viande sûre ! ?	33 La grippe, un tueur aux aguets ?
20 Le recyclage des plastiques	34 Vaccination : bouée de sauvetage ou mirage ?
21 La sécurité alimentaire, une histoire complexe.	35 De l'énergie à foison
22 Le climat dans l'embarras	36 Un petit degré de plus. Quo vadis, la Terre ?
23 Au-delà des limites de la VUE	37 L'énergie en point de mire
24 Biodiversité, l'homme fauteur de troubles	38 TDAH, lorsque le chaos domine
25 La biomasse : L'or vert du 21 ^{ème} siècle	39 Une société durable... plastiques admis
26 La nourriture des dieux : le chocolat	40 Aspects d'évolution - Darwin
27 Jouer avec les atomes: la nanotechnologie	41 Les maladies sexuellement transmissibles
28 L'or bleu : un trésor exceptionnel !	42 La Chimie Verte
29 Animal heureux, homme heureux	43 Espèces invasives

O•DEVIE 03 322 08 60

Universiteit Antwerpen

Loterie Nationale créateur de chances 6