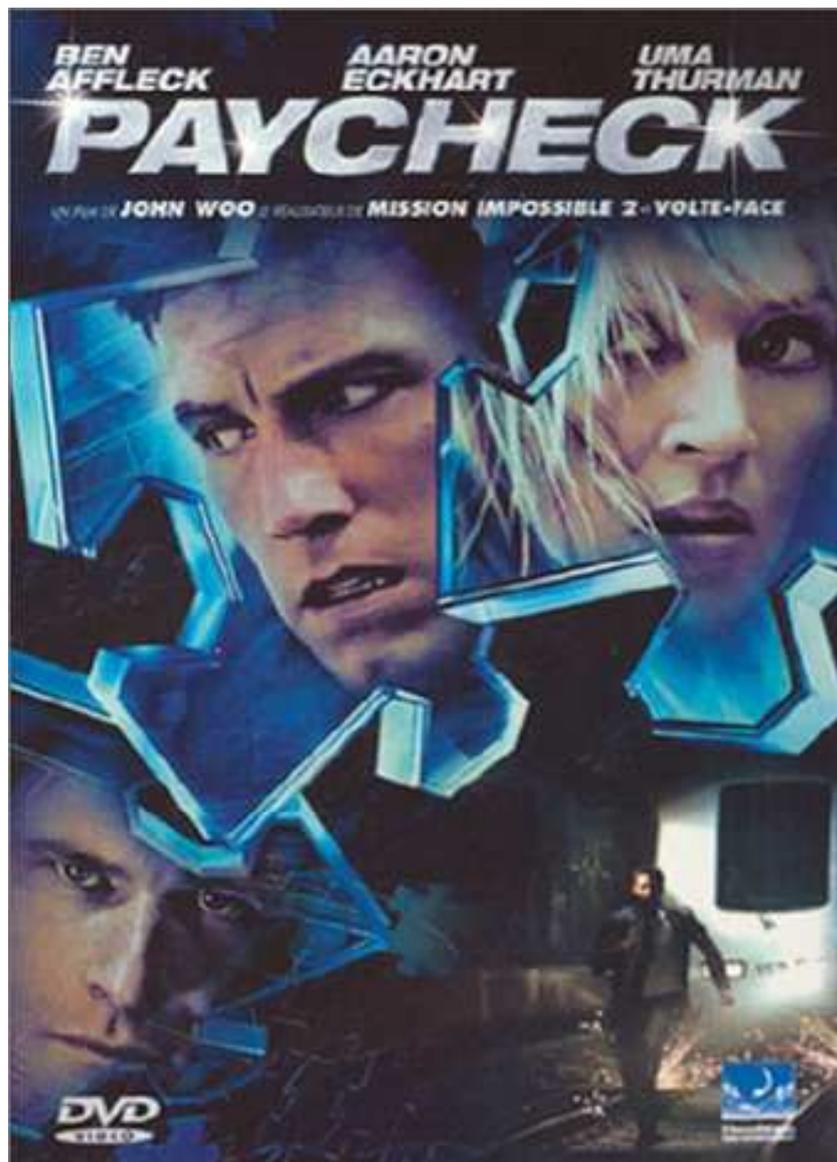


*Les Cafés des Sciences au cinéma, mars 2006*



## *Dossier pédagogique à l'attention des enseignants*



# Paycheck

## Dossier pédagogique : Table des matières

<b>1. PRÉAMBULE : NOTRE DÉMARCHE</b>	<b>3</b>
<b>2. LE FILM</b>	<b>4</b>
2.1. Synopsis	4
2.2. Fiche technique	4
2.3. Le réalisateur	5
<b>3. LE DÉBAT</b>	<b>6</b>
<b>4. NOTIONS SCIENTIFIQUES</b>	<b>7</b>
4.1. Le cerveau, c'est quoi?	7
4.1.1. Des idées sur le cerveau	7
4.1.2. Quelques notions d'anatomie	10
4.1.3. La cellule nerveuse	13
4.1.4. La transmission nerveuse	14
4.1.5. Le développement du cerveau	15
4.2. Les fonctions vitales	16
4.2.1. Vivre, respirer, manger	16
4.2.2. Système moteur	16
4.2.3. Le sommeil	17
4.2.4. Les émotions	21
4.3. Les cinq sens	23
4.3.1. le goût	23
4.3.2. L'odorat	24
4.3.3. La vue	25
4.3.4. L'ouïe	26
4.3.5. Le toucher	26
4.4. Les fonctions supérieures	28
4.4.1. La mémoire	28
4.4.2. L'apprentissage	30
4.4.3. Le langage	31
4.4.4. Pensée et raisonnement	33
<b>5. ACTIVITÉS POST-DÉBATS</b>	<b>35</b>
5.1. État des connaissances	35
5.1.1. Première partie	35
5.1.2. Deuxième partie	39
5.1.3. Troisième partie	43
5.2. Le cerveau a-t-il un sexe ?	47
5.3. Découverte de l'autisme	48
5.4. Étude du sommeil	49
<b>6. BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>50</b>



# 1. PRÉAMBULE : NOTRE DÉMARCHE

## « Les Cafés des Sciences s'invitent au cinéma »

Pour son édition 2006, le Printemps des Sciences se consacre à cet organe fabuleux et toujours mystérieux qu'est notre cerveau. À cette occasion, la Fondation Roi Baudouin s'associe avec Atout Sciences et le réseau Scité. Les coorganisateur proposent, lors de cette semaine dédiée aux sciences, un cycle global de 10 Cafés des Sciences répartis sur l'ensemble de la Communauté française.

Les Cafés des Sciences, débats citoyens qui réunissent, dans un lieu profitable à l'échange, des spécialistes et des élèves de secondaire, autour d'une polémique scientifique et citoyenne, propose de découvrir le 7<sup>e</sup> art sous un angle nouveau. Et si nous nous interrogeons sur les messages véhiculés par les films ? Si nous portons un regard critique sur la manière dont les sciences sont présentées au grand public ? Si nous nous donnons des pistes de réflexion plus citoyennes ?

Lors de nos séances, vous pourrez découvrir le film *Paycheck*, thriller de science-fiction de John Woo qui remporta un vif succès lors de sa sortie dans les salles obscures. Alternant enquête énigmatique, face-à-face inquiétant et poursuite haletante, ce long métrage nous amène à découvrir un monde futur où les avancées scientifiques et technologiques ne sont pas sans conséquence.

Pour préparer les élèves à la projection, un animateur leur présentera le film. Après la projection, les thèmes choisis seront développés lors du débat entre les jeunes et les experts de chaque discipline.

Vous trouverez dans ce dossier les informations générales sur le film, une présentation de chacun des orateurs, ainsi que quelques pistes de réflexion à exploiter avec vos élèves.

Afin de vous apporter notre aide, nous avons compilé un certain nombre de documents qui pourraient être utilisés avant et après l'activité. Nous souhaitons que ce dossier rencontre votre intérêt, facilite la préparation de vos élèves et vous permette de prolonger le débat. Nous vous souhaitons une bonne lecture et espérons vous rencontrer nombreux pour discuter plus longuement de ce sujet d'actualité.

Atout Sciences - FUNDP  
Tél. 081/72 55 60  
Fax 081/72 55 63  
atoutsciences@fundp.ac.be  
www.atoutsciences.be



## 2. LE FILM

### 2.1. Synopsis

L'ingénieur Michaël Jennings conçoit des logiciels informatiques très sophistiqués pour des entreprises de haute technologie. À l'issue de chaque contrat, il accepte, contre de coquettes sommes d'argent, que sa mémoire soit effacée afin qu'il ne divulgue aucune information. Au cours d'une soirée, son employeur James Rethrick lui confie une mission qui pourrait lui rapporter une importante rétribution mais qui durerait plusieurs années. Cependant à son réveil, une fois la mission accomplie, la somme promise ne l'attend pas sur son compte en banque. Michael se retrouve seulement en possession d'une enveloppe contenant des objets hétéroclites dont il ne saisit pas l'utilité immédiate. Comme si tout cela ne suffisait pas, des inconnus tentent de le tuer... Il est aidé dans sa quête par une femme dont le souvenir s'est estompé.



### 2.2. Fiche technique

**Film américain** (2003), science-fiction

**Durée** : 1h58

D'après l'œuvre de Philip K. Dick

**Acteurs** : Ben AFFLECK, Uma THURMAN, Aaron ECKHART

**Réalisateur** : John WOO

**Scénariste** : Dean GEORGARIS

**Producteurs** : John DAVIS, Michael HACKETT, John WOO, Terence CHANG

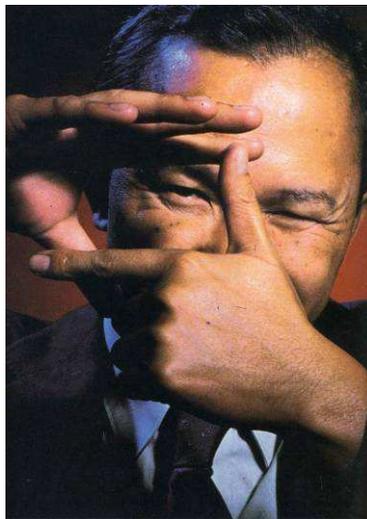
**Chef décorateur** : William SANDELL

**Distribution** : United International Pictures (UIP), France

### 2.3. Le réalisateur

John Woo grandit à Honk Kong, où il commence sa carrière en tant qu'assistant réalisateur dès 1969. Il met en scène son premier film en 1973, *The Dragon Tamers*, et devient un réalisateur prolifique touchant à tous les genres cinématographiques avant que *Le Syndicat du crime* en 1986 ne l'établisse comme un maître de l'action, spécialisé dans les thrillers ultra violents.

Par la suite, il tourne *Le Syndicat du crime 2* (1987) et *Just heroes* (1989). Mais c'est avec *The Killers* en 1989 qu'il acquiert une réputation internationale. Il enchaîne avec *Une Balle dans la tête* en 1990, puis *À toute épreuve* en 1992, lequel sera son cadeau d'adieu au cinéma hong-kongais. En effet, Hollywood s'intéresse à lui et lui offre son premier contrat. C'est ainsi que John Woo s'essaie aux méthodes de tournage américaines en dirigeant Jean-Claude Van Damme dans le film d'action *Chasse à l'homme* (1993).



Suivent d'autres grosses productions comme *Broken Arrow* en 1995, et surtout *Volte-face* en 1997, où le tandem Nicolas Cage / John Travolta lui fait gagner la confiance du public américain. Trois ans plus tard, le succès planétaire de *Mission impossible 2* avec Tom Cruise dans le rôle principal le place définitivement dans la liste des réalisateurs les plus rentables du monde.

À partir de 2002, John Woo s'essaie à deux nouveaux registres : le film de guerre avec *Windtalkers*, interprété par deux acteurs fétiches : Nicolas Cage et Christian Slater, et la science-fiction avec *Paycheck*.

Dans ses scènes d'action, John Woo aime créer des pauses durant lesquelles les deux adversaires se retrouvent face à face. À ce propos, le réalisateur déclare : « C'est ma signature. D'après moi, personne n'est parfait sur cette planète. Il n'y a pas de vrais gentils ou méchants. On peut se reconnaître dans les *méchants*. Et les *méchants* peuvent se reconnaître dans les *gentils*. C'est pourquoi je m'arrête sur ces face à face. Peu importe que les personnages soient du côté des *bons* ou des *mauvais*, ils sont tous égaux. »

### 3. LE DÉBAT

Le cerveau... quel organe étonnant ! Siège de nos émotions, de nos réflexions, de notre identité, ... le cerveau nous permet de percevoir et de découvrir le monde qui nous entoure. C'est le quartier général du système nerveux central. Plus de 10 milliards de cellules transmettent et reçoivent des messages des différentes parties de l'organisme. C'est la véritable dernière boîte noire de notre organisme que tout le monde cherche à décrypter !

Comprendre les mécanismes intimes du cerveau reste d'ailleurs une fabuleuse énigme à résoudre ! De nombreux progrès ont d'ores et déjà été accomplis. Mais force est de constater que l'ampleur de la tâche qui reste à effectuer est énorme. Et l'évolution de nos connaissances repose largement sur la recherche fondamentale et clinique.

Disséqué, étudié, analysé par les scientifiques, le cerveau est pourtant toujours sujet à de nombreuses interrogations. Des recherches sont menées partout dans le monde, sur des sujets aussi divers que la maladie (Alzheimer, Parkinson, épilepsie, maladies psychiatriques...), la cognition (perception de l'espace, reconnaissance, interactions corticales) ou relatifs à la mémoire par exemple.

Le cerveau pilote toutes nos fonctions vitales. Impossible de respirer, de se mouvoir ou même de dormir, s'il ne fonctionne pas correctement.

Il est le guide de nos cinq sens. Goûter, sentir, voir, entendre ou toucher, autant d'opérations qui seraient impossibles sans lui.

Et enfin, il est également le grand entrepreneur de nos fonctions supérieures. Sans lui, point d'apprentissage, de connaissance ou de raisonnement.

Organe mystérieux qui nous pilote, que nous maîtrisons tant bien que mal !

Et qui est aujourd'hui au centre de ce café des sciences, comme il est au centre de notre vie, tant physique, qu'émotionnelle ou intellectuelle.

Comment comprendre et appréhender qu'un seul et même organe soit le siège d'aspects aussi différents de notre fonctionnement d'être humain ? Et aussi intangibles que les émotions, aussi fascinants que les raisonnements ou vitaux que le fait de respirer !

Suite à la diffusion du film, différents thèmes seront abordés, liés à la physique, à la biologie, aux brevets obtenus par les sociétés de haute technologie, à la mémoire, ...



## 4. NOTIONS SCIENTIFIQUES

### 4.1. Le cerveau, c'est quoi?

#### 4.1.1. Des idées sur le cerveau

##### ➤ Préhistoire

« De nombreux témoignages du passé (ossements, outils, dessins, ...) indiquent que nos prédécesseurs avaient très bien compris que le cerveau était un organe vital. Entre autres, on a retrouvé, au sein de diverses cultures, les traces d'opérations chirurgicales telles que la trépanation : une pratique peu banale qui consistait à forer un trou dans le crâne d'une personne vivante à des fins thérapeutiques...

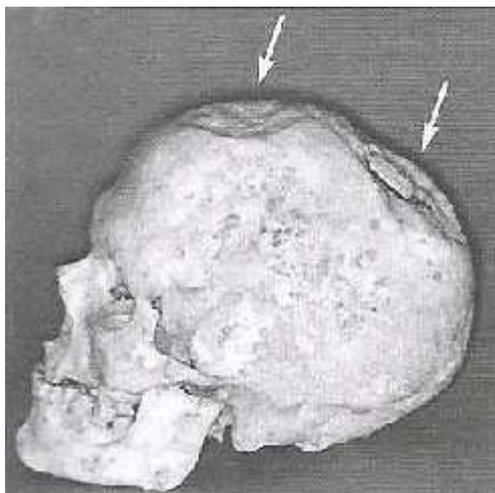


Figure 1.1. Évidence d'une intervention neurochirurgicale de l'époque préhistorique. Ce crâne humain date de plus de 7000 ans. Il a fait l'objet d'une intervention du vivant du sujet. (Source: Alt et al., 1997, Fig. 1a)

##### ➤ Au temps des grecs...

Il semble que nos ancêtres aient eu quelques divergences quant à la fonction première du cerveau. Si Hippocrate (460-379 av. J.-C.) pensait, à juste titre, que le cerveau était le centre des sensations et le site de l'intelligence, Aristote (384-322 av. J.C.) croyait, quant à lui, que le cœur était le centre de l'intellect. Le cerveau n'était alors rien de plus qu'une machine thermique qui servait à refroidir le sang surchauffé par les émotions ressenties par le cœur. Hérophile, considéré comme le père de l'anatomie, remarqua au cours de ses dissections que chaque région du corps était connectée à la moelle épinière par des nerfs spinaux distincts, dont il traça le parcours.

▼ ... et des romains.

Galien (130-200 apr. J.-C.), à la fois gladiateur et médecin suivant les traces d'Hippocrate, nota que le cerveau est formé de deux parties distinctes : l'encéphale, responsable des sensations et le cervelet qui semblait commander les muscles. Galien fut également le précurseur de la théorie des "humeurs aqueuses": selon lui, les nerfs étaient des tubes creux dans lesquels quatre types de fluides pouvaient circuler. Les sensations et les mouvements résultaient d'un judicieux mélange de ces quatre humeurs qui circulaient notamment au sein du cerveau dans des cavités appelées ventricules.

▼ Du Moyen Âge à la Renaissance

Pendant près de mille ans, la progression des idées sur le cerveau est restée figée sur la controverse greco-romaine. Durant cette période, il n'était pas de bon ton de "toucher" au corps humain et il fallut attendre la Renaissance pour que certains renégats curieux s'arrogent le droit de disséquer le corps humain. Léonard de Vinci ainsi qu'André Vessale, deux pionniers de l'anatomie, réalisèrent bon nombre de croquis et on commença à se douter que les fonctions cérébrales découlaient de la matière grise plutôt que du liquide dans lequel baigne le cerveau. René Descartes (1596-1650) élaborait une théorie, dite dualité corps-esprit, mettant en jeu une séparation entre les fonctions physiques et mentales. Les unes étant régies par le mouvement des "humeurs", les autres par Dieu, la communication entre ces deux parties se étant sensée se faire via l'interface que constitue la glande pinéale.

Heureusement, vers la fin du XVIIe - début du XVIIIe siècle, quelques chercheurs moins versés dans la métaphysique se mirent à porter un regard plus critique sur la structure à proprement parler du cerveau. Ils notèrent qu'il semblait y avoir deux types de substance : une substance blanche assez massive recouverte d'une fine pellicule de substance grise. Par ailleurs, on remarqua également que les mêmes sillons et circonvolutions se retrouvaient sur tous les cerveaux. De là, il ne restait qu'un pas à franchir pour investiguer la localisation cérébrale.

▼ De l'avènement de la théorie des humeurs à la naissance de la phrénologie.

Au milieu du XVIIIe siècle, la physique entamait son heure de gloire avec les théories de Newton, suivies de près par le développement de l'électromagnétisme. L'italien Luigi Galvani montra entre autres qu'on pouvait contracter les muscles de la cuisse d'une grenouille par le biais d'une décharge électrique. Peu à peu, la vision d'une transmission nerveuse régie par la mécanique des fluides s'étiola au profit d'une théorie basée sur la transmission électrique. Charles Bell et François Magendie montrèrent au début du XIXe siècle que les nerfs se subdivisent en deux faisceaux au niveau de la colonne vertébrale : l'un responsable de l'information motrice, l'autre de l'information sensorielle. Ce fut un premier pas vers la spécialisation des différentes



structures du système nerveux. Pour mettre à l'épreuve une telle dualité, les chercheurs procédèrent à des ablations de différentes zones du cerveau d'animaux et observèrent quelles étaient les conséquences de ces lésions localisées. Franz Joseph Gall fut le premier à se demander si les diverses circonvolutions de la surface du cerveau n'étaient pas, elles aussi, impliquées dans diverses fonctions. Il développa une science nouvelle, qu'il baptisa "phrénologie", basée sur l'idée que l'on pouvait déchiffrer les traits de caractère d'une personne en étudiant la forme de sa boîte crânienne. Cette théorie fantaisiste est bien sûre erronée, mais elle fut la première à attribuer une localisation aux différentes fonctions du cerveau. Cependant, cette idée restera controversée pendant quelques années encore, certains chercheurs se refusant à admettre que le cerveau puisse être séparé en unités fonctionnant séparément les unes des autres.

#### ▼ La localisation des fonctions corticales

Finalement, ce furent les expériences du neurologue français Paul Broca au milieu du XIXe siècle qui permirent de convaincre les scientifiques que les différentes fonctions du cerveau étaient localisées anatomiquement. Broca décrit le cas d'un de ses patients qui comprenait le langage mais qui ne pouvait pas parler. À la mort de son patient, Broca découvrit une petite lésion dans une région spécifique du cerveau et il en conclut que la production du langage devait être intimement liée à cette partie. Plusieurs expériences effectuées sur des animaux vinrent renforcer cette nouvelle vision.

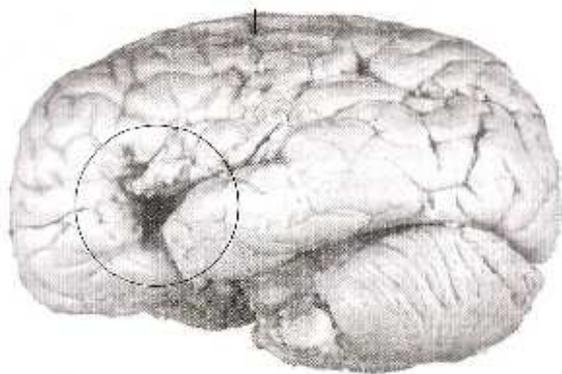


Figure 2.3. Photographie du cerveau à partir duquel Broca établit la théorie de la localisation des fonctions cérébrales. Ce cerveau est celui du patient ayant perdu l'usage de la parole avant son décès en 1861. La lésion qui produit ce genre de déficit est identifiée par un cercle. (Source : Corsi, 1991, Fig. III.4)

À la même époque, le biologiste anglais Charles Darwin élaborait sa théorie sur l'origine des espèces et la survie selon le principe de sélection naturelle. Sa théorie allait ouvrir de nouvelles perspectives concernant les recherches expérimentales sur le cerveau : il était dès lors possible de se fier à des modèles animaux qui pouvaient, ensuite, être extrapolés à l'homme. L'idée sous-jacente est que les fonctions et la structure du cerveau dérivent d'un même ancêtre commun, donc qu'il y a des traits caractéristiques qui se retrouvent d'une espèce à l'autre, alors que les différences sont le produit de l'adaptation de chaque espèce à son environnement naturel.

## ✦ La découverte de la cellule nerveuse

Vers 1840, Théodor Schwann proposa sa théorie cellulaire selon laquelle les tissus vivants sont composés d'unités microscopiques qu'il appela cellule. L'histologie est née de la combinaison des progrès réalisés en optique, avec l'avènement du microscope, et de l'élaboration de nouvelles techniques permettant de fixer et de couper les tissus vivants. Pour découvrir le neurone, encore fallait-il pouvoir observer ces cellules et donc, disposer d'une méthode permettant de les colorer. Franz Nissl découvrit une teinture qui permet de colorer les noyaux des cellules, alors que Camillo Golgi mit au point la fameuse coloration portant son nom qui permit de mettre en évidence la structure arborescente des neurones. Dès lors, le neurone est devenu l'unité de base du système nerveux. »<sup>1</sup>

### 4.1.2. Quelques notions d'anatomie

« En anatomie animale et humaine, le cerveau (ou encéphale), est l'organe central supervisant le système nerveux. Bien que le cerveau soit volontiers cité comme centre de supervision du système nerveux central des vertébrés, le même terme peut être employé pour le système nerveux central des invertébrés.

#### ✦ Vue d'ensemble

Le cerveau des vertébrés contrôle et coordonne la plupart des mouvements, du comportement, l'homéostasie des fonctions internes telles que le rythme cardiaque, la pression artérielle, la température du corps... Certaines parties du cerveau gèrent la mémoire, les émotions, la parole : ce sont les portions les plus récentes et les plus évoluées du cerveau, particulièrement développées chez l'Homme.

Chez la plupart des animaux, le cerveau se trouve dans la boîte crânienne, où il est protégé par les os du crâne, ainsi que par le liquide céphalo-rachidien (ou liquide céphalo-spinal). Le cerveau des vertébrés se développe à partir du neuroderme chez l'embryon, lui-même issu de l'ectoderme (qui donnera aussi la peau). Les plus petits insectes ne possèdent pas plus de quelques millions de neurones, quand l'homme en possède plusieurs millions de milliards.

Les régions du cerveau correspondent à des fonctions : les fonctions sensorielles et motrices dans la partie supérieure, la vue dans la partie la plus postérieure, le langage en avant, etc.

---

<sup>1</sup> European Dana Alliance for the Brain. Découvrir le cerveau [en ligne].

Disponible sur : < [http://www.dana.org/edab/discoveringbrain/cestquoi/ideescerveau\\_fr.cfm](http://www.dana.org/edab/discoveringbrain/cestquoi/ideescerveau_fr.cfm) >  
(consulté le 27.02.2006)



## ▼ Anatomie

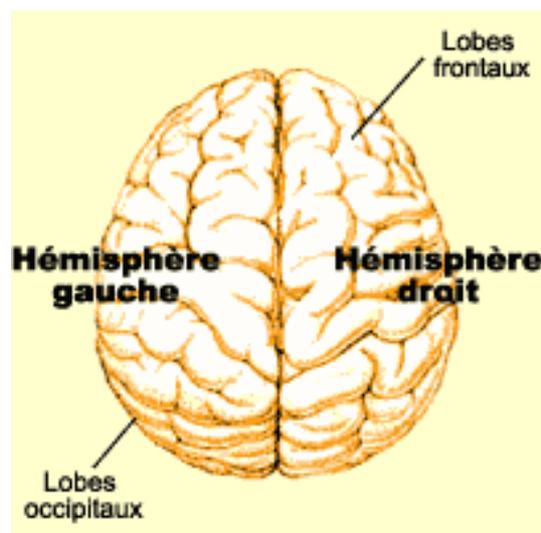
Le cerveau est grossièrement divisé en 3 parties : la fosse postérieure, où on trouve la moelle allongée et le métencéphale (cerveau le plus archaïque, qui gère les fonctions essentielles : rythme cardiaque, respiration, température interne...); le cerveau 'moyen' (mésencéphale) ; et le cerveau 'antérieur' (diencéphale et télencéphale).

Le cerveau humain possède un cervelet, branché en parallèle sur le tronc cérébral, à la face postérieure de celui-ci.

Le système nerveux des vertébrés se distingue par l'encéphalisation et la symétrie des hémisphères.

Les animaux les plus évolués ont développé une organisation complexe, en couche et en réseau, de leurs cellules.

Le cerveau humain est composé de deux hémisphères reliés par le corps calleux (pont de fibres nerveuses, donc de substance blanche).



Par ailleurs, les circonvolutions apparaissent, et permettent d'augmenter la surface de la substance grise en périphérie du cerveau.

La substance grise est constituée du corps cellulaire des neurones, c'est-à-dire là où sont reçues, traitées, intégrées les informations électriques, avant d'émettre une réponse. La substance blanche, elle, est composée de fibres nerveuses.

*Exemple :* le faisceau pyramidal est composé des fibres qui vont commander les muscles et permettre la motricité volontaire. Ce faisceau est originaire de la substance grise corticale des régions pariétales du cerveau (partie médiane du cerveau), puis il chemine dans le cerveau, le tronc cérébral, la moelle épinière, où il donne régulièrement des nerfs composés de certaines de ses fibres, vers les muscles du corps.

On retrouve aussi de la substance grise dans les noyaux gris centraux, qui sont des petites formations grossièrement ovoïdes, qui se trouvent au plus profond du cerveau et qui gèrent certaines fonctions vitales ainsi que la mémoire.

Les méninges sont les enveloppes de tissus qui se trouvent entre le crâne osseux et le cerveau. Elles sont composées de la dure-mère (tout contre le crâne), de l'arachnoïde, et de la pie-mère (qui tapisse très intimement le cerveau).

#### ➤ Fonctions

Le cerveau des vertébrés reçoit des signaux par les nerfs afférents (c'est-à-dire que leurs informations « remontent » vers le cerveau. C'est le cas des nerfs sensitifs, qui acheminent les sensations, par exemple la douleur : de la peau au cerveau) de la part de chaque portion du corps; il reçoit ce signal, l'interprète, et en tire une réponse fondée sur l'intégration des signaux électriques reçus, puis la transmet.

Ce jeu de réceptions et d'émission de signaux (après leur intégration) représente la fonction majeure du cerveau, qui explique à la fois les sensations, le mouvement, la mémoire... et aussi la conscience. Les activités cognitives supérieures (l'intelligence, la réflexion) se déroulent dans les parties les plus antérieures du cerveau : les lobes frontaux (droit et gauche), particulièrement par leur interactions avec le système limbique (thalamus, hippocampe, qui appartiennent aux noyaux gris centraux). Le cerveau a aussi un rôle de production hormonale, à partir de l'hypophyse, de l'hypothalamus, de l'épiphyse en particulier (trois petites régions situées à la base du cerveau impliquée dans la gestion des autres hormones)

Ainsi, par le rôle central qu'il exerce dans la captation des stimuli externes, le cerveau occupe le rôle central de création des réactions à l'environnement. La faim, la peur, le danger, la douleur, le besoin d'uriner, etc. sont des stimulations dont le but terminal se situe dans des zones spécialisées du cerveau, qui y analyse l'information, avant de répondre par la réponse appropriée.

En revanche, il ne faut pas se méprendre à penser que le cerveau est responsable des mouvements réflexes, comme par exemple le fait d'enlever notre main immédiatement lorsqu'elle entre en contact avec une surface brûlante. C'est de la moëlle épinière, et non du cerveau, que proviennent ces mouvements réflexes. »<sup>2</sup>

---

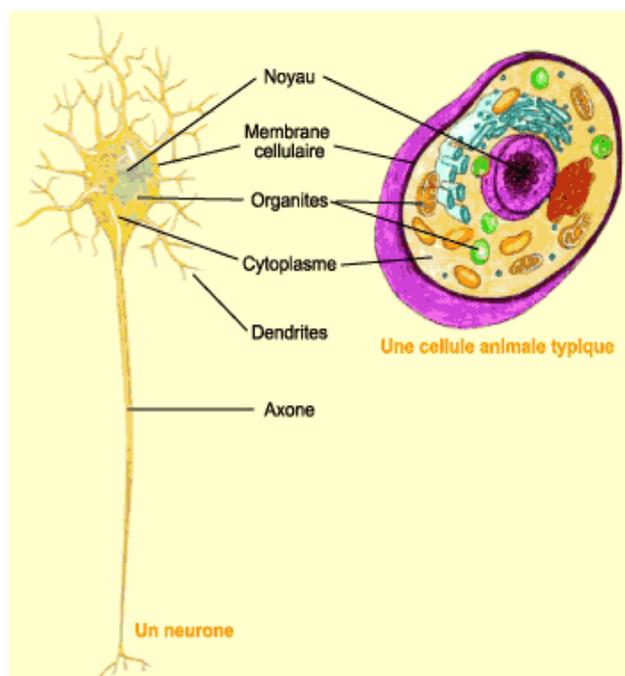
<sup>2</sup> Wikipédia, l'encyclopédie libre. Cerveau [en ligne]. Disponible sur : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Cerveau>. (27/02/2006).

### 4.1.3. La cellule nerveuse

#### ➤ Les neurones

« Le système nerveux est formé de deux types de cellules : les cellules gliales et les neurones. Ce sont les neurones qui nous rendent si malins...

Comme toutes les cellules de notre organisme, les neurones possèdent une membrane qui entoure un cytoplasme et un noyau qui contient les gènes. Ils ont aussi tous les petits organites qui leur permettent de produire leur énergie et de fabriquer des protéines.



Comme le neurone transmet de l'information, ils possèdent deux types de prolongements bien particuliers qui les distinguent des autres cellules.

Les **dendrites**, qui se divisent comme les branches d'un arbre, recueillent l'information et l'acheminent vers le corps de la cellule. Et l'**axone**, généralement très long et unique. Cet axone conduit l'information du corps cellulaire vers d'autres neurones avec qui il fait des connexions appelées synapses. Les axones peuvent aussi stimuler directement d'autres types de cellules, comme celles des muscles ou des glandes.

#### ➤ Les cellules gliales

On entend peu parler des cellules gliales. Pourtant, elles sont 10 à 50 fois plus nombreuses que nos 100 milliards de neurones ! Leur faute impardonnable ? Elles ne conduisent pas l'influx nerveux...Mais cela ne les empêche pas pour autant d'être essentielles. Tellement que sans elles, les neurones ne fonctionneraient pas correctement. Car les cellules gliales procurent aux neurones leur nourriture, les supportent et les protègent. Elles éliminent aussi les déchets causés par la mort neuronale et accélèrent la conduction nerveuse en agissant comme gaine isolante de certains axones. »<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Institut de recherche en santé du Canada et Institut des neurosciences, de la santé mentale et de la toxicomanie du Canada. Le cerveau à tous les niveaux [en ligne]. Disponible sur : [http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/d/d\\_01/d\\_01\\_cl/d\\_01\\_cl\\_ana/d\\_01\\_cl\\_ana.html](http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/d/d_01/d_01_cl/d_01_cl_ana/d_01_cl_ana.html). (consulté le 12/012/2005).

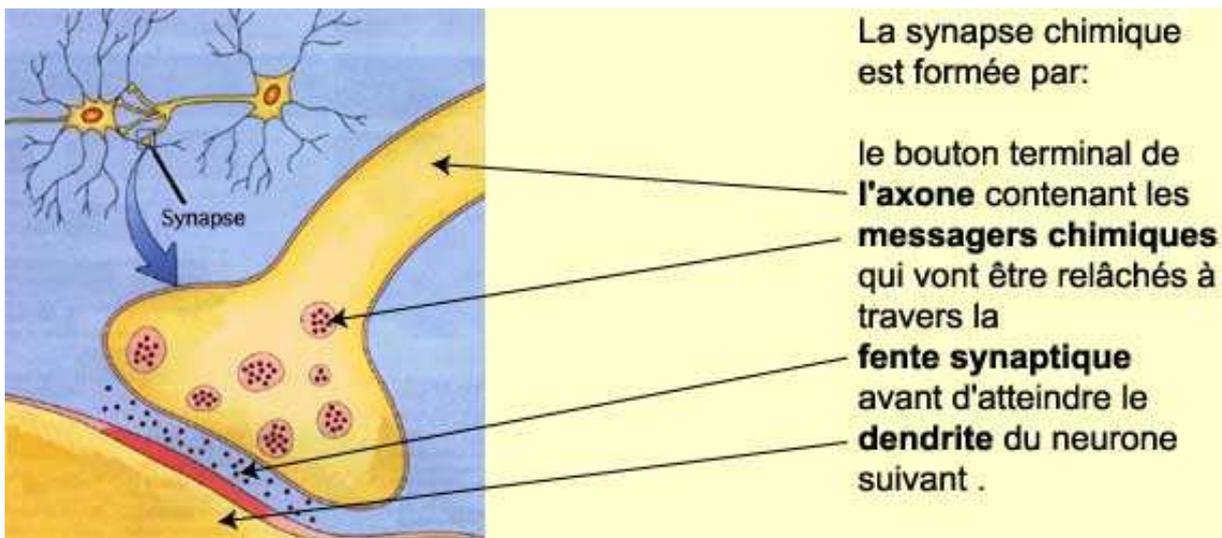
#### 4.1.4. La transmission nerveuse

##### ➤ La synapse

« Le mot synapse désigne l'endroit où l'axone se connecte au dendrite. Il vient du grec " syn " (ensemble) et " haptin " (joindre). Or dans le monde animal, les neurones ont deux façons bien différentes de se " joindre ensemble " :

- la synapse électrique, où les cellules se touchent et sont reliées par de petits trous, ce qui permet à l'influx nerveux de passer directement de l'une à l'autre;
- la synapse chimique, où les cellules ne se touchent pas et où l'influx nerveux a besoin de molécules particulières pour franchir l'espace entre les deux.

La très grande majorité de nos synapses sont de type chimique. Moins rapides que les synapses électriques, elles sont cependant beaucoup plus souples et malléables, une caractéristique précieuse à la base de tout apprentissage.



Les deux parties de la synapse ont hérité de spécialisations moléculaires particulières pour s'acquitter de leur tâche...

##### ➤ Les neurotransmetteurs

Les neurotransmetteurs sont des molécules qui agissent comme des traversiers chimiques permettant à l'influx nerveux de passer d'un neurone à l'autre. Relâchés dans la fente synaptique, les neurotransmetteurs peuvent avoir deux effets opposés sur le neurone suivant.

Certains favorisent la propagation de l'influx nerveux à l'intérieur de celui-ci. On dit alors qu'ils sont excitateurs.

D'autres diminuent la probabilité que le neurone suivant envoie un influx. On parle alors de neurotransmetteurs inhibiteurs.

C'est la forme particulière de la molécule de neurotransmetteur qui va lui permettre de se fixer au bon endroit pour produire son effet.

Le neurotransmetteur est un peu comme une clé. Si sa forme est la bonne pour le neurone suivant (ici, la serrure), alors il produira un effet dans celui-ci. »<sup>4</sup>

#### 4.1.5. Le développement du cerveau

« Le développement humain a ceci de merveilleux qu'il est à la fois régi par un programme génétique très sophistiqué et par un milieu environnemental particulier. C'est la combinaison de ces deux facteurs qui fait que nous sommes tous différents les uns des autres, y compris les vrais jumeaux.

Il est nécessaire de commencer par retracer les grandes lignes du développement anatomique de la forme du cerveau pendant les neuf mois de la période de gestation. De nombreuses structures ne sont pas le propre de l'homme, mais sont communes à de nombreuses espèces. Mais si tel est le cas, en quoi notre cerveau diffère-t-il de celui des autres habitants de la terre?

L'évolution nous a doté d'un cerveau particulièrement volumineux qui possède, entre autres, une spécificité hors du commun : une grande partie du cortex cérébral est dédiée à la communication. Une particularité du petit d'homme est que, dès l'âge d'une année, il va progressivement acquérir le langage. Quand on pense à la complexité d'une telle tâche, on peut même affirmer que l'enfant excelle dans cet apprentissage et qu'il progresse à vitesse grand V. Conjointement aux progrès que ses parents vont observer, son cerveau sera modifié par ses expériences. Bien-entendu, les gènes ont pourvu le cerveau de structures qui vont faciliter cet apprentissage, mais, en termes de neurones, des connexions vont se faire, et d'autres se défaire.

En conséquence, même si cela peut paraître contradictoire, une grande partie des neurones va mourir afin de laisser le champ libre à ceux d'entre eux qui sont le plus efficaces. L'expérience acquise joue donc un rôle important dans le remodelage du cerveau en opérant une sélection des circuits neuronaux les plus performants. »<sup>5</sup>

---

<sup>4</sup> Institut de recherche en santé du Canada et Institut des neurosciences, de la santé mentale et de la toxicomanie du Canada. Le cerveau à tous les niveaux [en ligne]. Disponible sur :

[http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/d/d\\_01/d\\_01\\_m/d\\_01\\_m\\_ana/d\\_01\\_m\\_ana.html](http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/d/d_01/d_01_m/d_01_m_ana/d_01_m_ana.html) . (consulté le 12/12/2005).

<sup>5</sup> European Dana Alliance for the Brain. Découvrir le cerveau [en ligne].

Disponible sur : < [http://www.dana.org/edab/discoveringbrain/cestquoi/braindev\\_fr.cfm](http://www.dana.org/edab/discoveringbrain/cestquoi/braindev_fr.cfm) > (consulté le 27.02.2006)



## 4.2. Les fonctions vitales

### 4.2.1. Vivre, respirer, manger

« Le corps humain est tel une machine : il nécessite d'être pourvu en énergie. Toute cellule de notre corps a besoin d'être approvisionnée en eau, en oxygène et en un certain nombre d'autres substances vitales pour fonctionner correctement. Les organes de notre corps sont voués à cette tâche : les poumons récoltent l'oxygène, le cœur transmet cette même substance dans tout le corps par l'intermédiaire du sang, le système digestif fragmente les aliments afin de pouvoir sélectionner les substances vitales nécessaires à la survie des cellules, ... etc. La plupart de ces organes sont innervés par des neurones qui forment, réunis avec les structures cérébrales spécifiques, ce qu'on appelle le système nerveux autonome.

Qui s'occupe de coordonner ce complexe système ? Notons tout d'abord que la plupart de ces processus vitaux sont régulés inconsciemment par le cerveau. Une petite structure qui joue un rôle fondamental dans l'orchestration de ces programmes de survie est l'hypothalamus. On sait que des lésions de l'hypothalamus peuvent produire des effets tout à fait étonnants quand à la régulation de la prise de nourriture. Suivant le type de lésion, un patient peut perdre la notion de satiété ou au contraire perdre complètement l'appétit. »<sup>6</sup>

### 4.2.2. Système moteur

« Le tennis est un sport qui met en jeu toute une gamme de mouvements complexes. Si vous avez déjà eu l'occasion de suivre un match de haut niveau, vous avez pu apprécier la technique nécessaire pour promener l'adversaire sur le court et tenter de le déborder, soit, le prendre de vitesse. Les mouvements doivent tout d'abord être anticipés — il s'agit de suivre des yeux la trajectoire de la balle afin de pouvoir l'intercepter — puis le mouvement approprié doit être soigneusement planifié, selon notre propre volonté, avant d'être initié — selon la position de l'adversaire sur le court et la trajectoire actuelle de la balle, il serait tout à fait approprié de tenter un "smash".

Mais la tâche du système moteur ne s'arrête pas à la production de mouvements volontaires pour autant : encore faut-il vérifier que le "smash" en question atteint la

---

<sup>6</sup> European Dana Alliance for the Brain. Découvrir le cerveau [en ligne].

Disponible sur : < [http://www.dana.org/edab/discoveringbrain/foncvitales/systautonome\\_fr.cfm](http://www.dana.org/edab/discoveringbrain/foncvitales/systautonome_fr.cfm) > (consulté le 27.02.2006)



cible, ou, en d'autres termes, que la raquette frappe correctement la balle de tennis. Pour prendre connaissance de ces informations, le cerveau établit une sorte de boucle rétroactive qui vérifie, quasiment en temps réel en se fiant aux réponses du système sensoriel, que le mouvement initié est adapté à la situation. Deux structures importantes sont activées par cette boucle : les **ganglions de la base** se chargent d'évaluer la force nécessaire à la réalisation du mouvement et le **cervelet** se charge de synchroniser et de corriger la séquence de mouvements nécessaires pour frapper la balle correctement. Enfin, il est nécessaire que nous prenions connaissance du résultat du mouvement initié, ce qui implique que la boucle en question va également relancer le lobe frontal qui gère la perception consciente de nos mouvements.

C'est lorsque l'on prend la mesure de la variété et de la précision des gestes que nous utilisons au quotidien, sans vraiment nous en rendre compte, que l'on saisit la finesse et la performance du système moteur. Comme le montre cet exemple, plusieurs structures différentes vont intervenir dans la production et le contrôle du mouvement. La hiérarchie sous-jacente à ces structures va donc retenir particulièrement notre attention. »<sup>7</sup>

### 4.2.3. Le sommeil

➤ Qu'est-ce que c'est ?

« Le sommeil est un état physiologique temporaire qui s'accompagne de suppression de la vigilance et de ralentissement du métabolisme. C'est le moyen naturel qui permet à l'organisme de se débarrasser de sa fatigue et de récupérer son énergie tant physique que psychique. C'est un phénomène constant et périodique. L'insuffisance de sommeil constitue l'insomnie, l'excès de sommeil constitue l'hypersomnie.

➤ Mécanismes

Le sommeil dépend de trois structures neurologiques essentielles :

- Une structure inductrice au niveau de l'hypothalamus ;
- Une structure permissive au niveau du tronc cérébral ;
- Une structure effectrice au niveau de la protubérance et du bulbe.

---

<sup>7</sup> European Dana Alliance for the Brain. Découvrir le cerveau [en ligne].

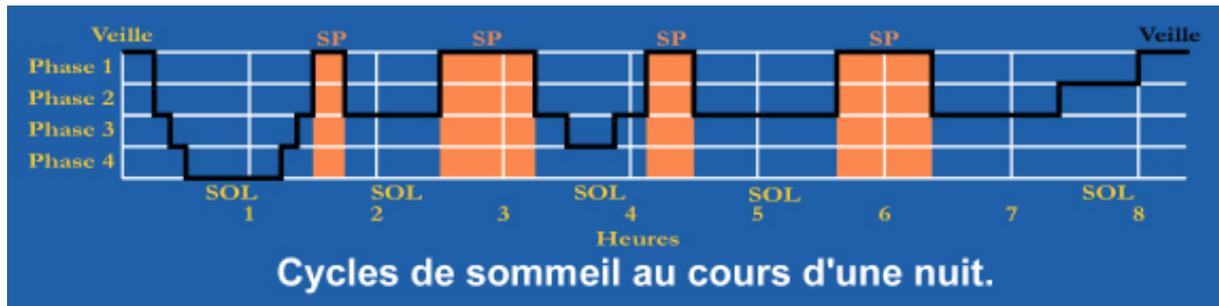
Disponible sur : <[http://www.dana.org/edab/discoveringbrain/foncvitales/systmoteur\\_fr.cfm](http://www.dana.org/edab/discoveringbrain/foncvitales/systmoteur_fr.cfm)> (consulté le 27.02.2006)



Le maintien de l'éveil est assuré par une structure anatomique, la formation réticulée mésencéphalique et certains neurones de l'hypothalamus postérieur.

#### ✦ Régulation

Le sommeil obéit à des rythmes qui répondent à des ordres donnés par l'organisme lui-même et par l'environnement.



La chronobiologie (étude des rythmes biologiques) montre que :

- il y a deux oscillateurs biologiques (ou endogènes) : situés au niveau du thalamus, ils ordonnent la succession des états veille-sommeil sur un rythme de vingt-quatre heures ; l'un est stable et règle la périodicité thermique, l'autre est instable, très sensible aux synchroniseurs externes, et influence le rythme circadien veille-sommeil ;
- Les synchroniseurs externes ou exogènes (lumière-obscurité et synchroniseurs socio-économiques) sont indispensables pour que les oscillateurs endogènes jouent leur rôle normalement. L'environnement a donc un rôle fondamental et les insomniaques ont souvent intérêt à revoir leurs habitudes de vie.

#### ✦ Moyens d'étude

Différentes techniques sont à la disposition des médecins :

- L'enregistrement polygraphique du sommeil de nuit se pratique en laboratoire, dans des conditions de confort qu'il faudrait rendre optimales; parfois une nuit d'adaptation est nécessaire. Ainsi seront précisées les heures de l'endormissement et des éveils, la durée totale du sommeil, l'enchaînement des différents stades. L'électromyogramme, les rythmes respiratoires, l'électrocardiogramme et la saturation en oxygène du sang sont aussi enregistrés et étudiés ;

- La mesure des latences d'endormissement ou tests des latences multiples d'endormissement permet de dépister la somnolence diurne, et confirme l'insomnie ;
- L'enregistrement ambulatoire de l'électroencéphalogramme (comme on enregistre l'électrocardiogramme avec un Holter) permet l'étude de la vigilance et du sommeil en ambulatoire, dans les conditions de vie quotidienne et de travail habituelles.

#### ➤ Quand rêver permet de trier ses souvenirs

Une expérience menée avec le célèbre jeu vidéo Tétris sur des amnésiques permet d'en savoir plus sur le rôle que jouent nos rêves dans le classement de nos souvenirs. Selon les psychiatres qui ont conduit cette recherche, les songes serviraient à classer les événements de la journée, à établir et à juger de la pertinence des connexions avec les expériences passées.

Le psychiatre Robert Stickgold du Harvard Medical School (Etats-Unis) a conduit une expérience en s'aidant de moyens techniques assez surprenants. En effet, pour en savoir plus sur l'utilité de nos rêves dans la constitution de notre mémoire et de nos capacités d'apprentissage, il a utilisé le célèbre jeu vidéo Tétris. Dans ce hit d'arcade, le joueur doit faire pivoter et déplacer des formes qui apparaissent à l'écran afin de les ajuster à celles déjà tombées au bas de l'écran. La constitution de lignes pleines entraîne leurs disparitions et l'augmentation du score.

#### ➤ Une expérience qui casse des briques

Vingt-sept sujets ont été recrutés, dont cinq amnésiques. Quel que soit le niveau de familiarisation des personnes à ce jeu vidéo, les deux tiers des joueurs ont rêvé de ces pluies de briques pivotantes. Le Dr Stickgold rapporte que "ces songes n'ont pas épargné trois des cinq amnésiques, même si ceux-ci étaient incapables de se rappeler y avoir joué. C'est la même proportion que celle observée chez les sujets non amnésiques". Cependant, certains de leurs rêves ont été qualifiés d'étranges par les patients souffrant d'une perte de mémoire.

Et contrairement aux autres personnes, les amnésiques n'ont pas amélioré leurs scores au cours des jours qui ont constitué l'expérience.

#### ➤ Les rêves, des majordomes zélés de nos souvenirs ?

Selon le Dr Stickgold, "les rêves servent à consolider (stabiliser) les souvenirs dans le neo-cortex, et à essayer d'établir des liens entre ces souvenirs, de manière à les articuler de manière logique". Le cerveau pourrait ainsi utiliser les rêves afin de classer les souvenirs de la journée passée. La singularité de certains rêves viendrait



du fait que le cerveau tente d'établir des liens entre les derniers souvenirs et les plus anciens et dans le cas des patients amnésiques, il en est incapable.

Le psychiatre estime que les résultats de cette expérience, en particulier ceux des amnésiques, nous apprennent que le cerveau dispose de deux "centres de stockage et de traitements" des souvenirs distincts.

Les amnésiques inclus dans cet essai souffraient de dommages situés au niveau de l'hippocampe - une zone clé de la mémoire - faisant suite à une attaque cérébrale ou à une blessure à la tête. Cette zone est liée à des souvenirs propres à des événements, tandis que des souvenirs moins spécifiques sont traités ailleurs, dans le néo-cortex.

Ainsi, un amnésique pourra vous dire ce qu'il aime manger au petit déjeuner en sollicitant le néo-cortex, mais il sera incapable de vous dire ce qu'il a mangé ce matin au petit déjeuner, son hippocampe restant inopérant.

#### ➤ Le néo-cortex, producteur de rêves

Les amnésiques ont eu des rêves en relation avec l'activité qu'ils ont effectué la veille (jouer à Tétris) sans être consciemment capables de s'en souvenir. Ainsi contrairement à ce qu'on pouvait supposer, les rêves ne s'organisent pas autour de la connaissance réelle d'événements récents.

Il apparaît donc que, contrairement à l'hippocampe, le néo-cortex joue un rôle important dans la production des rêves, qui semble s'articuler autour d'impressions, d'événements anciens et d'apprentissages de longues dates.

Bien que de nombreuses recherches permettent chaque année d'en savoir plus sur la manière dont le cerveau gère notre mémoire et notre capacité d'apprentissage, il reste de nombreuses zones d'ombres quant aux rôles respectifs de l'hippocampe, du néo-cortex et du sommeil paradoxal durant lequel se déroulent les rêves. »<sup>8</sup>

---

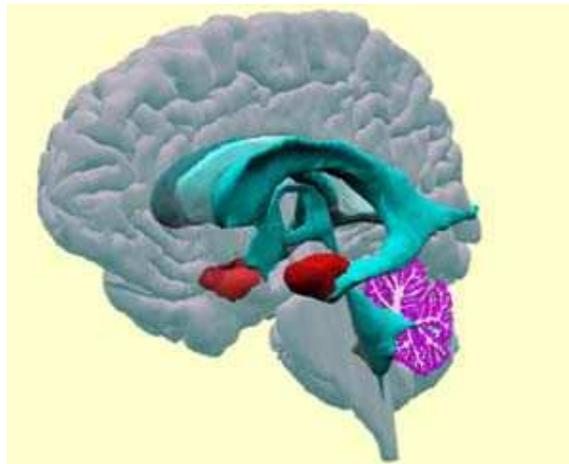
<sup>8</sup> DOCTISSIMO. *Toute la lumière sur notre matière grise* [en ligne]. Disponible sur [http://www.doctissimo.fr/html/sante/mag\\_2001/mag0202/dossier/sa\\_4100\\_cerveau\\_niv2.htm](http://www.doctissimo.fr/html/sante/mag_2001/mag0202/dossier/sa_4100_cerveau_niv2.htm) (consulté le 31/10/2005).

#### 4.2.4. Les émotions

##### ➤ L'amygdale et ses alliés

« L'amygdale est une partie du cerveau qui doit son nom à sa forme qui rappelle celle d'une amande (en rouge sur le dessin). Comme pour la plupart des structures de notre cerveau, nous possédons deux amygdales. Elles sont situées tout près de l'hippocampe, dans la partie frontale du lobe temporal.

L'amygdale est essentielle à notre capacité de ressentir et de percevoir chez les autres certaines émotions. C'est le cas de la peur et de toutes les modifications corporelles qu'elle entraîne. Si vous êtes suivi dans la nuit par un individu à l'allure louche et que vous sentez votre cœur palpiter, il est fort probable que votre amygdale soit très active !



Source: University of Washington Digital Anatomist Program

Chez certains patients qui ont dû subir une intervention chirurgicale au cerveau, on a pu stimuler l'amygdale directement et recueillir leurs impressions. L'expérience subjective la plus commune décrite en est une de danger imminent et de peur. Les très rares patients dont uniquement l'amygdale a été détruite (lors d'accident cérébraux vasculaires par exemple) reconnaissent toutes les expressions émotionnelles sur les visages sauf celle de la peur.

L'amygdale semble en fait moduler toutes nos réactions à des événements qui ont une grande importance pour notre survie. Ceux qui nous avertissent d'un danger imminent sont donc des stimuli très importants pour l'amygdale, mais également ceux qui signalent la présence de nourriture, de partenaires sexuels, de rivaux, d'enfants en détresse, etc.

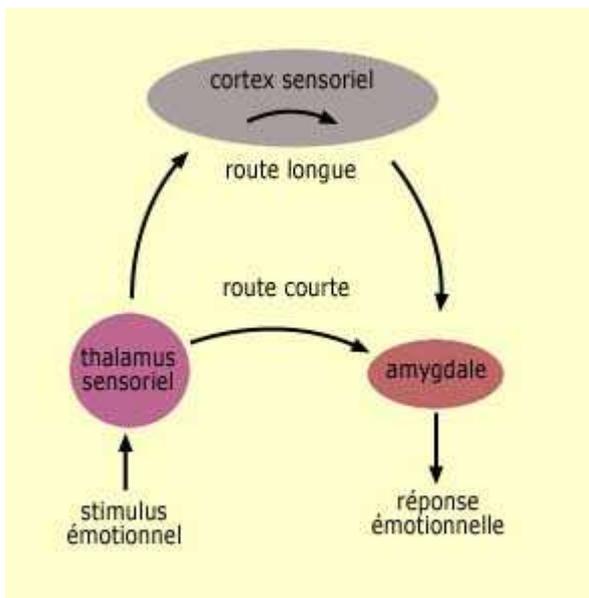
C'est pour cette raison que l'amygdale possède de très nombreuses connexions avec plusieurs autres structures cérébrales.

## ▼ Les deux routes de la peur

L'amygdale nous permet de réagir presque instantanément à la présence d'un danger. Tellement rapidement que c'est seulement après avoir sursauté que l'on comprend souvent ce qui nous a effrayé. Comment cela est-ce possible ?

Tout doit bien sûr commencer par une stimulation sensorielle quelconque comme la vue d'une forme étrange ou un son menaçant. Celui-ci fait d'abord escale dans le thalamus, passage obligé de tous les messages captés par les sens. Il est ensuite transmis au cortex sensoriel approprié (visuel, auditif, etc) où il est évalué et acquiert une signification. Si cette signification est menaçante, l'amygdale en est alors avisé et produit les réponses émotionnelles appropriées.

Or, ce qu'on a découvert beaucoup plus récemment, c'est qu'une partie du message reçu par le thalamus est transféré directement à l'amygdale, sans même passer par le cortex ! C'est cette seconde route, beaucoup plus courte, donc beaucoup plus rapide, qui explique la rapidité de notre système d'alarme naturel.



Comme tout a un prix, cette route qui court-circuite le cortex ne permet qu'une discrimination grossière des objets menaçants. La confirmation du cortex qu'il s'agit bien d'un danger arrive quelques fractions de secondes plus tard. Des fractions de seconde qui peuvent s'avérer fatidiques si l'on n'a pas déjà commencé à réagir au danger. Dans le cas où le cortex nous annonce qu'il n'y a pas de quoi s'en faire, on en est quitte pour une bonne peur et c'est tout... »<sup>9</sup>

<sup>9</sup> INSTITUT DE RECHERCHE EN SANTÉ DU CANADA, INSTITUT DES NEUROSCIENCES, DE LA SANTÉ MENTALE ET DE LATOxicomanie DU CANADA. Le cerveau à tous les niveaux [en ligne]. Disponible sur : <

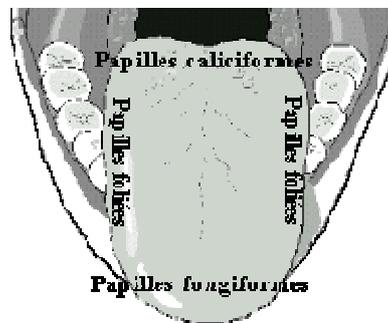
[http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/d/d\\_04/d\\_04\\_cr/d\\_04\\_cr\\_peu/d\\_04\\_cr\\_peu.htm](http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/d/d_04/d_04_cr/d_04_cr_peu/d_04_cr_peu.htm) (consulté le 12/012/2005).

### 4.3. Les cinq sens

« Afin de percevoir le monde qui nous entoure, notre cerveau doit interpréter les informations provenant de l'extérieur : des images, des sons, des odeurs... etc. Pour ce faire, nous possédons une batterie d'agents informateurs que l'on nomme plus communément les sens. Leur rôle est de traduire les signaux périphériques en influx nerveux, afin de faire parvenir ces informations au cerveau. »<sup>10</sup>

#### 4.3.1. le goût

« Comment pouvons-nous goûter les aliments? Ce sens est longtemps demeuré un mystère. Ce n'est que grâce au microscope que les scientifiques ont pu examiner l'anatomie de la langue plus en détails. Elle est composée de nombreuses organes sensoriels, appelées papilles, dispersés sur sa surface. On regroupe les papilles d'après leur forme : papilles caliciformes, foliées ou fongiformes. Les bourgeons du goût se trouvent sur les papilles. Ils sont composés de nombreuses cellules, qui se régénèrent tous les 10 à 14 jours. Ils contiennent les récepteurs gustatifs permettant de discerner les quatre saveurs fondamentales : le sucré, l'acide (ou aigre), le salé et l'amer. Les papilles caliciformes sont regroupées et forment un "V" à l'arrière de la langue.



Elles sont sensibles à l'amer et à l'acide. Les papilles foliées sont situées sur les bords de la langue, derrière les papilles caliciformes. Elles sont sensibles à l'acide. Les papilles fongiformes sont les plus abondantes, elles couvrent la pointe de la langue et sont sensibles au sucré et au salé. Il convient de remarquer que la bouche et la gorge contiennent également des cellules sensorielles qui participent à l'élaboration du goût.

<sup>10</sup>EUROPEAN DANA ALLIANCE FOR THE BRAIN. *Découvrir le cerveau* [en ligne]. Disponible sur <[http://www.dana.org/edab/discoveringbrain/cinqsens/cinqsens\\_fr.cfm](http://www.dana.org/edab/discoveringbrain/cinqsens/cinqsens_fr.cfm)> (consulté le 04/11/2005).

L'anatomie des bourgeons du goût permet de mieux comprendre les mécanismes du signal gustatif. Certaines cellules fonctionnent comme des récepteurs sensoriels qui transmettent au cerveau les informations chimiques correspondant aux caractéristiques gustatives des aliments présents dans la bouche. Chaque cellule réceptrice a une forme unique, qui répond à un type de signal chimique donné. Les signaux émis par les récepteurs gustatifs sont véhiculés principalement par trois nerfs crâniens. Ils sont transmis jusqu'au système nerveux central, où des régions du cerveau décodent l'information chimique et la traduit en sensation gustative. Il importe également de remarquer que la vue et l'odorat participent également, de façon indirecte, à l'élaboration du goût.

### 4.3.2. L'odorat

Comment le corps humain peut-il faire la différence entre l'odeur des gâteaux en train de cuire et l'odeur de brûlé?

Autrefois, c'était un grand mystère pour de nombreux chercheurs. C'est ce type de questions qui a amené les chercheurs à s'intéresser davantage à l'origine des odeurs, c'est-à-dire les molécules véhiculées par l'air. La taille des molécules émises par les substances odorantes intervient sur la longueur du trajet qu'elles peuvent accomplir. Les molécules les plus légères voyagent plus vite. On dit qu'elles sont volatiles. Lorsqu'elles pénètrent dans le nez, ces molécules vont atteindre un tissu appelé "membrane olfactive". La membrane olfactive est une région très petite située au sommet de la cavité nasale. Cette membrane est composée de tissu jaune-gris et couverte d'un épais mucus et contient de nombreuses cellules réceptrices. On suppose que chaque type de cellule réceptrice est sensible aux dimensions d'une molécule particulière.

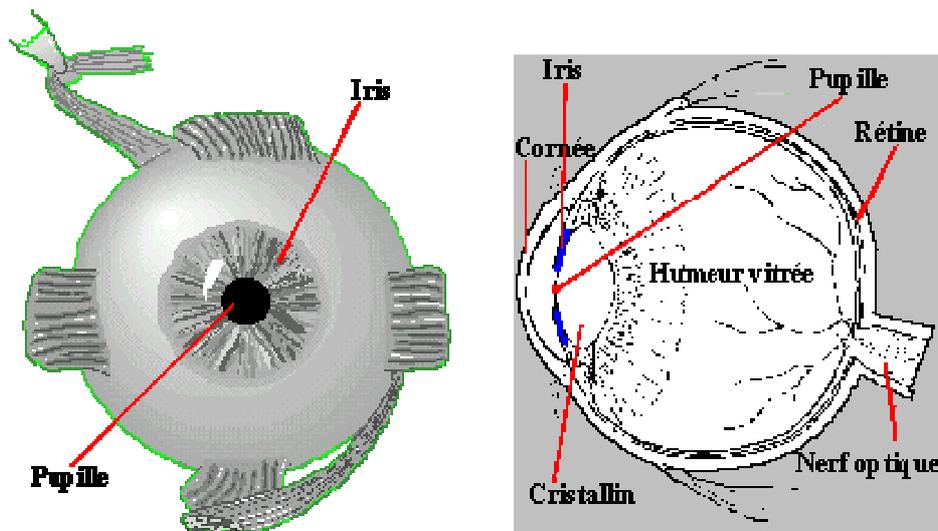
Dès qu'une molécule se fixe sur le récepteur qui lui correspond, elle déclenche la formation d'un influx nerveux. L'influx nerveux chemine jusqu'au cerveau par l'intermédiaire d'un os très fin appelé lame criblée, derrière lequel se trouvent les bulbes olfactifs, premier relais avec le cerveau.

Ces derniers contiennent de nombreuses structures appelées glomérules. La fonction principale de ces structures est de distribuer les influx nerveux convergents au cerveau de façon ordonnée. Au niveau du cerveau, les influx sont dispersés dans différentes régions qui analysent et décodent ces influx et permettent la perception de l'odeur. Les scientifiques ont déterminé que le cerveau humain peut identifier des milliers d'odeurs différentes. L'odorat est donc l'une des fonctions les plus remarquables du corps humain.



### 4.3.3. La vue

La vision est un processus très complexe qui nécessite la participation de nombreux éléments des yeux et du cerveau. Lorsqu'une personne regarde autour d'elle, les rayons lumineux frappent et se réfléchissent sur les objets qui l'entourent. Ces rayons lumineux, qui cheminent généralement en ligne droite, pénètrent alors dans l'oeil et s'infléchissent lorsqu'ils traversent la courbure de la cornée. Ce processus est appelé réfraction. Après cette réfraction, l'entrée de lumière est régulée grâce à l'iris (partie colorée de l'oeil) et la pupille (tache noire au coeur de l'iris).



Les muscles de l'iris s'adaptent constamment pour réguler la quantité de lumière à laquelle la pupille est exposée. La lumière qui est autorisée à passer à travers la pupille poursuit son chemin et traverse le cristallin, qui fonctionne comme une lentille d'appareil-photo. Le cristallin de l'oeil continue d'infléchir les rayons lumineux et les inverse : l'image de l'objet est projetée à l'envers sur la rétine, qui tapisse le globe oculaire et contient les cellules sensorielles de la vision. La rétine est composée de nombreuses cellules photo-sensibles, appelées cônes et bâtonnets. Il y a davantage de bâtonnets, qui ont pour fonction principale la vision en lumière crépusculaire. Les cônes contiennent une substance appelée rhodopsine, responsable de la vision des couleurs et des détails. La rétine transforme l'énergie lumineuse en messages électriques qui sont transmis au cerveau par le nerf optique et le chiasma optique. Le chiasma optique est une structure en forme de X, qui véhicule les messages du côté opposé du cerveau dans les bandelettes optiques. C'est là que les fibres de la moitié nasale de la rétine se croisent pour rejoindre la bandelette optique du côté opposé et se prolonger jusqu'au thalamus. Le thalamus contient des fibres qui servent de relais pour transporter les messages jusqu'au cortex visuel du cerveau, qui se charge de reformer une image tridimensionnelle.

#### 4.3.4. L'ouïe

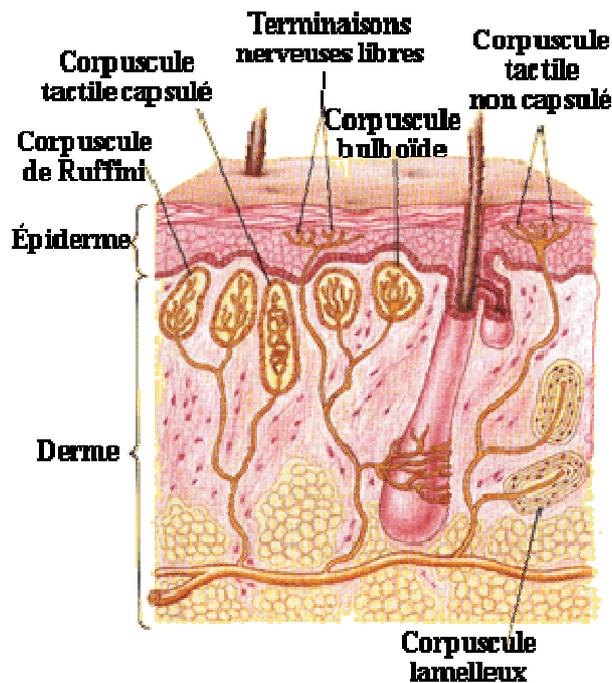
Les sons sont créés par une perturbation dans l'air, appelée vibration. Pour que vous puissiez entendre la télévision ou votre voisin, la vibration doit faire un voyage long et complexe dans votre oreille, jusqu'à votre cerveau.

La partie externe de l'oreille comprend deux parties, le pavillon et le conduit auditif externe. Le pavillon a une forme spécifique permettant de capter et canaliser les vibrations vers l'oreille moyenne ou caisse du tympan. Celle-ci augmente l'intensité des ondes sonores et les transforme en vibrations mécaniques qui peuvent se transmettre à l'oreille interne. La force de ces vibrations provoque le mouvement de trois osselets, les 3 plus petits os du corps, présents dans l'oreille moyenne : le marteau, l'enclume et l'étrier. Le mouvement du dernier osselet, l'étrier, transmet les vibrations à travers la fenêtre ovale jusqu'à l'oreille interne, appelée labyrinthe, car elle comporte plusieurs cavités. L'oreille interne contient deux liquides, l'endolymphe et la périlymphe. L'endolymphe contribue au contrôle de l'équilibre, tandis que la périlymphe est chargée de recevoir les vibrations sonores. Lorsque les vibrations atteignent la périlymphe, elles provoquent des ondes de pression correspondant aux ondes sonores. Ces ondes de pression permettent de communiquer les vibrations à la partie la plus délicate et la plus interne de l'oreille humaine, la cochlée. L'oreille interne est située dans un os appelé rocher. Elle a la forme d'un limaçon et contient de nombreuses cellules réceptrices pourvues de cils microscopiques. Les ondes mécaniques font bouger les cils, ce qui active la production d'influx nerveux chargés de transmettre l'information au nerf auditif, jusqu'au cortex auditif du cerveau. C'est à ce niveau que les vibrations sont finalement reconnues et perçues comme des sons. Ce long processus se produit des milliers de fois tous les jours en une fraction de seconde

#### 4.3.5. Le toucher

Le toucher est probablement le sens le plus indispensable à la survie de l'être humain. Il nous permet le contact avec l'environnement et fonctionne comme un système d'alarme naturel. Sans le toucher, il serait impossible de faire la distinction entre un lieu dangereux et un lieu sûr. Le sens du toucher est dû à la présence de nombreux récepteurs et corpuscules situés sous la peau. Chacun d'entre eux a une tâche particulière et répond à la chaleur, au froid, à la pression ou à la douleur.





Les corpuscules de Pacini sont les plus volumineux de ces organes sensoriels et sont situés dans la partie la plus interne du derme (hypoderme). Ils siègent principalement dans les régions palmo-plantaires et transmettent les informations relatives au tact et à la pression. Ils informent le cerveau des mouvements du corps. Les corpuscules de Meissner, en forme d'olive, sont surtout abondants dans la pulpe des doigts et véhiculent les informations relatives au tact : ils informent le cerveau que la peau a été touchée. Les disques de Merkel sont des organes plats répartis dans les mêmes régions que les corpuscules de Meissner. Il informe le cerveau lorsque la peau est touchée de façon continue. Les récepteurs certainement les plus mystérieux sont les corpuscules de Ruffini et de Krause. Ils sont entourés de tissu conjonctif et de fibres nerveuses. On pense qu'ils servent essentiellement de système d'alarme, car ils sont sensibles au froid, au chaud, à la pression et à la douleur.

La couche la plus externe de la peau, l'épiderme, contient un réseau de terminaisons nerveuses libres, chargées de transformer les informations recueillies par les récepteurs sensoriels en influx nerveux électriques. Les fibres nerveuses qui véhiculent ces informations rejoignent la moelle épinière, qui les transmet au cerveau, qui se charge de les analyser et de les comprendre. Ce sens remarquable qu'est le toucher nous protège tous les jours des agressions de l'environnement. »<sup>11</sup>

<sup>11</sup> LES MYSTÈRES... *Les mystères du corps humain* [en ligne]. Disponible sur <<http://www.corps.dufouraubin.com/sens/sens.htm>> (consulté le 10/02/2006).

## 4.4. Les fonctions supérieures

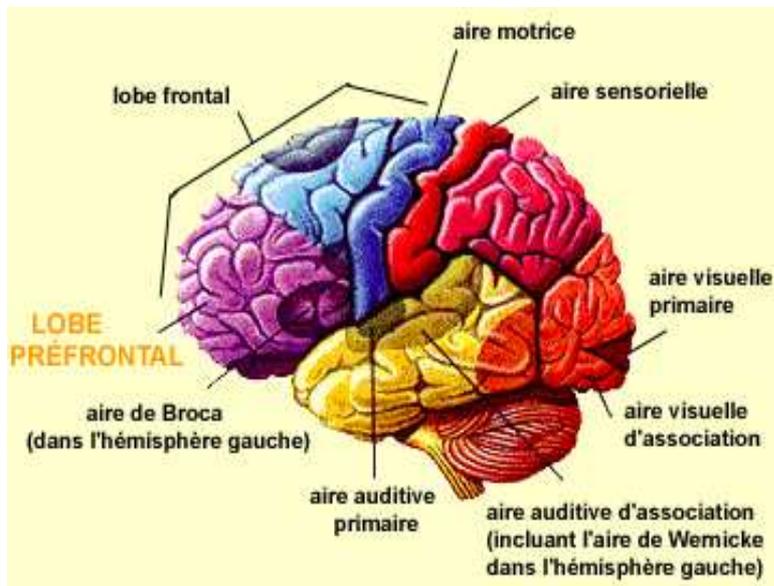
### 4.4.1. La mémoire

#### ➤ Mémoire à court terme

« Les occasions ne manquent pas, au cours d'une journée, où nous avons à retenir quelque chose quelques instants dans notre tête. Que ce soit une retenue dans un calcul ou un argument dans une discussion, à chaque fois nous mettons à contribution notre mémoire à court terme.

De plus, un élément retenu un court instant sert la plupart du temps à accomplir quelque chose que l'on a planifié, que ce soit calculer ses dépenses ou convaincre quelqu'un. Poussée à l'extrême, c'est cette mémoire à court terme qui permet au champion d'échec d'explorer plusieurs solutions possibles avant de choisir celle qui mènera au mat !

Cette capacité de retenir temporairement une information en vue de mener à bien une tâche est spécifiquement humaine. Elle rend très active certaines régions de notre cerveau, en particulier le lobe préfrontal.



Cette région située tout en avant du cerveau est très développée chez l'être humain. C'est elle qui nous donne notre grand front droit plutôt que le front fuyant de nos cousins primates. Il n'est donc pas étonnant que la région du cerveau qui semble la plus active dans une des activités les plus humaines soit située justement dans cette région préfrontale qui n'est bien développée que chez nous...

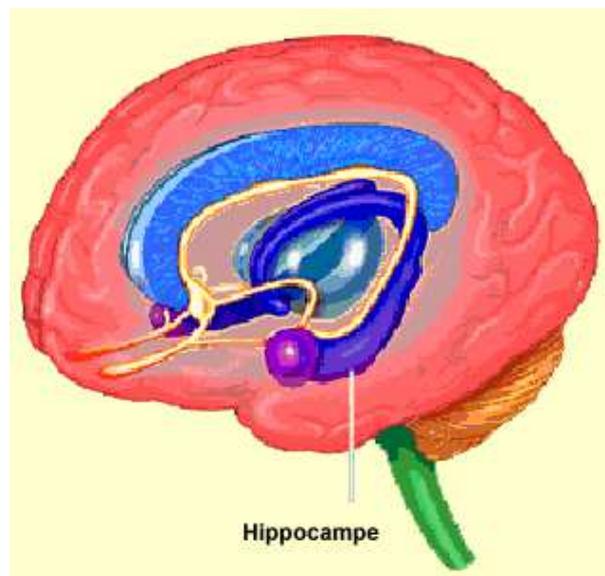
Mais la mémoire humaine est complexe et d'autres régions du cerveau sont évidemment impliquées...

## ▼ Mémoire à long terme

Le passage de la mémoire à court terme (ou la mémoire de travail) à la mémoire à long terme s'effectue grâce à l'hippocampe, dont la forme incurvée rappelle la queue d'un hippocampe marin. L'hippocampe est une partie très ancienne du cortex situé dans le repli interne du lobe temporal.

Toutes les informations décodées dans les différentes aires sensorielles du cortex convergent vers l'hippocampe qui les retourne ensuite d'où elles viennent. C'est un peu comme un centre de tri qui comparerait ces sensations nouvelles avec celles déjà enregistrées. L'hippocampe crée aussi des liens entre les différentes caractéristiques d'une chose.

La répétition ou les différents trucs qui nous permettent de retenir des faits nouveaux correspondent donc à de multiples passages dans l'hippocampe. Celle-ci va renforcer les liens entre ces nouveaux éléments, si bien qu'au bout d'un certain temps, son travail ne sera plus nécessaire : le cortex aura appris à lier lui-même ces différentes caractéristiques pour en faire ce qu'on appelle un souvenir.



Mais l'hippocampe et le cortex ne sont pas les seules structures associées à la mémoire à long terme et à ses différents types de manifestation dans le cerveau... »<sup>12</sup>

---

<sup>12</sup> INSTITUT DE RECHERCHE EN SANTÉ DU CANADA, INSTITUT DES NEUROSCIENCES, DE LA SANTÉ MENTALE ET DE LATOxicomanie DU CANADA. Le cerveau à tous les niveaux [en ligne]. Disponible sur : [http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/d/d\\_07/d\\_07\\_cr/d\\_07\\_cr\\_tra/d\\_07\\_cr\\_tra.html](http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/d/d_07/d_07_cr/d_07_cr_tra/d_07_cr_tra.html) (consulté le 12/012/2005).

✦ Le sommeil aide-t-il à mémoriser ?

« Le sommeil joue un rôle majeur dans l'organisation de la mémoire. L'humaniste Juan Luis Vives (1492-1540) signalait déjà : « Si tu veux apprendre une chose par cœur, lis-la quatre ou cinq fois très attentivement le soir, puis couche-toi, et le lendemain matin, demande compte à ta mémoire de ce que tu lui as confié la veille. » Les liens entre le sommeil et la mémoire ont suscité de nombreux phantasmes. L'escroquerie la plus connue fut celle de l'apprentissage en dormant d'une langue étrangère au moyen d'un magnétophone : on n'enregistre pas de nouvelles informations durant son sommeil ! En revanche, on consolide en dormant les informations enregistrées la veille. Une nuit trop courte ou trop agitée, voire une nuit blanche, fragilise la consolidation des informations de la journée. Un cours appris le soir sera plus facilement récité le lendemain matin que le même cours appris le matin pour le restituer dans l'après-midi. Cette facilité est moins nette chez l'adulte, plus fatigué en fin de journée.

Les scientifiques ont confirmé que la trace mnésique est fragile tant qu'elle n'a pas été suivie d'un épisode de sommeil. Des travaux chez l'animal et l'homme ont établi l'intervention complémentaire de deux phases du sommeil. Le sommeil paradoxal consoliderait davantage la mémoire implicite procédurale.

En revanche, le rappel des faits et des épisodes de la mémoire explicite est amélioré après le début de l'endormissement, où prédomine le sommeil lent.

L'imagerie cérébrale fonctionnelle a révélé une réactivation électrique ou métabolique lors du sommeil comme si le cerveau « rejouait » les séquences neuronales activées lors de la journée. Cette réactivation corrélée au gain de performance observé de la veille au lendemain. »<sup>13</sup>

#### 4.4.2. L'apprentissage

« A la naissance, un nourrisson manque totalement d'autonomie, il ne peut ni se nourrir, ni se déplacer tout seul et il a même de la peine à s'adapter au rythme circadien du jour et de la nuit. Heureusement pour lui, le petit d'homme est une formidable machine à apprendre : en une année il apprend à marcher, à trois ans il parle couramment et à sept ans il apprend à lire et à calculer. Mais l'aventure ne s'arrête pas là, nous sommes nous même constamment en train d'apprendre : à utiliser un nouveau magnétoscope, à découvrir le dernier jeu vidéo, à perfectionner notre technique au golf...

---

<sup>13</sup> CROISILE Bernard. *Dix mémos sur la mémoire*. In : Les Dossiers de la Recherche, février-avril 2006, n°22, p.13.

Depuis le siècle passé où le physiologiste russe Ivan Pavlov a montré qu'on pouvait apprendre à un chien à saliver à son insu au son d'une cloche, les scientifiques ont fait d'énormes progrès pour mieux comprendre les bases de l'apprentissage. De ces études, il ressort notamment que plus un individu a accès à un monde complexe, plus son cerveau va se développer et plus il deviendra performant.

Un terme qui a pris récemment son essor dans les neurosciences est le terme de "plasticité cérébrale". On a maintenant trouvé les preuves au niveau moléculaire que le support de l'apprentissage est caché dans de subtiles modification au niveau des connexions synaptiques. »<sup>14</sup>

### 4.4.3. Le langage

#### ✦ Broca, Wernicke et les autres aires du langage

« L'année 1861 marque le début de l'identification de régions du cerveau impliquées dans le langage. Cette année-là, le neurochirurgien français Paul Broca examine le cerveau d'un de ses patients qui vient de décéder. Ce patient ne pouvait prononcer d'autres syllabes que « tan », bien qu'il comprenait ce qu'on lui disait. Sans être atteint d'aucun trouble moteur de la langue ou de la bouche qui aurait pu affecter son langage, ce patient ne pouvait produire aucune phrase complète ni exprimer ses idées par écrit.

En faisant l'autopsie de son cerveau, Broca a trouvé une lésion importante dans le cortex frontal inférieur gauche. Par la suite, Broca a étudié huit patients aux déficits semblables qui tous avaient une lésion dans l'hémisphère frontal gauche. Cela l'amène à déclarer son célèbre « Nous parlons avec l'hémisphère gauche » et à identifier pour la première fois l'existence d'un « centre du langage » dans la partie postérieure du lobe frontal de cet hémisphère. En fait, l'aire de Broca fut la première région du cerveau associée à une fonction précise, en l'occurrence le langage.

Dix ans plus tard, Carl Wernicke, un polonais émigré en Allemagne, met en évidence une autre région impliquée celle-là dans la compréhension du langage. Elle est située dans la partie postérieure du lobe temporal gauche. Les patients qui ont une lésion à cet endroit peuvent parler, mais leur discours est souvent incohérent et dénué de sens.

Ces observations ont été maintes fois confirmées et l'on s'entend aujourd'hui sur le fait qu'il y a, autour de la scissure de Sylvius de l'hémisphère gauche, une sorte de

---

<sup>14</sup> EUROPEAN DANA ALLIANCE FOR THE BRAIN. *Découvrir le cerveau* [en ligne]. Disponible sur <[http://www.dana.org/edab/discoveringbrain/fonctsuperieures/learning\\_fr.cfm](http://www.dana.org/edab/discoveringbrain/fonctsuperieures/learning_fr.cfm)> (consulté le 04/11/2005).



boucle neurale impliquée dans la compréhension orale du langage et sa production par la parole. À l'extrémité frontale de cette boucle, on trouve l'aire de Broca, habituellement associée à la production du langage. À l'autre extrémité, plus précisément dans la partie supérieure et postérieure du lobe temporal, se situe l'aire de Wernicke, associée au traitement des paroles entendues, autrement dit à l'input du langage. L'aire de Broca et l'aire de Wernicke sont connectées par un important faisceau de fibres nerveuses appelé le faisceau arqué.

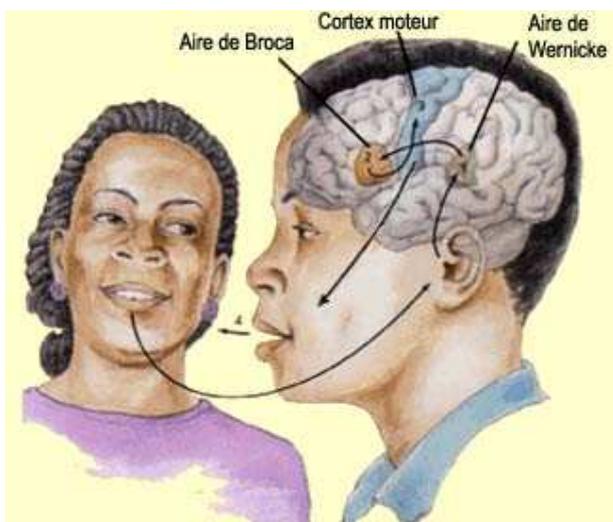
Cette boucle est présente dans l'hémisphère gauche chez environ 90 % des droitiers et 70% des gauchers, le langage étant l'une des fonctions traitées de manière asymétrique dans le cerveau.

Étonnamment, on la retrouve aussi au même endroit chez les sourds muets qui utilisent le langage des signes. Cette boucle ne serait donc pas spécifique au langage oral ou parlé, mais serait plus largement associée à la modalité principale du langage d'un individu.

#### ► Modèles cérébraux du langage parlé et écrit

Un premier modèle de l'organisation générale des fonctions langagières dans le cerveau a été proposé par Geschwind dans les années 1960-1970. Il s'agit d'un modèle dit « connexionniste » qui s'inspire des études lésionnelles de Wernicke et de ses successeurs, d'où son nom de modèle Geschwind-Wernicke. Son hypothèse centrale est que les troubles du langage proviennent d'une rupture dans un réseau de modules fonctionnels connectés en série.

Selon ce modèle, chaque module prendrait en charge les différentes caractéristiques du langage (perception, compréhension, production, etc.) et seraient reliés entre eux par une chaîne de connexions bien précise.



Le son d'un mot entendu est d'abord traité dans le cortex auditif primaire. Celui-ci transmet ensuite de l'information à l'aire voisine, celle de Wernicke, qui associe la structure du signal sonore avec la représentation d'un mot conservé en mémoire. C'est ainsi que l'aire de Wernicke permettrait de faire surgir le sens d'un mot particulier.



S'il s'agit maintenant de lire un mot à voix haute, l'information est d'abord perçue par le cortex visuel pour ensuite être transférée d'abord au gyrus angulaire, et de là à l'aire de Wernicke.

Qu'on l'entende ou qu'on le lise, c'est dans le lexique mental de l'aire de Wernicke que le mot est reconnu et correctement interprété selon le contexte. Il serait ensuite acheminé par le faisceau arqué à destination de l'aire de Broca qui planifie l'élocution du mot. L'information chemine ensuite jusqu'au cortex moteur responsable des muscles qui s'occupent de la prononciation physique du mot.

Le modèle Geschwind-Wernicke est donc basé sur la localisation anatomique d'aires cérébrales ayant des fonctions distinctes. Grosso modo, ce modèle est en accord avec la description des principaux troubles du langage, comme l'aphasie de Broca ou de Wernicke. Mais il a aussi ses limites. L'une d'entre elles est que son organisation en série suppose que chaque étape n'est réalisée qu'à partir du moment où la précédente est achevée, ce qui n'est pas toujours ce que l'on observe. Ce modèle n'expliquant pas non plus certains troubles partiels du langage, d'autres furent proposés pour pallier à ces lacunes. »<sup>15</sup>

#### 4.4.4. Pensée et raisonnement

"Être ou ne pas être?" « Voilà une question qui obnubile les hommes depuis de nombreux millénaires, bien avant que Shakespeare ne prête cette réplique à Hamlet. Exister c'est penser... mais, au fait, penser, c'est quoi?

Lorsque nous pensons, nous exprimons des idées, la plupart du temps sous forme de mots ou d'images. Généralement, nous pensons consciemment, mais il suffit de laisser vagabonder notre esprit pour se rendre compte que l'on ne maîtrise pas toujours ses pensées.

Comment de telles idées peuvent-elles surgir au sein de notre cerveau? Pendant des siècles les hommes ont incontestablement fait la distinction entre le corps et l'esprit, ce dernier étant relié à l'âme, donc immatériel, contrairement au premier. Avec sa conception dualiste, René Descartes fut le premier à faire en quelque sorte des concessions : la machine, c'est à dire le corps, prend tout à coup une certaine importance puisqu'elle est autorisée à renseigner l'esprit sur l'état du monde extérieur. Avec sa théorie dualiste, Descartes instaure donc une espèce de dialogue

---

<sup>15</sup>INSTITUT DE RECHERCHE EN SANTÉ DU CANADA, INSTITUT DES NEUROSCIENCES, DE LA SANTÉ MENTALE ET DE LATOxicomanie DU CANADA. Le cerveau à tous les niveaux [en ligne]. Disponible sur : [http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/d/d\\_10/d\\_10\\_cr/d\\_10\\_cr\\_lan/d\\_10\\_cr\\_lan.html](http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/d/d_10/d_10_cr/d_10_cr_lan/d_10_cr_lan.html) (consulté le 12/012/2005).

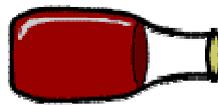
entre le corps et l'esprit par l'intermédiaire d'une petite excroissance située au centre du cerveau.

Qu'en est-il, de nos jours, de ce débat philosophique ? Toutes les évidences tendent à montrer que l'esprit n'est pas une entité immatérielle mais plutôt une propriété émergente d'une machine cérébrale hypercomplexe. Dans le monde des neurosciences on a troqué le terme philosophique de "pensée" avec le terme plus spécifique de "cognition" qui signifie "avoir connaissance". La psychologie cognitive complétée par l'imagerie cérébrale ouvrent aujourd'hui la voie à de nombreuses investigations qui nous permettront de mieux comprendre ce qu'est l'esprit.

Faites la petite expérience suivante : présentez à un enfant de trois/quatre ans la bouteille ci-dessous et demandez-lui de vous dessiner le niveau de liquide dans la même bouteille couchée.



Il y a de très fortes chances pour que vous obteniez le résultat suivant:



Bien entendu, vous avez tous appris que la nature doit compter avec les lois physiques et que la gravitation oblige le liquide à se comporter de la manière suivante.



Quelle conclusion faut-il en tirer ? Que l'enfant n'est pas suffisamment intelligent ou instruit pour tenir compte de la gravitation dans son raisonnement ? Certainement pas ! Cette expérience met plutôt en lumière le fait que le raisonnement est une faculté qui se développe progressivement au cours de l'enfance et qui peut même se perfectionner à l'âge adulte. »<sup>16</sup>

<sup>16</sup>EUROPEAN DANA ALLIANCE FOR THE BRAIN. *Découvrir le cerveau* [en ligne]. Disponible sur <[http://www.dana.org/edab/discoveringbrain/fonctsuperieures/pensee\\_fr.cfm](http://www.dana.org/edab/discoveringbrain/fonctsuperieures/pensee_fr.cfm)> (consulté le 04/11/2005).

## 5. ACTIVITÉS POST-DÉBATS

### 5.1. État des connaissances

Pour suivre le débat, les élèves sont invités à répondre à un questionnaire qui permettra à leur enseignant et à chacun d'entre eux de faire un état des lieux de leurs connaissances à ce sujet. Cette activité permettra à l'enseignant d'orienter ses activités en fonctions des acquis de ses élèves et de leurs préférences.

#### 5.1.1. Première partie

► « Testez vos connaissances

**Question N° 1 : Quelle est, parmi les atteintes ou maladies ci-dessous, celle qui n'est pas une atteinte du cerveau ?**

- A. Sclérose latérale amyotrophique
- B. Troubles obsessionnels ou compulsifs
- C. Troubles de l'apprentissage
- D. Douleur
- E. Alcoolisme
- F. Toutes sont des atteintes du cerveau

**Vrai ou Faux en 9 Questions :**

**Vrai ou faux :** Il est maintenant scientifiquement établi que certains aliments peuvent améliorer les performances du cerveau.

**Vrai ou faux :** Les individus très intelligents ont un cerveau plus grand que la moyenne.

**Vrai ou faux :** L'activité physique est étroitement liée à la santé à long terme du cerveau.

**Vrai ou faux :** Lorsqu'un bébé vient au monde, son cerveau possède déjà tous les « câblages » de base, c'est-à-dire toutes les connexions interneuronales dont il peut avoir besoin au cours de sa vie pour commander les fonctions de son organisme.

**Vrai ou faux :** On se souvient plus clairement, même des dizaines d'années plus tard, des événements ayant provoqué en nous une forte réaction émotionnelle.

**Vrai ou faux :** Un stress émotionnel peut engendrer des symptômes physiques.

**Vrai ou faux :** Les hémisphères gauche et droit du cerveau fonctionnent indépendamment l'un de l'autre, l'un étant responsable de la créativité, l'autre des performances intellectuelles.



**Vrai ou faux :** Le vieillissement entraîne inévitablement une importante perte de mémoire, dont le degré est directement corrélé à l'âge.

**Question N° 10 :** Quelle est la maladie cérébrale dont souffriront vraisemblablement d'ici à l'an 2050 plus de 16 millions d'Américains?

- A. Dépression
- B. Infirmité motrice cérébrale
- B. Maladie d'Alzheimer
- C. Lésions de la moelle épinière

➤ Maintenant vérifiez vos réponses :

### **Question 1 Réponse F**

Toutes sont des atteintes du cerveau

La recherche sur le cerveau montre qu'un registre très étendu de troubles, y compris de nombreux problèmes pendant longtemps qualifiés d'émotionnels (difficultés d'apprentissage, toxicomanies, maladies mentales) sont dus à une forme ou une autre de dysfonctionnement du cerveau. On connaît beaucoup mieux, de nos jours, les interactions existant entre l'inné et l'acquis et la façon dont des facteurs génétiques et environnementaux peuvent influencer le risque des atteintes cérébrales. Ces connaissances sont extrêmement précieuses s'agissant de concevoir des traitements ou des stratégies de prévention.

### **Question 2 : Faux**

Nonobstant la mode des «nutriments intelligents » et des «aliments pour le cerveau », aucune étude scientifique démontrant qu'il existe des aliments ou des composants alimentaires capables d'améliorer les performances intellectuelles n'a été publiée à ce jour. Les chercheurs essaient de préciser dans quelle mesure les vitamines antioxydantes (A, C et E) pourraient aider à protéger le cerveau contre la rançon de l'âge et s'efforcent d'établir si la vitamine E peut être bénéfique chez les personnes souffrant de la maladie d'Alzheimer. Ces travaux se poursuivent et continuent de susciter un vaste débat. S'il est, en revanche, un point sur lequel les scientifiques sont d'accord, c'est qu'une alimentation variée et équilibrée, fournissant à l'organisme tous les minéraux et vitamines essentiels, sans surcharge calorique, devrait être notre première ligne de défense.

### **Question 3 : Faux**

Il n'existe aucune preuve de rapport entre la taille du cerveau et l'intelligence. (Le cerveau d'Einstein était de taille normale). Chaque individu constitue cependant un cas unique. Au cours d'un processus qui commence avant la naissance et se poursuit tout au long de la vie, le cerveau développe un «câblage» en rapport avec notre vécu personnel : certaines connexions cérébrales se renforcent, d'autres s'affaiblissent. Sans doute trouverait-on chez les personnes douées de capacités intellectuelles et



créatives particulièrement développées des réseaux de connexions plus denses dans les parties du cerveau responsables de leurs compétences dominantes. Des études effectuées chez des musiciens ont par exemple montré que les structures de leur cerveau contrôlant les mouvements des mains et des doigts étaient hautement développées.

#### **Question 4 : Vrai**

Rester actif est sans doute ce que l'on peut faire de mieux pour la santé de son cerveau. Plusieurs études concluent à un lien étroit entre l'activité physique et la lucidité mentale de la personne âgée. Il a été démontré qu'effectuer quotidiennement, un exercice d'aérobic aussi élémentaire que la marche à pied pouvait améliorer la mémoire, les fonctions cognitives et le temps de réaction aux stimuli mentaux, et ce dès les premières semaines d'entraînement.

#### **Question 5 : Faux**

Lorsqu'un bébé vient au monde, il possède un stock de cellules nerveuses suffisant pour la vie, et bon nombre de connexions interneuronales - notamment celles qui contrôlent le rythme cardiaque et la respiration ont déjà été établies, selon le plan génétique de l'individu, avant la naissance. Mais des milliards de connexions se formeront ou se reformeront seulement par la suite, dans le cadre d'un processus de remodelage dont le moteur sont les stimuli sensoriels que l'enfant reçoit de son environnement. Les stimulations auxquelles le cerveau est exposé au cours des premières années de son développement contribuent à orchestrer ce processus de « câblage ».

#### **Question 6 : Vrai**

Les spécialistes des neurosciences parlent à propos de ces souvenirs, d'autant plus vifs qu'ils sont associés à des émotions intenses, de mémoire « flash ». Un exemple fréquemment cité est celui de l'assassinat du président Kennedy : presque tous les gens suffisamment âgés pour s'en souvenir se rappellent avec précision ce qu'ils étaient en train de faire au moment où ils ont appris la nouvelle. Il est maintenant établi que les situations à forte composante émotionnelle provoquent la libération d'une hormone, l'adrénaline, qui agit sur les parties du cerveau participant à la production et au stockage des souvenirs.

#### **Question 7 : Vrai**

Les preuves selon lesquelles le bien-être psychique et physique sont étroitement liés sont de plus en plus nombreuses. Le stress émotionnel, dont les effets sur le rythme cardiaque, la tension artérielle et la fonction gastro-intestinale sont bien connus, affecte également le cerveau. Des études effectuées chez des animaux de laboratoire ont démontré qu'un stress expérimental prolongé déterminait des altérations physiques du cerveau et d'autres organes en relation directe avec ce stress. Les entretiens qu'ils ont eu avec des militaires ayant été exposés de façon répétée, sur le

terrain, au grave stress d'un conflit armé ont permis aux psychiatres de mieux cerner la nature des troubles de ce que l'on appelle aujourd'hui le stress posttraumatique. Bien que l'on commence seulement à comprendre les mécanismes selon lesquels le stress émotionnel provoque des altérations structurelles et fonctionnelles du cerveau, du cœur ainsi que d'autres systèmes, il ne fait aucun doute que la détection du stress et l'organisation de la réponse au stress passent et en grande partie, par le cerveau. Les progrès qui seront réalisés dans ce domaine permettront certainement d'élucider bon nombre des mystères entourant encore les troubles émotionnels et psychiques.

#### **Question 8 : Faux**

Permettant aux chercheurs de voir quelles sont les parties du cerveau qui entrent en activité pour une tâche donnée, l'imagerie cérébrale éclaire d'un jour nouveau le débat, vieux comme le monde, sur la spécialisation des hémisphères cérébraux. Des techniques telles que la tomographie à émission de positons (TEP) et l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (MRIf) montrent que telle fonction mentale dépend de telle région du cerveau, mais la «créativité» et la «conceptualisation intellectuelle» mettent en jeu un nombre si grand de fonctions mentales qu'il est impossible d'en attribuer l'exclusivité à l'un ou l'autre des hémisphères. Etant donné le nombre de régions du cerveau qui sont impliquées dans les processus mentaux, la communication interhémisphérique est, en fait, tout aussi déterminante que la communication intrahémisphérique.

#### **Question 9 : Faux**

Si les oublis sont assez fréquents chez la personne âgée (de même, d'ailleurs, que chez les jeunes), perdre la mémoire n'est pas pour autant une fatalité. Certaines fonctions mnésiques, telles que la mémoire à court terme, sont peu affectées par l'âge. Pour d'autres, de nature plus complexe, par exemple se souvenir de quelque chose que l'on a appris récemment, le risque est plus grand. On observe souvent, chez les personnes âgées, que les problèmes de mémoire tiennent surtout au fait qu'elles assimilent plus lentement et pas tellement à celui qu'elles oublient plus vite. A quelque âge que ce soit, il faut donc, pour améliorer sa mémoire, affûter ses capacités d'attention, autrement dit se concentrer, mémoriser des listes de mots-clés et éliminer les facteurs nuisant à la concentration.

#### **Question 10 : Réponse C : La maladie d'Alzheimer**

Si la tendance actuelle se poursuit, la montée en âge de la population issue du baby boom devrait faire passer de à plus de 16 millions le nombre d'Américains souffrant de la maladie d'Alzheimer. Mais les chercheurs l'ont dans le collimateur : de nombreux traitements sont actuellement à l'essai, plusieurs gènes ont été identifiés et il existe des tests simples de détection grâce auxquels les traitements peuvent être mis en oeuvre à un stade précoce. La lutte contre la maladie d'Alzheimer et les affections du cerveau en général, passe par une prise de conscience accrue du public et des fonds plus importants pour la recherche.



### 5.1.2. Deuxième partie

✦ Testez vos connaissances

**Question N° 1 : Quelles sont, parmi les atteintes ci-dessous, celles qui affectent le cerveau ?**

- A. Infirmité cérébrale motrice, épilepsie, paralysie, lésions de la moelle épinière, sclérose en plaques
- B. Schizophrénie, dépression, alcoolisme, anxiété
- C. Autisme, anorexie, troubles de l'apprentissage, syndrome de Rett, dyslexie, migraines
- D. Maladie d'Alzheimer, syndrome de Gilles-de-la-Tourette, maladie de Parkinson, tumeurs du cerveau, sclérose latérale amyotrophique (SLA)
- E. Toutes les atteintes ci-dessus

#### Vrai ou Faux en 5 questions

**Vrai ou faux :** Le faire travailler est bon pour le cerveau.

**Vrai ou faux :** Il est possible de récupérer après des lésions cérébrales dues à des attaques ou des traumatismes.

**Vrai ou Faux :** Quel est le meilleur âge pour apprendre une deuxième langue ?

- A. Ecole primaire ou avant
- B. Collège
- C. Université

**Vrai ou faux :** Les oublis fréquents sont un signe de mauvais fonctionnement du cerveau.

**Vrai ou faux :** Médecins et chercheurs peuvent voir fonctionner le cerveau.

**Question N° 7 : Quels sont, parmi les facteurs ci-dessous, ceux qui peuvent avoir des répercussions cérébrales chez le nouveau-né?**

- A. Prématurnité
- B. Poids insuffisant à la naissance
- C. Toxicomanie parentale
- D. Anomalies génétiques
- E. Tous les facteurs ci-dessus

**Vrai ou faux :** L'activité cérébrale est ralentie pendant le sommeil.

**Vrai ou faux :** Si l'un de vos parents a la maladie d'Alzheimer, vous l'aurez forcément, vous aussi.

**Vrai ou faux :** Il existe une limite connue aux capacités d'apprentissage du cerveau.



**Question N° 11 : Quelle est la première cause d'incapacité aux Etats-Unis?**

- A. Cancer
- B. Maladies cardio-vasculaires
- C. Atteintes du cerveau et du système nerveux

**Question N° 12 : Quelles sont, parmi les maladies ci-dessous, celles qui bénéficient de traitements efficaces ?**

- A. Dépression
- B. Diabète
- C. Hypertension artérielle
- D. Toutes les maladies ci-dessus

➤ Vérification de vos réponses :

**Question 1 Réponse E :**

Toutes les atteintes ci-dessus La recherche sur le cerveau montre que des atteintes aussi différentes que la toxicomanie, les difficultés d'apprentissage ou la sclérose latérale amyotrophique (SLA) sont toutes d'origine cérébrale. Les affections liées au cerveau vont de troubles aussi répandus que la douleur, à laquelle pratiquement nul n'échappe, à des atteintes rares telles que le syndrome de Williams, cause d'arriération mentale affectant un enfant sur 20 000. Que ce soit personnellement ou dans son environnement familial, toute personne sera, un jour ou l'autre, touchée par une atteinte d'origine cérébrale.

**Question 2 Réponse Vrai :**

Des études scientifiques semblent indiquer que le cerveau, à l'instar d'un corps astreint à des exercices réguliers, se porte mieux si on le fait travailler. Elles montrent que les personnes âgées qui exercent leur cerveau en apprenant des activités nouvelles, en se portant volontaires pour certains travaux ou en suivant des cours ont plus de chances de conserver leur santé mentale au fur et à mesure qu'elles avancent en âge. Les chercheurs se sont aperçus que le cerveau reflétait la vie que nous menons. Ils ont constaté, en étudiant le cerveau de musiciens, un agrandissement des territoires cérébraux contrôlant les mouvements des mains et des doigts, ce qui semblerait indiquer que l'usage que l'on fait du cerveau en influence mécaniquement le développement.

**Question 3 Réponse Vrai :**

L'une des constatations les plus prometteuses des études récentes est que le cerveau est capable de se remettre, jusqu'à un certain point, des suites d'accidents vasculaires ou de traumatismes. Il le fait en créant, pour le traitement des informations, des voies nouvelles qui contournent les zones endommagées. Les chercheurs en veulent pour

preuve que les enfants chez qui la partie du cerveau conditionnant l'acquisition du langage est touchée peuvent néanmoins apprendre à parler. Leur cerveau s'adapte en affectant à cette fonction d'autres structures. Lorsque le mécanisme de ce phénomène sera connu, on parviendra peut-être à trouver des traitements aidant le cerveau à récupérer.

#### **Question 4 Réponse A : Ecole primaire ou avant**

On sait maintenant que le cerveau de l'enfant est une formidable machine à apprendre. Les enfants qui ont l'occasion d'apprendre une deuxième ou une troisième langue avant l'âge de 10 ans les acquièrent plus rapidement et plus complètement et parlent sans accent. Durant la première période de la vie se forment entre les neurones des millions de connexions, que renforcent les stimulations que l'enfant reçoit quotidiennement du milieu où il vit. Le nombre de connexions diminue avec l'âge et le cerveau acquiert plus difficilement les nouveaux circuits nécessaires à la compréhension des langues et aux productions langagières. Quel que soit l'âge, apprendre une langue reste néanmoins un excellent moyen d'entretenir son activité cérébrale.

#### **Question 5 Réponse Faux :**

Il est tout à fait normal d'oublier. Sans cette faculté, notre esprit serait en surcharge permanente, et la capacité qu'il possède de filtrer inconsciemment les informations, conservant ce qui est important et rejetant les autres, est extrêmement précieuse. Il faut s'attendre avec l'âge à une certaine baisse de la mémoire. Dans bien des cas, celle-ci peut-être atténuée, du moins jusqu'à un certain point; parfois, il suffit pour cela de simplifier son mode de vie, de manière à limiter la « surcharge d'informations». Conserver un bon niveau d'activité physique peut également être utile.

#### **Question 6 Réponse Vrai :**

Relevant encore, il y a 10 ans, de la science-fiction, les images montrant le cerveau humain en activité constituent l'outil le plus largement et le plus créativement utilisé par les chercheurs, et il est technologiquement possible de voir comment se développe le cerveau, comment il vieillit, comment il apprend et se souvient et même comment il réagit aux médicaments. Des techniques d'imagerie telles que l'IRM (imagerie par résonance magnétique), la TEP (tomographie par émission de positons) et la SPECT (tomographie computerisée à émission de photons) permettent aux chercheurs de cartographier les fonctions du cerveau, d'observer les pathologies l'affectant et de suivre l'effet des traitements.

#### **Question 7 Réponse E : Tous les facteurs ci-dessus**

Les statistiques montrent que chaque année viennent au monde aux Etats-Unis 15 millions environ de bébés atteints d'affections cérébrales. Il existe des moyens de prévention contre certaines causes, telles que l'abus d'alcool pendant la grossesse.



D'autres, telles que les anomalies génétiques, nous trouvent encore désarmés. Un poids insuffisant à la naissance expose l'enfant à un risque de difficultés d'apprentissage et comporte en outre un risque d'infirmité motrice cérébrale (IMC) 100 fois plus élevé que la normale si le poids à la naissance est de 1800 g ou moins. Sachant cela, les chercheurs pensent que des traitements préventifs parviendront à faire diminuer d'un tiers, les cas d'IMC dus à un poids trop faible à la naissance.

**Question 8 Réponse Faux :**

Cette question fondamentale vient seulement de recevoir une réponse. On sait maintenant que l'activité cérébrale s'étend sur 24 heures et qu'elle est tout aussi intense pendant le sommeil qu'à l'état de veille, que l'on rêve ou non. Durant le sommeil, le cerveau continue de travailler pour assurer des fonctions essentielles telles que la respiration et l'activité cardiaque. Qui plus est, il tire parti du sommeil pour régénérer et recharger les accus de la mémoire et maintenir le rythme de l'horloge interne de l'organisme.

**Question 9 Réponse Faux :**

Il est exact que l'on a identifié trois gènes impliqués dans la maladie d'Alzheimer et qu'il faille par conséquent envisager une prédisposition familiale. Le fait de posséder ces gènes ou d'avoir un parent qui souffre de cette maladie ne signifie toutefois pas forcément qu'on la développera soi-même. En réalité, 25 pour cent seulement des personnes qui en sont affectées l'ont héritée. La recherche sur la maladie d'Alzheimer est un excellent exemple de la façon dont la connaissance des processus fondamentaux d'une maladie peut orienter le développement de nouveaux traitements. Une vingtaine de médicaments dirigés contre les effets dévastateurs de cette maladie et offrant des raisons d'espérer aux millions d'individus qui en souffrent sont actuellement en train d'être essayés.

**Question 10 Réponse Faux :**

La recherche n'a pas mis en évidence de limite aux capacités d'apprentissage du cerveau. Durant les 10 premières années de la vie, la partie du cerveau responsable de l'apprentissage se «câble» à un rythme extrêmement rapide, compatible avec une période où l'acquisition des connaissances serait particulièrement intense. Le fait est néanmoins que les personnes sachant rester mentalement actives dans leur vieillesse, et qui retournent par exemple à l'université ou apprennent une langue, peuvent continuer à se cultiver, à stimuler leur mémoire et à mener une vie gratifiante. Les chercheurs pensent qu'il est aussi important pour la santé d'avoir une activité mentale que physique.

**Question 11 Réponse C : Atteintes du système nerveux**

Malgré les progrès prodigieux des neurosciences, les atteintes du système nerveux restent la première cause d'incapacité et sont responsables d'un nombre plus élevé d'hospitalisations et de soins plus longs que presque toutes les autres maladies



réunies. Première cause de mortalité, le cancer et les maladies cardio-vasculaires affectent essentiellement les personnes d'âge moyen ou avancé et sont généralement brefs par rapport à la durée totale de la vie, alors que les désordres cérébraux commencent souvent dès la naissance ou le début de l'âge adulte et sont le plus souvent longs. Les recherches contribuant à prévenir, traiter ou réparer les atteintes du cerveau sont appelées à avoir un impact formidable sur la société.

### **Question 12 Réponse D :** Toutes les maladies ci-dessus

La recherche sur le cerveau aide à briser le mythe selon lequel il n'y aurait pas de traitement efficace de la dépression. Les chercheurs qui étudient le cerveau ont montré que la dépression était une maladie biologique, ayant, au même titre que le diabète ou l'hypertension artérielle, un substrat organique. Il existe depuis peu des antidépresseurs entraînant moins d'effets secondaires. Combinant médicaments et mesures psychologiques, les traitements peuvent aider 70 à 90 pour cent des personnes souffrant de dépression à mener une existence normale et productive, soit un taux de réussite supérieur à celui que l'on observe pour le diabète ou l'hypertension artérielle.

*Après avoir passé ce quiz, vous comprenez mieux pourquoi les scientifiques affirment que le cerveau est le plus important de tous les organes. Vous savez également qu'il a une capacité extraordinaire à se développer et à changer, et que ce que vous faites durant votre vie peut avoir une influence directe sur ces changements.*

*Malheureusement, des millions de personnes vivent au quotidien les effets dévastateurs que peut engendrer une atteinte cérébrale. Peu de gens réalisent toutefois le coût social que cela représente. Les atteintes du cerveau sont plus invalidantes que n'importe quelle autre maladie. Mettant à jour les mécanismes profonds des pathologies cérébrales, rompant le silence qui entourait les maladies mentales et donnant de l'espoir où il n'en avait pas, la recherche sur le cerveau a accompli des progrès remarquables. Ce que l'on peut voir n'est toutefois que la partie émergée de l'iceberg. Il est certain que des avancées significatives vont encore être réalisées au cours des prochaines années.*

### **5.1.3. Troisième partie**

#### ➤ Testez vos connaissances

*Les neurosciences progressent rapidement. En dix ans, elles nous en ont appris davantage sur le fonctionnement du cerveau que toutes les périodes précédentes de l'histoire des sciences. Des découvertes actuelles peuvent sortir de nouveaux traitements pour beaucoup de pathologies cérébrales.*

*Etes-vous au fait des derniers progrès en la matière ? Testez vos connaissances en entourant d'un cercle le «vrai» ou le «faux» des affirmations suivantes. Vous risquez d'être surpris des réponses.*



### **Comment établir votre score**

Marquez 10 points pour chaque bonne réponse (vrai ou faux) et faites ensuite votre total.

**100 ou plus :** Vous êtes un véritable génie et connaissez parfaitement les progrès récents des neurosciences.

**80 à 100 :** Vous faites marcher vos neurones et suivez de très près la question.

**60 à 80 :** Vous êtes très sensible à la rapidité des découvertes.

**40 à 60 :** Bien que très occupé, vous vous intéressez à la question et connaissez bon nombre des avancées récentes de cette discipline.

**40 ou moins :** Il est difficile de se tenir au courant, tant les progrès sont nombreux. Mais le fait d'avoir participé à ce quiz montre que la question vous intéresse.

### **Questions Vrai ou Faux :**

#### **1 - Vrai ou Faux :**

Le fait d'étudier la musique n'a aucune influence sur les fonctions cognitives.

**2 - Vrai ou Faux :** Aujourd'hui les scientifiques peuvent voir à l'intérieur du cerveau pour en étudier le fonctionnement.

#### **3 - Vrai ou faux :**

Le stress peut engendrer des maladies physiques.

#### **4 - Vrai ou faux :**

Les hommes ont, en moyenne, davantage de neurones que les femmes.

#### **5 - Vrai ou faux :**

Des troubles de la mémoire apparaissant vers 50 ou 60 ans sont un indice certain de maladie d'Alzheimer.

#### **6 - Vrai ou faux :**

La schizophrénie est une maladie mentale contre laquelle il n'existe pas de traitement.

#### **7 - Vrai ou faux :**

La toxicomanie étant entièrement dans la tête, s'arrêter est une simple question de volonté.

#### **8 - Vrai ou faux :**

Si le fait de passer de l'été à l'hiver vous rend mélancolique, vous souffrez peut-être d'un manque de lumière.

#### **9 - Vrai ou faux :**



Il n'existe aucun autre moyen, pour les personnes victimes d'une attaque cérébrale, que les traitements de longue durée et la rééducation.

**10 - Vrai ou faux :**

Les hommes sont davantage sujets aux dépressions que les femmes.

**11 - Vrai ou faux :**

Lorsque l'on est stressé, il est normal de se sentir angoissé, mais l'anxiété peut aussi être un trouble grave, nécessitant un traitement.

➤ Vérifier vos réponses :

**1 - Réponse : Faux**

Une étude effectuée à l'Université de Californie montre que les enfants d'âge préscolaire ayant suivi des leçons de musique pendant un an réalisent des scores beaucoup plus élevés dans les épreuves testant les fonctions spatiales et temporelles.

**2 - Réponse : Vrai**

Les systèmes d'imagerie tels la tomographie par émission de positrons (TEP) et la résonance magnétique fonctionnelle (IRMf) fournissent aux chercheurs des images en trois dimensions du cerveau en activité. Ces outils aident aussi à mieux comprendre les mécanismes biologiques régissant la pensée et les émotions.

**3 - Réponse : Vrai**

Les scientifiques ont débattu pendant des siècles de la relation entre le mental et le physique, mais aujourd'hui l'interrelation entre les deux revient au centre de la recherche scientifique.

**4 - Réponse : Vrai**

On ne sait pas encore ce que font ces cellules en plus, et il existe encore bon nombre d'autres différences entre le cerveau de l'homme et celui de la femme sur lesquelles se penchent et s'interrogent les chercheurs.

**5 - Réponse : Faux**

Avec l'âge, il est normal d'avoir un peu de difficulté à retenir les faits récents et à évoquer rapidement une information. Le fait de douter de sa mémoire peut aggraver ces problèmes.

**6 - Réponse : Faux**

La schizophrénie apparaît aujourd'hui comme un trouble du développement du système nerveux, ce qui ouvre de nouvelles perspectives de traitement.



### **7 - Réponse : Faux**

La toxicomanie peut engendrer des altérations importantes des structures cérébrales. Ce sont ces altérations qui sont responsables de la dépendance, c'est-à-dire du besoin incontrôlable de se procurer et de consommer des drogues. Les chercheurs s'efforcent de trouver, pour casser le cycle de la dépendance.

### **8 - Réponse : Vrai**

On parle à ce sujet de «trouble dépressif saisonnier» (SAD, acronyme anglais pour Seasonal Affective Disorder). Les symptômes s'expliquent par une réaction biologique à la forte diminution de la lumière. Un conseil : essayez de sortir davantage, mettez de la lumière dans votre appartement et votre bureau et ne restez pas blotti sous la couette.

### **9 - Réponse : Faux**

Des études médicales montrent qu'à condition qu'il ne s'écoule pas plus de trois heures entre l'attaque et la mise en oeuvre des mesures thérapeutiques, un traitement d'urgence visant à dissoudre les caillots de sang permet, dans bien des cas, de limiter l'atteinte du tissu cérébral et d'augmenter les chances de récupération.

### **10 - Réponse : Faux**

Des travaux récents montrent que les femmes sont presque deux fois plus nombreuses que les hommes à souffrir de dépressions majeures, interférant avec le sommeil, l'idéation et le comportement en général. Quand une dépression est correctement diagnostiquée, les médicaments récemment mis au point peuvent être efficaces.

### **11 - Réponse : Vrai**

Les troubles anxieux constituent la maladie mentale la plus fréquemment observée aux Etats-Unis. Affectant plus de 23 millions de personnes par an, ils représentent près du tiers des 148 milliards de dollars auxquels s'élève la facture de la santé mentale du pays. »<sup>17</sup>

---

<sup>17</sup> FUTURA SCIENCES. *Voyage dans le cerveau* [en ligne]. Disponible sur <http://www.futura-sciences.com/comprendre/d/dossier525-8.php> (consulté le 15/02/2006)

## 5.2. Le cerveau a-t-il un sexe ?

Vous désirez affiner ce débat avec d'autres classes ? Penchez vous plus spécifiquement à la question des différences de notre ordinateur interne en fonction de notre sexe. Alors,... identiques ou différents ?...et lancez vous dans un café des Sciences Junior

Depuis 2003, Atout Sciences organise des "Cafés des Sciences JUNIOR". La spécificité de ceux-ci est qu'ils sont destinés aux jeunes et préparés par des jeunes.

Ici pas de conférence, mais autour d'un verre, dans une ambiance conviviale, une discussion animée à l'écoute des points de vue les plus divers.



L'objectif de ces cafés est de générer un débat citoyen où sont discutés les aspects scientifiques d'une thématiques mais aussi les questions sociales, éthiques, politiques... qui émaillent la recherche et l'innovation technologique, le tout accompagné d'un touche d'humour. En effet, à ces débats dirigés par un journaliste, sont conviés des experts scientifiques, médicaux, juridiques, éthiques, politiques,...mais aussi un dessinateur humoriste, J.SONDRON.

Concrètement

Une classe du secondaire supérieur prépare le débat (présentation du sujet, séquence vidéo, micro-trottoir, choix des intervenants, animation du débat...) en collaboration avec Atout Sciences et d'autres jeunes y sont conviés.

### 5.3. Découverte de l'autisme

Ce thème peut être abordé plus spécifiquement grâce à un deuxième film : *Rain Man* de Barry Levinson.

*Raymond (interprété par Dustin Hoffman) est autiste et vit depuis vingt ans dans une institution pour handicapés mentaux. A la mort de son père, il hérite d'une fortune colossale Charles (Tom Cruise), son frère cadet, un homme d'affaires jeune et ambitieux, ne peut admettre de voir sa part d'héritage lui échapper. Il décide alors d'enlever ce frère qu'il n'a jamais connu. Mais il découvre bientôt que, tout en étant imprévisible et coupé du monde, Raymond a une prodigieuse mémoire des chiffres, ainsi que sa propre sensibilité et personnalité. A force de luttes et de patience, les deux frères vont parvenir à jeter un pont aussi mince soit-il entre leurs deux existences fondamentalement opposées. Le premier chapitre du dossier consacré à Rain Man aborde la question de la place qui est faite aux handicapés dans la société: comment sont considérés les handicapés ? Quelles relations les gens supposés " normaux " entretiennent-ils avec les handicapés? De quelles sortes de préjugés sont victimes les handicapés? Comment peut-on améliorer l'intégration des handicapés dans la société ? Le second chapitre étudie l'accueil critique du film et donne des pistes pour une analyse plus approfondie : sont ainsi passés en revue la construction du scénario, le jeu des acteurs et le système des personnages, le rythme des images et des séquences, l'utilisation des décors, la représentation de l'autisme dans le film en comparaison avec des études cliniques.*

**Ce film est une introduction à l'autisme. Le débat qui suivra permettra de sensibiliser les jeunes à cette thématique.**

**Non seulement le film induira certains questionnements propres au film :**

Étude des critiques du film, question de la pertinence d'une critique à partir des impressions de chacun sur le film.

**Mais il débouchera également sur des notions plus générales :**

Qu'est-ce que l'autisme ? L'autisme, réservé aux hommes ? L'éducation est-elle en cause ? Les autistes sont-ils conscient de leur différence ?

Si vous désirez approfondir ce sujet, le cinéma le *Centre culturel, les Grignoux* de Liège (04/222 27 78) a organisé un ciné-débat sur ce film accompagné d'un dossier pédagogique disponible sur demande.



## 5.4. Étude du sommeil

Pourquoi dormons-nous ? Pourquoi rêvons-nous ?

Sur base des questions suivantes, les élèves réaliseront des recherches en groupe sur le sommeil, les rêves, les troubles du sommeil, les analyses psychothérapeutiques des rêves. Une fois, les travaux réalisés, les différents groupes présenteront leur sujet aux autres.

### Questions

- Qu'est-ce que le sommeil paradoxal ?
- Qu'est-ce que le sommeil profond ?
- Rêve-t-on pendant le sommeil paradoxal ou pendant le sommeil profond ?
- Que se passe-t-il quand on réveille une personne pendant son sommeil paradoxal ?
- Le sommeil est-il nécessaire pour être en bonne santé ? Expliquez.
- Quelles sont les causes qui peuvent nous empêcher de dormir ?
- Tout le monde rêve-t-il ? Quelle est la fonction du rêve ? Que se passe-t-il si on empêche une personne de rêver ?
- Pourquoi peut-on dire avec certitude que l'homme rêve ? Est-on absolument certain que les animaux ne rêvent pas ?
- Qu'est-ce qu'un cauchemar ?

### Discussion

- Vous souvenez-vous chaque matin des rêves que vous avez faits ?
- En général, faites-vous des rêves agréables ?
- Pensez-vous qu'un film ou une page de lecture juste avant d'aller au lit puisse avoir un effet positif ou négatif sur vos rêves ? Comment l'expliquer ?
- Certaines personnes disent que les rêves nous racontent quelque chose sur notre avenir. Qu'en pensez-vous ?



## 6. BIBLIOGRAPHIE

### Monographies

BENOIT –BROWAEYS Dorothee, VIDAL Catherine. Cerveau, Sexe & Pouvoir. Paris, Belin, 2005. 110p.

### Périodiques

BLANCHART Jérôme, LANDON Valérie, PEYRIERES Carine, TURCAUD Sophie. Dossier : *Comment se construit la personnalité ?* In : Science & Vie Junior, décembre 2005, n°195, p. 40-59.

DIRICQ Agnès. *Pourquoi est-il urgent de voir la vie en rose ?* In : Ça m'intéresse, septembre 2004, n°283, p. 52-64.

FIELDS Douglas. *La moitié oubliée du cerveau*. In : Pour la Science, septembre 2004, n°323, p. 56-61.

*La Mémoire, comment notre cerveau apprend, se souvient et oublie ?* Les Dossier de la Recherche, février-avril 2006, n°22, 98p.

*Mémoire et Science*. RDTinfo : Magazine de la recherche européenne, avril 2005, numéro spécial,. 43p.

LEGLU Dominique. *Neurobiologie : le cerveau a-t-il un sexe ?* In : Sciences et Avenir, mars 2005, n°697, p. 24-25.

LIMA Pedro. *L'intelligence n'est pas le propre de l'homme*. In : Sciences & Vie, juin 2002, n°1017, p. 54-67.

*Les Secrets de l'intelligence*. Sciences & Vie : Hors série, mars 2006, n°222. 160p.

### Liens internet

BARONCINI Marc. *Coupes de cerveau* [en ligne]. Disponible sur <http://home.nordnet.fr/~mbaroncini/CERVEAU.HTM> (consulté le 04/11/2005).

BOUTILLIER Bertrand, OUTREQUIN Gérard. *Anatomie : le cerveau* [en ligne]. Disponible sur < <http://www.anatomie-humaine.com/neuroa/cerveau.html>> (consulté le 12/12/2005).



CENTRE DE CULTURE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE DE GRENOBLE. *Neurojeu : Mission Parkinson* [en ligne]. Disponible sur <http://www.ccsti-grenoble.org/neurojeu/index.html> (consulté le 12/12/2005).

LA CITÉ DES SCIENCES. *À la Cité* [en ligne]. Disponible sur <http://www.cite-sciences.fr/francais/indexFLASH.htm> (consulté le 12/12/2005).

CNRS. *Centre national de la recherche scientifique* [en ligne]. Disponible sur <http://www.cnrs.fr/> (consulté le 04/11/2005).

CROCODILUS. *Jeux d'optique* [en ligne]. Disponible sur <http://www.crocodilus.org/optique.htm> (consulté le 05/11/2005).

DOCTISSIMO. *Toute la lumière sur notre matière grise* [en ligne]. Disponible sur [http://www.doctissimo.fr/html/sante/mag\\_2001/mag0202/dossier/sa\\_4100\\_cerveau\\_niv2.htm](http://www.doctissimo.fr/html/sante/mag_2001/mag0202/dossier/sa_4100_cerveau_niv2.htm) (consulté le 31/10/2005).

EUROPEAN DANA ALLIANCE FOR THE BRAIN. *Découvrir le cerveau* [en ligne]. Disponible sur < [http://www.dana.org/edab/discoveringbrain/index\\_fr.cfm](http://www.dana.org/edab/discoveringbrain/index_fr.cfm) > (consulté le 04/11/2005).

FUTURA SCIENCES. *Voyage dans le cerveau* [en ligne]. Disponible sur <http://www.futura-sciences.com/comprendre/d/dossier525-8.php> (consulté le 15/02/2006)

HAPLOSCIENCES . *Dossier de sciences : corps humain – anatomie* [en ligne]. Disponible sur <http://anatomie.haplosciences.com/dossiers.html> (consulté le 04/11/2005).

INSTITUT DE RECHERCHE EN SANTÉ DU CANADA, INSTITUT DES NEUROSCIENCES, DE LA SANTÉ MENTALE ET DE LA TOXICOMANIE DU CANADA. *Le cerveau à tous les niveaux* [en ligne]. Disponible sur : <[http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/index\\_d.html](http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/index_d.html)> (consulté le 12/012/2005).

LUNCKBACK INSTITUTE. *Brain explorer* [en ligne]. Disponible sur <http://fr.brainexplorer.org/#> (consulté le 25/10/2005).

MUSEUM DES SCIENCES NATURELLES. *Cerveau, à vos neurones* [en ligne]. Disponible sur [http://www.sciencesnaturelles.be/educa/pdf/dossiers/fr/doss\\_didac\\_cerveau.pdf](http://www.sciencesnaturelles.be/educa/pdf/dossiers/fr/doss_didac_cerveau.pdf) (consulté le 05/11/2005).

LES MYSTÈRES... *Les mystères du corps humain* [en ligne]. Disponible sur <http://www.corps.dufouraubin.com/home.htm> (consulté le 10/02/2006).

NEUROMEDIA. *Une publication sur le vieillissement cérébral pour les seniors et leur entourage* [en ligne]. Disponible sur <http://www.neuromedia.ca/fr/index.asp> (consulté le 15/01/2006).

LE PALAIS DE LA DÉCOUVERTE. *Le palais de la découverte* [en ligne]. Disponible sur <http://www.palais-decouverte.fr/> (consulté le 27/10/2005).

POUR LA SCIENCE. *Cerveau et psycho : la migraine* [en ligne]. Disponible sur <http://www.cerveauetpsycho.com/> (consulté le 02/11/2005).

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE RECHERCHES SUR LE SOMMEIL. *Le sommeil, les rêves et l'éveil* [en ligne]. Disponible sur <http://ura1195-6.univ-lyon1.fr/> (consulté le 12/12/2005).

WIKIPÉDIA. *Wikipédia, l'encyclopédie libre : Accueil* [en ligne]. Disponible sur <http://fr.wikipedia.org/wiki/Accueil> (consulté le 29/10/2005).