

Exposition Le cerveau à tous les âges

Cogni'classe 2021-2023

ESPACE | MENDÈS | FRANCE

POITIERS - 05 49 50 33 08 - emf.fr

L'ESPACE MENDÈS FRANCE - POITIERS, UNE HISTOIRE DE MÉDIATION

L'Espace Mendès France - Poitiers doit son origine à des chercheurs de l'université de Poitiers, militants de la vulgarisation, qui, dans les années 1980, sont allés à la rencontre des habitants, dans les quartiers, pour débattre de sujets scientifiques et démontrer, « manip » à l'appui, que la science pouvait être accessible, voire réjouissante.

Situé au cœur de la ville, entre campus et centre-ville, le centre de culture scientifique, technique et industrielle de Poitiers, développe un large registre d'actions ouvertes à une multitude de publics. Il affiche ainsi trois missions : populariser la recherche, ses applications et ses métiers, contribuer à une éducation aux sciences renouvelée, entretenir les débats sur les enjeux sociaux et culturels.

Les actions sont menées en partenariat avec le monde de la recherche et de l'enseignement supérieur. À ce titre les relations privilégiées nouées avec l'université de Poitiers et de La Rochelle, les grands organismes de recherche, une myriade d'associations et de structures ont été un levier essentiel sur 25 années de déploiement. Le soutien historique de la Ville de Poitiers, de la Communauté d'agglomération de Poitiers, de la région Nouvelle-Aquitaine et des ministères de l'éducation nationale, de la recherche et de la culture, permettent d'assurer un appui fort aux projets ainsi mis en place. Tant dans les thèmes que dans les propos tenus, c'est la diversité et le souci de contenus de qualité qui caractérise les activités du centre. La programmation annuelle, ses déclinaisons en itinérance régionale sont autant de moments mis en œuvre pour diversifier en permanence les publics. Les thèmes retenus couvrent un large champ volontairement éclectique, de Toumaï pour l'origine de l'Homme au cerveau, de la chimie aux emblématiques mammoths, et bien d'autres. Sont également très suivies les questions touchant à la santé, à l'astronomie, aux technologies de l'information, au développement durable, à l'histoire des sciences, avec un pôle d'excellence unique en France.

Le papier n'est pas pour autant banni : les éditions Atlantique ont publié une vingtaine d'ouvrages et, chaque trimestre, quelques milliers de lecteurs attendent la parution de L'Actualité Nouvelle-Aquitaine, la revue de la recherche, de l'innovation, du patrimoine et de la création.

Ce sont ainsi 65 000 personnes touchées en 2020, dont 28 600 scolaires, dans le contexte particulier de la pandémie du Covid-19.

ESPACE MENDÈS FRANCE

POITIERS - 05 49 50 33 08 - emf.fr

PROJET COGNI'CLASSE

2021 - 2023

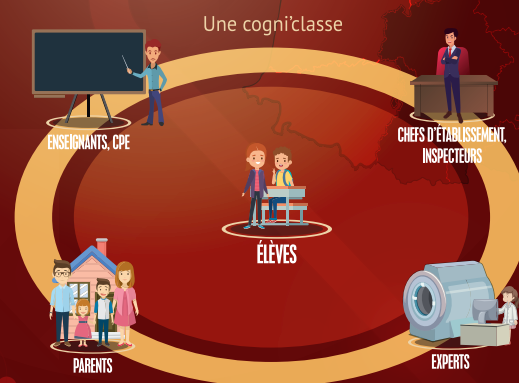


UN PROJET NATIONAL

UN PROJET NATIONAL

Ce projet a été créé par l'organisation « **Apprendre et former avec les sciences cognitives** » (sciences-cognitives.fr) et Jean-Luc Berthier, spécialiste des sciences cognitives de l'apprentissage, proviseur honoraire et ancien ingénieur de formation à l'ESENESR (ministère de l'Éducation nationale).

Le concept de **cogni'classe** se définit comme un groupe d'enseignants qui, autour d'une classe, expérimente des modalités pédagogiques inspirées par les sciences cognitives. Il ne s'agit pas d'un modèle mais d'une démarche collective d'innovation et d'expérimentation.



Une **cogni'classe** n'est pas une révolution pédagogique, c'est la mise en œuvre de pratiques dont plusieurs étaient déjà explorées par des enseignants, mais revisitées à la lumière des sciences cognitives. D'autres pratiques en revanche apportent une réelle innovation, en épousant les savoirs apportés par la science. Les 4 axes sur lesquels sont bâties les dizaines de pistes pédagogiques que les enseignants peuvent mettre en œuvre sont les suivantes :

- **La mémorisation** surtout, dont l'importance est immense non seulement pour acquérir le stock de savoirs et de références essentielles pour devenir un citoyen éclairé et autonome, mais aussi et surtout pour comprendre et traiter les tâches complexes qui l'attendent.
- **La compréhension** qui lui est associée.
- **L'attention**, premier critère de réussite scolaire et dans la vie.
- **L'implication active** enfin, clé d'un apprentissage impliquant et efficace.



UNE ACTION RÉGIONALE EN CHARENTE ET VIENNE

UNE ACTION RÉGIONALE EN CHARENTE ET VIENNE

L'opération **Cogni'classes** est diffusée dans les établissements scolaires des départements de la Charente et de la Vienne sur la base de l'exposition « **Le cerveau à tous les âges** » créée en 2013.

L'exposition « **Le cerveau à tous les âges** » a été réalisée par l'Espace Mendès France en partenariat avec le Laboratoire de Neurosciences Expérimentales et Cliniques (université de Poitiers, INSERM U-1084), le laboratoire Cibles Moléculaires et Thérapeutiques de la Maladie d'Alzheimer (université de Poitiers, EA 3808), le Centre de Recherches sur la Cognition et l'Apprentissage (CNRS UMR 7295, université de Poitiers, Maison des sciences de l'homme et de la société), l'Unité d'Epidémiologie, de Biostatistique et registre des Cancers (Pôle de biologie, pharmacie et santé publique, faculté de médecine et de pharmacie de l'université de Poitiers), le laboratoire commun ISM (Siemens - CHU de Poitiers - CNRS - Université de Poitiers) et l'équipe DACTIM-MIS au sein de l'unité mixte de recherche et du laboratoire de mathématiques et applications (CNRS-Université de Poitiers).

ESPACE MENDÈS FRANCE - POITIERS

CENTRE DE CULTURE SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE NOUVELLE-AQUITAINE

COORDINATION

Didier Moreau, directeur général de l'Espace Mendès France
didier.moreau@emf.fr

Edith Cirot, responsable programmation et animations scientifiques
edith.ciot@emf.fr

RELATIONS ANIMATION

Stéphanie Auvray

Gaëlle Basset

Cindy Binias

Paul Boudault (réréfent du projet Cogni'classe pour le département de la charente)

Antoine Vedel (réréfent du projet Cogni'classe pour le département de la Vienne)

animation@emf.fr

Espace Mendès France - Poitiers
Centre de culture scientifique, technique et industrielle Nouvelle-Aquitaine
1 pl de la Cathédrale CS 80964 - 86038 Poitiers cedex
Tel. 05 49 50 33 08 - Fax. 05 49 41 38 56 - emf.fr



Viméo : vimeo.com/emfccsti

Facebook : facebook.com/emfccsti/

Twitter : twitter.com/emfpoitiers

Echosciences : echosciences.nouvelle-aquitaine.science

Scoop It : scoop.emf.fr



ESPACE MENDÈS FRANCE

POITIERS - 05 49 50 33 08 - emf.fr

EXPOSITION

« LE CERVEAU À TOUS LES ÂGES »

Cette exposition est une création exclusive de l'Espace Mendès France. Les contenus ont été élaborés avec l'aide des partenaires suivants :

- Laboratoire de Neurosciences Expérimentales et Cliniques (LNEC), INSERM U-1084, Pôle Biologie Santé, Université de Poitiers
- Centre de Recherches sur la Cognition et l'Apprentissage (CeRCA), UMR 7295, Maison des Sciences de l'Homme et de la Société, Université de Poitiers
- Laboratoire Cibles moléculaires et Thérapeutique de la Maladie d'Alzheimer (CiMoTheMA), EA3808, Pôle Biologie Santé, Université de Poitiers
- Laboratoire Mobilité, Vieillesse et Exercice (MOVE), EA 6314, Faculté des Sciences du Sport de l'Université de Poitiers.
- UEBRC (Unité d'Epidémiologie, de Biostatistique et Registre des Cancers, Pôle de Biologie, Pharmacie et Santé Publique, Faculté de Médecine et de Pharmacie de Poitiers)

Sommaire du dossier pédagogique

PRÉSENTATION DE L'EXPOSITION p. 6

PANNEAUX p. 7 et 8

CONTENUS DES PANNEAUX p. 9 à 18

JEU DE L'OIE, LA RÉSERVE CÉRÉBRALE p. 19 et 20

EXERCICES A FAIRE EN CLASSE p. 21 à 31

BIBLIOGRAPHIE p. 32 à 34

ESPACE MENDÈS FRANCE

POITIERS - 05 49 50 33 08 - emf.fr

PRÉSENTATION DE L'EXPOSITION

Cerveau et idées reçues

Utilisation de notre cerveau : 10% seulement ? Cerveau masculin – cerveau féminin : différents ? Taille du cerveau : ça compte ?

La bosse des maths et la phrénologie : mythe ou réalité ? Gaucher / droitier : différents ?

La production des neurones : uniquement à la naissance ?

Les âges du cerveau

De l'embryon à la personne âgée, rapide survol de l'évolution de notre cerveau.

Qu'est-ce que l'intelligence ?

Une seule forme d'intelligence pour certains chercheurs, plusieurs formes pour d'autres, le débat concernant la nature de l'intelligence, comment la définir et comment la mesurer est loin d'être terminé.

Application multimédia : « Bienvenue dans notre cerveau »

Les différentes parties du cerveau et leurs fonctions, en images 3D.

« Voir » le cerveau

Les différentes techniques d'imagerie : scanner, IRM, tomographie Manip : voir des neurones au microscope.

Une mémoire ou des mémoires ?

De la mémoire à court terme à la mémoire à long terme, nos mémoires ne vieillissent pas de la même manière.

Comment vieillit notre cerveau ?

Son poids diminue, des neurones et des connections synaptiques disparaissent Manip : animation effet Stroop. Les temps de réaction diminuent avec l'âge.

Les pathologies du vieillissement cérébral

Quelques mots sur les deux maladies neurodégénératives les plus répandues sont les maladies d'Alzheimer et de Parkinson.

Une bonne réserve cérébrale

Des recherches récentes suggèrent que les personnes possédant une bonne réserve cérébrale seraient mieux protégées des effets du vieillissement.

Cette réserve se constituerait avec des activités intellectuelles stimulantes, des activités physiques et une vie sociale active.

Animation : jeu de l'oie de la réserve cérébrale.

LES ÂGES DU CERVEAU



Chez l'EMBRYON
RPM 01 à 0330

Le système nerveux central met en place rapidement : c'est de lui que dépendra ensuite le contrôle des fonctions vitales. A 21 jours, il représente 90% de la masse de l'embryon.

De la NAISSANCE à 10 ANS
RPM 01 à 0330

Le cerveau dispose de 100 milliards de neurones à la naissance, mais il poursuit son développement car la plupart des connexions ne sont pas faites, les neurones cherchent à se connecter : le grand apprentissage commence. Le cerveau fonctionne à plein régime, à 4 ans, sa consommation d'énergie, c'est à dire de glucose, est de 2 à 3 fois celle d'un adulte.

De 10 à 18 ANS
RPM 01 à 0730

La personnalité se forge et le cerveau, encore en chantier, prend sa forme définitive en sélectionnant les neurones et les connexions utiles. La vitesse de l'influx nerveux augmente, rendant le cerveau de plus en plus efficace. Cependant comme chez le jeune enfant, ce cerveau a besoin d'être stimulé.

De 20 à 60 ANS
RPM 00 à 0530

Contrairement à une idée reçue, le cerveau continue de créer des synapses qui attestent de sa forte capacité d'adaptation. Mais pour que ces nouvelles connexions se fassent, il faut sans cesse les alimenter. De nouveaux neurones sont même générés. Cette neurogenèse est observée dans deux régions : le bulbe olfactif et une sous-région de l'hippocampe.

Après 60 ANS
RPM 00 à 0330

Les deux hémisphères sont en alerte. Passé un certain âge, le cerveau moins réactif. Mais les chercheurs ont découvert qu'il dispose d'une « réserve cognitive » qui doit être stimulée : sport, lecture, voyage, sorties...

Schema formatif du cerveau

1. 100 neurones embryonnaires se développent dans le tube neural.
2. Les neurones migrent vers le tube neural et se différencient en neurones.
3. Les neurones se différencient en neurones, neurones en neurones.
4. Les neurones se différencient en neurones et se différencient en neurones.
5. Les neurones se différencient en neurones et se différencient en neurones.
6. Les neurones se différencient en neurones et se différencient en neurones.
7. Les neurones se différencient en neurones et se différencient en neurones.

Le Cerveau à tous les âges
ESPACE MENDES FRANCE - Centre de culture scientifique, technique et industrielle en Poitou-Charentes

UNE BONNE RÉSERVE CÉRÉBRALE

Nous ne sommes pas tous égaux devant le vieillissement, puisque la diminution progressive des capacités de mémoire varie d'une personne à l'autre. Certains individus conservent plus longtemps une bonne mémoire. Des recherches récentes suggèrent que ces personnes posséderaient une « réserve » qui les protégerait des effets du vieillissement.

Comment garder une BONNE MÉMOIRE en vieillissant ?

Notre cerveau constitue une réserve tout au long de notre vie, un capital de compétences, qui nous permettrait de retarder l'impact du vieillissement sur la mémoire. Au niveau cérébral, la réserve se traduit par un plus grand nombre de neurones et davantage de connexions entre ces neurones.

Grâce à nos EXPÉRIENCES QUOTIDIENNES

En effet, nous sommes constamment confrontés à de nouvelles situations qu'il faut gérer, à de nouveaux problèmes qu'il faut résoudre et pour ce faire nous élaborons un ensemble de stratégies. L'élaboration de ces stratégies permet de créer ce « capital » compétences qui va nous aider à compenser le vieillissement de notre cerveau et à différer le déclin de la mémoire.

Comment se construire une BONNE RÉSERVE CÉRÉBRALE ?

Tout au long de la vie, de nombreuses activités peuvent le permettre. Les études, la lecture ou encore les mots croisés sont autant d'activités intellectuelles stimulantes pour le cerveau qui favorisent le développement de la réserve. Les activités physiques, en favorisant l'oxygénation du cerveau, ont également un impact bénéfique. Enfin une vie sociale active (faire du bénévolat, jouer aux cartes, chanter dans une chorale...) peut également protéger des effets du vieillissement.

Le CERVEAU ne s'use que si l'on ne s'en sert pas

Le message clé est que plus on multiplie les activités stimulantes, plus les effets seront positifs au cours du vieillissement. Le bénéfice sera d'autant plus important que les activités sont précoces au cours de la vie. Cependant mieux vaut tard que jamais !

« Le vieillissement est un voyage sans retour. Mais on peut toujours choisir la vitesse du moyen de transport »
Jean-Baptiste de Beauville (prêtre et député des États généraux en 1789)

2013
Le CERVEAU à tous les âges
ESPACE MENDES FRANCE

CONTENUS DES PANNEAUX

Cerveau et idées reçues

Utilisation de notre cerveau

Selon une légende urbaine, l'Homme n'utiliserait que 10% de son cerveau. Cette idée attribuée à une mauvaise interprétation d'une déclaration d'Einstein, s'est popularisée grâce à un courant littéraire mélangeant fiction et allégations soi-disant scientifiques. A l'heure actuelle, les études ont montré qu'une lésion, même minime, occasionnée dans une région cérébrale, cause toujours une incapacité. De même, les techniques d'imagerie cérébrale ont permis de montrer que toutes les zones du cerveau sont actives, y compris pendant le sommeil.

Cerveau féminin / cerveau masculin

Il est de plus en plus admis que le cerveau gauche est plus développé chez les femmes et le cerveau droit, chez les hommes et cela sous l'influence directe des hormones sexuelles (testostérone, œstrogènes, etc.). Ainsi, la femme est plus portée sur le partage verbal et la communication, elle a besoin de partager ses idées, ses sentiments, ses émotions. Les femmes ont en général une élocution plus aisée et maîtrisent mieux la grammaire et l'orthographe. L'homme est plus centré sur l'action et la compétition, il contrôle et retient ses émotions. De plus, les hommes semblent montrer de meilleures capacités visuo-spatiales. En résumé, la femme est moins émotive mais elle s'exprime davantage alors que l'homme est, en réalité plus émotif, mais il n'exprime peu ses émotions.

Taille du cerveau

Le cerveau humain adulte pèse en moyenne 1,5 kg et possède un volume d'environ 1 litre. Le cerveau des hommes est en moyenne plus lourd de 100 g que le cerveau des femmes. Cependant, le rapport poids du cerveau/poids du corps est similaire entre les deux sexes. Contrairement aux croyances populaires, il n'a pu être établi de corrélation entre le poids ou la taille du cerveau et l'intelligence. Par exemple, le cerveau d'Einstein pesait 1,2 kg, ce qui est inférieur à la moyenne chez l'Homme. C'est plutôt la densité et l'efficacité des connexions synaptiques qui relient les neurones, et la manière dont le cerveau s'est développé, qui génèrent les étonnantes capacités de cet organe.

La production des neurones au cours de la vie

En 1906, le scientifique Ramon y Cajal affirme que le cerveau est un organe incapable de se régénérer. L'homme naît avec un stock maximal de neurones qui décroît au long de la vie. Avant la naissance, l'organisme produit 8,6 neurones par seconde pour atteindre un nombre total de 100 milliards. Au cours de notre vie, nous perdons ensuite chaque jour plusieurs milliers de neurones.

Ce dogme a été maintenu jusque dans les années 1990 où des scientifiques ont démontré que de nouveaux neurones se formaient dans le cerveau du rat adulte. Depuis, il a pu être démontré chez l'Homme que la neurogenèse existe, comme par exemple au niveau des bulbes olfactifs, ou bien encore au niveau de l'hippocampe, partie du cerveau jouant un rôle essentiel dans la mémoire.

Gaucher/droitier

Le cerveau humain possède deux hémisphères cérébraux. L'hémisphère droit s'occupe du côté gauche du corps tandis que l'hémisphère gauche s'occupe du côté droit. En règle générale, l'être humain développe une préférence entre ses deux hémisphères, c'est la latéralité. La latéralité se définit chez l'enfant et devient très difficile à modifier à l'âge adulte.

L'hémisphère cérébral dominant chez les droitiers est le gauche et chez les gauchers le droit. L'hémisphère dominant est celui qui gère les fonctions les plus structurées comme la parole ou l'écriture. L'autre hémisphère gère des capacités non rationnelles, comme la créativité.

La bosse des maths et la phrénologie

La phrénologie est une théorie formulée par le médecin allemand Franz Josef Gall (1758-1828), selon laquelle les facultés intellectuelles et affectives de l'homme peuvent être déduites de la conformation de son crâne et rattachés à certaines zones de son cerveau. Ainsi, Gall émettait des hypothèses sur la psychologie et la physiologie de l'individu à partir des diverses protubérances qu'il constatait sur les crânes de ses contemporains. Il a décrit 27 fonctions cérébrales en relation avec la forme de la boîte crânienne, comme l'amitié ou la gentillesse.

Selon lui, être bon en maths était un don naturel et tous les enfants au front haut et un peu bosselé seraient de futurs grands mathématiciens. Ceci est en réalité totalement faux et la phrénologie est une erreur dans son ensemble. Il n'en demeure pas moins que Gall fut le premier à penser que le cerveau est constitué de zones dédiées à des fonctions spécifiques.

Qu'est-ce que l'intelligence ?

Le débat concernant la nature de l'intelligence, comment la définir et comment la mesurer, est loin d'être terminé. Les critiques portent sur la définition de l'intelligence (générale ou spécifique), sur la neutralité des tests vis-à-vis des groupes sociaux (biais culturel) et sur leur utilisation pour l'individu et la société. Il est également clair que l'intelligence n'existe pas indépendamment d'autres caractéristiques ou d'autres facteurs qui interagissent avec elle comme la personnalité, la motivation...

Une seule forme d'intelligence ?

Pour certains chercheurs, l'intelligence est une entité unique. Même si elle doit être appréciée à travers différentes mesures, ces mesures visent toutes au final à évaluer une même capacité générale.

Il existe différents tests dits psychométriques supposés mesurer cette intelligence, en mesurant différentes capacités. Le sujet doit réaliser diverses tâches (sur des mots, des symboles, des problèmes mathématiques, de logique, de mémoire...).

Le test de Binet-Simon

Publié en 1905 par deux psychologues français, Alfred Binet et Théodore Simon, ce test a connu aux USA un succès immédiat et a marqué le début la psychométrie c'est à dire de l'évaluation de l'intelligence. A l'origine, l'objectif de ce test était de fournir un outil permettant de détecter les élèves présentant des retards de développement.

Visuel : Feuille de test

Légende : Aux USA, le test de Binet-Simon a été utilisé pour justifier la mise en place de quotas à l'immigration ou encore la stérilisation forcée des individus de faible intelligence.

Ce test a connu ensuite des évolutions, et on a considéré que le score obtenu donnait en quelque sorte un « âge mental » à partir duquel on pouvait calculer le fameux QI (Quotient Intellectuel). Ce quotient est calculé en divisant l'âge mental par l'âge chronologique.

Visuel : Image test QI

Légende : Même si cette méthode de calcul du quotient n'est plus utilisée, le terme QI est encore souvent utilisé pour désigner les scores aux tests supposés mesurer l'intelligence.

Aujourd'hui, l'outil de mesure d'une telle intelligence générale chez l'adulte qui est le plus utilisé est la Wechsler Adult Intelligence Scale (WAIS). Il s'agit d'une batterie de tests visant à évaluer des performances dans différents domaines.

Plusieurs formes d'intelligence ?

Des chercheurs reprochent toutefois à ces tests supposés mesurer l'intelligence, de ne mesurer essentiellement que des aptitudes logico-mathématiques et linguistiques. Il est nécessaire de considérer une forme d'intelligence de type émotionnelle et sociale. Celle-ci renvoie à la capacité à identifier ses propres émotions et celles des autres, à raisonner sur ces émotions et à utiliser ces informations et connaissances pour résoudre des problèmes.

Des outils spécifiques ont été développés pour mesurer ces formes d'intelligences.

Visuel : Schéma

Légende : Sept formes différentes : l'intelligence linguistique, musicale, logico-mathématique, spatiale,

Les âges du cerveau

Chez l'embryon

Le système nerveux central se met en place rapidement : c'est de lui que dépendra ensuite le contrôle des fonctions vitales.

A 21 jours, il représente 90% de la masse de l'embryon.

Visuel : Schéma formation du cerveau

- 1- 3 000 nouveaux neurones se forment chaque seconde.
- 2- Les neurones formés migrent du futur tissu nerveux vers le haut et bourgeonnent au sommet.
- 3- Certaines cellules se transforment en neurones, d'autres en cellules gliales.
- 4- Chaque neurone va développer des branches et des dendrites. Au point de contact se forment des synapses.
- 5- Les cellules et les dendrites non fonctionnelles sont éliminées alors que celles qui sont utilisées vont se renforcer.
- 6- Les aires cérébrales se connectent et s'organisent en fonction des activités du nourrisson.
- 7- La gaine de myéline, composée de lipides et de protéines, enveloppe les nerfs, accélérant la circulation de l'influx nerveux.

De la naissance à 10 ans

Le cerveau dispose de 100 milliards de neurones à la naissance, mais il poursuit son développement car la plupart des connexions ne sont pas faites, les neurones cherchent à se connecter : le grand apprentissage commence.

Le cerveau fonctionne à plein régime, à 4 ans, sa consommation d'énergie, c'est à dire de glucose, est de 2 à 3 fois celle d'un adulte.

Visuel : Développement des réseaux de connections entre les neurones chez l'enfant (nouveau-né, 3 mois après la naissance, à l'âge de 2 ans).

De 10 à 18 ans

La personnalité se forge et le cerveau, encore en chantier, prend sa forme définitive en sélectionnant les neurones et les connexions utiles. La vitesse de l'influx nerveux augmente, rendant le cerveau de plus en plus efficace. Cependant comme chez le jeune enfant, ce cerveau a besoin d'être stimulé.

De 20 à 60 ans

Contrairement à une idée reçue, le cerveau continue de créer des synapses qui attestent de sa forte capacité d'adaptation. Mais pour que ces nouvelles connections se fassent, il faut sans cesse les alimenter.

De nouveaux neurones sont même générés. Cette neurogénèse est observée dans deux régions : le bulbe olfactif et une sous-région de l'hippocampe.

Après 60 ans

Contrairement à l'activité du cerveau chez les sujets plus jeunes, à partir de 60 ans les deux hémisphères sont en alerte. Globalement, le cerveau est moins réactif. Mais les chercheurs ont découvert qu'il dispose d'une « réserve cognitive » qu'il est possible de stimuler par des activités diverses comme le sport, la lecture, le voyage, les sorties et l'ensemble des interactions sociales...

« Voir » le cerveau

La radiographie

La radiographie à rayon X permet de visualiser les os du crâne.

Le scanner ou tomodensitométrie

La technique consiste à mesurer l'absorption des rayons X par les tissus, puis par traitement informatique ; à reconstruire des images en 2 ou 3 dimensions des structures anatomiques. Pour acquérir les données, on emploie la technique d'analyse tomographique, qui signifie « par coupes ».

L'Imagerie par Résonance Magnétique (IRM)

Elle utilise les propriétés magnétiques des noyaux atomiques des molécules présents naturellement dans l'organisme.

L'IRM anatomique

En observant, sous l'effet d'un champ magnétique intense, la résonance des noyaux d'hydrogène, présents en abondance dans l'eau et les graisses des tissus biologiques, on peut visualiser la structure anatomique d'un organe.

L'IRM fonctionnelle

L'IRM permet d'obtenir des images du débit sanguin avec une grande précision anatomique (1 mm) et temporelle (1/10ème de seconde). La méthode la plus utilisée actuellement est celle basée sur l'aimantation de l'hémoglobine contenue dans les globules rouges du sang.

Légende image INSERM : Imagerie magnétique (IRM) d'un cerveau en 3D.

La spectroscopie par résonance magnétique nucléaire (RMN)

Elle permet la quantification précise de plusieurs dizaines de molécules, et est basée sur le même principe que l'IRM. Cette technique est utile pour diagnostiquer des tumeurs, des lésions de sclérose en plaques ou des maladies métaboliques.

La tomographie par émission de positons (TEP)

Un produit radioactif, le radiotraceur, est injecté par voie intraveineuse. Lorsque l'atome radioactif se désintègre, le positon émis va se combiner avec un électron pour donner naissance à deux photons gamma, recueillis par la couronne de détecteurs de la caméra située autour du patient. Le traceur peut ainsi être localisé très précisément dans l'organisme. Sa position au sein d'une « tranche » de quelques mm d'épaisseur est reconstituée sur l'ordinateur. Par combinaison des tranches successives, on peut obtenir des images tridimensionnelles.

Légende image INSERM : Imagerie fonctionnelle en PETscan des régions du cerveau, activées (en rouge) ou désactivées (vert) lors d'une stimulation électrique haute fréquence du noyau sous thalamique déclenchant des symptômes d'hypomanie chez des patients parkinsoniens.

Une mémoire ou des mémoires ?

Une des premières conceptions (modélisations) de la mémoire a permis de définir 3 systèmes de mémoire qui se différencient par leurs propriétés, notamment la durée pendant laquelle ils peuvent conserver les informations : c'est le schéma de la mémoire que vous devez tous déjà connaître... de la mémoire à court terme à la mémoire à long terme.

Mais les différents systèmes de mémoire ne se différencient pas seulement par leurs propriétés temporelles mais également par leur contenu, leur mode d'expression ou encore leur organisation ainsi que leur localisation neuroanatomique.

Ces différentes mémoires vieillissent différemment.

La mémoire qui s'exprime par la parole

La mémoire dite déclarative correspond à la mémoire de quelque chose qui peut être spécifique et surtout qui est rappelé consciemment et intentionnellement par le sujet. C'est la mémoire des faits et des événements, que l'on appellera également mémoire explicite.

- La mémoire des souvenirs

Appelée mémoire épisodique, cette mémoire fait référence au stockage d'informations correspondant à un événement particulier vécu personnellement à certains moments (épisodes de la vie) et dans des contextes particuliers : ce sont les souvenirs. Les événements sont organisés (stockés) de manière temporelle. Le rôle du moment et du contexte d'apprentissage est important.

Le vieillissement a des effets négatifs sur la mémoire explicite et particulièrement sur la mémoire épisodique. Ce type de mémoire implique des stratégies conscientes, volontaires d'encodage et de récupération de l'information qui impliquent fortement l'hippocampe (encodage, formation de nouveaux souvenirs) et le cortex préfrontal (récupération de l'information). Or ces deux zones du cerveau sont particulièrement affectées par le vieillissement (diminution du volume et du flux sanguin cérébral local).

L'exercice physique semble avoir des effets bénéfiques sur la structure (taille) et la neurophysiologie, particulièrement dans ces régions du cerveau. C'est peut-être pour cela que l'exercice est bénéfique à la mémoire épisodique et aux fonctions exécutives.

La mémoire sémantique

Fait référence aux connaissances, à des savoirs communs à un ensemble d'individus et non contextualisés : c'est la culture générale. Ces informations sont organisées (stockées) conceptuellement, sémantiquement et non pas temporellement.

Comme elle est basée sur l'accumulation de connaissances qui sont organisées conceptuellement (peu d'importance du moment et du contexte d'apprentissage), elle vieillit beaucoup mieux jusqu'à des âges très avancés.

La mémoire qui s'exprime par l'action

La mémoire dite non-déclarative ou procédurale fait référence à un ensemble hétérogène de capacités qui sont exprimées à travers la performance et qui n'ont pas de moyen d'accès à un contenu conscient de la mémoire (\approx mémoire inconsciente). C'est la mémoire du savoir-faire : savoir faire du vélo, savoir nager ou faire ses lacets...

L'information est dite prescriptive dans le sens où elle spécifie un plan d'action. C'est ce qui correspond sur le schéma à l'apprentissage d'habiletés.

Comme elle ne nécessite pas de stratégie consciente, active et attentionnelle, elle vieillit mieux que la mémoire épisodique. Elle n'utilise pas les mêmes structures cérébrales et s'exprime dans l'action, grâce à la répétition. Elle est phylogénétiquement plus ancienne et plus robuste au stress et au vieillissement.

Comment le cerveau vieillit ?

Un vieillissement inégal

Au cours du vieillissement normal, le cerveau subit des modifications anatomiques et structurales complexes. Certains groupes de cellules et certaines aires cérébrales sont plus sensibles au vieillissement que d'autres.

De plus, la vitesse de vieillissement du cerveau, la nature et l'étendue de ses modifications chimiques et physiques, ainsi que leurs effets sur les capacités intellectuelles, varient considérablement selon les individus.

Le vieillissement cérébral s'amorce vers l'âge de 20 ans, mais des altérations sensibles ne se manifestent qu'après l'âge de 60-65 ans. Si ces dégradations apparaissent plus tôt, il s'agit de sénilité précoce ou pathologique.

Les modifications observées

Le poids du cerveau diminue sensiblement après 45 ans. Chez la personne âgée, cette diminution peut atteindre 7 à 8 % du poids du cerveau adulte.

On note également : un élargissement du système ventriculaire contenant le liquide céphalorachidien et un élargissement des fentes à la surface du cerveau.

Plusieurs régions du cortex diminuent en taille. Enfin, on peut voir apparaître des désordres neurologiques (maladie d'Alzheimer, de Parkinson, ischémie).

Les neurones disparaissent...

Avec l'âge, des neurones et des connections synaptiques disparaissent. La quantité de neurones qui meurent est très différente selon les régions du cerveau.

Dans le système limbique, qui intervient dans l'apprentissage, la mémoire et les émotions, la dégénérescence neuronale varie beaucoup selon les régions. Dans l'hippocampe, par exemple, 5% des neurones disparaissent à chaque décennie après l'âge de 50 ans, de sorte que 20% des neurones seraient perdus à l'âge de 90 ans. Toutefois ce déclin varie selon les aires de l'hippocampe, certaines d'entre elles étant épargnées.

...ou s'atrophient

En revanche, même lorsque les neurones survivent, leur corps cellulaire ou leurs prolongements (l'axone et les dendrites) s'atrophient parfois. L'atrophie neuronale liée au vieillissement se produit surtout dans les régions cérébrales qui interviennent dans l'apprentissage, la mémoire ou les fonctions intellectuelles complexes.

Une bonne réserve cérébrale

Nous ne sommes pas tous égaux devant le vieillissement, puisque la diminution progressive des capacités de mémoire varie d'une personne à l'autre. Certains individus conservent plus longtemps une bonne mémoire. Des recherches récentes suggèrent que ces personnes posséderaient une « réserve » qui les protégerait des effets du vieillissement.

Comment garder une bonne mémoire en vieillissant ?

Notre cerveau constitue une réserve tout au long de notre vie, un capital de compétences, qui nous permettrait de retarder l'impact du vieillissement sur la mémoire.

Au niveau cérébral, la réserve se traduit par un plus grand nombre de neurones et davantage de connexions entre ces neurones.

Grâce à nos expériences quotidiennes

En effet, nous sommes constamment confrontés à de nouvelles situations qu'il faut gérer, à de nouveaux problèmes qu'il faut résoudre et pour ce faire nous élaborons un ensemble de stratégies. L'élaboration de ces stratégies permet de créer ce capital « compétences » qui va nous aider à compenser le vieillissement de notre cerveau et à différer le déclin de la mémoire.

Comment se construire une bonne réserve cérébrale ?

Tout au long de la vie, de nombreuses activités peuvent le permettre. Les études, la lecture ou encore les mots croisés sont autant d'activités intellectuelles stimulantes pour le cerveau qui favorisent le développement de la réserve.

Les activités physiques, en favorisant l'oxygénation du cerveau, ont également un impact bénéfique.

Enfin une vie sociale active (faire du bénévolat, jouer aux cartes, chanter dans une chorale...) peut également protéger des effets du vieillissement.

Le cerveau ne s'use que si l'on ne s'en sert pas

Le message clé est que plus on multiplie les activités stimulantes, plus les effets seront positifs au cours du vieillissement. Le bénéfice sera d'autant plus important que les activités sont précoces au cours de la vie. Cependant mieux vaut tard que jamais !

« Le vieillissement est un voyage sans retour. Mais on peut toujours choisir la vitesse du moyen de transport »
Jean-Baptiste de Beauvais (évêque et député des Etats généraux en 1789)

Pathologies du vieillissement cérébral

La maladie d'Alzheimer

Décrite en 1906 par le neurologue allemand Aloïs Alzheimer, la maladie portant désormais son nom est une pathologie neurodégénérative. Elle frappe surtout après 65 ans et le nombre de cas augmente avec l'âge. C'est la principale cause de démence dans le monde.

La mémoire est souvent la première touchée, mais d'autres zones sont atteintes petit à petit, entraînant la perte d'orientation dans le temps et l'espace, de reconnaissance des objets et des personnes, d'utilisation du langage, de raisonnement...

Deux types de lésions se développent au niveau du système nerveux central :

- les dégénérescences neurofibrillaires : apparition, au sein des neurones, d'anomalies de la protéine Tau ;
- les plaques amyloïdes ou « plaques séniles » : dépôt, en dehors des neurones, de la protéine Béta amyloïde.

Ces lésions envahissent peu à peu le cortex cérébral. Longtemps silencieuses, elles entraînent des manifestations visibles au fur et à mesure qu'elles se multiplient et touchent des zones importantes pour le fonctionnement cérébral.

A l'heure actuelle, aucun traitement ne permet d'en guérir, mais certains médicaments permettent de ralentir l'évolution des troubles. En complément, un accompagnement relationnel s'est développé.

Visuel : Test de l'horloge

Le test de l'horloge explore différentes fonctions de la mémoire. Il présente une bonne sensibilité de détection de démence mais n'est pas spécifique de la maladie d'Alzheimer.

La maladie de Parkinson

Deuxième maladie neuro-dégénérative après la maladie d'Alzheimer, elle est connue depuis l'Antiquité, mais a été décrite en détail en 1817 par le médecin anglais James Parkinson. Elle affecte principalement les personnes de plus de 60 ans. Elle débute 5 à 10 ans avant les premiers symptômes visibles : lenteur des mouvements, tremblements au repos et raideur musculaire.

Elle touche une structure de quelques millimètres située à la base du cerveau et qui est composée de neurones dopaminergiques qui disparaissent progressivement. Leur fonction est de fabriquer et libérer la dopamine, un neurotransmetteur indispensable au contrôle des mouvements du corps.

La maladie de Parkinson étant due à une insuffisance de production de dopamine, les médicaments permettant de la traiter pallient cette insuffisance, soit en donnant de la dopamine (L-Dopa), soit en fournissant une molécule mimant l'action de la dopamine. Ces diverses classes de médicaments constituent aujourd'hui l'élément central du traitement.

Visuel : Neurone dopaminergique photo INSERM

L'imagerie met en évidence un neurone dopaminergique, c'est à dire un neurone qui produit et libère de la dopamine. Celle-ci est un neurotransmetteur, une molécule synthétisée par les neurones, et permettant la communication entre eux.

JEU DE L'OIE, LA RÉSERVE CÉRÉBRALE

Objectifs :

- expliquer les facteurs qui permettent à un sujet jeune de se construire un bon « capital » cerveau
- expliquer les facteurs qui permettent un bon entretien de ce « capital »
- expliquer que, pour deux sujets d'âge différent, le rapport « rendement/énergie consommée » est différent et ce que cela implique
- expliquer la notion de réserve cérébrale pour un sujet qui cesse toute activité
- donner des pistes qui permettent d'entretenir la réserve cérébrale

Durée : 30 minutes

Nombre de participants : 6 minimum et 24 maximum

Matériel nécessaire :

- Un jeu de l'Oie de 25 cases imprimées sur un support au sol (1,50m par 1,50m).
- Un gros dé ainsi que des pions permettent l'interaction sur ce tapis de jeu.
- Des cartes représentant des scénarios de vie différents et correspondant à 6 personnages.
- Le jeu doit être animé par un maître du jeu qui maîtrise parfaitement la notion de réserve cérébrale.

Principe :

- Les participants incarnent un personnage fictif.
- Il y en a 6, avec des scénarios de vie différents.
- S'il y a plus de 6 participants, les joueurs peuvent former des équipes.

Les participants prennent connaissance de l'itinéraire de vie du personnage incarné. Au cours de sa vie (à l'enfance/adolescence et adulte). Ce personnage aura capitalisé un certain nombre de points de réserve cérébrale. Cette réserve s'échelonne de 1 000 à 3 000 points en fonction des individus et des parcours de vie.

Le jeu débute lorsque ces personnages quittent la vie active pour une retraite bien méritée.

Chacun des participants pose un pion de la couleur de son choix sur la case départ du plateau de jeu.

Les participants lancent le dé tour à tour et se laissent guider par l'animateur.

Le jeu se termine lorsque l'un des participants passe la dernière case.
L'animateur fera alors le point sur la réserve cérébrale de chacun des participants.

Pour aller plus loin et animer le jeu

Reprenez le panneau intitulé « Une bonne réserve cérébrale » (p.17) pour bien comprendre les concepts de cette notion.

Il est important de préciser que la notion « d'intelligence » n'a rien à voir avec la « réserve cérébrale ». De même, un personnage peut avoir une réserve cérébrale faible en début de jeu mais terminer la partie avec la réserve la plus importante. Le cerveau est « plastique » et il ne « s'use » que si on ne s'en sert pas. Rien n'est jamais perdu...ou acquis...

Lorsque les participants lancent le dé, ils peuvent tomber sur 3 sortes de cases :

MODE DE VIE :

qui correspond la meilleure hygiène de vie possible : alimentation, sport, sommeil. Cela correspond aussi aux nombres d'interactions sociales que vous pouvez avoir au cours de la journée.

ACTION / DEFI :

c'est votre capacité à entraîner et développer votre « charge mentale », à mémoriser des informations et à les restituer sur du plus ou moins long terme.

Il s'agit également pour vous de résoudre les défis et problématiques que la vie vous impose

Ici, plus votre réserve cérébrale est importante, plus les choses à mémoriser/faire sont faciles. A l'inverse, plus votre réserve cérébrale est faible, plus les actions de mémorisation sont difficiles et vous demandent de l'énergie.

C'est pour cette raison que l'action que l'animateur va demander aux participants sera plus ou moins facile en fonction de la réserve cérébrale du personnage incarné.

Par exemple : « Mémorisez et répétez le numéro de téléphone suivant : 07 29 52 36 74 »

Dans la vie quotidienne, cette action est plus facile pour des personnes avec une mémoire entraînée. C'est pourquoi, dans le cadre du jeu, on proposerait la variante suivante :

vous avez moins de 1 500 pts de réserve cérébrale (c'est à dire réserve faible) : l'animateur vous donne une seule fois le numéro à retenir

vous avez moins de 2 000 pts de réserve cérébrale (c'est à dire réserve moyenne) : l'animateur vous donne deux fois le numéro à retenir

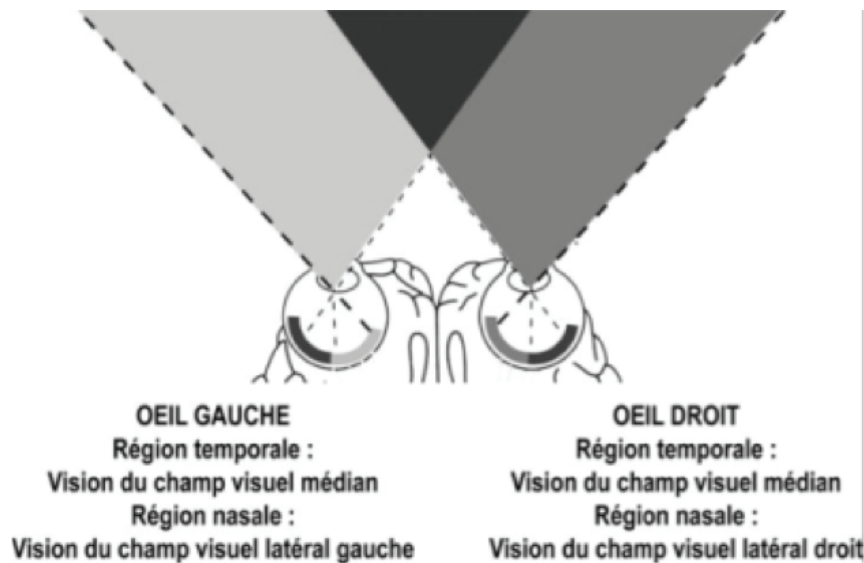
vous avez entre 2 000 et 3 000 pts de réserve cérébrale (c'est à dire bonne réserve) : l'animateur vous donne trois fois le numéro à retenir.

EVENEMENT DE VIE :

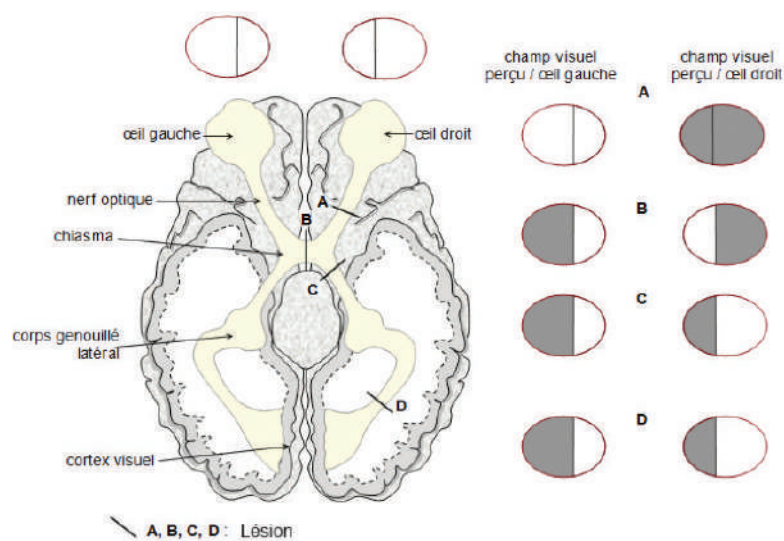
Comme dans la vraie vie, il faut parfois faire face à des événements qui sont aussi le fruit du hasard ou de la vieillesse. Parfois on a de la chance ! Mais pas toujours...

La perception d'une image est un processus complexe. Le premier acteur de cette perception est l'oeil. Il agit comme une lentille, inversant l'image qui se trouve face à nous et projetant la partie gauche du champ visuel sur la partie droite de la rétine.

Afin de comprendre comment le message reçu par la rétine est transmis au cerveau, il est possible d'étudier les conséquences de certaines lésions, bien localisées, sur la perception du champ visuel.



1°) A partir de la représentation des champs visuels dans le document qui suit, retracez, sur le schéma du cerveau, le trajet du message nerveux en provenance de la rétine de chaque oeil jusqu'au cortex cérébral.



Un patient arrive à l'hôpital avec un trouble de la vision. Voici ce que ce patient distingue comparé à un patient ayant une vision normale :



Patient témoin



Patient hospitalisé

2°) A l'aide des voies visuelles que vous avez tracé sur le document précédent, indiquez à quel endroit peut se situer la lésion de ce patient.

Faire du sport, ou tout du moins garder une activité physique suffisante, est excellent pour le cerveau. Plusieurs études ont même montré que c'était une excellente manière de diminuer le risque de souffrir de la maladie d'Alzheimer.

Cette maladie est une atteinte neurodégénérative qui apparaît avec l'âge.

La maladie d'Alzheimer en quelques chiffres

En France, environ 1 million de personnes sont atteintes de la maladie d'Alzheimer (Chiffres 2018, source Sécurité sociale).

8% des personnes atteintes ont plus de 65 ans et 17% ont plus de 75 ans.

Chaque année 225 000 nouveaux cas sont diagnostiqués.

D'ici 2050, le nombre de personnes touchées devrait atteindre 1,8 million.

C'est pourquoi des mesures de préventions doivent être mises en place afin de retarder l'apparition de la maladie. L'académie de médecine prône le remboursement des activités sportives par l'assurance maladie (expérimenté à Strasbourg) pour traiter les problèmes cardiaques, de surpoids ou de diabète. Une telle initiative pourrait être étendue dans le futur aux maladies neurodégénératives.

Concernant la pratique d'une activité sportive, le plus important est la régularité, au moins trois fois par semaine. Il n'y a pas d'âge pour s'y mettre et la marche est une activité performante au même titre que la course, la natation, l'aquagym, le stretching... Ainsi, ceux qui ont suivi ces préceptes, ont vu sur six ans leur risque de démence se réduire de 30 à 40%.

Pendant très longtemps, on a considéré que les neurones étaient fabriqués une fois pour toutes et que nous avions un stock à la naissance qui diminuait inexorablement avec l'âge. Cette conception est fausse, on sait aujourd'hui que notre cerveau est capable de fabriquer de nouveaux neurones : c'est la neurogenèse. Elle concerne principalement deux zones du cerveau : le bulbe olfactif et l'hippocampe. Or l'hippocampe est le siège de la mémoire des faits récents... L'augmentation du flux sanguin intracérébral stimule cette neurogénèse et c'est ce que nous faisons à chaque fois que nous augmentons notre activité physique.

Une autre explication est que la pratique d'un sport stimule notre système immunitaire qui est lui-même indispensable à la neurogenèse...

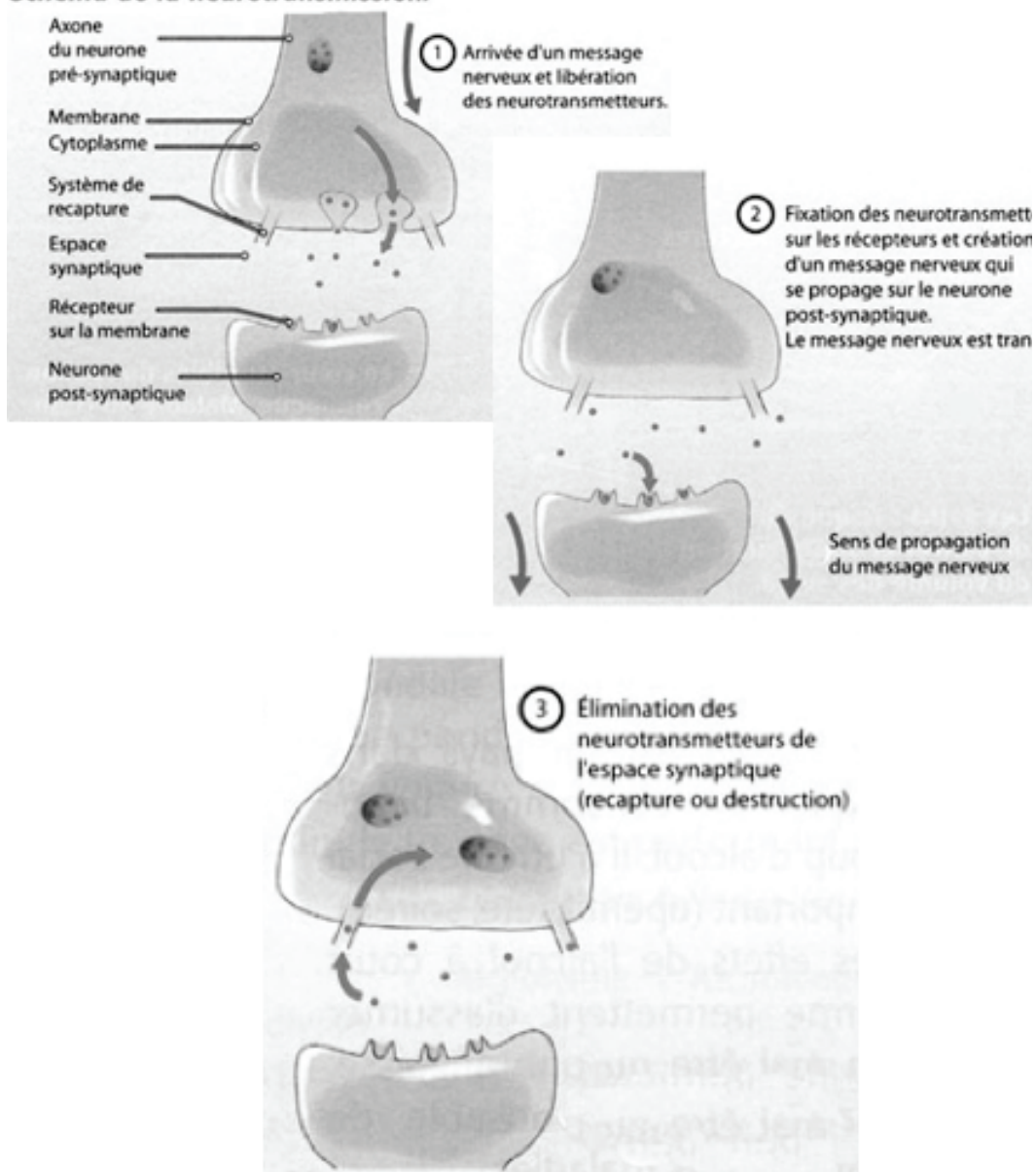
1°) Sachant que la France possède environ 65 millions d'habitants, et que ce nombre restera stable d'ici 2050, quel pourcentage de la population sera atteinte de maladie d'Alzheimer ?

2°) Par quels mécanismes le sport limite-t-il le risque d'apparition de ces maladies ?



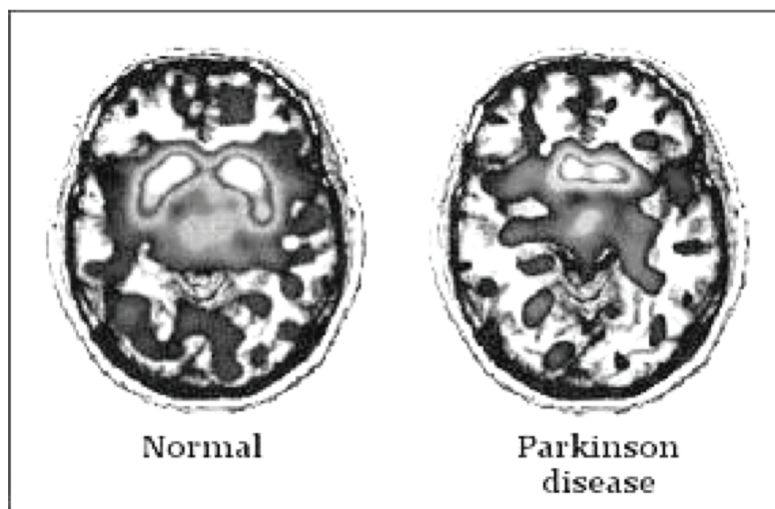
Cette maladie dégénérative est fréquente chez les personnes de plus de 50 ans. Elle se caractérise par une lenteur des mouvements, une raideur des muscles et des tremblements. Les causes restent inconnues, mais son mécanisme est de mieux en mieux expliqué. A l'intérieur du cerveau, la dégradation de certaines cellules provoque une diminution du nombre de neurones utilisant un neurotransmetteur particulier : la dopamine. Celle-ci contrôle habituellement les mouvements volontaires et automatiques. Les personnes touchées par la maladie de Parkinson ont de plus en plus de difficultés à effectuer les gestes les plus simples de la vie courante.

Schéma de la neurotransmission.



L'imagerie fonctionnelle permet d'enregistrer l'activité de certaines régions du cerveau chez un individu auquel on demande d'effectuer une tâche. Ici, on demande à 2 patients de déclencher un mouvement :

Les zones grises, au centre, correspondent aux régions les plus actives.



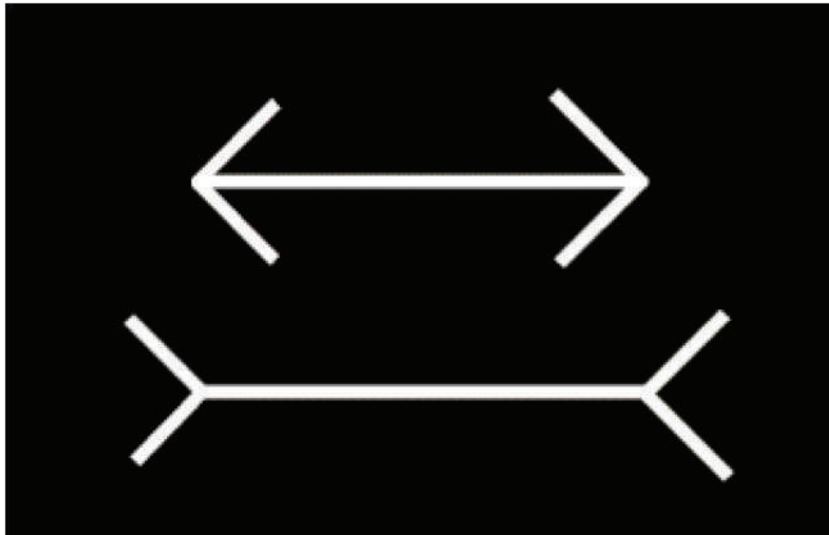
1°) A l'aide des documents, expliquez le rôle de la dopamine dans le fonctionnement du système nerveux.

2°) Faites une hypothèse pour expliquer pourquoi un médicament qui remplace la dopamine permet de retrouver un contrôle moteur normal.

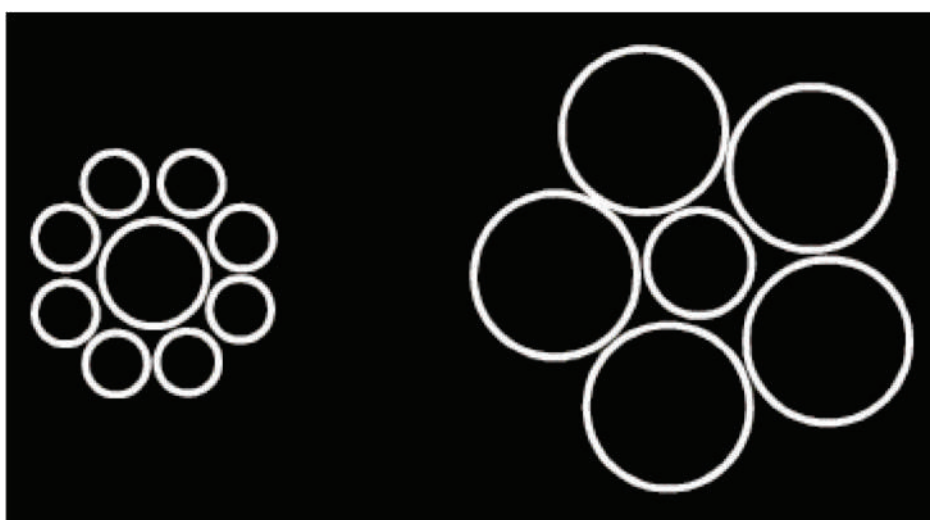
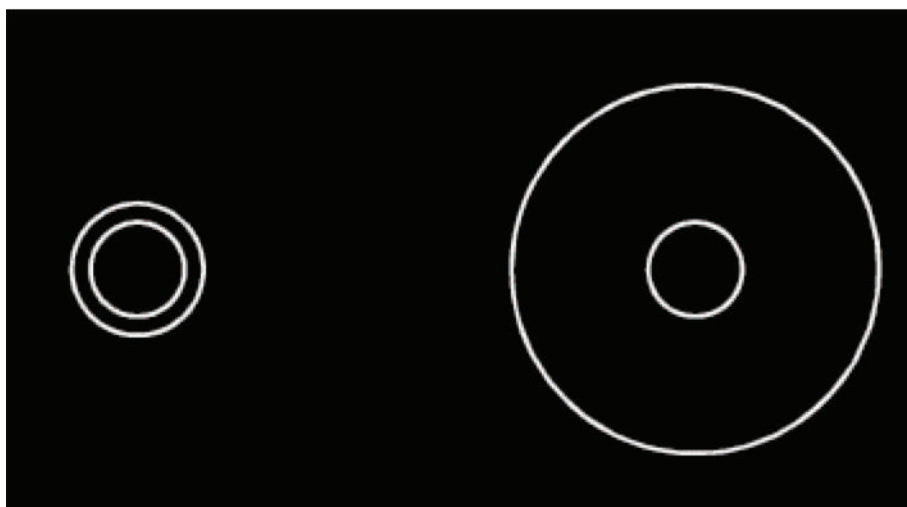
3°) Qu'observe-t-on sur les images du cerveau d'un individu Parkinsonien qui tente de déclencher un mouvement ?

Mon cerveau me permet-il de croire ce que je vois ? Les segments

Comment peut-on savoir si deux segments ont la même longueur ?

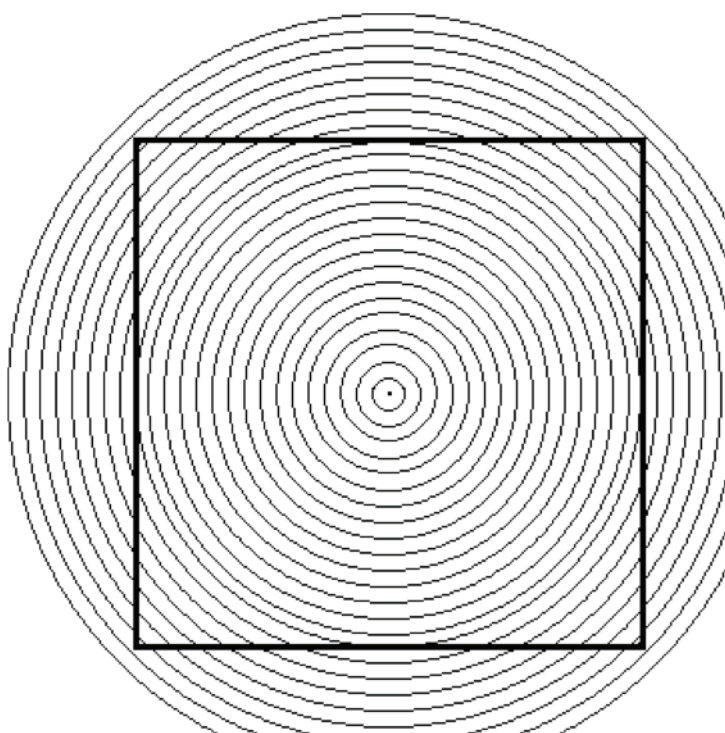
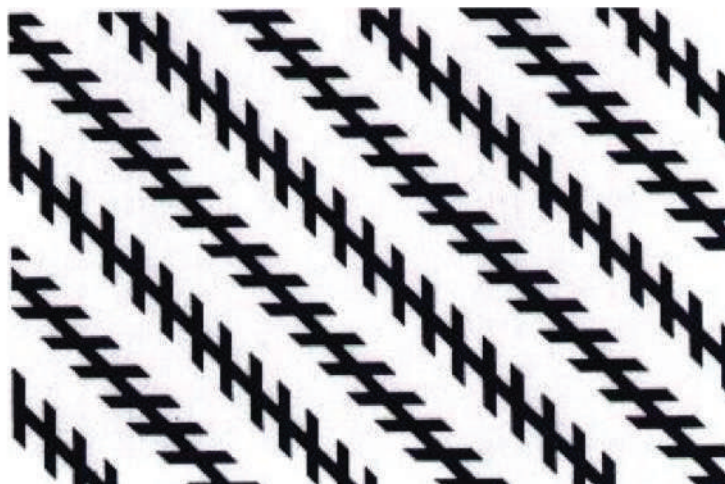


Comment peut-on savoir si deux cercles ont le même diamètre ?



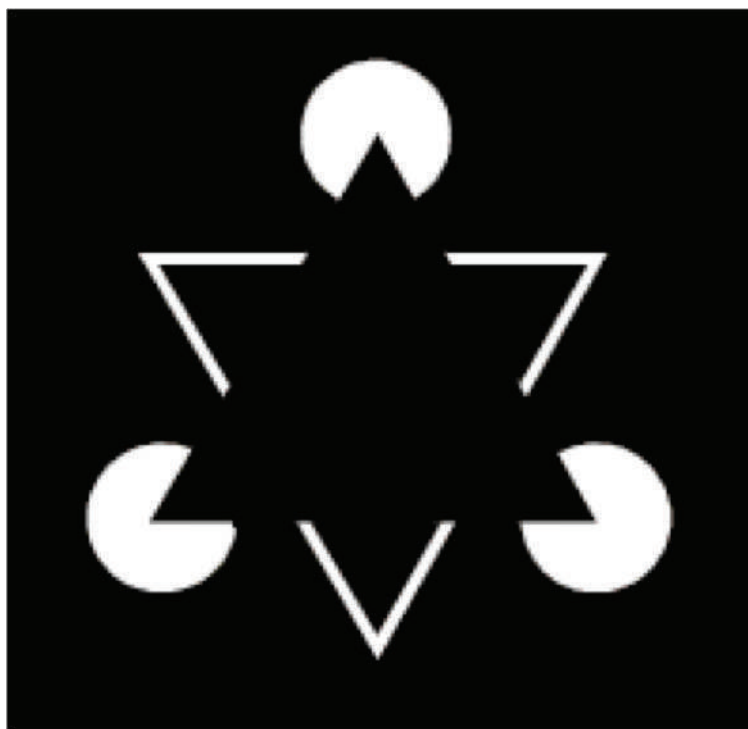
Mon cerveau me permet-il de croire ce que je vois ? Les parallèles

Comment peut-on savoir si deux lignes sont parallèles entre elles ?

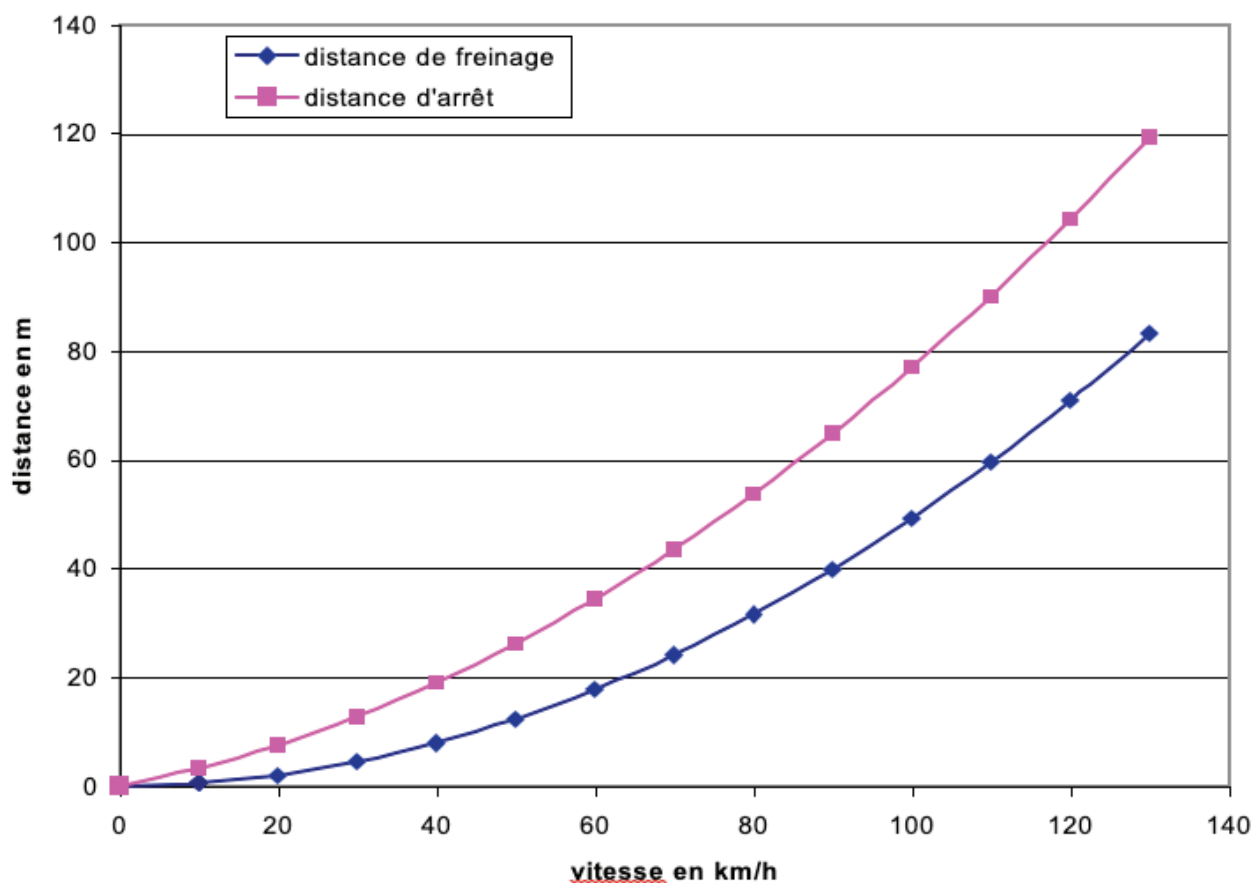


Mon cerveau me permet-il de croire ce que je vois ? Les triangles

Combien y a-t-il de triangles sur cette figure ?



Distance en fonction de la vitesse



1. Si la vitesse est multipliée par 2, par combien la distance de freinage est-elle multipliée ?
2. Comment peut-on expliquer que pour une vitesse donnée la distance d'arrêt d'un véhicule ne soit pas égale à la distance de freinage ?
3. D'après le graphique, à 50 km/h quelle est la distance parcourue pendant la réaction ?
4. Quel est donc le temps de réaction du conducteur ?

Définitions

La distance de réaction DR :

La distance de réaction est la distance parcourue pendant le « temps de réaction », entre l'instant où le conducteur voit l'obstacle et celui où il commence à freiner.

La distance de freinage DF :

La distance de freinage est la distance parcourue, depuis le début du freinage, jusqu'à l'arrêt du véhicule.

La distance d'arrêt DA :

La distance d'arrêt DA est la distance parcourue par un véhicule entre le moment où le conducteur perçoit un obstacle et l'arrêt complet du véhicule.

$$DA = DR + DF$$

Un véhicule roule à 90 km/h sur une route. Le jeune conducteur de ce véhicule se trouve dans un état normal c'est-à-dire que son temps de réaction est égal à 0,7 secondes.

1- Convertir la vitesse du véhicule en m/s. Arrondir à la valeur à l'unité près.

2- Déterminer la distance de réaction DR en mètre.

3- A partir de la formule, calculer la distance de freinage

$$D_F = \frac{V^2}{254 \times f}$$

avec $f = 0,8$ sur cette route

4- En déduire la valeur de la distance d'arrêt de ce véhicule.

5- Sur cette même route, un conducteur âgé, suit le jeune conducteur à la même vitesse. Calculer la distance d'arrêt du la voiture de du conducteur âgé.

6- Que ce passera-t-il, pour ces deux véhicules, en cas d'arrêt d'urgence ?

7- Malgré votre conclusion du 6-, comment peut-on expliquer que le nombre d'accidents soit plus important pour les jeunes conducteurs que pour les conducteurs âgés ?

BIBLIOGRAPHIE

Périodiques

Comprendre Alzheimer, un défi pour les chercheurs. La recherche, N° 552, octobre 2019

Vivre longtemps en bonne santé. La recherche, dossier N°28, décembre 2018-janvier 2019

Pédagogie et neurosciences, les limites et les réussites. La recherche N°539, novembre 2018

La mémoire. La recherche dossier N°22, juin-juillet 2017

Mémoire, Science et vie, septembre 2018

Quand le cerveau se régénère. Cerveau et psycho, N° 127, décembre 2020

Réapprendre à dormir, Cerveau et psycho, N°80, septembre 2016

À la découverte du cerveau. Sciences humaines HS spécial N° 14 novembre-décembre 2011

Spécial cerveau. La recherche N°34, juin-août 2020

Intelligence. Peut-on augmenter nos capacités ? Sciences humaines, numéro spécial n° 241, octobre-novembre 2012

Ouvrages

Je m’amuse à vieillir. Le cerveau, maître du temps. Odile Jacob / AGID Y. (2020)

L’attention, ça s’apprend ! A la découverte du programme ATOLE. Editions MDI / LACHAUX J.P. (2020).

Le cerveau et les apprentissages – Cycles 1, 2, 3. Collection Les repères pédagogiques. Nathan / HOUDE O., BORST G., sous la direction de (2018).

Mon cerveau, ce héros, Mythes et réalités. Le Pommier / PASQUINELLI E. (2015).

Le cerveau comment ça marche ? Les faits clairement expliqués. Le courrier du livre / COLLECTIF (2021)

Le cerveau - Les clés de son développement et de sa longévité. Odile Jacob / SABLONNIERE B. (2015)

Le cerveau sur mesure / VINCENT, Jean-Didier ; LLEDO, Pierre-Marie.- Paris : O. Jacob, (2012).

L’homme neuronal / CHANGEUX, Jean-Pierre.- Pluriel, (2012).

BIBLIOGRAPHIE

Le bestiaire cérébral : des animaux pour comprendre le cerveau humain / CLARAC, François; TERNAUX, Jean-Pierre.- Paris : CNRS Editions, (2012).

Le cerveau de cristal : ce que nous révèle la neuro-imagerie / LE BIHAN, Denis.- Paris : O. Jacob, (2012).

Les chemins de la mémoire / EUSTACHE, Francis ; DESGRANGES, Béatrice.- Le Pommier ; Inserm, (2012).

Pourquoi je ressens ce que tu ressens : la communication intuitive et le mystère des neurones miroirs / BAUER, Joachim.- G. Trédaniel, (2012).

Pourquoi les filles sont si bonnes en maths : et 40 autres histoires sur le cerveau de l'homme / COHEN, Laurent.- Paris : O. Jacob, (2012).

Tous les secrets de votre cerveau / LIEURY, Alain.- Paris : Dunod, (2012).

Tout ce que vous avez toujours voulu savoir sur le cerveau : guide visuel à destination des esprits curieux et pressés / SOMERVILLE, Paul T..- Paris : Hatier, (2012).

Vieillesse et Alzheimer : comprendre pour accompagner / GIL, Roger.- Paris : L'Harmattan, (2012).

Le cerveau évolue-t-il au cours de la vie ? / VIDAL, Catherine.- Nouv. éd..- Le Pommier, (2010).

Le cerveau pour les nuls / LYON-CAEN, Olivier ; SEDEL, Frédéric.- Paris : First Editions, (2010).

BIBLIOGRAPHIE

sites web

Le cerveau à tous les niveaux ! : <http://lecerveau.mcgill.ca/index.php>

Site de vulgarisation scientifique financé par l'Institut des neurosciences, de la Santé mentale et des Toxicomanies (Canada).

La semaine du cerveau : <http://www.semaineducerveau.fr/2013/index.php>

Le site de la semaine du cerveau organisé par la société des neurosciences : programme, archives, ressources...

Atout cerveau : <http://www.echosciences-grenoble.fr/sites/atoutcerveau>

Un site sur l'actualité des neurosciences animé par des organismes de recherches publics et des associations hébergé par Echosciences Grenoble, une initiative du CCSTI de Grenoble.

Avec notamment « Le cerveau, qu'en dites-vous ? », 10 idées reçues sur le cerveau : http://www.echosciences-grenoble.fr/sites/default/files/livret_sdc11.pdf

Médiathèque du CEA : le cerveau et les neurones : <https://www cea.fr/multimedia/Pages/videos/culture-scientifique/sante-sciences-du-vivant/le-cerveau.aspx>

Associations

Fédération pour la Recherche sur le cerveau : <http://www.frc.asso.fr/> Actualités de la recherche, dossiers thématiques, ressources, quizz...

Institut national du sommeil et de la vigilance : <http://www.institut-sommeil-vigilance.org/>

Association France Alzheimer : <http://www.francealzheimer.org/>

FFGP, Fédération française des groupements de parkinsonniens : <http://parkinson-ffgp.net/>

France Parkinson : <http://www.franceparkinson.fr/>

Laboratoires partenaires de l'exposition

LNEC, Laboratoire de Neurosciences Expérimentales et Cliniques : <http://lnec.labo.univ-poitiers.fr>

CeRCA, Centre de Recherches sur la Cognition et l'Apprentissage : <http://cerca.labo.univ-poitiers.fr>

MES NOTES



ESPACE | **MENDÈS** | FRANCE

POITIERS - 05 49 50 33 08 - emf.fr