3

Compte rendu du Bar des Sciences du mercredi 13 mars 2019
«Un cerveau pour apprendre, dormir et se souvenir…»

Soirée organisée par : le **« Pavillon des Sciences »** et animée avec dynamisme par **Pascal REMOND**.

Co production : Pavillon des sciences- Pays de Montbéliard Agglomération-Société des Neurosciences – Inserm-

- dans le cadre de la semaine du Cerveau -à partir de 16 ans -

Lieu - Horaire : Bar de l'hôtel Bristol – 2 rue Velotte - Montbéliard

- Mercredi 13 mars 2019 - De 20h00 à 22h00

Participation : excellente, 200 personnes faisaient déborder la salle du haut de l'hôtel Bristol.

Thème et Intervenant :

« Un cerveau pour apprendre, dormir et se souvenir…»

Anne PEREIRA de VASCONCELOS

Neurobiologiste Inserm Strasbourg. Elle travaille dans une unité du CNRS (Laboratoire de Neurosciences Cognitives et Adaptatives) qui cherche à comprendre comment se forment les souvenirs. Elle utilise le rat comme modèle et recherche aussi dans le domaine des maladies de la mémoire, dues au vieillissement.

A quoi ça sert le cerveau ?

Pesant environ 1 300 grammes, savez-vous que le cerveau a la consistance d'un flan ? Que le nombre de neurones qui s'y trouvent est comparable au nombre d'étoiles dans notre galaxie ? Connaissez-vous la différence entre mémoire à court terme et mémoire à long terme ? Pourquoi faut-il dormir pour mieux apprendre ? Découvrons les mystères de la mémoire !

Le marchand de sable serait-il artisan de mémoire ?

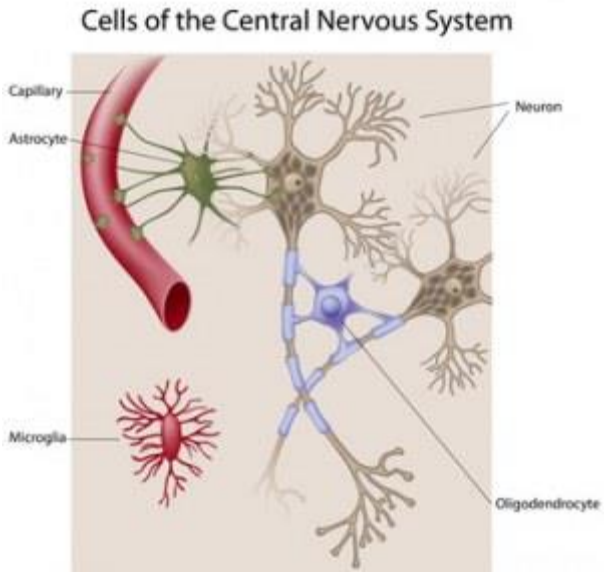
Déroulement de la soirée :

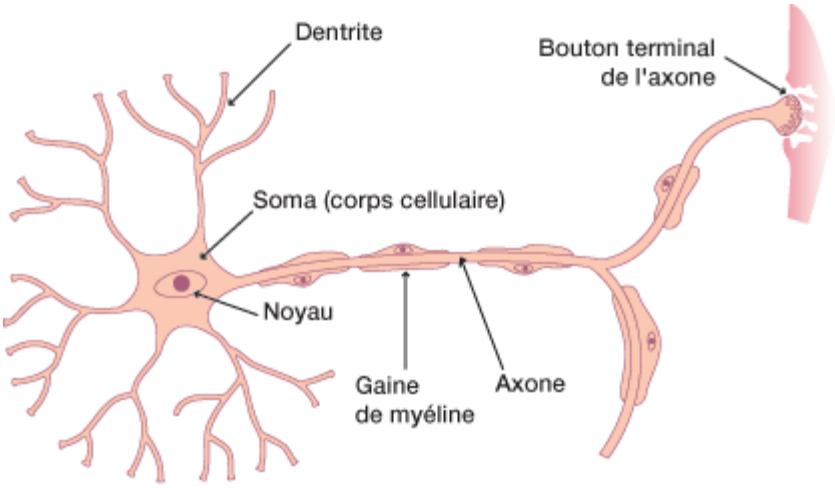
Pascal REMOND : nous présente la **semaine européenne des neurosciences** consacrée au cerveau ; elle occupe 900 bénévoles, a un impact sur 100.000 personnes dans 120 villes organisatrices. Il nous conseille de surfer sur le site dédié à cet événement : https://www.semaineducerveau.fr/

Anne PEREIRA de VASCONCELOS : nous fait voyager ce soir au cœur du cerveau et veut nous faire découvrir comment on apprend et comment on garde ses souvenirs.

Présentation du cerveau :

Le cerveau est de consistance molle, bien protégé dans sa boîte crânienne. Ses cellules sont les **neurones** (mais il y en a d'autres qu'on verra plus loin : la **microglie (**ou microgliocytes) est une population de **cellules gliales** constituée de macrophages résidents du cerveau et de la moelle épinière formant ainsi la principale défense immunitaire active du système nerveux central).





Le **neurone** est composé d'un corps cellulaire et de deux types de prolongements : l'**axone** et les **dendrites.**

Dans un point d'interrogation on pourrait faire tenir 30 neurones. Dans une mandarine, on pourrait faire tenir l'ensemble des neurones que nous possédons dans le cerveau, soit : **90 milliards (autant que d'étoiles dans notre galaxie).** Un seul neurone peut avoir **10.000 connexions**. Au total il y a environ **1 million de milliards de connexions.** Le poids du **cerveau adulte est de 1,5 kg**, il est en rapport avec le poids du corps. Celui de la femme est donc plus petit que celui de l'homme (sans que cela nuise à ses capacités intellectuelles !)

Le cerveau est l'organe du corps qui consomme le plus d'énergie. Ainsi les **2% du poids du corps** qu'il représente, consomme **20% de l'énergie totale** consommée par le corps (soit **l'équivalent de 25 morceaux de sucre par jour**). **La vitesse de l'information circulant dans le cerveau est de 400 km/h.**

Qu'est-ce que la mémoire ? La mémoire est la facilité d'enregistrer des informations, de les conserver et de pouvoir ensuite les réutiliser. Au cœur de notre vie, notre capacité à nous adapter, nos actions, nos croyances, nos prédictions, nos identités sont liées à notre mémoire. Nous réalisons sans cesse un vrai voyage dans le temps et dans l'espace entre notre passé, le présent et le futur.

- **1- la mémoire perceptive (sensorielle)** – moins de 1 seconde : elle ne demande pas d'attention. Elle est visuelle et auditive.
- **2- la mémoire de travail : à court terme** (quelques dizaines de secondes à 1 mn) : elle est effaçable. Oubli. C'est elle que l'on fait travailler quand on apprend une liste de courses, une liste de chiffres, une commande à un serveur dans un bar. Il est prouvé qu'on peut facilement enregistrer 7 items.
- **3- les mémoires à long terme** (heures, jours, mois, années…) :
  - **la mémoire des connaissances générales (mémoire sémantique)**. C'est une mémoire déclarative : ce que je peux dire, une mémoire explicite et consciente. Elle concerne les connaissances générales : la musique, la grammaire française, le code de la route, les connaissances partagées, ma sémantique personnelle tout au long de la vie. Cette mémoire m'a permis d'apprendre que Paris est capitale de la France (même si je ne sais plus quand je l'ai appris). Cette mémoire va se dégrader dans la maladie d'Alzheimer.

- **La mémoire des souvenirs (épisodique, autobiographique)** : « je me souviens », d'une fête en 2007, de cet anniversaire avec mes collègues du laboratoire, de cette ballade en 2010 au jardin de Strasbourg… Le souvenir autobiographique est riche en détails.
- **La mémoire des procédures, des habitudes (mémoire non-déclarative) :** elle concerne les habiletés motrices et les routines cognitives. « Je sais faire ». (je sais faire du vélo, nager, conduire, jouer au tennis…). Cette mémoire est essentielle à la vie. C'est une mémoire très efficace, on parle de mémoire d'expert, qui permet de gérer beaucoup de choses dans la vie.

Le MNESIS ou modèle de Endel Tulving à 5 systèmes en 1995 : (a été revisité par Francis Eustache et Desgranges en 2008) : ce modèle montre l'organisation des différentes mémoires et les liens avec leur apprentissage.

En résumé : il n'y a pas une mais plusieurs mémoires qui forment un ensemble de processus dynamiques organisés en systèmes de mémoires et couvrent différents registres.

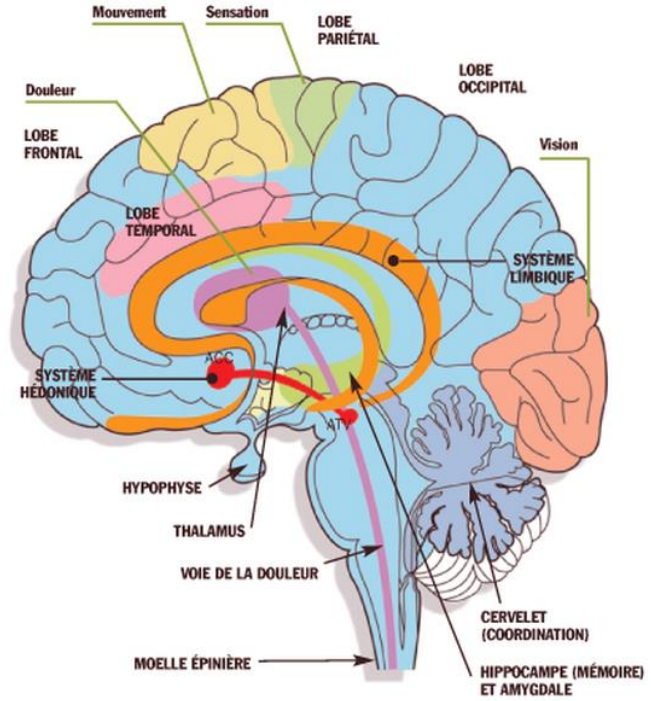
La mémoire en laboratoire :

- **Les tests chez l'homme :** on réalise en laboratoire des **tests neuropsychologiques** (Tour de Hanoï, mémoire faciale visuelle, figure de Rey, test de Corsi pour la mémoire de travail). Ces tests touchent la mémoire épisodique verbale et non-verbale, la mémoire de travail, la mémoire autobiographique, la mémoire procédurale. Ils utilisent des outils normalisés (tests, échelles, questionnaires). **On utilise l'imagerie cérébrale de l'IRM :** on voit ainsi comment fonctionne le cerveau pendant que l'on réalise une certaine tâche. Le principe réside dans la relation entre la fonction cérébrale et la consommation de glucose dans le flux sanguin du cerveau. Anne nous montre des diapositives avec des coupes du cerveau par une IRM et la vérification des zones activées, en couleur.
- **Les tests chez les espèces animales :** les rongeurs (la souris, le rat), la Drosophile (la mouche des fruits), l'Aplysie (gros escargot de mer), le Zebrafish (poisson zébré). Ces tests ont été réalisés par Eric Kandel (Prix Nobel de Médecine en 2000), O'Keefe, les deux Moser (Prix Nobel de Médecine en 2014). On teste la mémoire spatiale des animaux en labyrinthe ou dans une piscine. On leur fait reconnaître des objets, un conditionnement. On utilise l'imagerie cellulaire et fonctionnelle. Par exemple, on fait apprendre au rat une configuration de l'espace pour lui faire ensuite retrouver une plateforme. On peut aussi lui apprendre à associer un son et une lumière en lui faisant un petit choc électrique sur les pattes. Pour la mémoire d'objets : l'animal renifle, repère l'objet et s'en souvient quand on le lui représente à nouveau 3 jours plus tard. Pour la mémoire de travail : on lui apprend à se souvenir du côté où il est passé dans un labyrinthe.

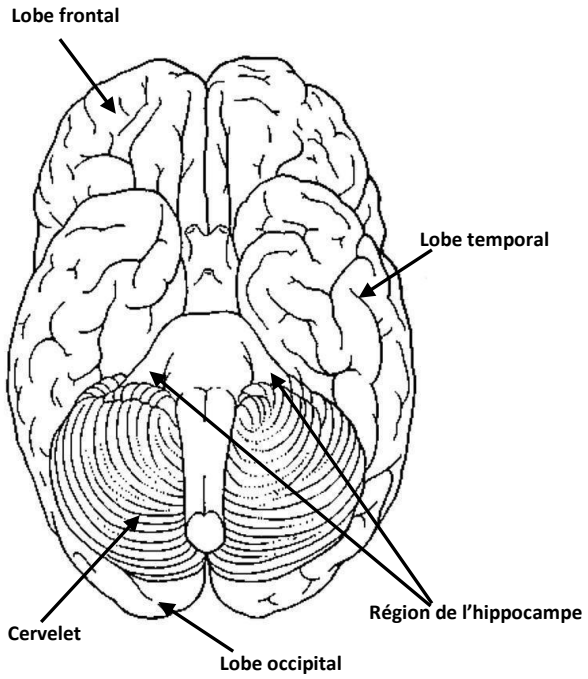
Où sont placées les différentes mémoires dans le cerveau ?

Histoire de « H.M. » ou Henry-Gustav Molaison (1926 – 2008) : cet homme eut une commotion cérébrale à l'âge de 9 ans et souffrait de crises d'épilepsie ne répondant pas à la médication de l'époque. Son Q.I. était de 117. On découvrit une lésion dans la région de l'hippocampe. Il fut opéré à l'âge de 27 ans en 1953 en neurochirurgie par Scoville. On lui sectionna ses deux lobes temporaux de l'hippocampe. (Voir schéma en coupe page suivante)

Le cerveau en coupe sagittale :

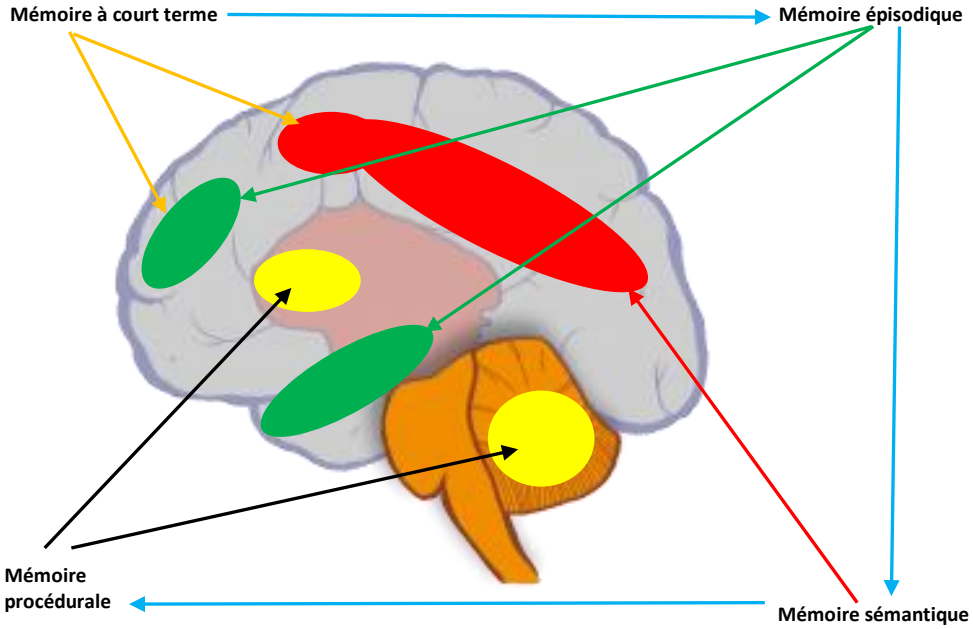


cerveau vue de dessous



H.M. après l'opération : ne présenta plus de crise épileptique, il n'eut pas d'altération de sa personnalité, son Q.I. resta supérieur à la moyenne (Q.I. = 117), sa mémoire immédiate resta intacte ainsi que ses souvenirs très anciens.
MAIS : il eut une **amnésie antérograde** très sévère ajoutée à une **amnésie rétrograde** sur environ 10 ans : au réveil de l'opération, en 2008, il eut un « trou » temporel de 65 ans : il ne connaît plus son âge, la date du jour, le lieu où il se trouve (MIT / Corkin), le décès de son père… et récite une liste de 7 items pendant quelques secondes.
Ainsi toutes ses mémoires ne sont pas atteintes (les mémoires à très court terme et procédurale sont quasi normale).

Place des différentes mémoires dans le cerveau :



Et dans les structures : la mémoire se situe entre chaque terminaison liée dendrites – axones (dans le Soma : corps cellulaire formant la partie centrale du neurone)

Question d'un participant : comment se fait-il que, dans la mémoire des visages, on n'arrive pas à retenir certains visages ?

Anne PEREIRA de VASCONCELOS répond : nos entrées sensorielles sont variées, nous n'avons pas tous les mêmes capacités de mémorisation. La mise en mémoire dépend fortement de notre état du moment. C'est une fonction très complexe dépendant de nombreux facteurs (avec l'âge, la mémoire des noms est plus difficile).

La mémoire : une trace, une empreinte :

L'élément de base est le **neurone** avec ses **ramifications (dendrites – axones**). Il a deux propriétés essentielles : **l'excitabilité et la conductibilité**. La mémoire se situe entre deux neurones.

Anne nous présente **Santiago Ramon Y CAJAL (1852 – 1934)** qui fut Prix Nobel de Physiologie et Médecine en 1906. Il trouva que l'exercice mental n'était pas capable d'augmenter le nombre de cellules mais qu'il favorisait plutôt le développement des dendrites et axones dans les régions cérébrales les plus utilisées. Ce savant fut à la base de la **plasticité cérébrale** qui apporte des modifications fonctionnelles et de structure au cœur de nos apprentissages et de notre mémoire.

La loi de Hebb :

Donald HEBB (1904 – 1985) a trouvé que lorsqu'un axone d'un neurone A est assez proche pour exciter un neurone B, la synapse est renforcée par la forte activité simultanée des deux neurones et il se crée ainsi un lien entre les deux neurones, cela facilite le passage de l'information entre eux. C'est ce qu'il appelle la « **transmission synaptique** » : la synapse garde le souvenir. **La synapse est cette zone de contact fonctionnelle** qui s'établit entre deux neurones, ou entre un neurone et une autre cellule. Il y a donc une **potentialisation, une facilitation de la transmission synaptique**.

Travaux d'Eric KANDEL (né en 1929) :

Il étudia le **comportement de l'Aplysie (ou limace de mer)** qui ne possède que 2000 neurones, faciles à étudier. Il a constaté que l'Aplysie rétractait ses branchies quand elles étaient soumises à une stimulation. Il pratiqua ces séances de stimulation 10 fois par jour pendant 4 jours et constata alors que l'Aplysie s'habituait à ce stimulus et ne rétractait plus ses branchies. Eric a enregistré ce qui se passait au niveau du neurone moteur qui répond au neurone sensoriel. Il vit **qu'une répétition de stimulations entraînait une désensibilisation (habituation)** caractérisée par une **modification structurale des connexions synaptiques**. Les mêmes circuits nerveux sont impliqués dans la mémoire à court terme et à long terme chez l'Aplysie.

Travaux de Timothu BLISS (né en 1940) et Terje LOMO (né en 1935) :

Ils mirent en évidence la **potentialisation à long terme en 1973** en étudiant ce qui se passe **dans l'hippocampe du lapin**. Le mécanisme cellulaire de **la mise en mémoire se fait par les épines dendritiques** sur lesquelles se connectent les neurones. Ceux-ci changent avec l'apprentissage : **la synapse, qui est l'unité de stockage des informations à court et moyen terme**, se modifie lors du processus de mise en mémoire et de nouvelles synapses se connectent.

La neurogénèse adulte :

On a vu que de nouveaux neurones arrivaient dans l'hippocampe et les bulbes olfactifs des rongeurs. **Chez l'homme c'est environ 700 nouveaux neurones qui se créent chaque jour pendant toute la vie** dans le gyrus denté de l'hippocampe, ce qui augmente sa plasticité. Il existe une corrélation entre la neurogénèse adulte et les performances mnésiques (qui concernent la mémoire).

Question d'un participant : comment se situe le cerveau des aveugles qui compensent leur cécité par un développement des autres sens ?

Anne PEREIRA de VASCONCELOS répond : le cerveau se modifie pendant toute notre vie. Les environnements riches préservent bien les fonctions cognitives. L'activité physique stimule la circulation cérébrale. Suite à un handicap, il est vrai que le cerveau se réorganise et développe plus les autres sens.

Question d'un participant : comment l'oxygène circule-t-il dans le cerveau ?

Anne PEREIRA de VASCONCELOS répond : **l'oxygène est transporté par le sang** dans l'hémoglobine. Mais il existe aussi d'autres cellules dans le cerveau, par exemple les **cellules gliales** qui font des plis entre les cellules et qui conservent **le glucose** transporté par le sang.

Question d'un participant : les animaux réagissent par instinct, ce qui est différent chez l'homme. Existe-t-il des choses que l'homme ne ressent pas ?

Anne PEREIRA de VASCONCELOS répond : l'homme est plus éduqué, plus contraint. Mais l'animal a une intelligence remarquable.

Question d'un participant : quelle est la meilleure alimentation pour le cerveau ?
Anne PEREIRA de VASCONCELOS répond : l'équivalent de 25 morceaux de sucre par jour (mais pas sous cette forme !). Il faut du glucose au cerveau et il existe de nombreuses manières de le lui fournir… Mais l'alimentation n'est pas mon sujet.

Question d'une participante : chez l'enfant, quelles sont les conséquences du manque d'activité physique ?
Anne PEREIRA de VASCONCELOS répond : il compense avec d'autres activités (console par exemple). Cela ne prouve pas que sa mémoire soit affectée. Mais ce sédentarisme a d'autres effets délétères.

En résumé :

- Les **réseaux de neurones sont au centre du pilotage** du comportement d'un organisme.
- Certains **neurones (la plupart) ont une capacité de garder une trace** d'une expérience (c'est le **souvenir**)
- On ne peut concevoir ce « souvenir » que comme une **modification durable des propriétés fonctionnelles, et même de la structure des réseaux activés** par une expérience (c'est la **plasticité cérébrale**).
- En fait des modifications peuvent reposer sur :
  - Des ajustements fonctionnels dans des structures existantes et/ou
  - Des réorganisations dans l'architecture même des réseaux (créations de nouvelles synapses, épines dendritiques)
  - La neurogénèse adulte.

Eleanor MAGUIRE s'est demandée si, étant adulte, on pouvait devenir expert ?
Quelle est notre interaction avec le développement du cerveau ? Un cerveau adulte peut-il encore se modifier ? Eleanor a étudié le **comportement des chauffeurs de taxis londoniens** qui arrivent à mémoriser 25000 rues et des milliers de documents. Cette mémorisation active l'hippocampe droit. Elle a montré que la **structure de l'hippocampe se modifiait** chez ces chauffeurs de taxi : son volume augmente, lié à l'acquisition de l'expertise. Elle a analysé ces comportements trois ans après le passage de l'examen : ceux qui ont raté cet examen n'ont pas d'accroissement de volume de l'hippocampe.
Elle a comparé cette situation avec celle des chauffeurs de bus : le nombre de réponses correctes aux tests était beaucoup plus faible que celui des chauffeurs de taxi. Car l'expertise des chauffeurs de bus est beaucoup plus faible : ils prennent des voies toutes tracées. Le volume de l'hippocampe est corrélé aux nombre d'années de pratique : quand les chauffeurs de taxi partent en retraite, le volume de l'hippocampe se rétrécit. D'où cette idée de **plasticité de l'hippocampe** (même type de profil chez le musicien mais cela ne fonctionne pas chez les médecins car l'hippocampe **concerne la structure de navigation spatiale** qui n'est pas beaucoup concernée chez les médecins).
Pour développer notre cerveau avec l'âge, il faut conserver une activité physique et une activité sociale.

La persistance des souvenirs… ou dormir pour se souvenir :
La mémoire est une histoire de **temps et de communication**.

Le temps : 3 étapes

La consolidation se fait au niveau des structures par voyage mental de la trace dans le cerveau.

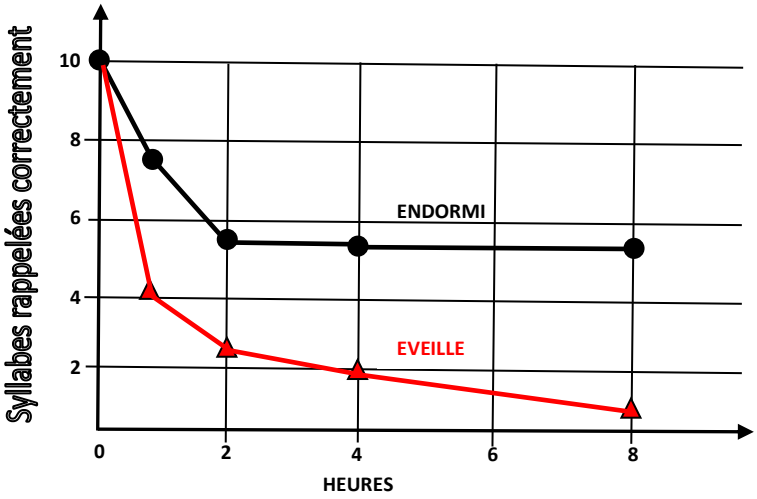
La communication : par échange de molécules dans la zone synapse.

Le sommeil est la période la plus favorable pour consolider, renforcer et stabiliser nos souvenirs et aussi pour oublier.

1ère preuve du rôle du sommeil dans l'apprentissage :
JENKINS et DALLENBACH en 1924 ont fait apprendre des syllabes sans signification à deux groupes de sujets :

- Un groupe avec sommeil entre apprentissage et test
- Un groupe sans sommeil

Les résultats montrent une décroissance régulière de la mémoire au cours du temps mais seulement dans le groupe qui est resté éveillé :



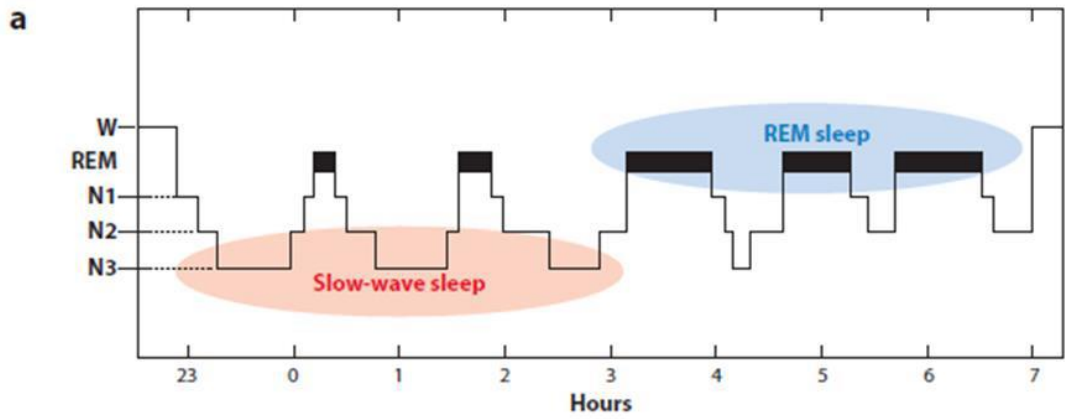
<u>Aujourd'hui : exemple d'apprentissage d'une liste de mots :</u>
On fait apprendre une liste de 24 paires de mots en 10 mn, puis on fait un test de rappel. Ensuite, la moitié des sujets vont dormir (1ère nuit) et l'autre moitié reste éveillée. La seconde nuit, tous les sujets dorment et on fait le test de mémoire pour les deux groupes à 20h00. On démontre que le sommeil a une activité de veille

On démontre ainsi, comme pour le test de JENKINS, que **le fait de dormir permet de conserver plus de mémoire**.
Le sommeil empêche l'oubli et stabilise et consolide la mémoire.

- Le cerveau rejoue les évènements de la journée pendant le sommeil,
- Il existe un dialogue entre les différentes zones du cerveau : un transfert de l'information se fait entre l'hippocampe et les aires corticales.

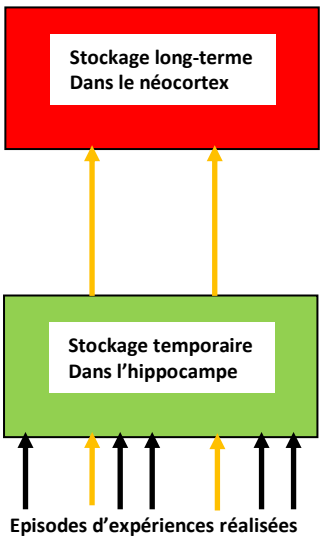
<u>Apprentissage d'un trajet de navigation dans un espace virtuel :</u>
On fait apprendre à des sujets un trajet dans un espace virtuel puis on fait dormir ces sujets dans une IRM et l'on suit le comportement du cerveau : on voit alors que l'hippocampe se réactive pendant le sommeil lent.
Tous les sujets se sont améliorés pendant la nuit de sommeil et cette amélioration est fonction du degré d'activité de l'hippocampe.

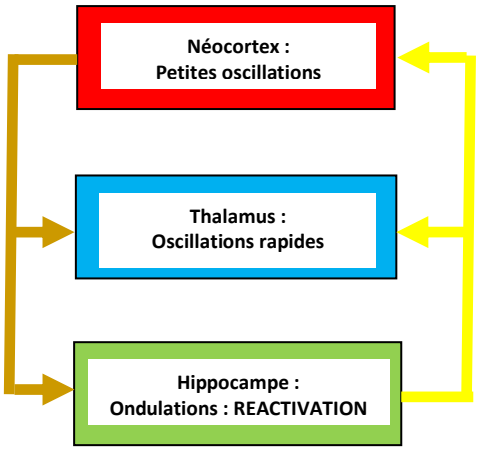
<u>Le transfert de la trace mnésique :</u>
Prenons l'exemple de l'encodage d'un jeu d'information : pendant la veille, l'environnement est codé par le cortex. L'hippocampe est chargé d'organiser une trace cohérente des souvenirs. En période de sommeil, cette trace de l'hippocampe se réactive pour donner une trace corticale (il cède le souvenir au cortex), laissant alors cet hippocampe libre pour de nouveaux apprentissages.
Le schéma ci-dessous montre la **façon de dormir** : c'est une **succession de cycles** alternant en première partie du **sommeil lent** (en rouge) et en deuxième partie du **sommeil paradoxal** (en bleu).



Question d'un participant : Ne fait-on pas souffrir les souris en leur enfonçant des électrodes dans le cerveau ?
Anne PEREIRA de VASCONCELOS répond : absolument pas, le cerveau est dépourvu complètement d'éléments sensoriels à la douleur. Ceci est vrai également chez l'homme.

Consolidation de nos mémoires : un processus actif :
Il est bien établi aujourd'hui que la réactivation et la stabilisation de nos mémoires se font au cours du sommeil.





- **Sujet éveillé :** l'apprentissage d'un souvenir récent se fait dans l'hippocampe
- **Pendant le sommeil :** il y a dialogue entre les neurones de l'hippocampe et ceux du cortex.
- **Souvenir ancien :** il reste localisé dans le cortex.

Quel sommeil pour quelle mémoire ?
Les rythmes du sommeil lent réactivent les mémoires épisodiques et procédurales, les réseaux et les structures.
Le sommeil paradoxal réactive les synapses (mémoire émotionnelle et mémoire d'expert)
Il y a donc un rôle complémentaire des deux types de sommeils grâce à la répétition des cycles la nuit.

En résumé :
- La privation de sommeil après apprentissage empêche nos souvenirs de se consolider, de se renforcer et de durer dans le temps.
- Le sommeil :
  - Réactive, renforce, réorganise et stabilise les traces de nos souvenirs
  - Est un processus actif avec un rôle séquentiel entre sommeil lent et sommeil paradoxal
  - Réalise des changements qualitatifs et quantitatifs des représentations mnésiques
  - Permet aussi l'oubli.
- Les souvenirs émotionnels sont mieux renforcés que les souvenirs neutres (dans le sommeil paradoxal)
- Le sommeil élimine les parasites encombrant le cerveau et consolide nos apprentissages
- Les apprentissages modifient l'architecture du sommeil et son altération empêche la consolidation des souvenirs
- Le sommeil restaure les capacités de mémoire et facilite l'apprentissage le lendemain
- On peut améliorer la consolidation de nos souvenirs avec des indices sensoriels (odeurs, sons-mélodies) pendant l'apprentissage et le sommeil lent
- Nos mémoires se consolident aussi pendant la veille calme
- On intègre nos souvenirs récents dans des connaissances préexistantes (schémas, extraction de caractéristiques générales). On parle alors plus d'une évolution que d'une consolidation d'un souvenir
- Quels évènements et informations (mémoires) sont gardés et consolidés ? Lesquels sont oubliés ? Comment le cerveau trie-t-il et choisit ? Le cerveau garde bien en mémoire :
  - la motivation de la récompense
  - les consignes et instructions (même après l'apprentissage)
  - les émotions perçues (mémoire émotionnelle). L'amygdale du lobe temporal est la structure de nos émotions. Les mémoires traumatiques en font partie.
- Une sieste de 60 à 90 mn a aussi des effets bénéfiques.

- A priori on n'apprend pas en dormant : on apprend quand le cerveau est éveillé. Le sommeil consolide l'apprentissage, nos souvenirs, la généralisation de nos connaissances, l'oubli, les nouveaux apprentissages et bien plus encore !

Question d'un participant : Quid des rêves pendant le sommeil ?
Anne PEREIRA de VASCONCELOS répond : nos rêves arrivent pendant les deux types de sommeil (lent et paradoxal). Ils se manifestent plutôt pendant le sommeil du matin. Ils intègrent nos activités de la journée précédente.

Question d'un participant : Peut-on oublier des émotions qui ne sont pas agréables ?
Anne PEREIRA de VASCONCELOS répond : si un évènement est traumatique, il faut éviter de le consolider. Par exemple, les militaires agissant contre les terroristes vivent des situations dramatiques et sont soumis après coup à des « debriefings » de la part de leur hiérarchie. On peut ainsi « manipuler » nos mauvais souvenirs. Des chercheurs travaillent actuellement sur les mémoires traumatiques. On cherche alors à pouvoir revivre ce souvenir dans un contexte neutre et l'on arrive ainsi à pouvoir reconstruire ce souvenir de façon moins intrusive. Une thérapie est basée sur cette dynamique du souvenir (un souvenir est malléable et peut se mettre à jour).

Question d'un participant : Va-t-on externaliser une partie de la mémoire en utilisant les nouvelles technologies ?
Anne PEREIRA de VASCONCELOS répond : tout ne peut pas s'externaliser. Le cerveau s'use même quand on ne s'en sert pas. Mais les outils numériques sont très utiles dans certaines thérapies (on s'en sert en particulier pour stimuler).

Question d'un participant : les médicaments altèrent-ils la fonction de mémorisation ?
Anne PEREIRA de VASCONCELOS répond : oui car ils créent des troubles du sommeil. Les rythmes sont importants pour le cerveau. Mais il fait s'occuper aussi du manque de sommeil : prendre un médicament pour dormir est mieux que ne pas arriver à dormir.

Question d'une participante après la conférence : une anesthésie totale a-t-elle des effets néfastes sur le cerveau ?
Anne PEREIRA de VASCONCELOS répond : pas directement mais elle désorganise notre horloge interne et nos facultés de récupération peuvent être différentes d'un individu à l'autre.

Rédacteur : Jean-Pierre BULLIARD
IESF Franche-Comté
Vice - Président des Ingénieurs INSA de Franche-Comté
Pour le compte du Pavillon des Sciences

Prochains Bars des Sciences :.

- **Mardi 19 mars 2019 à 20 heures. Lieu : Chambre de Commerce et de l'Industrie du Territoire de Belfort – 1 rue du Docteur Fréry – 90000 Belfort. « Réalités des futurs de l'Intelligence Artificielle»** *Dans le cadre de la semaine de l'Industrie.*
- **Mercredi 3 avril 2019 à 20 heures. Lieu : Bar de l'Hôtel Bristol – 2 rue Velotte – 25200 Montbéliard. « Une brève histoire de la mesure du temps »**
- **Jeudi 11 avril 2019 à 20 heures. Lieu : Bar de l'Hôtel Bristol – 2 rue Velotte – 25200 Montbéliard. « La Diplomatie au péril des valeurs ! »** *Avec l'Ambassadeur de France en Russie.*
- **Vendredi 17 mai 2019 à 20 heures. Lieu : Bar de l'Hôtel Bristol – 2 rue Velotte – 25200 Montbéliard. « Les fake news ! »** *Avec Marie PELTIER*
- **Jeudi 23 mai 2019 à 20 heures. Lieu : Grand Hôtel du Tonneau d'Or – 1 rue du Général Reiset – 90000 Belfort. « La fabuleuse odyssée des épices… ».** *Ou des épices dans le parfum… avec dégustation de parfums !*
- **Mardi 4 juin 2019 à 20 heures. Lieu : Bar de l'Hôtel Bristol – 2 rue Velotte – 25200 Montbéliard. « Carte blanche à Paul ARIES »**
- **Jeudi 13 juin 2019 à 20 heures. Lieu : Numerica – Cours Louis Leprince-Ringuet – 25200 Montbéliard. « Sport : supplice ou délice ? ».** *Santé en questions : en dupleix avec la Cité des Sciences à Paris.*
- **Mardi 2 juillet 2019 à 20 heures. Lieu : Bar de l'Hôtel Bristol – 2 rue Velotte – 25200 Montbéliard. « On a marché sur la LUNE ! »**
- **Mardi 24 septembre 2019 à 20 heures. Lieu : Bar de l'Hôtel Bristol – 2 rue Velotte – 25200 Montbéliard. « Protestantisme et industrie ! »**

LES EXPOSITIONS DU MOMENT AU PAVILLON DES SCIENCES

Exposition "Mille milliards de fourmis"

[DU 18 MARS AU 8 SEPTEMBRE 2019]

Apparues il y a 120 millions d'années, les fourmis sont les descendantes des guêpes. Aujourd'hui très nombreuses, elles se sont développées dans le monde entier et sont présentes sur toutes les terres émergées du monde.

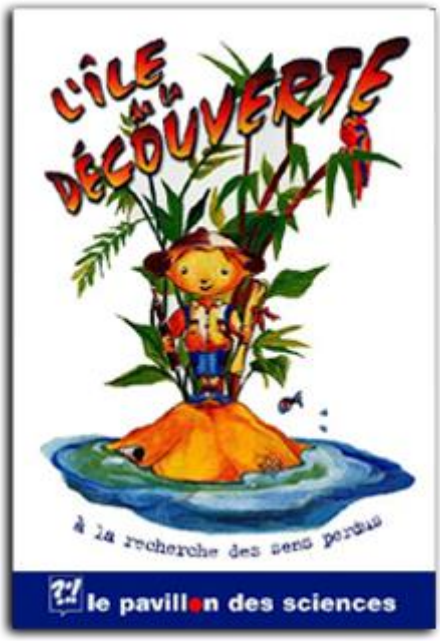
L'exposition « Mille milliards de fourmis » présente leur système social et les comportements collectifs sur lesquels repose leur formidable essor ; elle explore la morphologie des fourmis et les diverses adaptations des 12 000 espèces déjà connues ce jour.

Une redécouverte de cet insecte si familier et pourtant si étonnant !

Renseignements et réservations groupes : 03 81 91 46 83

Une exposition conçue à l'origine par Universcience - propriété actuelle de l'Espace des sciences et du Muséum d'histoire naturelle de Nantes - et du Pavillon des sciences.

Exposition permanente - "L'Ile de la découverte"



De 3 à 6 ans

Partis sur la piste d'un capitaine naufragé, les jeunes explorateurs devront mobiliser leurs sens pour arriver jusqu'au trésor de l'île.

Chacun de leur pas les guide au milieu d'une flore et d'une faune exotiques, où à travers une série d'objets symboliques, rapportés par notre capitaine lors de ses voyages, les enfants s'ouvrent au monde et à ses diverses cultures.

Voir détails sur :
Le Site Internet du Pavillon des Sciences : *www.pavillon-sciences.com*.

Parc Scientifique du Près-la-Rose – 25200 MONTBELIARD
Renseignements Bar des Sciences : Pascal REMOND – Tél 03 81 97 18 21 –
E-Mail : pascal@pavillon-sciences.com