

> SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE

Mettre en œuvre son enseignement dans la classe

Thème 3 : le corps humain et la santé

Activité cérébrale et hygiène de vie Sommeil et mémorisation / apprentissage

Ressources documentaires brutes pour les professeurs

Index

DOCUMENT 1 - DES ELECTROENCEPHALOGRAMMES (EEG) POUR MESURER LES PHASES D'ÉVEIL ET DE SOMMEIL

Mise en évidence de l'activité électrique de l'encéphale pendant les phases d'éveil et de sommeil.

DOCUMENT 2 - MÉMOIRE ET HIPPOCAMPE

Document 2a - le patient H.M (Henri Molaison).

Mise en évidence du rôle de l'hippocampe dans la mémorisation.

Document 2b - organisation des encéphales de l'être humain et du rat.

Localisation de l'hippocampe chez les deux espèces.

DOCUMENT 3 - MÉMOIRE ET RESEAUX DE NEURONES

Document 3a - classification des différents types de mémoire.

Document 3b - localisation des réseaux de neurones selon le type de mémoire.

DOCUMENT 4 - SOMMEIL ET NEUROGENESE DANS L'HIPPOCAMPE

Le sommeil stimule la neurogenèse dans l'hippocampe.

DOCUMENT 5 - SOMMEIL ET MÉMOIRE DE TRAVAIL

Le sommeil favorise la mémoire de travail.

DOCUMENT 6 - SOMMEIL ET CAPACITE DE MEMORISATION CHEZ DES ADOLESCENTS ET DES JEUNES ADULTES

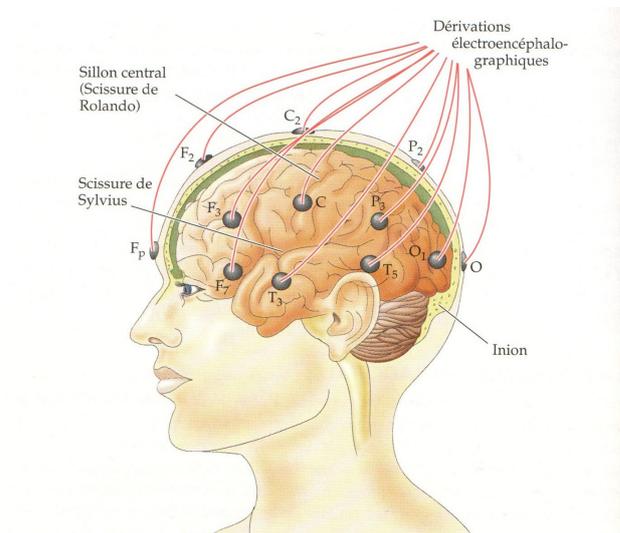
En situation de manque de sommeil, le temps de réponse aux différents tests de mémorisation augmente.

DOCUMENT 7 - SIESTE ET DE CAPACITE DE MEMORISATION CHEZ DES JEUNES ENFANTS.

Mise en évidence d'une meilleure mémorisation à long terme, après l'apprentissage, en cas de sieste.

Document 1 - des électroencéphalogrammes (EEG) pour mesurer les phases d'éveil et de sommeil

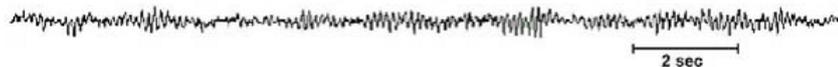
Enregistrement



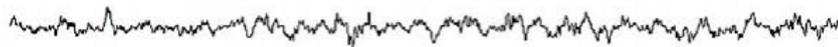
L'électroencéphalogramme représente le voltage enregistré entre deux électrodes placées sur le cuir chevelu. En règle générale, les électrodes sont disposées en 19 emplacements standard répartis sur toute la tête, comme l'indique cette figure. Les enregistrements obtenus à partir de chaque paire d'électrodes présentent entre eux de légères différences dues au fait que chacun constitue un échantillon de l'activité de populations neuroniques appartenant à des régions différentes du cerveau.

Différentes phases : éveil et différents stades de sommeil (stades 1 et 2 ; sommeil profond ; sommeil paradoxal)

ÉVEIL : amplitude basse, fréquence rapide



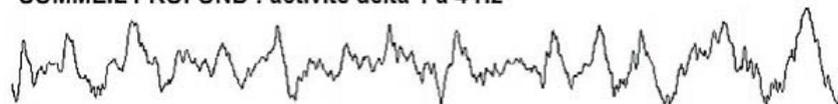
STADE 1 : activité thêta 4 à 8 Hz



STADE 2 : 4 à 8 Hz avec fuseaux et complexes K



SOMMEIL PROFOND : activité delta 1 à 4 Hz



SOMMEIL PARADOXAL : amplitude basse, fréquence thêta et rapide

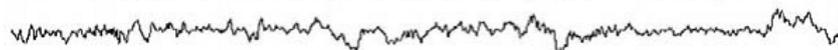


Figure 1 : Présentation de l'électroencéphalogramme typique lors de l'éveil et des différents stades de sommeil. L'éveil produit une activité cérébrale avec des ondes cérébrales rapides. L'endormissement et le sommeil qui suivent (stades 1 et 2) sont caractérisés par un ralentissement de l'EEG jusqu'au sommeil lent profond où l'on observe des ondes lentes (delta). Le sommeil paradoxal présente quant à lui un EEG plus proche de l'éveil.

L'activité EEG est émise par les neurones du cortex cérébral. L'EEG enregistre l'activité électrique d'un très grand nombre de neurones se trouvant sous l'électrode d'enregistrement. Pendant l'éveil, l'activité EEG est plutôt rapide (on retrouve en majorité de l'activité dite bêta et gamma constituée de fréquences de plus de 16 Hz ou 16 pics par seconde).

Quand le sommeil apparaît, l'activité EEG ralentit. Il s'agit du sommeil lent, qui inclut les stades de sommeil 1 et 2.

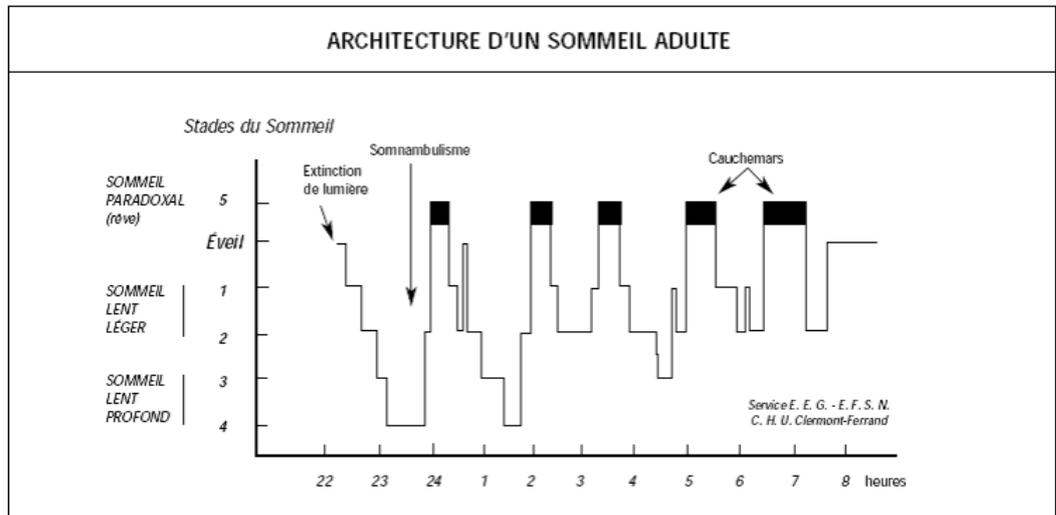
Lorsque le sommeil est bien installé, il devient plus intense (apparition d'ondes de grande amplitude caractérisant le sommeil profond). La quantité d'ondes delta et leur amplitude dépendent de la durée de la période d'éveil précédente. Ces ondes ont donc été associées à l'aspect récupérateur du sommeil.

Ces phases de sommeil sont généralement suivies par le sommeil paradoxal, qui représente le support physiologique des rêves. Pendant le sommeil paradoxal, il y a un relâchement musculaire et l'activité cérébrale EEG est rapide et proche de celle de l'éveil.

La succession des stades de sommeil lent, profond et paradoxal constitue un cycle de sommeil et une nuit de sommeil typique contient entre 3 et 7 cycles.

Mais attention! Les cycles en début de nuit contiennent plus de sommeil profond tandis que ceux en fin de nuit contiennent plus de sommeil paradoxal. De plus, le sommeil qu'on dit « normal » varie au cours de l'existence et diffère entre les individus. Voilà pourquoi il est impossible d'identifier un horaire de sommeil parfait ou une durée de sommeil idéale qui conviendrait à tous.

D'après <http://magfacteursante.com>



Document 2 - mémoire et hippocampe

Document 2a - le patient H.M (Henri Molaison).

Cinq ans après le décès d'Henri Molaison, dit H. M., le patient ayant le plus contribué à l'étude de la mémoire, la reconstitution de son cerveau révèle des lésions inattendues. H. M. avait subi en 1953 l'ablation d'une partie de ses lobes temporaux médians pour ôter le foyer d'une épilepsie rebelle à tout traitement médicamenteux. Les examens d'imagerie réalisés de son vivant indiquaient que cette ablation incluait une large portion de l'hippocampe. On ignorait alors la fonction de cette zone, mais H.M. étant devenu incapable d'enregistrer de nouveaux souvenirs, cela permit de comprendre que l'hippocampe était nécessaire à la formation de la mémoire épisodique.

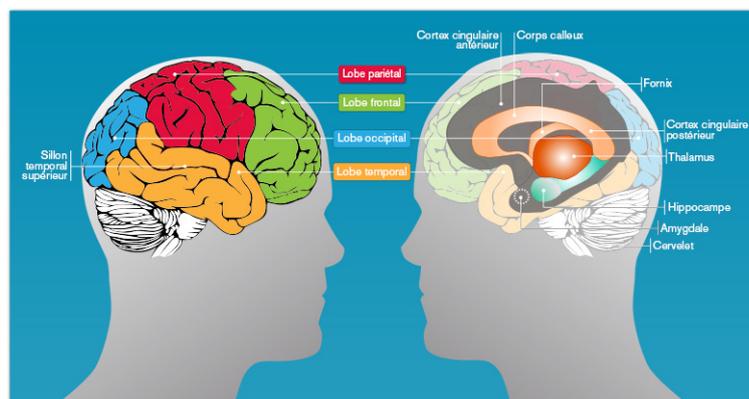
Décédé en décembre 2008, H. M. a légué son cerveau à la science. L'équipe de Jacopo Annese, de l'observatoire du cerveau à San Diego, en Californie, l'a alors coupé en 2 401 tranches d'une épaisseur de 70 micromètres chacune. Après avoir photographié chaque tranche, les neuroanatomistes ont reconstitué le cerveau en trois dimensions. Et là, surprise : ce n'est pas l'hippocampe qui a été le plus lésé - seule une petite partie a été retirée - mais le cortex entorhinal, qui a presque disparu. Celui-ci joue le rôle de porte d'entrée dans l'hippocampe. C'est donc son ablation qui expliquerait les symptômes mnésiques de H. M. La reconstitution confirme toutefois l'ablation presque totale de son amygdale, zone spécialisée dans le traitement des émotions. Ce qui concorde avec la personnalité très placide du patient.

La recherche, n°486, avril 2014, p.13.

Document 2b - organisation des encéphales de l'être humain et du rat.

Organisation de l'encéphale humain (en couleur quelques zones impliquées dans la mémoire).

Face latérale (à gauche) et face interne (à droite) de l'hémisphère cérébral droit.

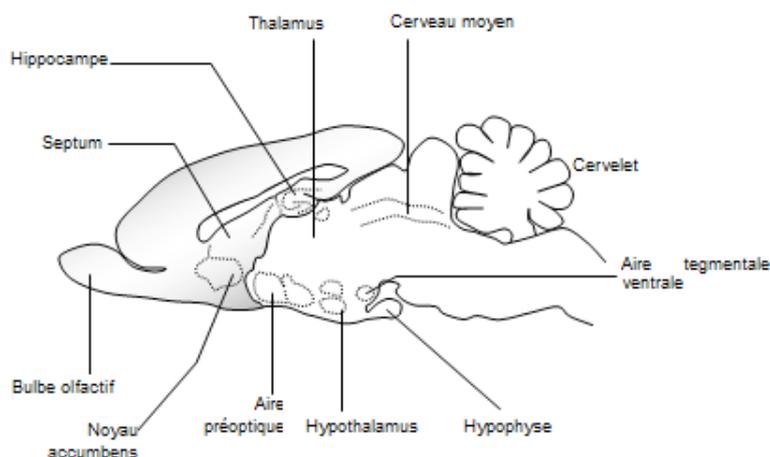


© Inserm, F. Koulikoff

Retrouvez Éduscol sur



Organisation de l'encéphale de rat.



D'après Banque de schémas SVT,
Académie de Dijon

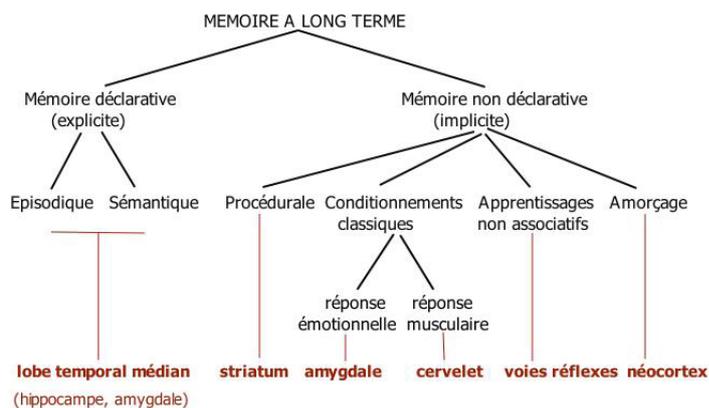
Document 3 - mémoire et réseaux de neurones

« Du point de vue neurologique, il n'existe pas «un» centre de la mémoire dans le cerveau. Les différents systèmes de mémoire (3a) mettent en jeu des réseaux neuronaux distincts (3b), observables par imagerie médicale au cours de tâches de mémorisation ou de récupération d'informations diverses. Ces réseaux sont néanmoins interconnectés et fonctionnent en étroite collaboration. »

<http://www.inserm.fr/thematiques/neurosciences-sciences-cognitives-neurologie-psychiatrie/dossiers-d-information/memoire>

Document 3a - classification des différents types de mémoire

- Mémoire sensorielle.
- Mémoire à court terme.
- Mémoire de travail (la mémoire de travail se situe entre la mémoire sensorielle et la mémoire à court terme, c'est-à-dire qu'elle reçoit en entrée des informations de la mémoire sensorielle et peut en sortie entreposer des informations dans la mémoire à long terme, à l'aide d'autorépétition de maintien et/ou d'intégration).
- Mémoire à long terme :



Retrouvez Éduscol sur



Document 3b - localisation des réseaux de neurones selon le type de mémoire

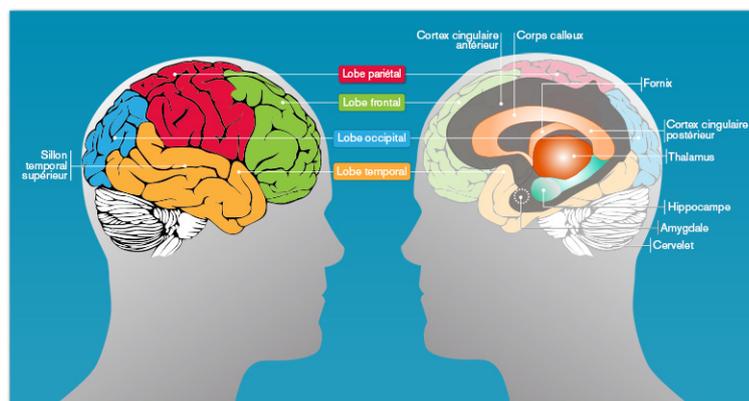
La mémoire procédurale recrute des réseaux neuronaux sous-corticaux et dans le cervelet.

La mémoire sémantique implique des réseaux neuronaux disséminés dans des régions très étendues ainsi que dans les lobes temporaux, notamment dans leurs parties les plus antérieures.

La mémoire épisodique fait appel à des réseaux neuronaux dans l'hippocampe et plus largement dans la face interne des lobes temporaux.

La mémoire perceptive recrute des réseaux neuronaux dans différentes régions corticales, à proximité des aires sensorielles.

<http://www.inserm.fr/thematiques/neurosciences-sciences-cognitives-neurologie-psychiatrie/dossiers-d-information/memoire>



© Inserm, F. Koulikoff

Document 4 - sommeil et neurogenèse dans l'hippocampe

Principe de la privation de sommeil paradoxal

Des plateformes de petite taille et de grande taille sont disposées dans un grand récipient contenant de l'eau.

Sur une petite plateforme, les animaux peuvent atteindre un sommeil léger mais pas un sommeil paradoxal. En effet, lorsque les muscles se relâchent, l'animal touche l'eau et se réveille.

Sur une grande plateforme, les animaux peuvent atteindre un sommeil paradoxal.

Protocole

On dispose de trois groupes de rats :

- un groupe de rats dans une cage qui ne sont pas privés de sommeil paradoxal (CC) ;
- un groupe de rats disposés chacun pendant 72 h sur une large plateforme qui ne les prive pas de sommeil paradoxal (LP) ;
- un groupe de rats disposés chacun pendant 72 h sur une petite plateforme qui les prive de sommeil paradoxal (SP).

Retrouvez Éduscol sur



On souhaite ensuite estimer la division des cellules dans le gyrus denté, une zone de l'hippocampe.

Pour cela, après 72 h de privation ou non de sommeil paradoxal, on injecte aux rats du BrdU (Bromo-desoxy-Uridine) qui est une substance qui se fixe dans l'ADN des cellules en division et qui est détecté par immunocytochimie grâce à un anticorps spécifique anti-BrdU.

On sacrifie les rats au bout de 2h (2hr), 1 semaine (1wk) ou 3 semaines (wk) et on mesure le nombre de cellules du gyrus denté marquées au BrdU.

Résultats

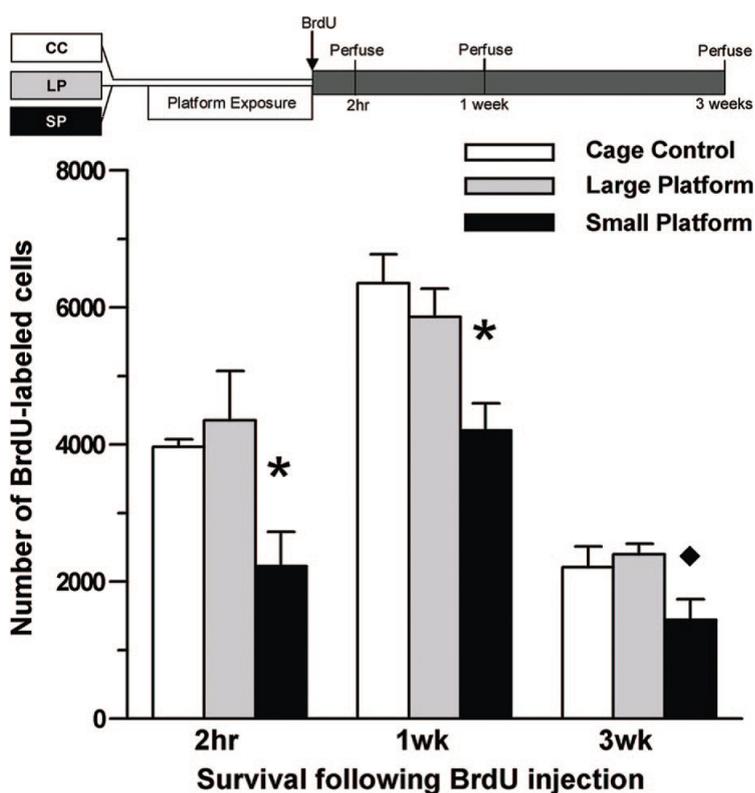


Fig. 1. Reduced cell proliferation and adult neurogenesis after prolonged SP exposure. Rats subjected to 72 h of SP, LP, or CC received a single injection of BrdU (200 mg/kg, i.p.) and were perfused 2 h, 1 wk, or 3 wk thereafter.

Compared with CC and LP rats, SP rats had fewer numbers of BrdU-positive cells in the subgranular zone/GCL at 2 h (SP, $n = 5$; LP, $n = 4$; CC, $n = 5$). At 1 wk, significantly lower numbers of BrdU-positive cells were found in SP ($n = 6$), relative to CC ($n = 7$) and LP ($n = 5$) rats. By 3 wk, fewer BrdU-labeled cells were evident after SP exposure ($n = 6$), compared with LP ($n = 6$) but not CC ($n = 4$) rats. Error bars indicate the SEM; *, $P < 0.05$, SP vs. CC, LP; ◆, $P < 0.05$, SP vs. LP.

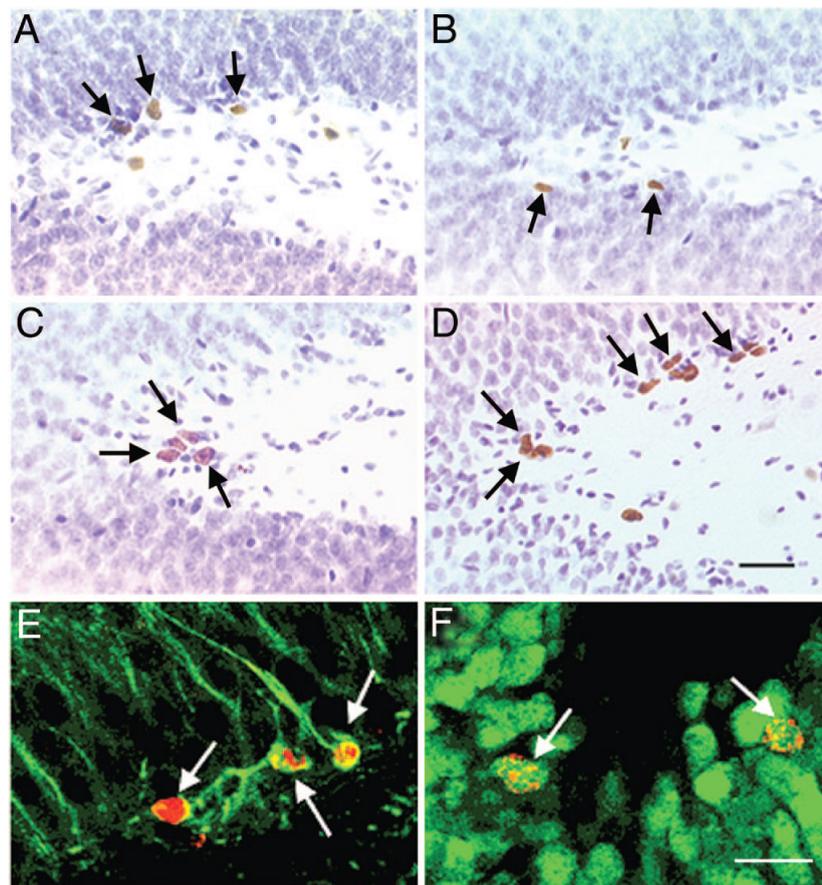


Fig. 2. Sleep deprivation-induced reduction and subsequent increase in cell proliferation and adult neurogenesis. (A and B) Compared with CC rats (A), stereological estimates of BrdU-labeled cells in the GCL revealed a reduction in cell counts in SP rats (B) 2 h after BrdU administration. (C and D) In contrast, after 1 wk of unrestricted recovery from prolonged sleep deprivation, BrdU cell counts in SP rats (D) were significantly increased compared with CC rats (C). (E and F) By 1wk after BrdU administration, the majority of BrdU-positive cells showed morphological characteristics of granule cells and were colabeled with TuJ1 (E), a marker of immature and mature neurons. By 3 wk after BrdU administration, most BrdU-positive cells were also colabeled with NeuN (F), a marker of mature neuronal phenotype. (Scale bars: A–D, 40 μ m; E and F, 20 μ m.).

Modifié d'après Mirescu C, Peters J.D, Noiman L, Gould E (2006) Sleep deprivation inhibits adult neurogenesis in the hippocampus by elevating glucocorticoids. PNAS vol.103 no.50 p.19170-19175

Document 5 - sommeil et mémoire de travail

Principe de la privation de sommeil paradoxal

Cinq plateformes (5 cm de diamètre) sont disposées dans un grand récipient (40 x 30 cm) contenant de l'eau jusqu'à 1 cm de la surface.

On place cinq souris provenant de la même cage sur chaque plateforme pendant 48 h ou 72 h. On leur fournit de l'eau et de la nourriture en quantité illimitée.

Dans ces conditions, l'animal peut atteindre un sommeil léger mais pas un sommeil paradoxal. En effet, lorsque les muscles se relâchent, l'animal touche l'eau et se réveille.

Principe du test du labyrinthe en Y (Y-maze test)

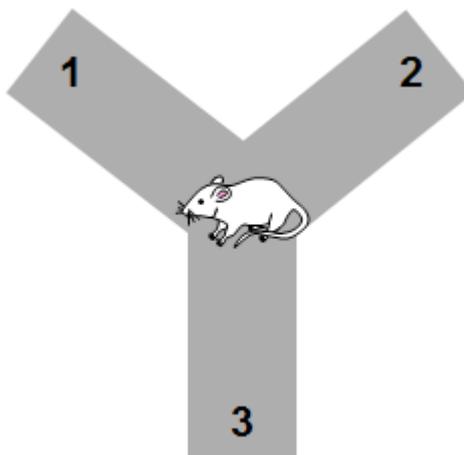
Afin d'évaluer la mémoire de travail de l'animal, on le place dans un labyrinthe en forme de Y. Les trois branches constituant le labyrinthe sont de même longueur et numérotées. Lorsque l'animal est dans un nouvel environnement, il l'explore et a donc une tendance naturelle à passer indifféremment dans chacune des trois branches.

Au départ, l'animal est placé dans le labyrinthe pendant 8 minutes, temps durant lequel on considère que l'animal a le temps de rentrer au moins une fois dans chaque branche sans répétition.

On compte le nombre de passages dans chaque branche.

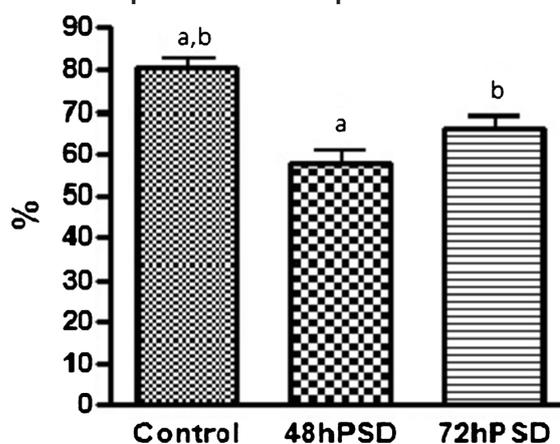
Le test est réussi si l'animal obtient un fort pourcentage de passage dans chacune des trois branches (pourcentage d'alternance spontanée). Cela montre l'efficacité de sa mémoire de travail.

Entre chaque session, le labyrinthe est nettoyé à l'alcool puis séché.



Résultats

Effet d'une privation de sommeil paradoxal sur la performance au test du labyrinthe en Y.



Control : souris « contrôle » n'ayant pas subi de privation de sommeil paradoxal.

48hPSD : souris ayant été privées de sommeil paradoxal pendant 48h.

72hPSD : souris ayant été privées de sommeil paradoxal pendant 72h.

(a,b Mann-Whitney test, $p < 0.05$). The Mann-Whitney test was used for comparison between control and 48 h sleep-deprived groups ($p = 0.002$) and between control and 72 h sleep-deprived groups ($p = 0.001$).

Modifié d'après Lima A.M.A, De Buin V.M.S, Rios E.R.V, De Bruin P.F.C (2014) Differential effects of paradoxical sleep deprivation on memory and oxidative stress. *Naunyn-Schmiedeberg's Arch Pharmacol* 387:399–406.

Document 6 - sommeil et capacités de mémorisation chez des adolescents et des jeunes adultes

Protocole de test de la mémoire de travail (working memory WM)

Participants : adolescents (15 ans) et jeunes adultes (19 ans).

Premier test : test de la mémoire de travail verbale simple :

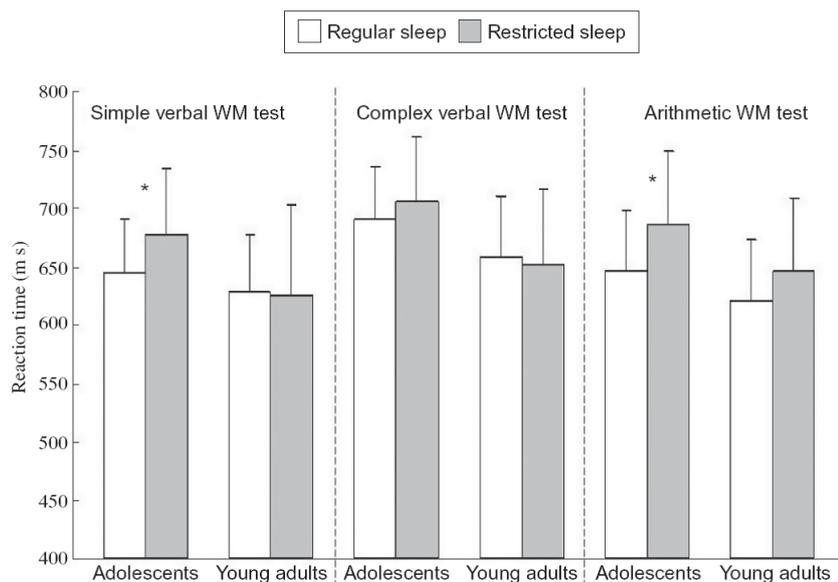
- présentation de 4 lettres en majuscules pendant 0,5s ;
- rien pendant 3s ;
- présentation d'une lettre en minuscule pendant 1,5s ;
- le participant signale si cette lettre correspond ou non à une 4 lettres présentées au départ en pressant sur un des deux boutons reponse.

Deuxième test : test de la mémoire de travail verbale complexe :

- présentation de 2 lettres en majuscules (ex : D et K) ;
- le participant doit mémoriser les deux lettres suivant dans l'alphabet celles présentées (ex : E et L) ;
- présentation d'une lettre en minuscule pendant 1,5s ;
- le participant signale si cette lettre correspond ou non à une 4 lettres présentées au départ en pressant sur un des deux boutons reponse

Troisième test : test de la mémoire de travail arithmétique :

- présentation d'un nombre à 3 chiffres pendant 1s ;
- on demande selon le participant de soustraire 6, 7, 8 ou 9 à ce nombre ;
- présentation d'un second nombre à 3 chiffres pendant 1s ;
- le participant doit répondre à la question suivante : « le second nombre est-il égal au premier nombre moins 6, 7, 8 ou 9 ? » en pressant le bouton réponse adéquat ;
- puis on recommence plusieurs fois en prenant le dernier nombre comme point de départ.

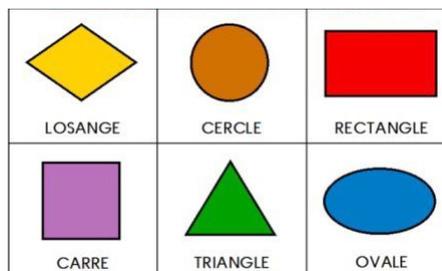
Résultats

Jiang F, VanDyke R.D, Zhang J, Li F, Gozal D, Shen X (2011) Effect of chronic sleep restriction on sleepiness and working memory in adolescents and young adults. *Journal of clinical and experimental neuropsychology* 33(8), 892-900.

Document 7 - sieste et capacité de mémorisation chez des jeunes enfants**Protocole du test**

Participants : des enfants de 3 à 6 ans ayant l'habitude de faire plus de 4 siestes par semaine et des enfants ne faisant pas ou peu de siestes.

On présente des images aux enfants, et on leur demande de retenir la localisation et la forme de chacune.

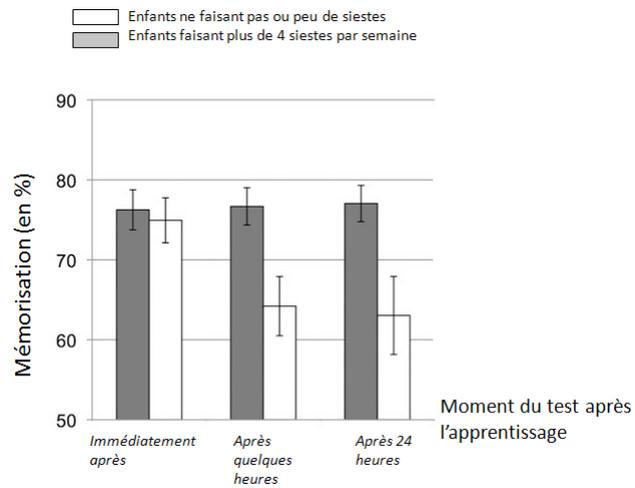


On teste les enfants immédiatement après l'apprentissage, plusieurs heures après l'apprentissage et enfin 24h après.

Retrouvez Éduscol sur



Résultats



Modifié d'après Kurdziela L., Duclosb K., Spencera R. (2013) Sleep spindles in midday naps enhance learning in preschool children. PNAS vol.110 no.43 p.17267-17272.

Retrouvez Éduscol sur

