

UN CERVEAU DANS TOUTES LES TÊTES

Livret



Tête d'œuf...

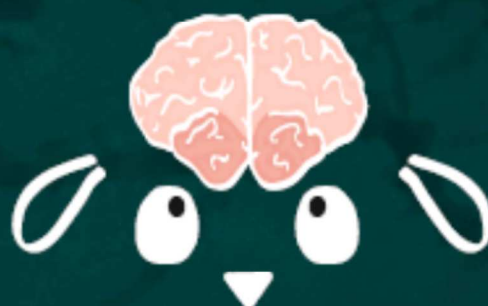


Tête de cochon...



Tête de veau...

Il y a toujours un cerveau...



dans une tête de mouton !

Ce livret réalisé par la DDLLP est destiné à vous aider à accueillir cette exposition et créer des animations pour en approfondir le thème

Exposition co-réalisée par le Département Touraine et l'INRA
Sous la direction scientifique de Élodie Chaillou (UMR PRC, INRA Val de Loire)

Coordination scientifique
Élodie Chaillou et Yves Tillet (UMR PRC, INRA Val de Loire)

Coordination rédactionnelle
Mathilde Chauvigné et Marie-Laurence Berndt (DILLP, CD37)

Avec la participation des chercheurs de l'Inra et des enseignants de Polytech Tours



TOURAINE
LE DÉPARTEMENT



INRA
SCIENCE & IMPACT

SOMMAIRE

- Couverture : affiche dédiée à la publicité de l'exposition
- Résumé
- Données techniques
- L'exposition :
12 panneaux + 2 panneaux interactifs
- 2 modèles anatomiques
- Pour approfondir l'exposition...

EXPOSITION

UN CERVEAU DANS TOUTES LES TÊTES

Tête d'œuf...



RÉSUMÉ

A partir de recherches menées par l'**INRA** sur des cerveaux de mammifères, cette exposition vise à présenter à un **large public**, de façon **simple** et **ludique**, l'anatomie et le fonctionnement du **cerveau**. Elle décrit comment, pour préserver la survie d'un individu ou d'une espèce, cet organe complexe influe sur le comportement de l'animal vis-à-vis de son **environnement** naturel et social.

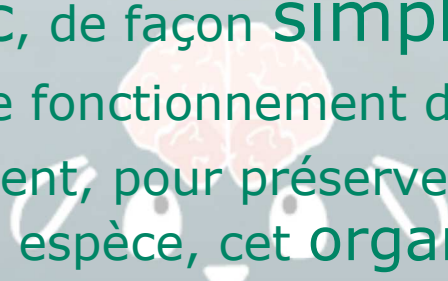
Tête de cochon...



Tête de veau...



Ils ont tous un cerveau.



Dans une tête de mouton...



TOURAINE
LE DÉPARTEMENT



INRA
SCIENCE & IMPACT

Données Techniques

Origine	Public Concerné	Année de réalisation
INRA/DDLLP- Conseil départemental	Tout Public	2015

Nb de panneaux	Dimensions des panneaux	Nb housses de transport	Dimensions housses de transport
12 panneaux exposition	85 x 120 cm	1	90 x 130 x 7,5 cm
2 panneaux interactifs	80 x 98 x 4 cm 80 x 98 x 16 cm	1 1	80 x 98 x 4 cm 80 x 98 x 20 cm
Présentation		Valeur d'assurance	Véhicule de transport
12 panneaux exposition (filmoluxés avec 2 œillets)		800,00 €	
2 panneaux interactifs		350,00 €	
2 modèles anatomiques		485,00 €	
VALEUR TOTALE		1635,00 €	
Bibliographie		Poids	Affiches
Contacter votre animateur de réseau		 25 kg	

UN CERVEAU DANS TOUTES LES TÊTES



Tête d'œuf...



Tête de cochon...



Tête de veau...

Il y a toujours un cerveau...



dans une tête de mouton !

**Pour voir les panneaux dans leur intégralité,
veuillez sélectionner l'affichage à 150 %**

Exposition co-réalisée par le Département Touraine et l'INRA
Sous la direction scientifique de Élodie Chaillou (UMR PRC, INRA Val de Loire)

Coordination scientifique
Élodie Chaillou et Yves Tillet (UMR PRC, INRA Val de Loire)

Coordination rédactionnelle
Mathilde Chauvigné et Marie-Laurence Berndt (DLIP, CD37)

Avec la participation des chercheurs de l'Inra et des enseignants de Polytech Tours



TOURAINE
LE DÉPARTEMENT



INRA
SCIENCE & IMPACT

Réalisation et impression : Imprimerie Côté - Illustration : L. Roussel - Conception : M. Berault - E. Chaillou - M. Chauvigné - Y. Tillet



Panneau de présentation

À QUOI RESSEMBLE UN CERVEAU

LE SAVIEZ-VOUS ?

Certains « animaux » n'ont pas de neurones, il s'agit des animaux unicellulaires comme la paramecie. La motricité est assurée par des protéines spécialisées du cytoplasme et de la membrane de la cellule.

Chez les vertébrés, le cerveau est toujours situé dans la tête. Il peut être gros et plissé comme chez l'Homme, l'éléphant, le dauphin..., ou petit et lisse comme chez les reptiles et les poissons.

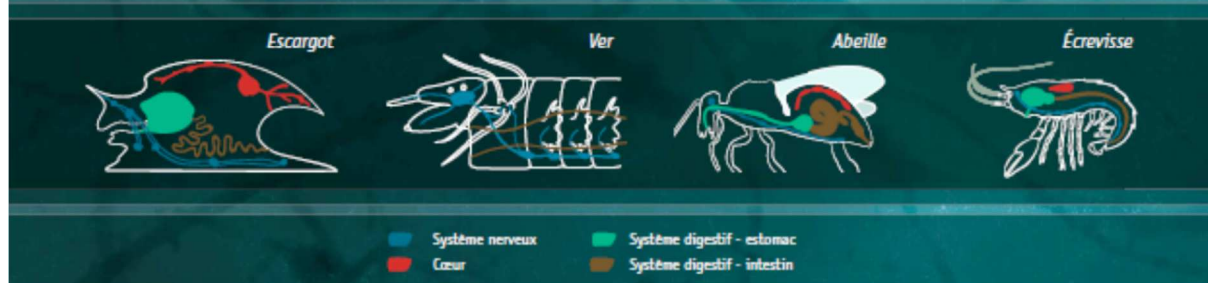


ET CHEZ LES INVERTÉBRÉS ? À QUOI RESSEMBLE-T-IL ?

Il est très différent et reflète la diversité de ces espèces. D'ailleurs, il n'est pas toujours localisé dans la tête, car cette partie du corps n'est pas toujours individualisée, pensez aux coquillages ! Toutefois il est toujours près du tube digestif. On parlera plus souvent de système nerveux.

Il est constitué de quelques neurones diffus au sein de l'organisme, comme chez les méduses, ou regroupés pour former des ganglions. Ces ganglions sont petits

chez les lamellibranches (comme la moule), les gastéropodes (l'escargot n'a que quelques milliers de neurones), et plus volumineux chez les céphalopodes (comme la pieuvre) dont le système nerveux contient environ 500 millions de neurones. Chez les arthropodes (les insectes, les vers, les crustacés), les ganglions sont disposés régulièrement dans tout l'organisme et forment des chaînes ganglionnaires.



Recherches et Impression : Impression Color - Illustration : L. Fournier - Conception : V. Tillet - M. Benoit - E. Ouellet - R. Chénier - Contact : pascal@impres.com



Panneau 2

DES CELLULES PAR MILLIARDS

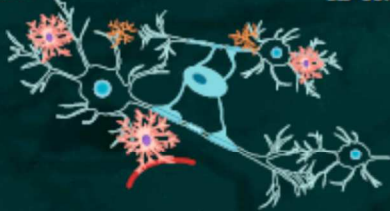
Le cerveau est un organe bien protégé par la boîte crânienne et plusieurs membranes, les **méninges**, et il baigne dans le **liquide cébrospinal**. Il est de couleur grisâtre, blanchâtre et rosâtre !

... Vue dorsale d'un encéphale de mouton



COMME TOUS LES ORGANES, LE CERVEAU EST COMPOSÉ DE PLUSIEURS TYPES DE CELLULES

Les **neurones**, organisés en réseau, sont les principales cellules du système nerveux. Le cerveau de l'Homme abrite environ 100 milliards de neurones. Ils sont caractérisés par la présence de prolongements : les **dendrites** et l'**axone** qui peut atteindre plusieurs mètres chez la girafe. Au sein de tout l'organisme, les neurones transportent et traitent les informations.



Les **cellules gliales** sont encore plus abondantes et plus petites que les neurones. Elles n'ont pas toutes le même rôle et participent au bon fonctionnement du réseau de neurones :



Les **astrocytes**, majoritaires, en forme d'étoile, participent à la transmission de l'information entre les neurones et assurent leur nutrition.



La **microglie**, constituée de petites cellules très ramifiées, élimine les microbes et les débris cellulaires.



Les **oligodendrocytes** fabriquent la myéline, elle engaine les axones et est indispensable à la bonne transmission de l'information.

Les épendymocytes



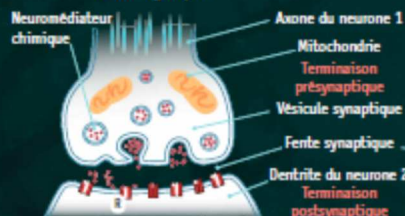
De forme cubique, elles portent souvent des cils et tapissent les ventricules cérébraux.

LES SAVIEZ-VOUS ?

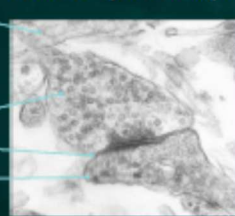
On trouve aussi des neurones par millions dans le tube digestif ! C'est le système nerveux entérique, on l'appelle le 2^e cerveau.

Au sein des neurones, le message électrique, ou **influx nerveux**, circule sous forme de petits courants de quelques millivolts, appelés potentiels d'action. Ce message est transmis au niveau des **synapses**, zones de contact entre les neurones, il reste électrique ou devient chimique en mettant en jeu des molécules : les **neuromédiateurs**. Ces derniers, libérés dans la **fente synaptique**, vont agir sur des cibles spécifiques, les **récepteurs (R)**, situés sur le neurone voisin.

Représentation schématique d'une synapse



Photographie d'une synapse au microscope électronique



QUELLE ÉNERGIE UTILISENT LES NEURONES ?

Le **glucose** et l'**oxygène** sont les principales sources d'énergie du cerveau. Les astrocytes, en contact avec les vaisseaux sanguins, captent le glucose apporté par le sang, et le transmettent aux neurones après transformation. Chez l'Homme, même s'il ne représente que 2 % du poids total du corps, le cerveau consomme 20 % de l'énergie produite.

Rédaction et Impression : Imprimerie Color - Illustration : C. Fournier - Conception : M. Rigaud - M. Bessis - C. Daffre - M. Chavignat - Y. Tillet - Contact : marlene.rigaud@imprimeriecolor.fr



Panneau 3

LE CERVEAU UN SYSTÈME DYNAMIQUE

Contrairement à ce que l'on pensait au début du XX^e s., on sait maintenant que le cerveau adulte n'est pas figé. Il se réorganise en permanence, c'est la **plasticité cérébrale**. Elle met en jeu des **changements morphologiques** et la production de **nouveaux neurones**, phénomène appelé **neurogénèse**.

LA PLASTICITÉ CÉRÉBRALE

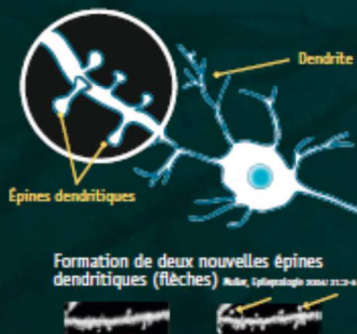
Tout au long de la vie, elle permet l'adaptation de l'individu à son environnement et joue un rôle dans l'**apprentissage** et la **mémorisation**. Même adulte, il est toujours possible d'apprendre.

LA NEUROGÈNESE

Au début des années 1980, elle a été d'abord observée à proximité des ventricules (neurogénèse sous-ventriculaire) et dans l'**hippocampe** (région impliquée dans la mémoire) des mammifères, y compris l'Homme. Dans ces régions cérébrales, les chercheurs ont décrit la production de nouvelles cellules (prolifération), dont certaines migrent et se différencient en neurones.

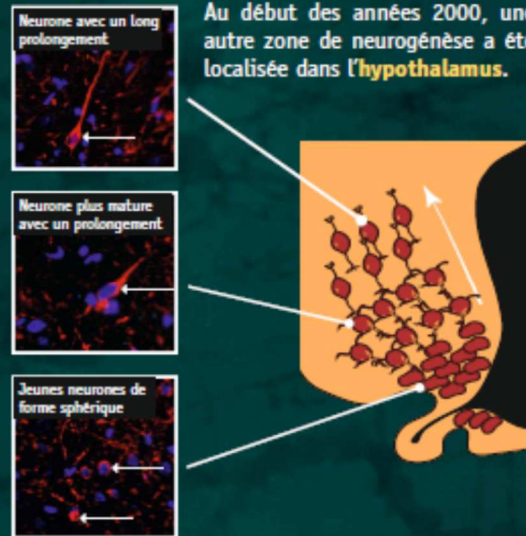
LES CHANGEMENTS MORPHOLOGIQUES

Il s'agit de l'apparition, de la disparition ou de la réorganisation de structures comme les dendrites, les axones et les synapses.

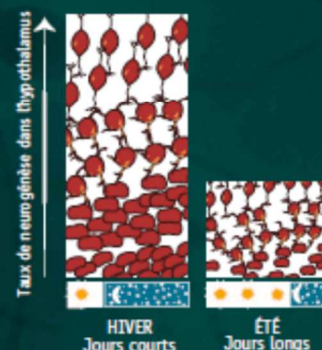


LA NEUROGÈNESE DANS L'HYPOTHALAMUS DU CERVEAU DU MOUTON

Au début des années 2000, une autre zone de neurogénèse a été localisée dans l'**hypothalamus**.



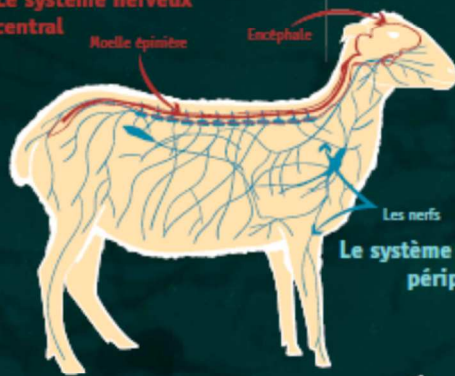
Dans le cadre de nos études menées chez la brebis, nous avons montré qu'il existe des variations saisonnières de la neurogénèse dans l'hypothalamus. Cette région, située à la base du cerveau, joue un rôle essentiel dans la régulation de la reproduction, de la prise alimentaire ou de la régulation thermique, ensemble de fonctions sensibles aux **rythmes saisonniers** chez de nombreux animaux, comme le mouton. Ainsi, nous pensons qu'elle pourrait participer à la régulation saisonnière de ces fonctions.



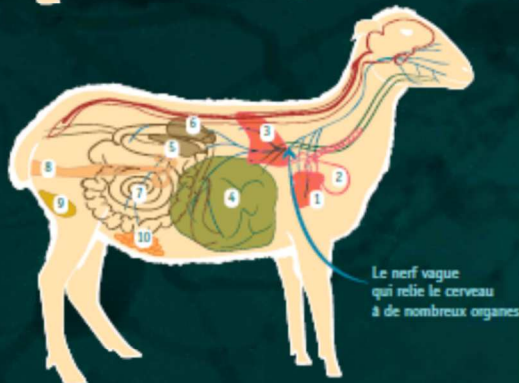
LE CENTRE DE CONTRÔLE

Le système nerveux est constitué du **système nerveux central** et du **système nerveux périphérique**.

Le système nerveux central



Le système nerveux périphérique



Le système nerveux central regroupe l'**encéphale** et la **moelle épinière** située dans la colonne vertébrale.

Le système nerveux périphérique regroupe les nerfs qui relient le système nerveux central aux autres organes : le cœur (1), les poumons (2), le foie (3), l'estomac (4), le pancréas (5), les reins (6), les intestins (7), les organes reproducteurs (8), la vessie (9), le tissu adipeux (10, c'est le gras!). Il permet de les faire fonctionner sans avoir besoin d'y penser. C'est ce qu'on appelle aussi le **système nerveux autonome**.

À l'inverse, nous décidons certaines actions comme la marche. Elle est commandée par le cerveau (plus particulièrement par le cortex moteur) qui contrôle les nerfs moteurs, qui eux-mêmes vont entraîner la contraction musculaire. En revanche, lorsqu'on se brûle la main et qu'on la retire très vite, il s'agit d'un réflexe mettant en jeu les motoneurons de la moelle épinière, sans passer par le cerveau !

La communication entre le cerveau et les autres organes passe aussi par le système sanguin qui transporte les **hormones** comme l'insuline, ou les **nutriments** comme le glucose.

LE SAVIEZ-VOUS ?

Attention de ne pas confondre goût et saveur ! Quel est ton goût préféré ? chocolat, fraise... ? Et bien non, chocolat et fraise sont des saveurs que tu es capable de reconnaître grâce à leur goût sucré et à leur odeur caractéristique !

Le cerveau est essentiel dans la reconnaissance du monde qui nous entoure. Il intègre toutes les informations de notre environnement grâce aux organes des cinq sens : les yeux pour la vue, les oreilles pour l'ouïe, le nez et la bouche pour l'odorat, la langue pour le goût et la peau pour le toucher !

Chez l'animal, l'odorat est le sens le plus étudié, pour lequel le circuit neuronal est le mieux décrit.

Les odeurs captées par les récepteurs olfactifs sont traduites en signaux transmis des **bulbes olfactifs** vers leurs structures cibles (en bleu) qui traitent les informations olfactives avant de les transmettre vers différentes structures (en jaune) comme l'**hippocampe** pour être mémorisées ou l'**hypothalamus** pour induire des comportements.



LE CERVEAU NE PERD PAS SON TEMPS

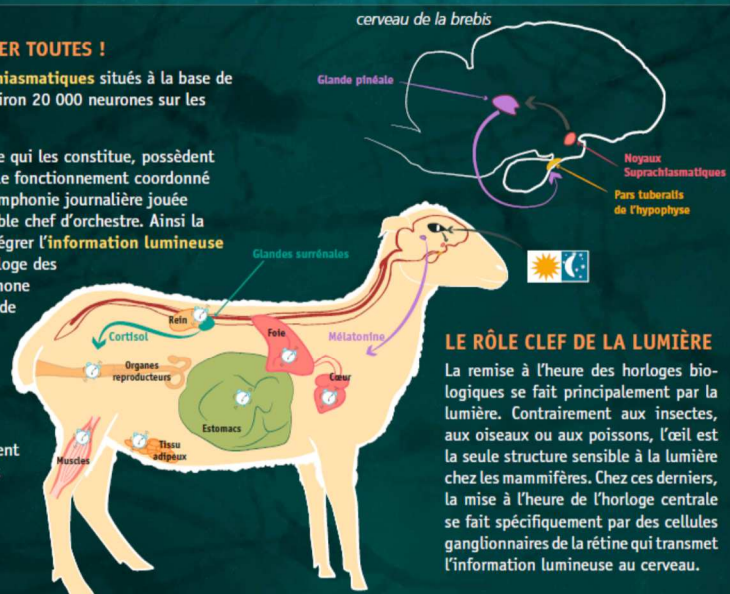
Comment organiser activité, sommeil, recherche de nourriture ou d'un partenaire sexuel dans un environnement rythmique imposé par l'alternance jour / nuit et la succession des saisons ?

UNE HORLOGE CENTRALE POUR LES CONTRÔLER TOUTES !

Cette horloge centrale se trouve dans les **noyaux suprachiasmatiques** situés à la base de l'hypothalamus. Chez l'Homme, ils sont constitués d'environ 20 000 neurones sur les 100 milliards que compte le cerveau !

Chaque organe du corps (foie, cœur...) et chaque cellule qui les constitue, possèdent leur propre horloge ayant chacune sa propre partition. Le fonctionnement coordonné de cette myriade d'horloges constitue une incroyable symphonie journalière jouée sous la direction des noyaux suprachiasmatiques, véritable chef d'orchestre. Ainsi la mission des noyaux suprachiasmatiques est double : intégrer l'**information lumineuse** et la faire suivre aux autres horloges. Par exemple, l'horloge des glandes surrénales pilote la production de cortisol, hormone de stress et d'éveil, afin qu'elle soit maximale au début de la période d'activité.

Pour remplir leur mission de transmission du message temporel à tout l'organisme, les noyaux suprachiasmatiques ont recours à des intermédiaires comme les autres parties du cerveau avec lesquelles ils communiquent directement, ou des glandes qui produisent des hormones. La **mélatonine**, l'hormone de la nuit, est probablement l'intermédiaire le plus célèbre.

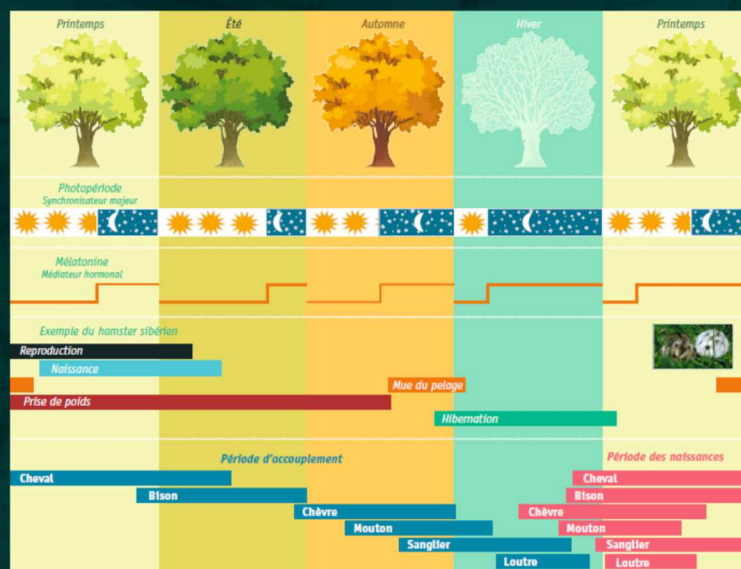


LE RÔLE CLEF DE LA LUMIÈRE

La remise à l'heure des horloges biologiques se fait principalement par la lumière. Contrairement aux insectes, aux oiseaux ou aux poissons, l'œil est la seule structure sensible à la lumière chez les mammifères. Chez ces derniers, la mise à l'heure de l'horloge centrale se fait spécifiquement par des cellules ganglionnaires de la rétine qui transmet l'information lumineuse au cerveau.

Illustration et Impression : Imprim'net 6037 - Illustration : L. Fournier - Conception : H. Baudier - M. Barret - E. Chailion - M. Chavagnat - Y. Tillet - Contact : hugues.durand@univ-lorraine.fr

LE CERVEAU NE PERD PAS SON TEMPS



LA MÉLATONINE HORMONE CLEF DES RYTHMES SAISONNIERS

Sous le contrôle des noyaux suprachiasmatiques, la mélatonine est produite par la **glande pinéale** uniquement durant la nuit. Elle porte à la fois un message journalier (il fait nuit) et un message saisonnier (cette nuit est longue ou courte) et synchronise ainsi la reproduction, l'hibernation et la migration avec les saisons. Sans mélatonine, l'animal ne peut plus lire la durée de la nuit et devient «aveugle» aux saisons. Les voies par lesquelles l'hormone contrôle toutes ces fonctions demeurent assez mystérieuses. Les recherches actuelles pointent vers une petite structure, la pars tubérale de l'hypophyse.

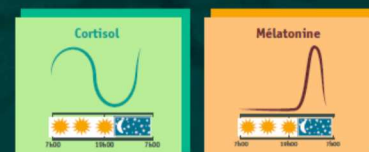
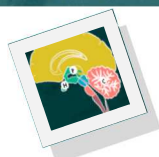


Illustration et Impression : Imprim'net 6037 - Illustration : L. Fournier - Photo : iStockphoto - Conception : H. Baudier - M. Barret - E. Chailion - M. Chavagnat - Y. Tillet - Contact : hugues.durand@univ-lorraine.fr



Panneaux 6 & 7

BON APPÉTIT...

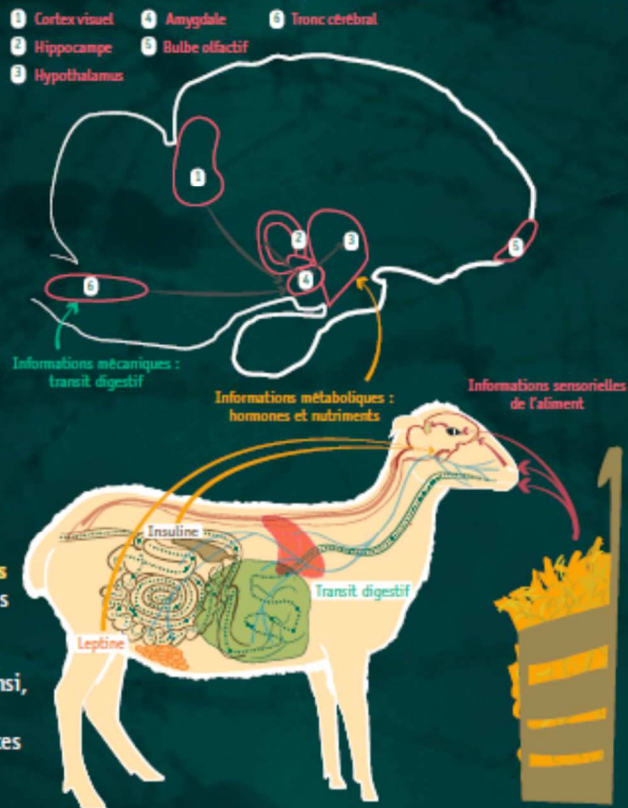
Se nourrir est un acte complexe. L'animal doit trouver sa nourriture, la choisir, l'ingérer, la digérer... Chacun de ces phénomènes est contrôlé par des **réseaux neuronaux** qui interagissent entre eux, avec le **système nerveux périphérique** et avec le **système endocrinien**.

Pourquoi il arrive de ne plus aimer ce qu'on adorait... ?

Il arrive parfois d'avoir une crise de foie après avoir mangé trop de chocolat. Mal au ventre, envie de vomir... sont des sensations très désagréables et douloureuses que notre cerveau va associer au chocolat, à tel point qu'il ne soit plus possible d'en manger. C'est ce qu'on appelle « développer une aversion alimentaire ».

Au cours de la prise alimentaire, des informations mécaniques et hormonales sont intégrées par le système nerveux central. Les **messages mécaniques** induits par le **transit digestif** (la mastication, la distension du tube digestif...) sont transmis au **tronc cérébral** notamment par le nerf vague. Dans le même temps, l'absorption des nutriments issus de la digestion des aliments modifie la quantité d'hormones comme l'**insuline**, la **leptine** ... qui circulent dans le sang jusqu'au cerveau. Ces hormones agissent sur leurs récepteurs portés par des neurones de l'**hypothalamus**, dont certains contiennent des neuropeptides connus pour stimuler la prise alimentaire (l'animal mange plus) ou l'inhiber (l'animal arrête de manger).

Le choix alimentaire met en œuvre la **vue**, l'**odorat**, le **goût** et le **toucher**. Ces **informations sensorielles** sont perçues par le cortex, intégrées par l'**amygdale** et stockées dans l'**hippocampe**. C'est avec sa mémoire que l'animal choisira ses aliments préférés, il n'aime pas la nouveauté. Ainsi, au pâturage, les moutons vont sélectionner les parties tendres des végétaux et préférer les plantes comme le trèfle. Chez différentes espèces, comme le poussin, l'agneau, nous avons montré que les préférences alimentaires pouvaient être apprises au cours du développement, même avant sa naissance !



La faim et la satiété sont régulées par le cerveau. Il intègre de nombreux messages qui interagissent entre eux pour réguler la prise alimentaire et participer à l'équilibre nutritionnel. Certains de ces messages jouent aussi un rôle dans d'autres fonctions comme la croissance ou la reproduction.

LESAVIEZ-VOUS ?

De nombreux octopodes qui régulent la prise alimentaire sont communs aux mammifères même s'ils ne se nourrissent pas de la même manière et que leur tube digestif est très différent ! En effet, le mouton possède 4 estomacs !

Realisation et Impression : Imprimerie Color - Illustrations : L. Fournier - Conception : G. Chaffais - M. Bernis - M. Chaussegros - Y. Tillet - Contact : studio.chaffais@orange.fr



Panneau 8

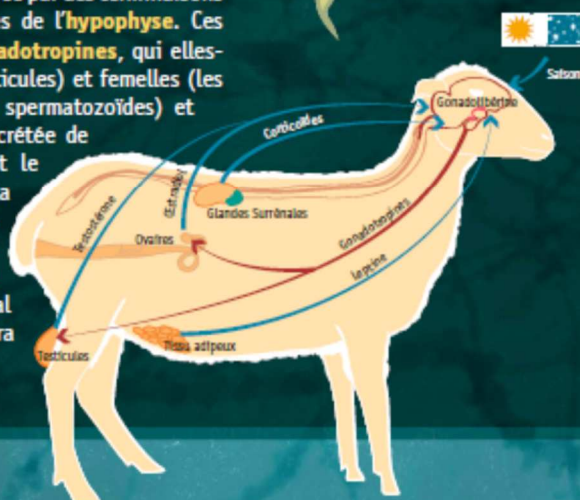
LA REPRODUCTION UNE HISTOIRE DE CERVEAU !

La reproduction est essentielle à la survie des espèces, pourtant elle n'est contrôlée que par quelques milliers de neurones sur les milliards que compte le cerveau des mammifères.

LE SAVIEZ-VOUS ?

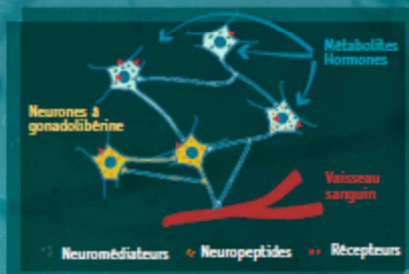
La gonadolibérine est un peptide qui existe chez tous les vertébrés et de nombreux invertébrés. Il est très ancien, on estime qu'il est apparu il y a près de 650 millions d'années.

Ces neurones sont dispersés dans l'hypothalamus antérieur et contiennent un neuropeptide, la **gonadolibérine**. Elle est libérée par des terminaisons neuronales et agit sur des cellules particulières de l'**hypophyse**. Ces cellules sécrètent alors deux hormones, les **gonadotropines**, qui elles-mêmes vont agir sur les gonades mâles (les testicules) et femelles (les ovaires) pour produire les gamètes mâles (les spermatozoïdes) et femelles (les ovules). La gonadolibérine est sécrétée de façon épisodique, sous forme de pulses, dont le nombre varie en fonction de plusieurs facteurs (la saison, l'état corporel, le stress ...) et sert de code entre le cerveau et l'hypophyse. Ainsi chez la vipère, si les réserves de graisses de la femelle sont insuffisantes, son cerveau percevra un signal inhibiteur et elle ne se reproduira pas et devra attendre l'année suivante.



DES NEURONES À GONADOLIBÉRINE AU SEIN D'UN VASTE RÉSEAU

Les neurones **monoaminergiques** et ceux qui contiennent des neuropeptides comme la **kisséptine** jouent un rôle important dans la régulation des neurones à gonadolibérine. Ce réseau neuronal est la cible de signaux importants comme la mélatonine (saison), les corticoïdes (stress), la leptine (état corporel) ... et bien sûr les hormones sexuelles (**œstradiol**, **testostérone**...). Tous ces acteurs modulent le dialogue entre les gonades et le cerveau pour assurer une reproduction adaptée à chaque espèce.



DES NEURONES QUI NE VIENDRAIENT PAS DU CERVEAU ?

Les neurones qui produisent la gonadolibérine présentent une origine étonnante : contrairement aux autres neurones, issus de la zone de l'embryon qui va donner le cerveau, ils proviennent de la zone qui va former le nez : les **placodes olfactives**. Ainsi très tôt, au cours de la formation de l'embryon, les neurones à gonadolibérine migrent depuis les placodes olfactives jusqu'à l'hypothalamus antérieur. Ce long trajet de quelques millimètres, à l'échelle du neurone, s'effectue en quelques jours sous le contrôle de nombreuses molécules.

Exemple de la migration des neurones à gonadolibérine entre le futur nez et l'hypothalamus antérieur observée chez un fœtus de souris à 14 jours (gestation de 21 jours).

- 1 Ventricule cérébral
- 2 Hypothalamus antérieur
- 3 Neurones à gonadolibérine
- 4 Cerveau en formation
- 5 Bulbe olfactif
- 6 Futur nez



Adapté de Schmitt-Jordan et Pfaff, 1980.



UN CERVEAU POUR VIVRE ENSEMBLE

LE SAVIEZ-VOUS ?

Lorsqu'un petit animal est né, il va créer un lien avec son parent et qu'il reconnaît et se sentira à l'aise avec lui. Un peu comme un agneau près de sa mère.

Pour se reproduire, se défendre, se nourrir ou être protégés, les animaux interagissent entre eux tout au long de leur vie. Ces **interactions sociales** sont donc cruciales pour leur survie.



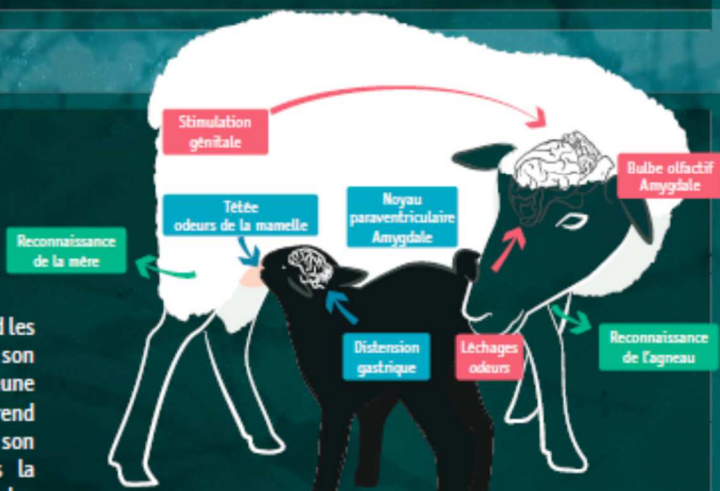
Les interactions sociales ne sont possibles que si les animaux sont capables d'apprendre, de mémoriser et de reconnaître des caractéristiques individuelles d'autres individus. Pour cela, ils utilisent des **informations sensorielles** (odeur, voix, couleur...) perçues par les organes des sens, codées par différents cortex et transmises vers d'autres structures du cerveau comme l'**amygdale** (émotion) ou l'**hypothalamus** (reproduction). Dans cette région, les différents groupes de neurones mis en jeu, forment un réseau neuronal régulé par des hormones, comme celles de la reproduction (testostérone, oestradiol...). Tous ces acteurs interagissent entre eux et avec d'autres régions du cerveau pour ainsi contrôler les **comportements sociaux** : sexuels, parentaux, agressifs.

Dans certains cas, les interactions sociales se traduisent par la création d'un lien spécifique très fort que l'on qualifie d'**attachement**. Un tel lien s'observe par exemple chez les oiseaux monogames qui vivent en couple stable tout au long de leur vie ou entre la mère et son jeune.

LE CERVEAU PARENTAL

Chez les mammifères, la mère apprend les indices sensoriels qui caractérisent son nid comme chez le lapin, ou son jeune comme chez la brebis. Celle-ci apprend les **caractéristiques olfactives** de son agneau en quelques heures après la naissance. Dès lors, elle n'allaitera plus que ses jeunes et rejettera les autres agneaux.

Pour les mammifères nouveau-nés, la mise en place de l'attachement met en jeu un autre facteur crucial : la **tétée**. Cette dernière déclenche la distension gastrique, comme n'importe quel repas, que le cerveau associe ici aux indices sensoriels de la mère.



Que l'on considère la mère ou le jeune, la mise en place de l'attachement met en jeu des réseaux neuronaux comme celui de la **mémoire** et le système endocrinien avec une hormone clef, l'**ocytocine**. Elle est libérée chez le jeune par la tétée, et chez la mère par la stimulation génitale et la stimulation de la mamelle. Cette hormone est synthétisée par des

neurones localisés principalement dans les noyaux **paraventriculaire** et **supraoptique** de l'hypothalamus. Les axones de ces neurones vont jusqu'à l'hypophyse et libèrent l'ocytocine dans le sang. D'autres neurones vont agir sur certaines régions du cerveau comme l'**aire préoptique** et l'**amygdale** qui contiennent des récepteurs à l'ocytocine.

Realisation et Impression : Imprimerie G&P - Illustration : S. Fourrier - Photos : Gettyimages - Conception : M. Bélier - S. Levy - S. Nivard - M. Sandoz - S. Chailion - M. Dantigny - Y. Tillier
Contact : mouches.bélier@gmail.com, hpa.fr - frederic.lavigne@hpa.fr - clement.mouches@gmail.com, hpa.fr



Panneau 10

UN CERVEAU POUR APPRENDRE ET SE SOUVENIR

Depuis les mollusques jusqu'à l'Homme, tous les animaux sont capables d'**apprendre** et de **mémoriser** des informations. Ces capacités d'apprentissage et de mémoire sont essentielles à la **survie** de l'animal lorsqu'il doit choisir un aliment, reconnaître un danger ou ses congénères, ou retrouver son habitat.

LE SAVIEZ-VOUS ?

Chez l'Homme, comme chez l'animal, la mémorisation des informations dépend du niveau d'attention ou d'état de l'individu, de son état émotionnel et de sa motivation (ou de son envie) à apprendre !

La mémoire est une notion complexe. Elle est définie comme « la faculté qui permet d'encoder, stocker et rappeler des expériences passées » et comme « l'ensemble des mécanismes par lesquels une expérience peut modifier un comportement ultérieur ». Plusieurs types de mémoire ont été identifiés.

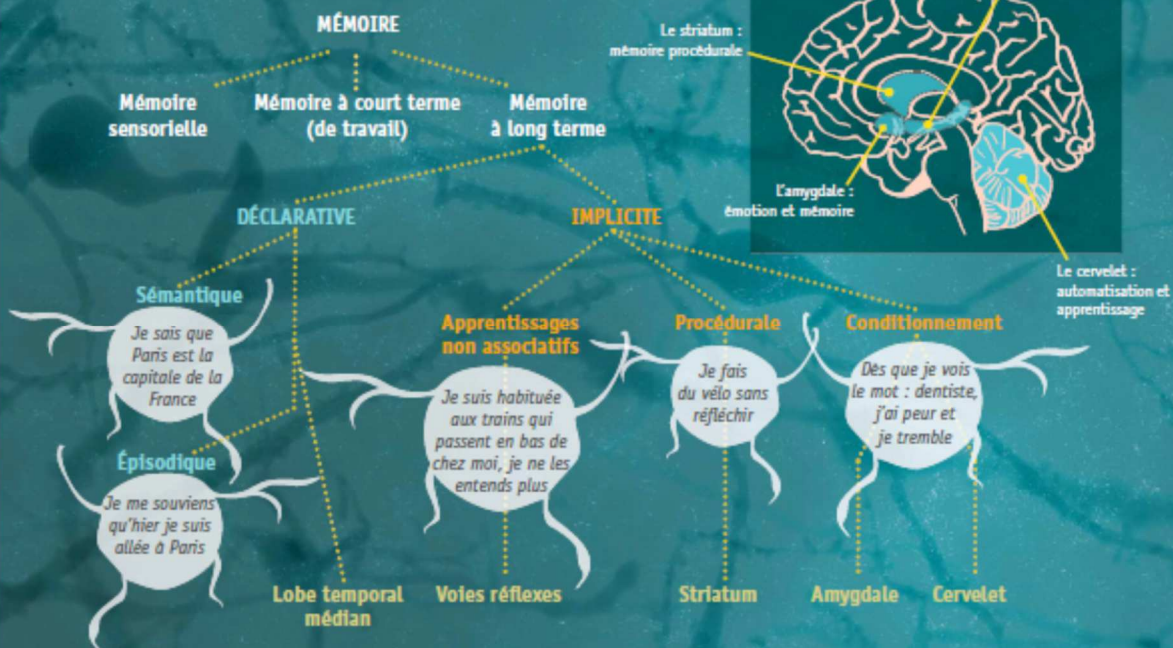
Dans le cas de la **mémoire sensorielle**, le processus de mémorisation est très rapide (moins d'une seconde), les informations détectées par les cinq sens sont perçues et stockées automatiquement.

Dans d'autres cas, les informations sont stockées dans ce que l'on appelle la **mémoire de travail**. Chez l'Homme cette forme de mémoire consiste à retenir une information sur une durée très courte (moins d'une minute), on l'appelle aussi la **mémoire à court terme**.

Lorsque l'information est retenue plus longtemps (quelques jours voire toute une vie), on parle de **mémoire à long terme**. Chez l'Homme, elle est dite **déclarative** lorsqu'il s'agit de stocker et de rappeler de façon consciente des connaissances sur soi et le monde extérieur, et elle est dite **implicite** lorsque les informations sont stockées et rappelées de façon non consciente. Des études de neuroanatomie ont montré que tous ces types de mémoire impliquent différentes régions cérébrales.

On a longtemps pensé que certains types de mémoire, comme la **mémoire épisodique**, étaient spécifiques à l'Homme. Toutefois, il semble bien que bon nombre d'espèces possèdent les mêmes systèmes de mémoire que nous.

L'hippocampe : formation et consolidation des souvenirs



Realisation et Impression : Imprimerie La Cité - Illustration : S. Roussel - Conception : L. Collobert - C. Arnold - M. Berthel - C. Chabaz - M. Chavigny - F. Tillet - Contact : info@collobert-arnold.com

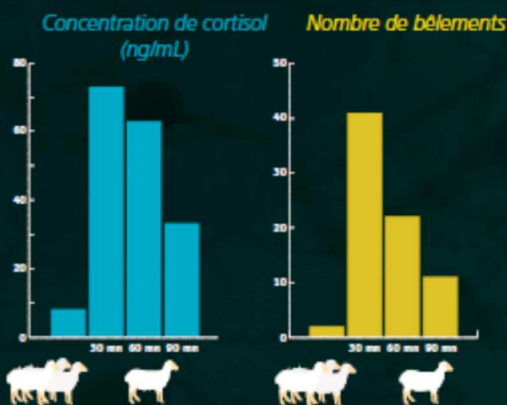


Panneau 11

QUE D'ÉMOTION !

Dès la fin du XIX^e s., Charles Darwin constate que les émotions exprimées par des animaux d'espèces différentes se ressemblent. Il considère que l'émotion est **universelle** et qu'elle permet à chaque être vivant de **s'adapter** et de **survivre**.

À la question « est-ce que les animaux ressentent des émotions ? » la plupart des personnes interrogées répond « oui » en pensant au chat qui ronronne. Et en pensant aux mouches, quelle serait leur réponse ?



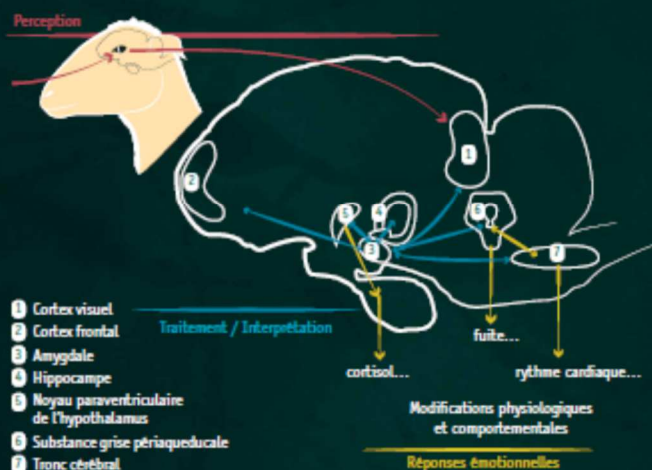
Les moutons sont des animaux sociaux et grégaires, ils vivent en groupe. Dès qu'ils sont seuls, ils expriment des émotions négatives caractérisées par une augmentation de la concentration de cortisol dans le sang et du nombre de bêlements.

L'émotion est une réponse **affective intense** et de **courte durée**, provoquée par un événement particulier. Elle est le fruit de processus mentaux complexes. Alors que l'être humain est capable de dire quelle émotion il ressent, l'animal ne le peut pas. Il faut donc mesurer les **modifications physiologiques** (rythme cardiaque, concentration du cortisol...) et **comportementales** (fuite, vocalisations...) pour évaluer leurs émotions. Parmi celles observées chez les animaux, il y a la **peur** : la proie qui fuit ou qui fait le mort face à son prédateur. Les comportements agressifs peuvent être considérés comme de la **colère** : le loup qui montre les crocs pour défendre son territoire. Les comportements de léchage, de toilettage... renseignent sur l'état d'apaisement, de **plaisir** peut-être même de **joie**.

LE SAVIEZ-VOUS ?
Pourquoi se remémore-t-on facilement d'une victoire sportive, d'une chute de vélo... ? Ces souvenirs sont plus facilement mémorisés parce qu'ils sont riches en émotions. Sans oublier que certaines émotions impliquent des structures cérébrales comme l'amygdale.

LE RÉSEAU NEURONAL DES ÉMOTIONS

Les structures cérébrales associées aux cinq sens ❶ jouent un rôle important dans la naissance des émotions puisqu'elles permettent la **perception** de l'environnement. Ces informations sont traitées et interprétées par des structures cérébrales comme le **cortex frontal**, l'**amygdale** ❷ et l'**hippocampe** ❸ avant de produire des réponses émotionnelles contrôlées par d'autres structures comme le **noyau paraventriculaire de l'hypothalamus** ❹ (cortisol), la **substance grise périaqueducale** ❺ (vocalisations) et le **tronc cérébral** ❻ (rythme cardiaque).



Les modèles anatomiques



Modèle anatomique des fonctions du cerveau humain, en 8 parties

La coupe médiane de ce modèle neuro-anatomique présente sur la moitié droite les champs de représentation du cortex cérébral avec des couleurs différenciées.

La moitié gauche, également différenciée par des couleurs, montre :

- la région précentrale et postcentrale
- les aires de Broca et Wernicke
- la circonvolution de Heschl
- les nerfs du cerveau
- les ventricules

Les deux moitiés se démontent comme suit :

- front avec lobes pariétaux
- tempes avec lobes occipitaux
- moitié du tronc cérébral
- moitié du cervelet

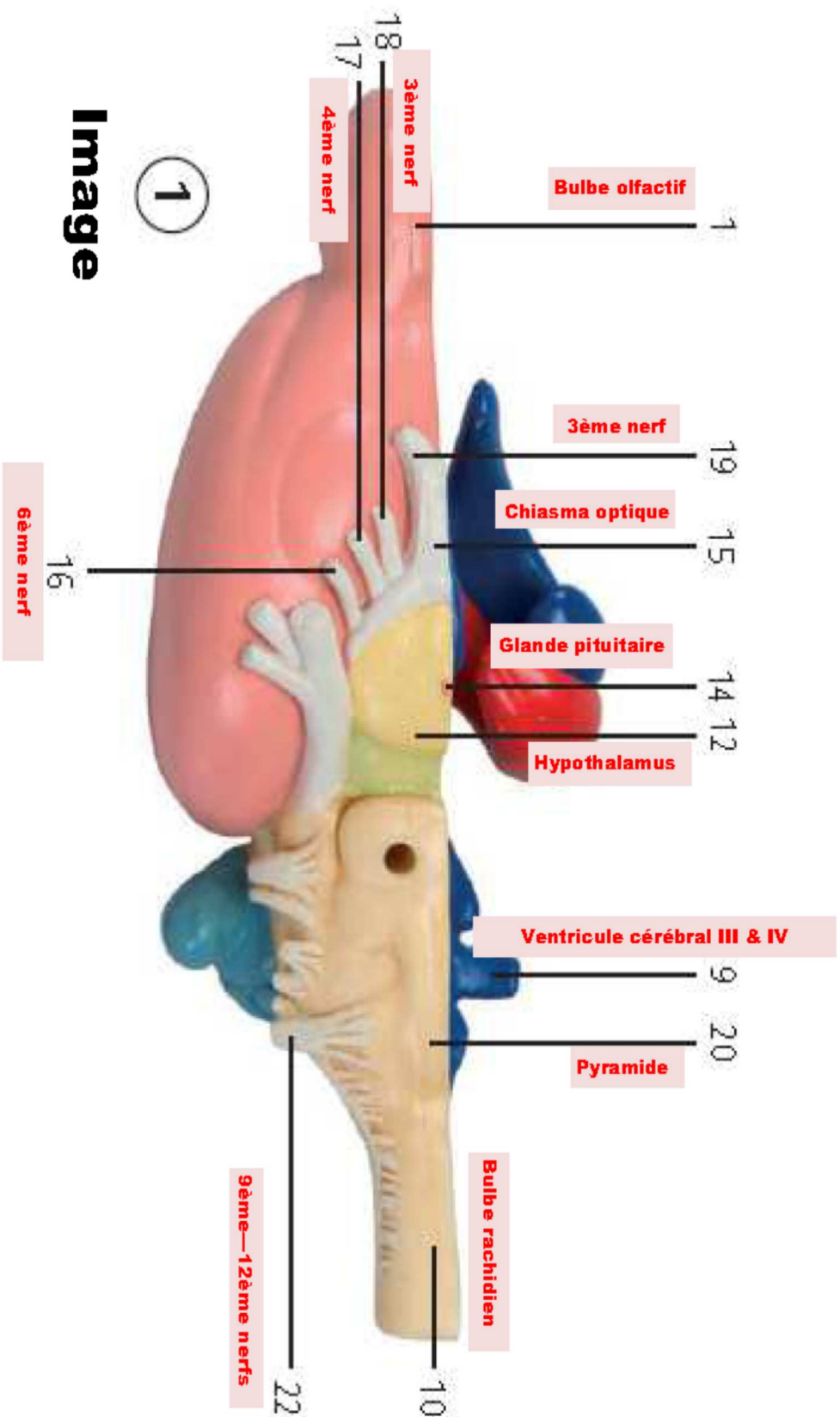


Cerveau de rat pour anatomie comparée

Le modèle montre le cerveau d'un rat agrandi environ 6 fois. Le modèle est démontable en deux moitiés grâce à une coupe sagittale.

La **moitié droite** du modèle montre tant les structures de l'encéphale (Cerebrum), du cervelet (Cerebellum) et du tronc cérébral (Truncus cerebri) de l'extérieur qu'en coupe sagittale médiane qui, pour des raisons didactiques, sont délimitées par différentes couleurs (encéphale (Cerebrum) = rose, cervelet (Cerebellum) = bleu, tronc cérébral (Truncus cerebri) = jaune).

La **moitié gauche** du modèle est en grande partie transparente et permet d'examiner le ventricule latéral gauche et l'hippocampe représentés en couleur qui sont également visibles en coupe sagittale médiane. A des fins de comparaison se trouvent sur le socle un moule naturel du cerveau d'un rat ainsi qu'une illustration didactique d'une réduction d'un cerveau humain en coupe médiane sagittale dont les différentes régions sont représentées en couleur de la même manière.



Image

Cerveau du rat pour anatomie comparative

Pour approfondir l'exposition...

L'exposition est un bon moyen pour mettre en valeur les ouvrages concernant un thème particulier... et donner envie de les consulter ! Il est donc indispensable de contacter votre animateur réseau pour qu'il vous fournisse des ouvrages en lien avec la thématique de l'exposition. À partir de ces ressources, il est possible de construire une programmation qui animera votre bibliothèque et permettra à vos lecteurs d'accéder à des connaissances à travers différents supports (comme un quiz par exemple). Pour cela, voici quelques pistes d'animations envisageables que vos idées, connaissances, etc., pourront enrichir.

-SUR INTERNET *(en vert clair: liens internet actifs)*

- Les vidéos TED (*Technology, Entertainment and design*), par exemple Michael Merzenich : « recâbler le cerveau »

http://www.ted.com/talks/michael_merzenich_on_the_elastic_brain?language=fr

- Émissions sur le site de France culture : « le cerveau a-t-il un sexe? » (Catherine Vidal) <http://www.franceculture.fr/emission-la-grande-table-1ere-partie-le-cerveau-a-t-il-un-sexe-2012-11-16>

le cerveau dans le ventre <http://plus.franceculture.fr/le-cerveau-dans-le-ventre>

- Ce que jouer de la musique fait à notre cerveau (en anglais) <http://trendinghot.tv/what-playing-a-musical-instrument-does-to-your-brain/>

Une association d'aide à la sélection de livres scientifiques, A fond la science <http://www.afondlascience.fr/>

- Ma thèse en 180 s : beaucoup de vidéos sont accessibles sur des sujets variés (scientifiques ou pas) - <http://mt180.fr/>

- Blog auquel collabore Laurent Alexandre (Doctissimo) : Intelligence Artificielle et Transhumanisme : vidéo « Hacker le cerveau »

<http://iatranshumanisme.com/2015/02/07/hacker-le-cerveau-la-menace-ultime-par-le-docteur-laurent-alexandre/>

• **Article de presse** : les Echos /4 sept 2015 : La méditation validée par les neurosciences http://www.lesechos.fr/04/09/2015/lesechos.fr/021305306394_la-meditation-validee-par-les-neurosciences.htm

• **Universcience.tv** (vidéos courtes) – Cité des sciences et de l'industrie + Palais de la découverte - <http://www.universcience.tv/>

- PISTES D'ANIMATIONS

• La semaine du cerveau : du 14 au 20 mars 2016 - <http://www.semaineducerveau.fr>

• La magie : le mentalisme, qu'est-ce que c'est ?

• Ou encore : rencontrer un prestidigitateur, pour lui faire parler des impressions visuelles, des techniques de l'illusion...

(Cie le Phalène – Paris) <http://www.lephalene.com>

• Rencontre avec un médecin, un hypnotiseur...

• Jeux d'illusions d'optique

- DES CONTACTS LOCAUX

• INRA - Nouzilly - <http://www.val-de-loire.inra.fr/>

• Centre-sciences : les mardis de la science, la fête de la science, édite une newsletter http://www.agence-vert.com/newsletter_centre_sciences/index.php

• Museum d'histoire naturelle de Tours - <http://www.museum.tours.fr/>

• Les petits débrouillards 37, allée de Lombardie à Tours
(Contact.centre@lespetitsdebrouillards.org) - <http://www.lespetitsdebrouillards.org>

• L'Université de Tours - <http://www.univ-tours.fr/>

• CNRS (Orléans) - <http://www.cnrs-orleans.fr>

• CHU Bretonneau : service qui travaille sur l'autisme (par exemple) - <http://www.chu-tours.fr/centre-ressources-autisme-cra/>

QUELQUES LIVRES

DOCUMENTAIRES

-C3RV34U/ sous la direction de Stanislas Dehaene

La Martinière, 2014

Publiée à l'occasion de l'exposition permanente à la Cité des sciences et de l'industrie, cette étude se fonde sur les récentes découvertes scientifiques et techniques, particulièrement en neuro-imagerie, pour expliquer l'organisation et le fonctionnement du cerveau.

-Embrasser le ciel immense : le cerveau des génies : témoignage/ Daniel Tammet

Editions J'ai Lu, Paris, 2011

Génie des chiffres et des langues, l'Anglais D. Tammet souffre du syndrome d'Asperger, forme particulière de l'autisme, et de la synesthésie. Il livre ses réflexions sur le cerveau et l'intelligence, la mémoire, la créativité, le langage et la perception, et formule des hypothèses sur l'évolution future.

-Entraînez et préservez votre cerveau/ Professeur Nicolas franck

Odile Jacob, 2013

Les moyens d'améliorer la vitalité cérébrale sont présentés avec des exercices et activités préventives ou curatives pour modifier les capacités du cerveau.

-Les pouvoirs de l'esprit : transformer son cerveau, c'est possible !/ Michel, Le Van Quyen

Flammarion, 2015

A la découverte des neurones miroirs, du cerveau virtuel, des pouvoirs de l'hypnose, pour mieux connaître les capacités de cet organe et les manières de le transformer. L'auteur souligne l'importance de ces découvertes du point de vue de l'épanouissement personnel.

-Les sens trompés : des anomalies du cerveau aux comportements étranges/ Patrick,Verstichel

Pour la science, 2013

Recueil d'articles publiés par l'auteur, neurologue, dans la rubrique "Le cas clinique" du magazine Cerveau & Psycho. Certains comportements étranges ont une cause neurobiologique, et l'auteur mène l'enquête pour comprendre quelle est la lésion cérébrale qui en est responsable.

-Votre cerveau n'a pas fini de vous étonner/ Patrice, Van Eesel

Le Livre de poche, 2014

Une présentation des dernières découvertes récentes sur le cerveau, à travers des entretiens avec des spécialistes en psychiatrie et en neurologie. Ils démontrent notamment la capacité du système nerveux central à se reconstituer ou à entrer en résonance avec autrui.

LITTÉRATURE

-La mémoire d'une autre/ Mélanie Rose

Archipoche, 2014

Amnésique suite à un accident survenu pendant une tempête de neige, une jeune femme est recueillie par Vincent, qui vit avec sa fille de 6 ans. Cette dernière lui annonce qu'elle a été prévenue de son arrivée par sa grande soeur, Ambre, décédée 2 ans plus tôt. Plus tard, soumise à une séance d'hypnose, la jeune femme raconte des souvenirs qui semblent dater de l'époque victorienne. Premier roman.

-L'Ultime secret/ Bernard, Werber

Le Livre de poche, 2007

Après la mort mystérieuse du médecin Samuel Fincher, une journaliste enquête sur sa disparition, arrive à la clinique psychiatrique où il travaillait et découvre l'existence d'un club dont les membres n'ont qu'un but, la recherche du plaisir.

-Le vieux roi en son exil/ Arno Geiger

Gallimard, 2012

Sous forme de récit biographique, l'auteur raconte les visites à son père qui souffre de la maladie d'Alzheimer. Il décrit les gestes du quotidien, la désorientation, les discussions souvent absurdes mais aussi les moments de partage et de tendresse, malgré la barrière que dresse la maladie.

-Corps désirable/ Hubert Haddad

Zulma, 2015

Alors qu'un neurochirurgien tente de transplanter la tête d'un homme sur le corps d'un autre, le journaliste Cédric Allyn-Weberson perd l'usage de son propre corps dans un accident. Cela remet en question la liaison amoureuse et charnelle qu'il vit avec Lorna. Un récit qui interroge le désir, l'amour et l'identité.

LITTÉRATURE JEUNESSE

-Madame Cerise et le trésor des pies voleuses/ Sandra Poirot-Chérif

Rue du Monde, 2014

Madame Cerise s'aperçoit qu'elle n'a plus ses clés de voiture une fois ses courses terminées. En rentrant à pied, elle a oublié le repas du soir, une pizza, sur un banc public. Elle n'a plus sa tête et s'inquiète de ne plus reconnaître sa famille. Son mari, triste, lui confectionne alors une robe à volets pour qu'elle se souvienne, avec l'adresse de la maison, des photos de famille, etc.

-Un ordi dans ma tête/ Angèle Delaunois

De l'Isatis, 2012

Le sympathique professeur Ombilic reprend du service pour répondre aux sérieuses questions des enfants. Cette fois-ci, le gentil guide des petits est de retour pour leur expliquer le fonctionnement complexe de leur cerveau. Comme toujours, le prof Ombilic utilise des mots simples mais justes, des descriptions pertinentes et des comparaisons qui ont une résonance dans l'univers des enfants. De l'intention jusqu'à l'action en passant par la transmission de l'information, les neurones et les nerfs, les petits sauront tout sur cet extraordinaire ordinateur qu'est le cerveau.

Vice-Versa/ Disney Pixar

Hachette jeunesse-disney, 2015

Riley, 12 ans, vient d'emménager avec sa famille à San Francisco. Elle est guidée par ses émotions, Joie, Peur, Colère, Dégoût et Tristesse, qui vivent au Quartier général, le centre de contrôle de l'esprit de Riley.

BANDE DESSINÉE

- La tête en l'air/ Paco Roca

Delcourt, 2013

Emile est placé par sa famille dans une résidence pour troisième âge, à la suite de sa dernière crise d'Alzheimer. Il apprend à connaître les autres patients et découvre la routine des médicaments et le quotidien des lieux.

- La parenthèse/ Elodie, Durand

Delcourt, 2010

Un témoignage sur le long travail de mémoire d'une jeune fille de 20 ans pour réapprendre à vivre. Ce récit évoque la maladie et une convalescence très longue pour retrouver un quotidien et des souvenirs. Prix BD des lecteurs de Libération et Virgin Megastore 2011. Prix Révélation 2011 (Festival international de la bande dessinée d'Angoulême).

- Mon quotidien dans le coma : quand vous pensiez que j'étais mort/ Matthieu Blanchin

Futuropolis, 2015

Témoignage de l'auteur sur son opération d'une tumeur au cerveau et sur son difficile retour à la vie. Un voyage intérieur et sensoriel au fil de ses douleurs, de ses tourments, de ses rêves et de son quotidien, partagé entre sa famille, ses visites médicales et son incapacité à reprendre le dessin.

- Neurocomix : voyage fantastique dans le cerveau/ Hana Ros, Matteo Farinella

Dunod, 2014

En se baladant, un homme tombe sous le charme d'une jeune femme. Au gré de l'aventure, les savants qui ont jalonné l'histoire des neurosciences expliquent les mécanismes et les réactions qui se déroulent dans le cerveau du héros.

ORGANISER UNE RENCONTRE-DÉBAT...

Quelques films

FICTIONS

***1984** / réalisé par Michael Radford
1984 - 113 minutes

***AMOUR** / réalisé par Michael Hanneke
2012 - 127 minutes

***ETERNAL SUNSHINE OF THE SPOTLESS MIND** / réalisé
par Michael Gondri
2004 - 108 minutes

***L'HOMME AUX DEUX CERVEAUX** / réalisé par Carl Reiner
1983 - 93 minutes

***L'ILE DU DOCTEUR MOREAU** / réalisé par Erle C. Kenton
1932 - 67 minutes

***LIMITLESS** / réalisé par Neil Burger
2011 - 105 minutes

***LOOKER** / réalisé par Michael Crichton
1981 - 93 minutes

***MEMENTO** / réalisé par Christopher Nolan
2000 - 108 minutes

***METROPOLIS** / réalisé par Fritz Lang
1927 - 210 minutes

***ONDE DE CHOC** / réalisé par Nico Mastorakis
1984 - 95 minutes

***ORANGE MECANIQUE** / réalisé par Stanley Kubrick
1971 - 136 minutes

***SHUTTER ISLAND** / réalisé par Martin Scorsese
2010 - 137 minutes

***SOUDAIN L'ÉTÉ DERNIER** (téléfilm) / réalisé par Joseph L. Mankiewicz
1960 - 95 minutes

***VOL AU DESSUS D'UN NID DE COUCOU** / réalisé par Milos Forman
1976 - 129 minutes

***WILL HUNTING** / réalisé par Gus Van Sant
1998 - 126 minutes

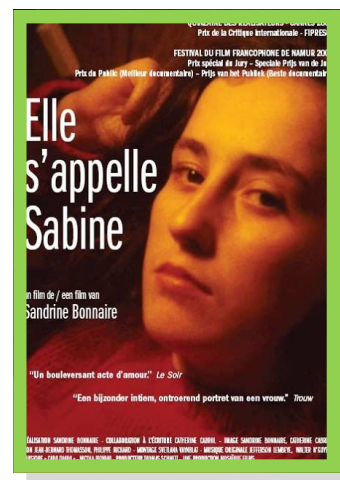
FILM DOCUMENTAIRE

•ELLE S'APPELLE SABINE

Un film réalisé par Sandrine Bonnaire

2008 - 85 minutes

Un portrait de Sabine Bonnaire, autiste, réalisé par sa soeur la plus proche. Récit de son histoire à travers des archives personnelles, filmées par la comédienne sur une période de 25 ans, et témoignage de sa vie aujourd'hui dans une structure adaptée. Le documentaire évoque une personnalité attachante dont le développement et les dons multiples ont été broyés par un système de prise en charge défaillant. Après un passage tragique de cinq longues années en hôpital psychiatrique, Sabine reprend goût à la vie, même si ses capacités restent altérées, dans un foyer d'accueil en Charente.



FILMS ANIMATION & JEUNESSE



***MARY & MAX (à partir de 14 ans)**

Un film réalisé par Adam Elliott

2009 - 92 minutes

Sur plus de vingt ans et d'un continent à l'autre, Mary et Max raconte l'histoire d'une relation épistolaire entre deux personnes très différentes : Mary Dinkle, une fillette de 8 ans joufflue et solitaire, vivant dans la banlieue de Melbourne, en Australie, et Max Horowitz, un juif obèse de 44 ans, atteint du syndrome d'Asperger et habitant dans la jungle urbaine de New York.



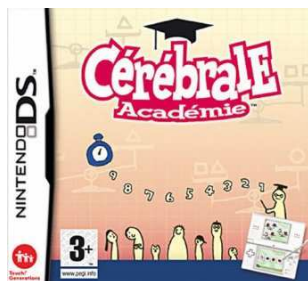
*VICE -VERSA (à partir de 3 ans)

Un film réalisé par Pete Docter

2015 - 95 minutes

Au Quartier Général, le centre de contrôle situé dans la tête de la petite Riley, 11 ans, cinq Émotions sont au travail. À leur tête, Joie, débordante d'optimisme et de bonne humeur, veille à ce que Riley soit heureuse. Peur se charge de la sécurité, Colère s'assure que la justice règne, et Dégoût empêche Riley de se faire empoisonner la vie – au sens propre comme au figuré. Quant à Tristesse, elle n'est pas très sûre de son rôle. Les autres non plus, d'ailleurs... Lorsque la famille de Riley emménage dans une grande ville, avec tout ce que cela peut avoir d'effrayant, les Émotions ont fort à faire pour guider la jeune fille durant cette difficile transition. Mais quand Joie et Tristesse se perdent accidentellement dans les recoins les plus éloignés de l'esprit de Riley, emportant avec elles certains souvenirs essentiels, Peur, Colère et Dégoût sont bien obligés de prendre le relais. Joie et Tristesse vont devoir s'aventurer dans des endroits très inhabituels comme la Mémoire à long terme, le Pays de l'Imagination, la Pensée Abstraite, ou la Production des Rêves, pour tenter de retrouver le chemin du Quartier Général afin que Riley puisse passer ce cap et avancer dans la vie...

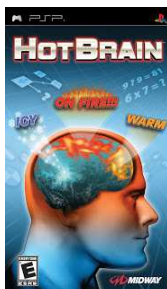
-JEUX



*CÉRÉBRALE ACADEMIE

(Big Brain Academy)

Cérébrale Académie est un jeu vidéo de réflexion sorti sur Nintendo DS en 2005 au Japon et en 2006 dans le reste du monde. Une suite, Cérébrale Académie Wii, est sortie sur Wii.



*HOT BRAIN

Hot Brain est un jeu vidéo de réflexion sorti en 2007 sur PlayStation Portable. Le jeu a été développé et édité par Midway.

SONY PSP



Direction Déléguée du Livre et de la Lecture Publique

165, rue des Douets
37100 TOURS

Tel : 02-47-54-74-02

Fax : 02-47-39-72-92

www.lirentouraine.com