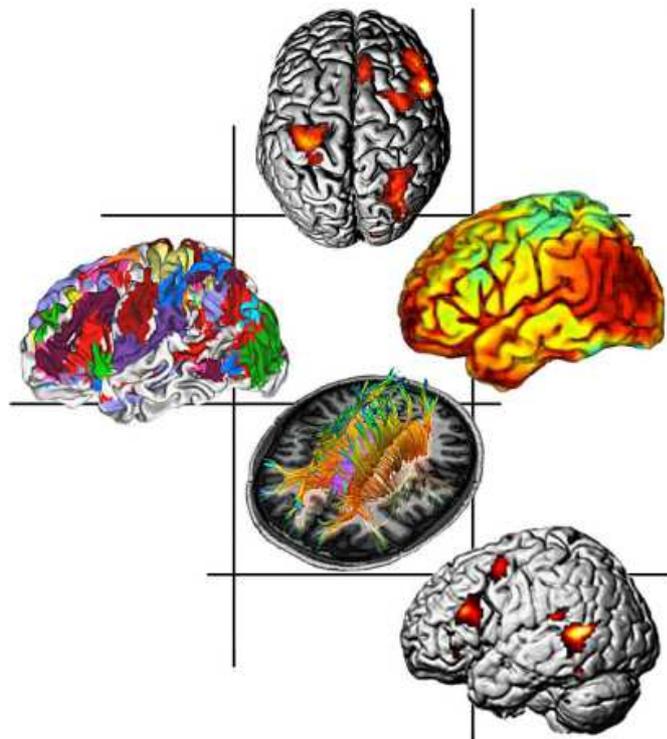


C3RV34U, L'EXPO NEUROLUDIQUE

Dossier pédagogique Enseignants de collège-lycée



Département Education et Formation
Cité des sciences et de l'industrie
30 avenue Corentin Cariou
75019 Paris
www.cite-sciences.fr/enseignants

2014



SOMMAIRE

C3RV34U, l'expo neuroludique est une **exposition permanente** sur le **cerveau humain** et les **neurosciences cognitives**. Elle est accueillie à la Cité des Sciences et de l'Industrie à partir du 16 septembre 2014. Elle invite le visiteur à prendre conscience des performances et des limites du cerveau humain au regard des connaissances que nous en avons.

1. Liens avec les programmes scolaires
2. Présentation de l'exposition
3. Présentation des offres de médiation humaine en lien avec l'exposition
4. Quelques rappels notionnels en neurosciences
5. Les conceptions dans l'enseignement scientifique
6. Ressources
7. Informations pratiques

COLLEGE

4^{ème} – SVT

Thème: Relations au sein de l'organisme

Les élèves découvrent la notion de communication nerveuse par les exemples concrets des liens entre organes sensoriels, muscles et notre système nerveux. Ils comprennent comment l'information se transmet depuis l'organe sensoriel récepteur de l'information vers le centre nerveux qui va traiter l'information, et organiser la réponse musculaire adéquate. Cette boucle de fonctionnalités met en évidence l'organisation du système nerveux.

Mots clef en lien avec l'exposition : système nerveux, neurone, connexion nerveuse, nerf, organe sensoriel, perception

LYCEE

Seconde – SVT

Thème : Corps humain et santé : l'exercice physique

A travers l'exemple de l'étude de la pression artérielle, les élèves comprennent le fonctionnement d'une boucle de régulation nerveuse. Ils identifient les différents éléments de cette boucle : capteurs, transmission de l'information, centre d'analyse et de traitement, régulation.

Mots clef en lien avec l'exposition : neurone, signal électrique, récepteur, nerf

Seconde - Enseignement d'exploration _ MPS

Thème : Science et oeuvres d'art

Au travers des thèmes des arts de l'espace, ou de la photographie et du cinéma, les élèves abordent la notion d'image et de sa perception.

Mots clef en lien avec l'exposition : vision, perception, illusion d'optique, persistance rétinienne

Thème: Science et vision du monde

Les élèves décomposent la chaîne de traitement de l'information par le cerveau au travers du cas de la vision.

Mots clef en lien avec l'exposition : vision, perception, traitement cérébral, illusion sensorielle

Seconde – Accompagnement personnalisé

Dans le prolongement de l'accompagnement éducatif, cet accompagnement personnalisé vise à soutenir l'élève pour le rendre autonome, mais aussi à le conseiller et à le mettre sur la voie de méthode de travail, de réflexion, de mémorisation plus pertinentes, plus efficaces.

1^e ES/L - ENSEIGNEMENT SCIENTIFIQUE

Thème : Représentation visuelle

Les élèves étudient le système de la vision, depuis l'organe récepteur de l'information – l'œil – jusqu'au traitement de l'information par le cerveau. Cet exemple permet d'aborder les différents photorécepteurs au niveau de la rétine, l'organisation anatomique des voies visuelles qui permettent la transmission de l'information au cerveau, puis son traitement au niveau du cortex visuel. Les mécanismes cellulaires impliqués sont également étudiés ainsi que la notion de plasticité cérébrale.

Mots clef en lien avec l'exposition : Cortex visuel, vision, aire cérébrale, plasticité cérébrale, neurone, synapse, neurotransmetteur

1^e S - SVT

Thème : De l'œil au cerveau : quelques aspects de la vision

Les élèves étudient le système de la vision, depuis l'organe récepteur de l'information – l'œil – jusqu'au traitement de l'information par le cerveau. A l'échelle cellulaire, les élèves devront comprendre l'organisation du système de réception de l'information, et l'organisation des voies neuronales jusqu'au niveau du cortex. L'analyse de l'information reçue fait participer plusieurs aires cérébrales distinctes, nécessitant une collaboration entre les fonctions visuelles et la mémoire. Cet exemple illustrera le phénomène de plasticité cérébrale et son importance dans l'établissement de différentes fonctions cognitives.

Mots clef en lien avec l'exposition : neurone, photorécepteur, aire cérébrale, vision, perception, cortex, mémoire, plasticité cérébrale

Terminale S – SVT

Thème - Corps humain et santé / Neurone et fibre musculaire : la communication nerveuse

Au travers de l'étude de la boucle de réflexe myotatique, les élèves vont pouvoir acquérir les connaissances indispensables concernant le neurone et la synapse. Ils étudient le fonctionnement du neurone, de la conduction du potentiel d'action, et du fonctionnement de la jonction synaptique. L'étude du mouvement volontaire va permettre aux élèves d'aborder le système nerveux central et son rôle de contrôle, via des aires cérébrales spécialisées. Enfin l'étude de cas de lésions cérébrales touchant aux fonctions motrice va permettre d'aborder la notion de plasticité cérébrale, qui explique aussi la grande variabilité d'organisation du cerveau entre les individus, fruit à la fois du développement de l'organe dès la vie embryonnaire, de l'apprentissage et de l'entraînement.

Mots clef en lien avec l'exposition : Neurone, synapse, potentiel d'action, neurotransmetteur, cortex, aire cérébrale, plasticité cérébrale, variabilité.

2. Présentation de l'exposition

LE PROPOS DE L'EXPOSITION

L'exposition « C3rv34u, une expo neuroludique » offre 800m² d'expériences et tests pour tous les âges et nous amène à sonder les performances de notre cerveau et les mystères de son fonctionnement à la lumière des neurosciences.

L'exposition ouvre le champ de la connaissance de cet organe extrêmement complexe et dévoile quelques uns des mécanismes de l'apprentissage à travers des activités ludiques et interactives.

Qu'avez-vous dans la tête ? Que s'y passe-t-il lors de l'acquisition d'un savoir ? Lors d'une interaction sociale ? Quand nous sommes assaillis par des émotions ?

Le visiteur se laisse surprendre en découvrant comment son cerveau ressent, réagit, apprend, lit, compte et traite une multitude d'informations...

DUREE ESTIMEE DE LA VISITE : 1H30

DESCRIPTION DE L'EXPOSITION

Le visiteur entre dans l'exposition par un vestibule aux airs de cabinet de curiosités. Il y découvre toute sorte d'objets en lien avec le cerveau. Il est invité à s'étonner de la complexité et de ses propres capacités cérébrales. « Qu'avons-nous dans la tête? » La question est posée.

La première salle nous interpelle par des chiffres clés : la masse du cerveau, ses besoins énergétiques, la vitesse à laquelle circule l'information dans le système nerveux...

Un peu plus loin, on constate que les connexions du cerveau avec le reste du corps révèlent un lien étroit entre système nerveux central et périphérique. Par l'intermédiaire d'écrans on passe de la naissance aux étapes de son développement depuis le stade embryonnaire jusqu'à l'homme adulte, en soulignant le caractère unique de cet organe, même chez deux jumeaux ! Des coupes de cerveaux lors d'une mise en activité révèlent l'existence de zones spécifiques aux rôles bien déterminés ; quelques maquettes illustrent les protections dont bénéficie le cerveau et ce qu'on trouve à l'intérieur.

En continuant la visite on pénètre un peu plus profondément dans son anatomie en suivant un jeu de tableaux et d'écrans lumineux, cette fois présentant les cellules qui composent cet organe. On part ensuite à la découverte des techniques d'imagerie médicale et d'un cerveau toujours en action.

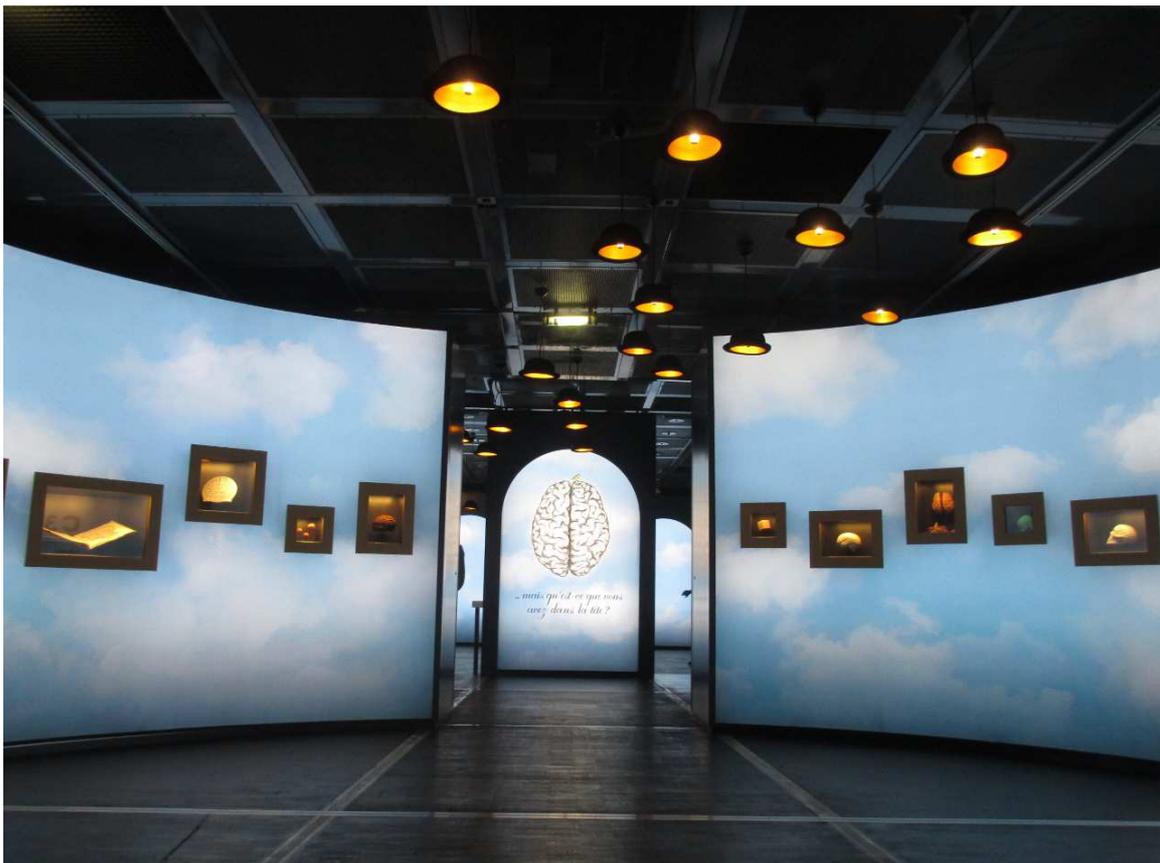
La seconde partie de l'exposition présente quelques exemples de la richesse et de la diversité des capacités de notre cerveau. Jamais totalement au repos, il va réceptionner les informations en provenance du monde qui nous entoure, les analyser, pour ensuite mettre en place les réactions adéquates, stocker et mémoriser l'expérience vécue, prendre des décisions conscientes...

Quatre volets sont illustrés au travers de jeux inspirés d'expériences de laboratoire : *Fait pour apprendre, Voir avec son cerveau, Décider pour agir* et *En toute conscience* ?

Focus « Voir avec son cerveau »

Le système visuel fait l'objet de nombreuses études, en particulier parce que l'œil est la partie la plus accessible du cerveau. Grâce à cet exemple, de nombreuses capacités de notre cerveau peuvent être illustrées de façon concrète : développement par l'expérience d'un système immature à la naissance, capacité de traitement de l'information, stratégies de codage, capacité d'interprétation, et de gestion de la multiplicité des informations reçues... Un ensemble d'éléments muséographique permettra aux élèves d'appréhender la complexité de ce système.

Dans une troisième partie, l'exposition présente la dimension sociale de notre cerveau. Nous sommes des êtres sociaux et dès la naissance, notre cerveau est préorganisé pour cette vie en société qui nécessite des fonctionnalités spécifiques : reconnaître des visages, interpréter les intentions d'autrui, coopérer... Ces capacités relationnelles reposent sur des structures spécifiques, aussi bien des circuits neuronaux que des substances chimiques. Un grand film en forme de clin d'œil nous permet de découvrir ces fonctionnalités particulières. (Durée 20 min)



3. Offres complémentaires

Médiation humaine

Vous pouvez compléter votre visite en réservant un atelier présenté par un médiateur scientifique.

LA MEMOIRE EN QUESTIONS De la 6e à la terminale

A l'aide d'expériences ludiques et de séries de jeux faisant appel aux différents sens, les élèves découvrent les différents types de mémoire (à court terme, à long terme), comprennent les divers fonctionnements mis en œuvre et apprennent à mieux les utiliser. Le médiateur complète également par des informations sur l'anatomie du cerveau, son fonctionnement physiologique, et certains mécanismes cellulaires.

Cet atelier permet aux élèves de :

- découvrir les différents types de mémoire et leurs caractéristiques
- expérimenter des outils et méthodes pour mieux utiliser sa mémoire
- comprendre les bases physiologiques de la mémoire, et la notion de plasticité cérébrale

CERVEAUX SOUS INFLUENCE De la 4e à la terminale

Plaisir, survie, dépendance... Que se cache-t-il derrière nos comportements ? De l'échelle d'un individu à celle des neurones, que se passe-t-il dans notre cerveau ? D'où vient le plaisir procuré par ces comportements ? À travers des extraits de fictions, les élèves identifient les caractéristiques des addictions et découvrent leurs origines neurologiques.

Cet atelier permet aux élèves de :

- Découvrir le fonctionnement et le rôle du circuit de la récompense
- Comprendre comment le circuit de la récompense dirige nos comportements
- Identifier les dérèglements physiologiques de la dépendance avec ou sans substance
- Mettre en évidence la variabilité individuelle (génétique, histoire personnelle, âge) et le contexte social (rencontres, accès au produit) liés au risque de dépendance

Animé par un médiateur scientifique.

Adapté au niveau de vos élèves.

Durée 45 min.

Autres expositions

L'HOMME ET LES GENES De la 6^e à la terminale

Cette exposition explore en quatre parties l'histoire de la génétique, le rôle des gènes à différents niveaux de notre fonctionnement, et les enjeux liés à ces découvertes dans le domaine des biotechnologies et aux questions de société que soulèvent ces nouvelles connaissances. La seconde partie – La part des gènes – nous questionne sur la part jouée les gènes dans la construction de notre identité d'humain, à la fois tous semblables et tous différents ? Cette exposition nous entraîne du monde microscopique des gènes, inaccessible aux sens, à celui où leurs potentialités s'expriment.

JEUX DE LUMIERE Du CM1 à la terminale

Dans une ambiance feutrée, l'exposition plonge le visiteur dans le monde fascinant de la vision, et en particulier la perception de la couleur, le fonctionnement de l'œil et le rôle du cerveau dans la vision. Une soixantaine d'expériences qui permettent aux élèves d'explorer le monde de la couleur et montrent que notre vision résulte d'une interaction entre la matière, la lumière, la réceptivité de l'œil et le cerveau.

Bibliothèque des sciences et de l'industrie

LE CERVEAU SE LIVRE... A LA BIBLIOTHEQUE

Dans le prolongement de l'exposition "C3RV34U, l'expo neuroludique" qui se tient à la Cité des sciences et de l'industrie à partir du 16 septembre 2014, découvrez les animations, rencontres, jeux, expositions, conférences, films et dossiers thématiques proposés à la Bibliothèque.

Cette offre se décline selon 4 thématiques :

- Le Cerveau dans tous ses états : activité et plasticité cérébrale,
- "Cerveau rose, cerveau bleu" : fille ou garçon, a-t-on le choix ?
- Quand le cerveau déraile : de la folie au vivre ensemble
- Le cerveau malade : démence, dégénérescence et autres désordres

Et aussi, des dossiers thématiques et des sélections documentaires en ligne, de septembre 2014 à juin 2015, à la bibliothèque des sciences et de l'industrie et à la Cité de la santé.

PROGRAMME COMPLET SUR http://www.cite-sciences.fr/fr/au-programme/lieux-ressources/bibliotheque/evenements/le-cerveau-se-livre-a-la-bibliotheque/?utm_campaign=BSlcerveau&utm_source=siteweb&utm_medium=BIBhpbloc

4. Quelques rappels en neurosciences

A l'attention des professeurs non biologistes

Le système nerveux

Le système nerveux est le système biologique responsable de la communication rapide entre les différentes parties du corps et de la coordination des actions en réponse aux stimuli provenant de l'environnement extérieur.

Il est constitué d'un ensemble de structures : nerfs, ganglions et centres nerveux qui assurent la commande et la coordination des fonctions vitales, de l'appareil locomoteur, la réception des messages sensoriels et les fonctions psychiques et intellectuelles. Il y parvient grâce à un vaste réseau de câbles disséminés partout dans l'organisme : les nerfs. Avec le cerveau et la moelle épinière, ils forment le système nerveux.

Le cerveau

Le cerveau représente environ 2 % du poids du corps humain. Il contient 100 milliard de cellules nerveuses, les neurones, ainsi qu'un ensemble de cellules assurant des fonctions support.

Pour son fonctionnement, notre cerveau consomme en permanence environ 20 % des ressources énergétiques de notre organisme.

Les scientifiques distinguent 4 zones, ou lobes, à la surface des deux hémisphères cérébraux. Ces lobes vont être associés par régions aux grandes fonctions de régulation de notre corps : réception des informations sensorielles en provenance du système nerveux périphérique, modulation des émotions et constitution de la personnalité, fonctionnalités du langage écrit et parlé, formation et remémoration des souvenirs, raisonnement et planification...Un cinquième lobe est visible uniquement lorsque l'on réalise une coupe sagittale du cerveau, et regroupe les structures internes profondes du cerveau.

Plusieurs types de cellules constituent le cerveau.

Les neurones

Les corps cellulaires des neurones constituent l'essentiel du cortex cérébral et du centre de la moelle épinière. Ils constituent ce que l'on appelle la **matière grise**. Ces corps cellulaires sont prolongés par une longue terminaison, plus ou moins arborée, appelée axone.

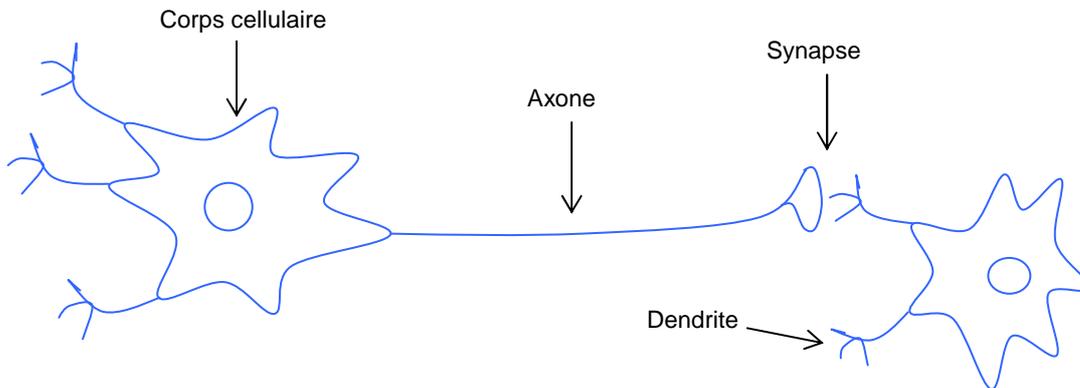
Les neurones forment des réseaux à travers lesquels circule l'influx nerveux. Pour cela, les neurones ont une structure spécifique avec :

- L'axone, long prolongement cellulaire, plus ou moins arboré, le long duquel circule l'influx nerveux sous forme d'un signal électrique : le potentiel d'action.



- des dendrites qui réceptionnent l'information et la transfèrent au corps cellulaire du neurone suivant.

Le message nerveux circule donc sous forme de signal électrique le long de l'axone, puis sous forme chimique pour passer d'un neurone à l'autre : des neurotransmetteurs sont émis à l'extrémité de l'axone, et se fixent sur leur récepteur à la surface du neurone cible qui sera excité et pourra poursuivre la transmission du signal. La zone de jonction entre les deux neurones, où se fait le passage du neurotransmetteur, s'appelle la synapse.



Les cellules gliales

Associés aux neurones, on trouve d'autres types cellulaires, les **cellules gliales**. Elles assurent, le bon fonctionnement des neurones du système nerveux central. En particulier, ces cellules vont permettre la bonne nutrition des neurones, l'élimination des déchets, un système de défense spécifique contre des agents pathogènes...

Plus spécifiquement, certaines de ces cellules vont constituer la gaine de myéline autour de l'axone du neurone, qui va permettre une accélération de la conduction de l'influx électrique le long de l'axone, facilitant donc la transmission du message nerveux. Ces axones myélinisés forment ce que l'on appelle la matière blanche du cerveau. La présence de cette gaine de myéline permet d'accélérer la conduction de l'influx nerveux sans nécessiter de grands apports d'énergie supplémentaire et sans occuper beaucoup d'espace supplémentaire.

La communication cellulaire

Ce système de communication inter-cellulaire par un réseau électrique fait de notre cerveau un organe « câblé ». L'influx nerveux ne rencontre jamais de "cul-de-sac" dans le cerveau ; son point d'arrivée dans une région est toujours un point de départ potentiel vers d'autres neurones. Cet assemblage de milliards de circuits qui se bouclent sur eux-mêmes fait qu'il est très difficile d'avoir des "pensées entièrement rationnelles" ou des "émotions pures".

En plus de ce réseau neuronal câblé, notre cerveau dispose également d'un système de communication hormonale. Ces structures s'organisent en amas de milliers de cellules regroupées surtout dans le tronc cérébral et la région centrale du cerveau. Ces amas projettent toutefois leurs axones dans de vastes régions de l'encéphale.

Un seul de ces neurones peut donc en influencer plus de 100 000 autres grâce aux neuromodulateurs qu'ils déversent dans l'espace extracellulaire plutôt que dans la fente



synaptique. Il en résulte aussi des effets plus longs à s'établir et qui durent plus longtemps que ceux des neurotransmetteurs des circuits du cerveau câblé.

LA MEMOIRE ET L'APPRENTISSAGE

Ces deux phénomènes sont différents mais étroitement liés.

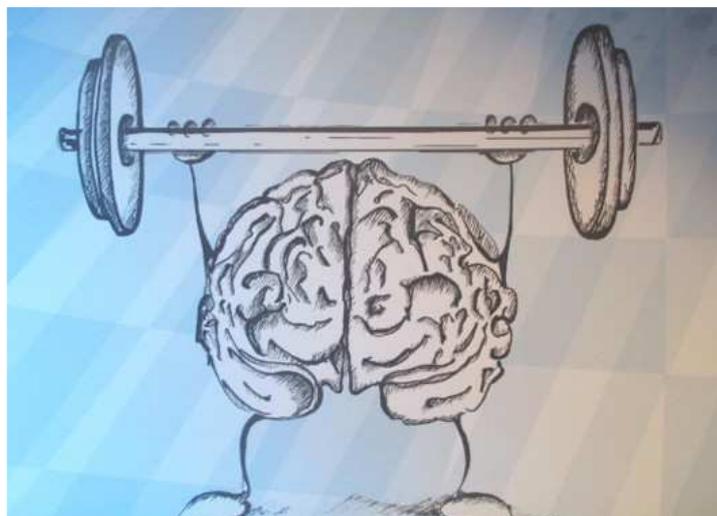
L'**apprentissage** désigne un processus qui va modifier un comportement ultérieur.

La **mémoire** est notre capacité de se rappeler des expériences passées.

La mémoire est donc essentielle à tout apprentissage puisqu'elle permet le stockage et le rappel des informations apprises. L'apprentissage dépend aussi de la mémoire, les connaissances mémorisées constituant la trame sur laquelle viennent se greffer les nouvelles connaissances. Plus notre bagage de connaissance est grand, plus on pourra y greffer de nouvelles informations facilement.

L'apprentissage est une modification relativement permanente du comportement qui marque un gain de connaissance, de compréhension ou de compétence grâce aux souvenirs mémorisés. L'apprentissage est la principale activité du cerveau, c'est-à-dire modifier constamment sa structure pour mieux refléter les expériences rencontrées. On peut dire aussi que l'apprentissage correspond à l'encodage, première étape du processus de mémorisation. Cet apprentissage est un processus permettant de conserver des informations acquises, des états affectifs et des impressions capables d'influencer le comportement.

La mémoire est le fruit de cet apprentissage, la trace concrète qui en est conservée dans nos réseaux de neurones.



Notre mémoire est fondamentalement **associative** : on retient mieux lorsqu'on peut relier la nouvelle information à des connaissances déjà acquises et solidement ancrées dans notre mémoire.

Et contrairement à l'image classique d'une vaste collection de données archivées (comme le disque dur d'un ordinateur), la plupart de nos souvenirs sont des **reconstructions** : leur rappel exige à chaque fois une reconstruction à partir d'éléments épars dans différentes aires cérébrales. Plutôt que la simple évocation de traces fixes, la mémoire est donc aujourd'hui considérée comme un processus continu de recatégorisation découlant d'un changement continu des voies neuronales et du traitement en parallèle de l'information dans le cerveau.

Sur le plan biologique on parle de plasticité cérébrale :

Chaque apprentissage passe en premier lieu par une perception, que notre cerveau va enregistrer de façon « décomposée » par ses diverses caractéristiques : forme, couleur, odeur, son, etc au niveau de différents groupes de neurones. C'est la relation entre ces assemblées de neurones réparties à différents endroits dans le cerveau qui constitue notre perception de cette chose. Pour en rappeler le souvenir, nous devons reconstruire à chaque fois ces relations entre les éléments stockés dans nos mémoires.

Chaque fois que nous apprenons quelque chose, des circuits nerveux sont modifiés dans notre cerveau. Ces circuits sont constitués d'un certain nombre de cellules nerveuses (ou neurones) qui communiquent entre elles par des jonctions particulières appelées synapses. Ce sont ces synapses qui augmentent leur efficacité suite à un apprentissage, facilitant ainsi le passage de l'influx nerveux dans un circuit particulier.

La répétition, l'association avec d'autres informations déjà mémorisées, le degré d'attention, de vigilance ou d'intérêt, la valeur affective ou émotionnelle attribuée à l'objet à mémoriser... sont autant de facteurs qui vont influencer sur l'efficacité de la mise en mémoire. Ces divers facteurs vont renforcer les connexions entre les différents circuits du cortex impliqués. Tous nos souvenirs (événements, mots, images, émotions, etc.) correspondent donc dans notre cerveau à l'activité particulière de certains réseaux de neurones ayant des connexions renforcées entre eux.

Du fait de ce remodelage permanent des réseaux de neurones, un aspect important dans les phénomènes de mémorisation est l'oubli. L'oubli permet de nous débarrasser de l'énorme quantité d'informations que nous traitons tous les jours et qui est jugée sans utilité pour l'avenir. L'oubli survient quand les connexions renforcées entre les neurones d'un réseau s'affaiblissent, ou encore quand l'activation d'un nouveau réseau se superpose à un ancien et vient le perturber en causant de l'interférence.



Qu'est-ce que nos élèves ont dans la tête et pourquoi est-ce si important d'en tenir compte?

COMM3N7 4PPR3ND-7-ON 37 POURQUO1 357-C3
N3C35541R3 D3 73N1R COMP73 D3 C3 QU3 L'3L3V3 4 D4N5
L4 7373 4U MOM3N7 OU 5'3NCL3NCH3 L3 PROC355U5
D'4PPR3NT1554G3 ? L'3XPO5171ON C3RV34U R3V3L3
QU3LQU35 UN5 D3 535 M3C4N15M35 37 NOU5 M37 5UR L4
P1573 D35 ROU4G35 M15 3N J3U LOR5 D3 L'4CQU15171ON
D'UN 54VO1R. 54UR3Z-VOU5 D3CRYP73R L3 CODE N3UR4L
POUR 4D4P73R VO7R3 P3D4GOG13 37 L4 R3NDR3 PLU5
3FF1C4C3 ? COMM3N7 F41R3 POUR QU3 Ç4 FONC7IONN3 37
QU'UN 54VO1R 53 7R4NSM3773 4U M13UX ? COUP D'O31L
SUR L'4PPOR7 5URPR3N4N7 D35 N3URO5C13NC35! *

Si vous êtes en mesure de lire ce texte sans problème vous avez mis le doigt sur l'un des nombreux mécanismes auquel le cerveau humain fait appel lors de l'apprentissage de la lecture!

*Comment apprend-t-on et pourquoi est-ce nécessaire de tenir compte de ce que l'élève a dans la tête au moment où s'enclenche le processus d'apprentissage ? L'exposition Cerveau révèle quelques uns de ses mécanismes et nous met sur la piste des rouages mis en jeu lors de l'acquisition d'un savoir. Saurez-vous décrypter le code neural pour adapter votre pédagogie et la rendre plus efficace ? Comment faire pour que ça fonctionne et qu'un savoir se transmette au mieux ? Coup d'œil sur l'apport surprenant des neurosciences!

Comment apprend-on ?

Pour survivre dans son environnement, l'homme doit sans cesse apprendre : il va modifier sa façon de penser, d'exécuter, de percevoir pour s'adapter au monde qui l'entoure. De la même façon que le cerveau de bébé n'est pas vierge à la naissance, le cerveau d'un enfant est programmé pour tirer une règle générale des cas particuliers qu'il rencontre, il se construit ainsi une « expérience » qui conditionne son comportement face aux situations auxquelles il sera confronté par la suite.

Au niveau cellulaire, la confrontation à l'expérience va se traduire par la mise en place de connexions entre les neurones, qui vont former un réseau. L'apprentissage, lui, va renforcer ou affaiblir des connexions synaptiques préexistantes ou en développer de nouvelles. Apprendre modifie donc la structure du système nerveux central.

Naturellement conçu pour assimiler les informations venant de l'extérieur en se basant sur l'observation et l'expérimentation, l'élève est peu sensible aux discours généraux et il sera donc peu productif pour l'enseignant d'opter pour un cours magistral où l'on attend de l'élève qu'il soit une sorte d'éponge à savoir.

Plusieurs théories se sont succédé concernant les stratégies à mettre en œuvre pour favoriser l'apprentissage.

Les idéalistes incarnent un courant de pensée dans lequel l'élève est porteur d'idées innées d'où il tire ses connaissances avec l'aide d'un accoucheur, l'enseignant. Socrate et sa Maïeutique ont fait des émules mais même si certaines notions abstraites comme le temps et l'espace ne nous viennent pas de l'expérience il faut admettre que cette pédagogie a ses limites.

Pour les empiristes, les sens sont le vecteur du savoir qui nous vient exclusivement de l'extérieur : l'élève est une page vierge sur laquelle rien n'est encore écrit. Son comportement est conditionné par les stimuli qu'il reçoit de l'environnement, l'enseignement est une cause, l'apprentissage, un effet. L'action devient un réflexe et l'élève est réduit au rôle d'un exécutant.

Pour les constructivistes, l'élève est acteur de son propre savoir, l'apprentissage est la conséquence d'un processus de construction. Mais pour bâtir solidement, il faut de bonnes bases... Il faut partir de ce que l'on sait. Mais si ces structures cognitives étaient branlantes et peu fiables? Le savoir s'effondrerait comme un château de cartes, aucune connaissance ne pourrait imprégner l'apprenant de façon durable.

En fait, les neurosciences nous apprennent que l'assimilation de nouvelles capacités n'est rendue possible que grâce à la plasticité de notre cerveau : pour apprendre, le cerveau doit enregistrer de nouvelles informations, restructurer ses réseaux de neurones, en renforcer certains mais aussi en supprimer d'autres.

La démarche scientifique

La démarche scientifique exploite d'ailleurs judicieusement les mécanismes naturels de ce processus d'apprentissage. Elle met l'apprenant en position de chercheur, à partir d'une observation elle l'invite à se questionner, à émettre des hypothèses à tester grâce à une série d'expériences avant d'en interpréter les résultats et d'en tirer les conclusions qui s'imposent. L'apprenant doit s'adapter à une situation pour tenter d'apporter une réponse à un problème posé.

L'émergence de nouvelles pédagogies visant à placer l'apprenant dans la peau d'un ingénieur pousse l'élève à imaginer une stratégie pour répondre à un appel d'offre, à un défi, dans lequel le travail d'équipe, la créativité à travers l'élaboration de petites « machines », l'audace dans la prise d'initiative et les choix de l'équipe de jeunes ingénieurs sont déterminants pour mener à bien le projet. La favorisation de certaines associations de cellules du cerveau joue alors un rôle essentiel pour inventer et créer...

La mise en place des conceptions

Au moment de l'apprentissage scolaire, le cerveau recycle les réseaux anciens et enregistre les nouvelles informations qui lui parviennent en se basant sur ce qu'il sait déjà et qui constitue un patrimoine cognitif propre à chacun.

Une partie de ces acquis peut parfois se transformer en un « bruit de fond » qui s'avère un frein au progrès de la connaissance scientifique. C'est ce qu'on appelle les conceptions ou les représentations. Elles peuvent être erronées par nature ou induire un raisonnement abusif. Elles constituent une série d'obstacles amoncelés par la vie quotidienne et dont le professeur doit tenir compte s'il veut transmettre durablement un savoir ou enseigner une compétence.

Il est presque impossible de répertorier de façon exhaustive toutes les conceptions auxquelles l'enseignant devra se heurter dans sa classe. Chaque élève a son vécu, ses expériences propres. Ce patrimoine culturel a parfois généré des idées fausses au regard de la vérité scientifique mais suffisamment satisfaisantes pour apporter des réponses faciles et rapides aux problèmes qui se posent à lui.

Pour bâtir un savoir solide et inébranlable, l'enseignant doit amener l'élève à prendre conscience des limites de ce qu'il croit savoir. Il doit le confronter à ses conceptions pour le conduire à modifier de sa propre initiative la structure de son cerveau.

En fait, le cerveau fonctionne suivant un cycle : prédiction, feedback, correction, nouvelle prédiction. Ainsi, il corrige ses données en fonction de ce qu'il tire de l'expérience, de ses erreurs. L'apprentissage ne peut se déclencher que s'il y a un signal d'erreur, il faut donc partir de ce que croit savoir l'élève pour lui faire prendre conscience de ses erreurs ou des limites de ce qu'il considère comme une solution satisfaisante à un problème posé.

Comment lutter contre ces conceptions ?

Pour l'enseignant, dénicher les conceptions qui feront obstacle à l'apprentissage de ses élèves peut s'avérer un véritable casse-tête. Les idées « fausses » des enfants ne sont plus considérées comme des « perles » dont on plaisante en salle des profs, mais bien comme les manifestations de mécanismes intellectuels profonds. Ils font appel à la logique dans le but de fournir à l'élève un modèle explicatif de ce qu'il observe. Dans tous les cas, imaginaire et réel sont étroitement liés : si bien que l'imaginaire est une voie d'accès à la réalité qui l'entoure. La perception de la réalité engendre des représentations qui donneront naissance aux conceptions auxquels l'enseignant va se heurter.

Les conceptions peuvent être liées...

- à l'expérience du quotidien : c'est le « recyclage » par le cerveau de réseaux anciens dans l'évolution de l'individu qui freinent l'apprentissage scolaire en lui faisant obstacle.
- aux expressions langagières : le patrimoine culturel et le contexte social sont en jeu.
- à la perception sensorielle : c'est-à-dire l'analyse que notre cerveau fait des données que lui fournissent nos cinq sens. Or, nos sens nous jouent des tours en permanence.

Quelques stratégies pour dénicher ces conceptions : demander à l'élève d'expliquer des faits mettant en jeu des situations familières qui font appel à leur expérience, leur vécu ; mettre en place des questionnaires pour faire émerger certaines idées communes à un groupe d'élèves ; faire dessiner les élèves pour accéder à la perception qu'ils ont de la réalité...

*« Tu me dis, j'oublie
Tu m'enseignes, je me souviens
Tu m'impliques, j'apprends. »*
Benjamin Franklin

La mémoire en question

Ajoutons aux possibles sources de conceptions la nature complexe de la mémoire et du processus de mémorisation. Le cerveau est un organe actif : il va même jusqu'à combler ce qu'il considère comme un manque en générant de « faux souvenirs ».

Il faut donc multiplier les techniques de mémorisation pour déjouer les pièges que l'apprenant se tend à lui-même... sans le savoir!

Le rôle de la métacognition est alors essentiel pour évoluer, progresser, s'adapter... se poser des questions sur ce qu'on vient d'apprendre, porter un regard critique sur ses actes, ses interprétations d'un fait ou d'une expérience donnée... Face à une situation d'apprentissage, pour l'apprenant, les questions sont multiples : est-ce que j'ai bien compris ? Qu'est-ce qui m'a semblé difficile ? Comment en est-on arrivé à ces conclusions ?

La méthode est justement basée sur l'analyse par l'apprenant de la manière dont il apprend, dont il appréhende un problème posé, de la façon dont il aborde la résolution d'un problème donné.

C'est, par essence, l'imitation d'un processus cérébral naturel où nos neurones fonctionnent en feedback vis-à-vis d'une perception qu'ils corrigent au besoin. On parle parfois d'apprentissage perceptif : il correspond à la capacité de l'individu à reconnaître et à identifier des stimuli qui lui ont déjà été présentés.

Le ciment de l'apprentissage

Au début de l'apprentissage, le cerveau est mobilisé pour le traitement conscient de l'information, ce qui lui demande un effort. Petit à petit il acquiert des automatismes : les connaissances sont transférées vers des réseaux non conscients.

Solliciter le cerveau à plusieurs reprises et par différentes méthodes est essentiel : au départ, il faut faire émerger les conceptions de l'apprenant, et, au moyen de situations problèmes déterminées amener l'élève à s'interroger et à émettre des hypothèses qu'il mettra à l'épreuve. Les phases de mutualisation peuvent être intéressantes pour confronter les idées « fausses » au regard d'autres apprenants. Enfin, il est primordial pour l'apprenant de réfléchir sur le cheminement suivi, sur les difficultés qu'il aura rencontrées, sur les conceptions qu'il a dû remettre en cause pour acquérir une nouvelle connaissance...

L'apprentissage gagne toujours en efficacité sitôt qu'il tient compte des structures cognitives initiales du cerveau de l'apprenant. Sa plasticité et sa flexibilité en font un redoutable outil d'adaptabilité à l'environnement. Ainsi apprendre consiste à gagner des capacités mais aussi à en perdre d'autres, en témoignent le processus naturel d'élagage synaptique qui consiste à éliminer les connexions non utilisées entre les neurones.

Le champ des possibles

Les neurosciences s'intéressent depuis toujours aux mécanismes de l'apprentissage afin d'en optimiser le processus et même, au vu des retombées pratiques en pédagogie et en rééducation, de palier à certains dysfonctionnements de ce processus.

Les travaux menés dans le cadre de la neuropédagogie apportent une lumière inédite sur les mécanismes des apprentissages : comment apprend-on à parler, à lire, à compter ? Que se passe-t-il quand un enfant ne parvient pas à maîtriser l'une de ces compétences ? On peut donc réfléchir aux méthodes d'enseignement les plus appropriées pour amener l'élève à s'approprier un savoir durable tout en stimulant son esprit critique et sa créativité qui sont le reflet du développement de nouvelles connexions quelque part dans son cerveau... Les neurosciences conduiront-elles à transformer l'art d'enseigner en science de l'enseignement ?



Bibliographie

- Le C3RV34U, sous la direction de Stanislas Dehaene, coédité avec La Martinière
- Le cerveau de cristal : ce que nous révèle la neuro-imagerie. Le Bihan Denis. - O. Jacob, 2012.
- Le cerveau sur mesure. Vincent Jean-Didier. - O. Jacob, 2012.
- Votre cerveau n'a pas fini de vous étonner. Cyrulnik Boris. - Albin Michel, 2012.
- Chapeau, cerveau ! J.-B. de Panafieu, en partenariat avec Casterman (parution 1er trimestre 2015)
- L'homme qui prenait sa femme pour un chapeau, O. Sacks, 1992, Editions du seuil

Sitographie

Programme : [Le cerveau se livre... à la bibliothèque](#)

Dans le prolongement de l'exposition "C3RV34U, l'expo neuroludique", découvrez les animations, rencontres, jeux, expositions, conférences, films et dossiers thématiques proposés à la Bibliothèque.

Cette offre se décline selon 4 thématiques :

- [Le Cerveau dans tous ses états : activité et plasticité cérébrale,](#)
- ["Cerveau rose, cerveau bleu" : fille ou garçon, a-t-on le choix ?](#)
- [Quand le cerveau déraile : de la folie au vivre ensemble](#)
- [Le cerveau malade : démence, dégénérescence et autres désordres](#)

Dossier documentaire « Cerveau : les avancées de la recherche »

Longtemps mystérieux, le cerveau n'en finit pas de nous dévoiler ses secrets les plus étonnants. Les découvertes en neurosciences se multiplient au rythme des progrès réalisés dans l'exploration du cerveau.

<http://www.cite-sciences.fr/fr/ressources/bibliotheque-en-ligne/dossiers-documentaires/cerveau-les-avancees-de-la-recherche/>

<http://www.universcience.tv/>

<http://lecerveau.mcgill.ca/index.php>

<http://www.frc.asso.fr/Le-cerveau-et-la-recherche/A-la-decouverte-du-cerveau>

➤ Adresse :

Cité des sciences et de l'industrie
30, avenue Corentin Cariou
75019 PARIS
<http://www.cite-sciences.fr>

➤ Accès

Métro ligne 7 : Porte de la Villette
Bus : 139, 150, 152
Tram T3b : Porte de la Villette

➤ Horaires d'ouverture

Du mardi au samedi de 10h à 18h, le dimanche de 10h à 19h, accès à la billetterie et aux vestiaires à partir de 9h30.
Fermeture le lundi, les 1er janvier, 1er mai, 14 juillet.

➤ Tarifs (par élève)

A partir de 3.50 euros. Ce tarif vous donne droit à la réservation d'une ou deux animations par élève maximum selon la période de l'année.

➤ Réservation en contactant le bureau des groupes

- par téléphone :
01 40 05 12 12 du lundi au vendredi, de 9h30 à 17h30.

- par courriel :
resagroupescite@universcience.fr

- par courrier :
Cité des sciences et de l'industrie
Service groupes
30, avenue Corentin Cariou
75 930 Paris cedex 19

- par fax :
01 40 05 81 90

**Dossier réalisé par le Département Education de la Cité des sciences et de l'industrie
Janvier 2015**

Crédit des images : EPPDCSI