

2a



> Ada connaissances : Le cerveau humain

Le cerveau nous permet de penser de façon logique, de communiquer avec nos semblables, d'apprendre et d'avoir une mémoire. Et les émotions comme l'amour ou la compassion proviennent également du cerveau.

Vous trouverez dans ce chapitre:

- Des informations concernant le cerveau
- L'illustration d'une cellule nerveuse
- Des recommandations pour l'enseignement
- Une feuille de travail
- Des transparents

A: Informations

Le cerveau contrôle toutes les pensées et tous les mouvements actifs

D'innombrables nerfs transmettent les informations des organes des sens au cerveau pour y être traitées. Une fois une décision prise, ce sont à nouveau les fibres nerveuses qui transmettent, entre autres, des directives motrices aux muscles.

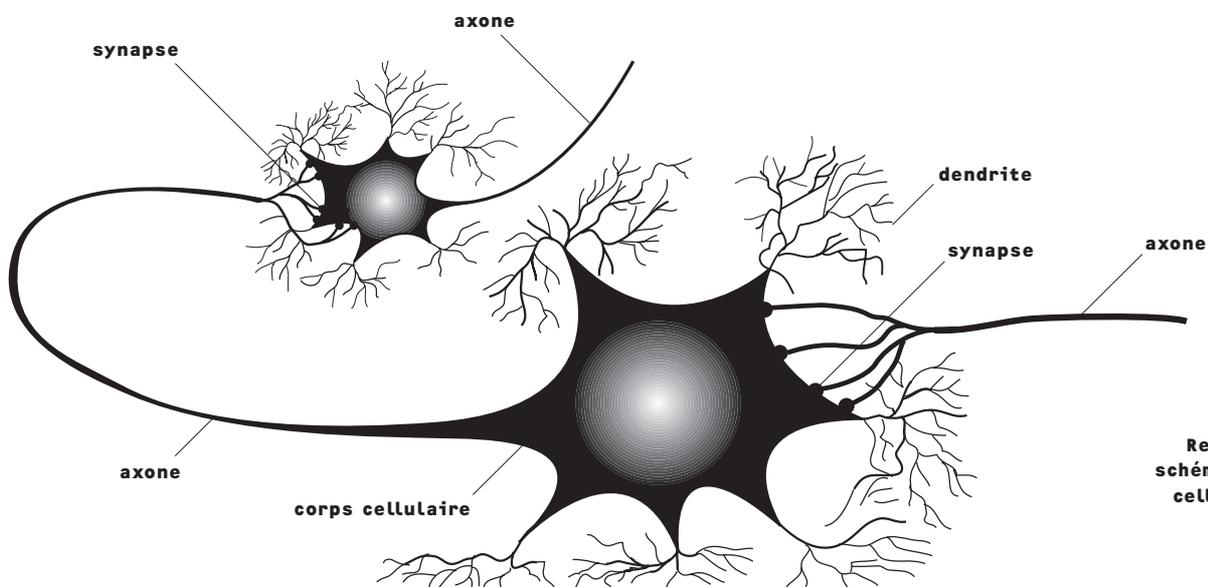
Nous ne sommes pas conscients de tous les processus qui se déroulent dans notre cerveau. Ainsi le cerveau commande automatiquement la respiration, le rythme cardiaque et la digestion.

Le cerveau contient environ 100 milliards de cellules nerveuses, appelées des neurones, qui sont reliées les unes aux autres. Une seule cellule nerveuse peut établir jusqu'à 10 000 connexions, les synapses, avec d'autres cellules.

Le traitement des informations

La caractéristique la plus fascinante du cerveau est sa faculté de relier de façon tellement subtile les cellules nerveuses, fonctionnant pourtant relativement lentement par rapport aux ordinateurs conventionnels, qu'il est capable de réagir en une fraction de seconde à un environnement changé. Le traitement de l'information dans le cerveau se base sur la conductibilité électrique des cellules nerveuses et de la présence de messagers neuroaux, des neurotransmetteurs, qui transmettent les signaux de cellule en cellule. Le traitement dans le cerveau des informations recueillies dans l'environnement permet à l'être humain d'adapter son comportement à chaque situation. Il peut ainsi, s'il a soif, reconnaître un verre d'eau, le saisir et l'amener à la bouche, ce qui représente toute une interaction complexe entre les perceptions sensorielles, leur traitement dans le cerveau et les impulsions motrices (voir la **feuille de travail 2a.5** et le **transparent 2a.6**).

Au cours de l'histoire, il a existé plusieurs représentations de ce qu'était un cerveau. De nos jours, la représentation prédominante du cerveau est l'ordinateur. Une comparaison qui n'est que partiellement correcte comme le montrent les explications du point **>Ada connaissances: traitement des informations**.



Représentation schématique d'une cellule nerveuse

>Ada connaissances: Le cerveau humain**Etat actuel de la recherche sur le cerveau**

De nouvelles méthodes scientifiques d'imagerie comme par exemple la tomographie par ordinateur ou la tomographie par résonance magnétique permettent de mieux étudier la structure du cerveau humain. La tomographie par émission de positrons permet même d'observer quelles parties du cerveau travaillent lors d'une activité particulière. Mais il existe aussi d'autres méthodes qui nous permettent d'observer une cellule individuelle et d'examiner la fonction de ses composants jusqu'à quelques molécules près. Dans le monde entier des dizaines de milliers de chercheurs travaillent pour comprendre les secrets de notre cerveau et de son fonctionnement.

Questions centrales

Un intérêt tout particulier est alors dévolu aux questions suivantes: comment notre cerveau se développe-t-il jusqu'à la naissance et après la naissance? Comment apprenons-nous et comment pouvons-nous emmagasiner des souvenirs? Comment notre cerveau est-il capable de connecter les informations nouvelles provenant de nos organes des sens avec des informations déjà mémorisées de façon à produire une réponse cohérente? Comment percevons-nous et interprétons-nous notre environnement? Comment naissent les émotions?

On comprend aujourd'hui de façon relativement profonde le traitement des informations recueillies directement par les organes des sens, mais les processus à l'intérieur du cerveau, comme par exemple la formation d'une image globale d'un objet perçu, sont encore inconnus. L'organe de sens le plus étudié est certainement l'œil. L'ouïe est elle aussi bien connue mais l'odorat et le goût le sont encore très peu. Nous avons de vastes connaissances sur la façon dont les muscles sont activés et lesquels sont nécessaires pour effectuer une activité définie. Par contre, nous ne savons pas comment le cerveau coordonne l'interaction de ces muscles. On sait aussi quelles régions du cerveau sont responsables de quelles tâches. Mais la relation entre les différentes régions du cerveau et leur collaboration est encore largement inconnue.

Terminologie**•Neurone**

La cellule nerveuse, le neurone, est l'unité fondamentale du système nerveux. Sa fonction est la transmission et la mémorisation d'informations. Elle est constituée d'un corps cellulaire et de nombreux prolongements, les dendrites, qui transmettent des signaux d'autres neurones au corps cellulaire ainsi que d'un axone qui transmet des signaux de cette cellule à une autre cellule.

•Tomographie par ordinateur

Processus d'imagerie par l'utilisation de rayons X. Il n'illustre que les structures.

•Tomographie par résonance magnétique

Processus d'imagerie par l'utilisation de champs magnétiques et d'ondes radio. Il n'illustre que les structures, mais fournit en particulier des images très détaillées de tissus non osseux.

•Tomographie par émission de positrons

Processus d'imagerie par l'utilisation de substances radioactives dont la désintégration est mesurée au moyen de détecteurs. Il permet entre autres l'examen fonctionnel du cerveau.

B: Recommandations pour l'enseignement



Les feuilles pourvues d'un cadre peuvent être copiées et distribuées aux élèves.

Explications sur la feuille de travail 2a.5 et sur les transparents 2a.6

Les problèmes de la feuille de travail servent d'introduction au thème du contrôle du corps. Le 1^{er} problème peut être résolu au moyen du transparent «Boire un verre d'eau». Cette situation de base peut bien sûr être étendue à volonté, par exemple en y incluant les réflexes. Une extension semblable au problème que nous présentons ici est proposée par Walder 1989:109 où une personne veut saisir un verre d'eau chaude mais a le réflexe de retirer la main.

Solutions

1. Les yeux «voient» le verre; le cerveau évalue la distance; le cerveau commande aux muscles de saisir le verre; le sens du toucher de la main informe que le verre est saisi; les muscles reçoivent l'ordre d'amener le verre à la bouche.

Lorsque les yeux sont fermés, le cerveau peut uniquement s'appuyer sur le toucher, le cerveau «sachant» toutefois bien sûr qu'un verre se trouve sur la table. Dès que le verre est saisi, tout se déroule «automatiquement» car les yeux ne sont alors plus nécessaires. Le cerveau «sait» par la position des muscles et des articulations où se trouvent le verre et la bouche.

2. Le cerveau peut gérer plusieurs tâches en parallèle. Le verre est saisi sans problème pendant la discussion, les mouvements du bateau sont enregistrés par l'organe de l'équilibre et continuellement transmis comme ordres à la main qui tient le verre afin de ne pas renverser une goutte d'eau. Si un message est transmis par haut-parleur, celui-ci est également perçu et l'attention est orientée sur ce message.

3. En plus de savoir tenir et servir un verre sans le renverser, le robot doit pouvoir se mouvoir dans le restaurant en sachant éviter les tables, les chaises et le personnel, ce qui signifie les voir et les reconnaître. De plus le robot doit savoir distinguer les tables occupées par des clients des tables libres et enregistrer s'il y a déjà un verre sur la table en question. Une fonction supplémentaire pratique: le robot doit pouvoir remplacer les verres vides sur demande des clients (demande parlée).

Le transparent «Régions cérébrales et capacités» montre quelles parties du cerveau sont responsables de certaines capacités.

Liens

<http://faculty.washington.edu/chudler/image.html>

Ouvrages de référence

- Benner, Klaus-Ulrich: **Der Körper des Menschen.** Das Wunderwerk des menschlichen Körpers. Aufbau, Funktionieren, Zusammenwirken, Abläufe und Vorgänge. Augsburg 1996.
- Claus, Roman u.a. (Hgg.): **Natura 2 und 3. Biologie für Gymnasien.** Zug 2000.
- Conlan, Roberta (Hg.): **Geist und Gehirn.** Faszination menschlicher Körper. Amsterdam 1994.
- Cruse, Holk/Dean, Jeffrey/Ritter, Helge: **Die Entdeckung der Intelligenz oder Können Ameisen denken?** Intelligenz bei Tieren und Maschinen. München 1998.
- Düweke, Peter: **Kleine Geschichte der Hirnforschung.** Von Descartes bis Eccles. München 2001.
- Fonds Jahr des Gehirns 1999 (Hg.): **Das menschliche Gehirn.** Aufbau, Funktionsweisen und Fähigkeiten eines erstaunlichen Organs. Wien, München 1999.
- Goleman, Daniel: **Emotionale Intelligenz.** Aus dem Amerikanischen von Friedrich Griesse. München 1997.
- Knodel, Hans: **Linder Biologie. Lehrbuch für die Oberstufe.** Hannover 1998.
- Lathe, Wolfgang: **Nervensystem und Sinnesorgane.** Fachliche Inhalte und Übungsaufgaben (12. und 13. Schuljahr). Mannheim 2000. (Duden Abiturhilfen)
- Miram, Wolfgang/Scharf, Karl-Heinz (Hgg.): **Biologie heute SII.** Ein Lehr- und Arbeitsbuch. Stuttgart 1997.
- Roth, Gerhard: **Fühlen, Denken, Handeln.** Wie das Gehirn unser Verhalten steuert. Suhrkamp, Frankfurt a.M. 2001.
- Walder, Paul: **Bau und Funktion unseres Körpers.** Zürich 1989.

>Ada connaissances: le cerveau humain (feuille de travail)

1. Décris précisément les informations qu'un humain recueille et traite et quels ordres son cerveau donne s'il veut amener un verre d'eau à sa bouche.

Quelle différence y a-t-il s'il fait la même chose les yeux fermés?

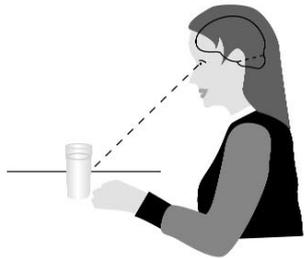
2. Que peut-on dire du fonctionnement du cerveau humain si on étend la situation du 1^{er} problème de la manière suivante:

La personne qui boit un verre d'eau est assise à bord d'un bateau qui tangue et parle avec le capitaine pendant que des mouettes crient en arrière-fond. Un message est soudainement émis par un haut-parleur.

3. Que devrait savoir faire un robot qui sert un verre d'eau à chaque client dans un restaurant?

>Ada connaissances: Le cerveau humain

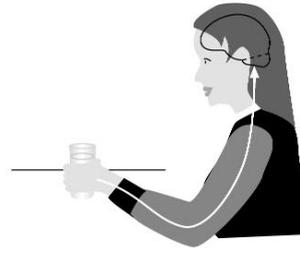
Boire un verre d'eau



Les yeux transmettent au cerveau l'endroit où se trouve le verre d'eau.



Le cerveau envoie des impulsions motrices aux muscles du bras pour l'amener au verre.



Les récepteurs tactiles de la main reconnaissent le verre et transmettent ce message au cerveau.



Des impulsions motrices du cerveau ordonnent aux muscles du bras de saisir et de soulever le verre.



Les impressions sensorielles des yeux et du bras informent le cerveau quant à la position du bras.



Les impressions sensorielles des lèvres informent le cerveau que le verre est arrivé à la bouche.

Régions cérébrales et capacités

