

Le cerveau, un organe vital mais fragile

Cours

Sommaire

I Le cerveau et la motricité volontaire

A La structure du cerveau

1. Les neurones et les cellules gliales
2. L'organisation du système nerveux en centres et en nerfs
3. Le cortex cérébral
4. L'acheminement des messages nerveux

B La motricité volontaire

II Le cerveau, entre plasticité cérébrale et fragilité

A La plasticité cérébrale

B Les effets neurotoxiques de molécules exogènes

RÉSUMÉ

Le cerveau est formé de neurones et de cellules gliales qui assurent le soutien et la nutrition des neurones. Dans le cerveau, des aires spécialisées commandent la motricité. Les neurones moteurs assurent l'intégration des messages reçus par le cerveau. Le cerveau est capable de réorganiser ses connexions en fonction des apprentissages et de l'entraînement : c'est la plasticité cérébrale. Elle permet notamment de récupérer des fonctions après une lésion. Le cerveau est très fragile et certaines substances peuvent lui nuire.

I Le cerveau et la motricité volontaire

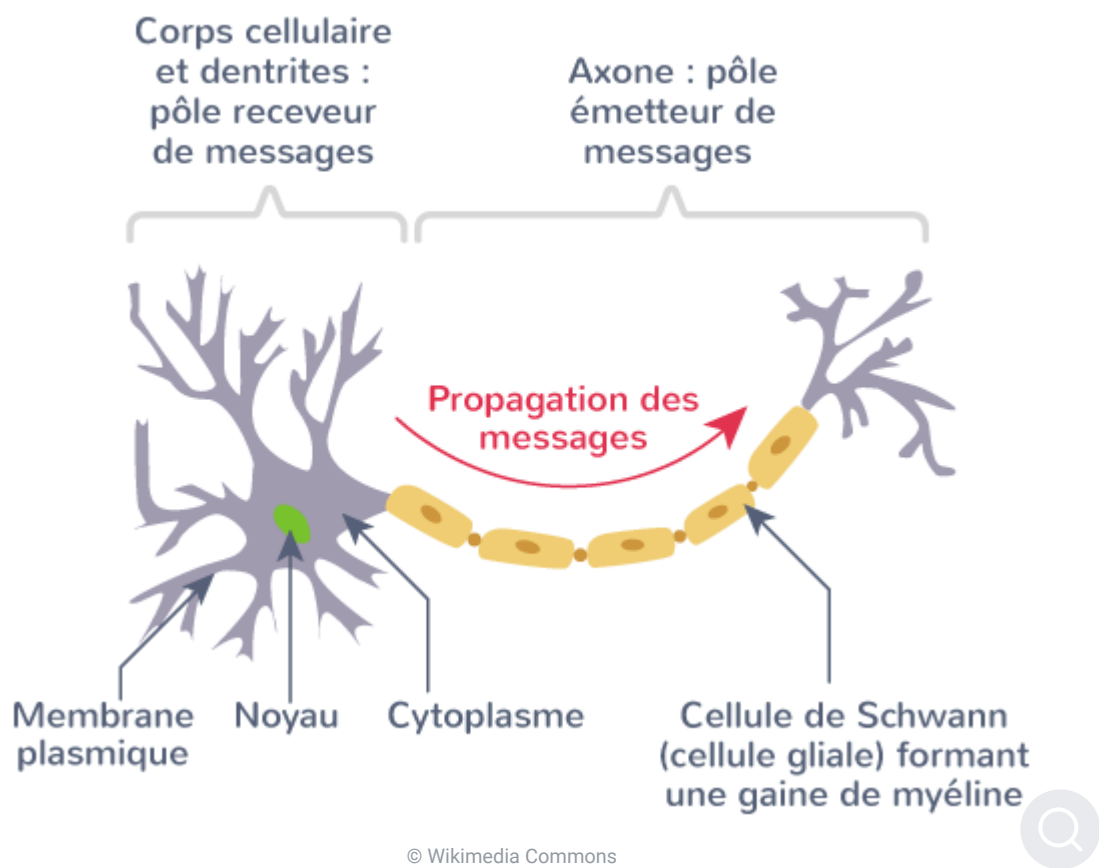
Dans le cerveau, on trouve des aires spécialisées qui commandent la contraction des muscles par l'intermédiaire de la moelle épinière. Les neurones moteurs intègrent tous les messages qu'ils reçoivent pour assurer la motricité volontaire.

A La structure du cerveau

Le cerveau est formé de neurones et de cellules gliales. Dans le cortex cérébral, on trouve des aires motrices spécialisées. Ces aires envoient des ordres aux muscles par des voies localisées dans la moelle épinière.

1. Les neurones et les cellules gliales

Le système nerveux est constitué de cellules spécialisées : les neurones et les cellules gliales. Le système nerveux est organisé en centres et en nerfs. Les neurones permettent le transport des informations dans tout le corps. Les cellules gliales assurent le soutien et la nutrition des neurones. Il existe plusieurs types de cellules gliales.



Il existe différents types de cellules gliales qui ont des rôles divers :

Type de cellule gliale	Rôle(s)
Cellule de Schwann	Propagation du message nerveux
Oligodendrocyte	Propagation du message nerveux
Astrocyte	Lien entre neurones et vaisseaux sanguins Nutrition et protection des neurones

2. L'organisation du système nerveux en centres et en nerfs

Le système nerveux est organisé :

- en centres, qui intègrent toutes les données sensorielles et élaborent les réponses adaptées ;
- en nerfs, qui constituent le système nerveux périphérique.

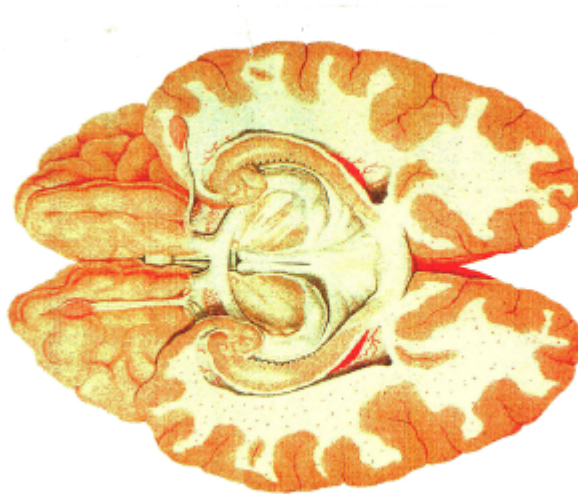
Les nerfs sont chargés de transporter les messages entre les organes périphériques et les centres.

3. Le cortex cérébral

Le cerveau est un important centre nerveux. Sa partie superficielle est la substance grise, ou cortex cérébral, où sont regroupés des milliards de neurones constituant le cerveau. Le cortex est divisé en différentes aires fonctionnelles localisées dans les lobes. Chaque aire du cortex a une spécialisation fonctionnelle. Le cortex moteur est la zone du cerveau qui commande les mouvements volontaires. Il est composé d'une aire motrice primaire et d'une aire motrice secondaire.

La partie plus profonde du cerveau est la substance blanche. Elle est constituée de fibres nerveuses reliant entre elles les diverses zones du cortex cérébral.

Une coupe du cerveau



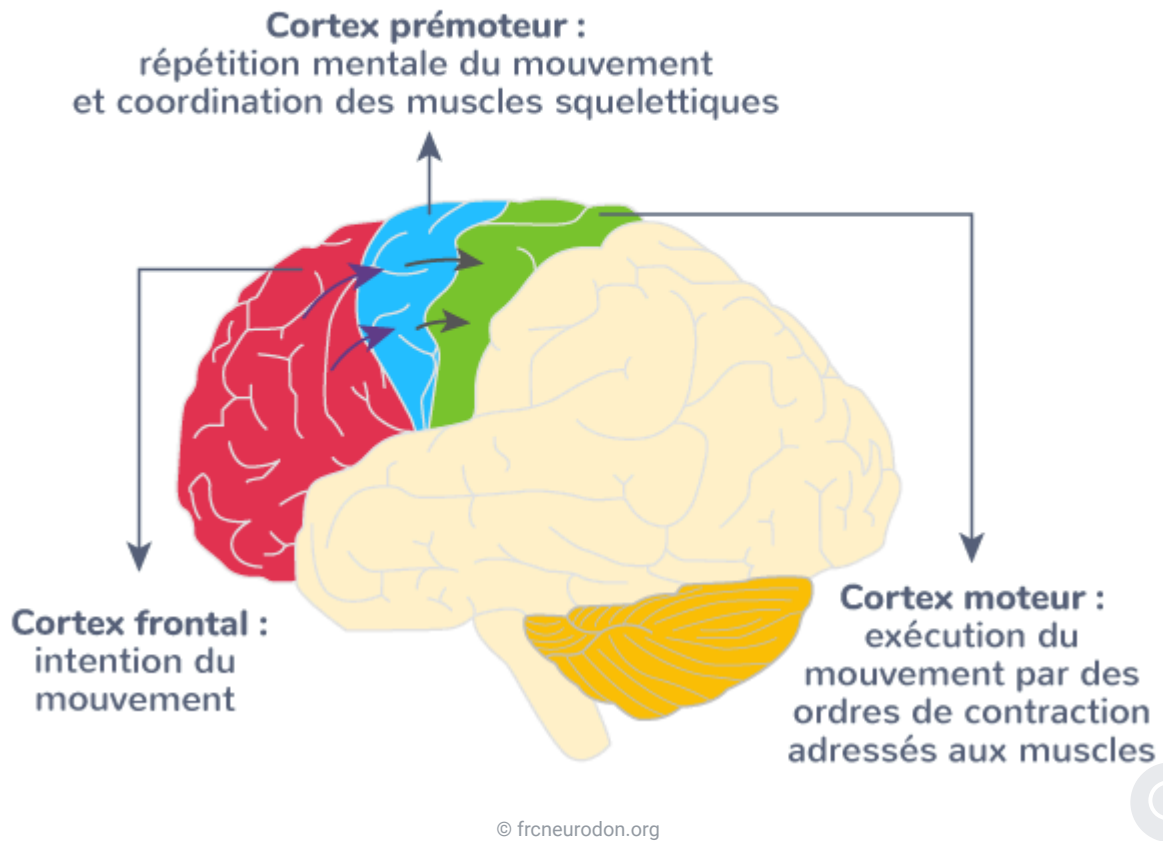
En orange : cortex

En blanc : substance blanche sous-corticale

© Wikimedia Commons

Ce sont plus particulièrement les aires frontales qui sont impliquées dans la commande volontaire du mouvement.

Les aires motrices corticales



Le cortex moteur est la zone du cerveau qui commande les mouvements volontaires. Il est composé de deux aires :

- l'aire motrice primaire, qui permet la commande directe du mouvement ;
- l'aire motrice secondaire, composée de l'aire prémotrice et de l'aire motrice supplémentaire.

DÉFINITION

Aire motrice

Une aire motrice est une partie du cortex cérébral qui dirige les mouvements volontaires d'une partie du corps en ordonnant la contraction des muscles.



On peut mettre en évidence les aires du cerveau qui ordonnent la contraction des muscles par IRM.

REMARQUE

4. L'acheminement des messages nerveux

Les messages nerveux partent du cortex moteur et sont acheminés jusqu'aux neurones moteurs grâce à des voies descendantes dans la moelle épinière.

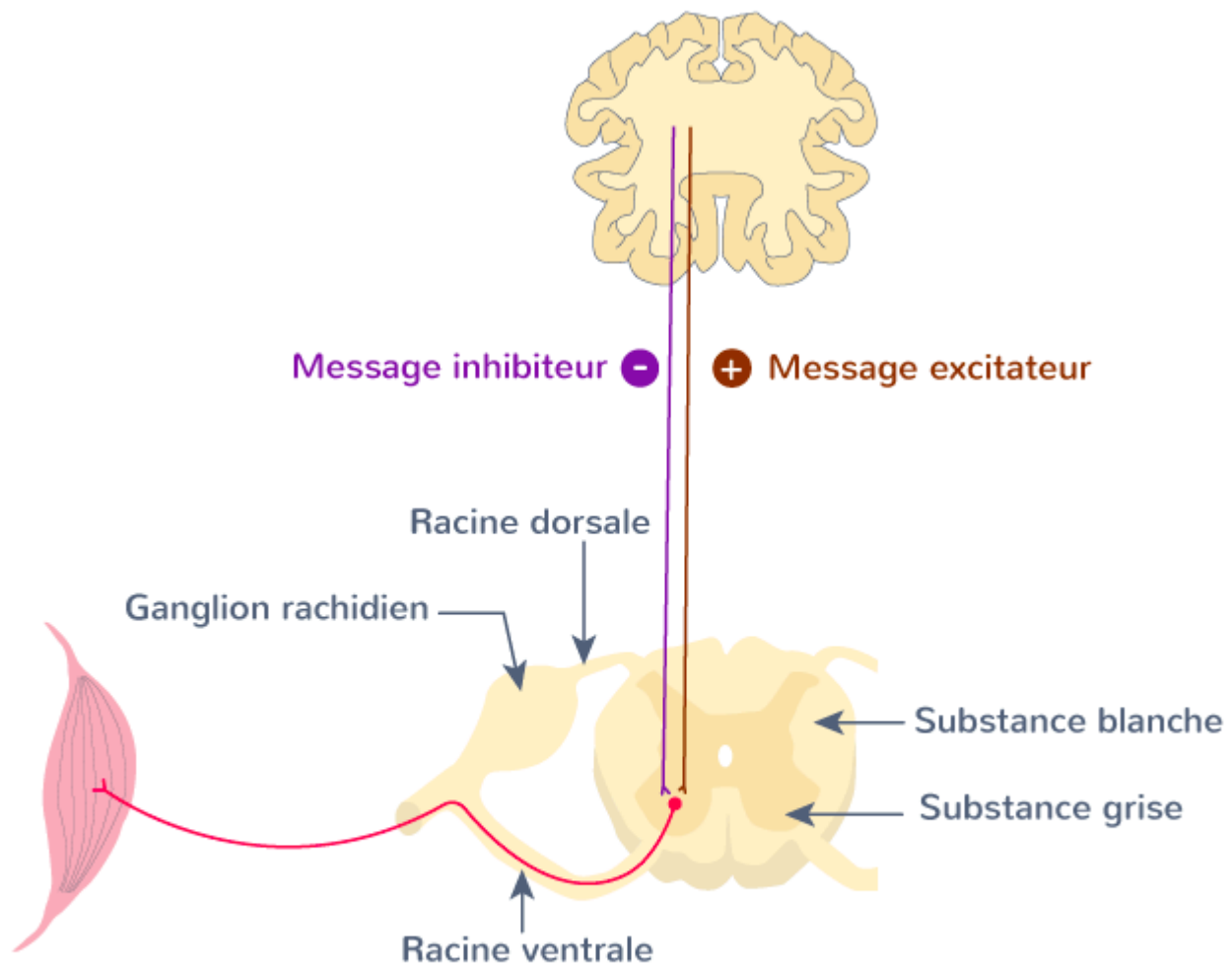
DÉFINITION

Neurone moteur

Un neurone moteur est un neurone qui commande la contraction des fibres musculaires.

B La motricité volontaire

La motricité volontaire est la commande des muscles par la volonté. Les messages nerveux provenant du cortex parviennent aux neurones moteurs. Ceux-ci intègrent les différentes informations qu'ils reçoivent sous la forme d'un message moteur unique. Une sommation spatiale et une sommation temporelle des messages parvenant aux neurones moteurs sont ainsi assurées.



Sommation spatio-temporelle par le motoneurone :

Si $\oplus > \ominus \rightarrow$ Seuil d'excitabilité franchi \rightarrow Contraction du muscle



Le neurone moteur a la capacité d'intégrer les informations, c'est-à-dire d'élaborer une réponse claire à partir des différents messages qu'il reçoit.

Les deux types de messages reçus sont :

- des messages excitateurs : ils favorisent l'apparition d'un potentiel d'action ;
- des messages inhibiteurs : ils défavorisent l'apparition d'un potentiel d'action.

Le neurone moteur est soumis à deux sommations :

- la sommation spatiale : c'est la combinaison des messages excitateurs et inhibiteurs reçus simultanément par un neurone, par les différentes synapses auxquelles il est connecté ;
- la sommation temporelle : c'est l'addition des stimulations ou inhibitions reçues par le neurone moteur.

En combinant ces deux types de sommation, le neurone moteur franchit ou non le seuil d'excitabilité :

- Si le seuil est franchi, la contraction musculaire a lieu.
- Si le seuil d'excitabilité n'est pas franchi, il n'y a pas de contraction musculaire.

En fonction de toutes les informations qu'il reçoit, le neurone moteur est donc capable de déclencher ou non un message nerveux moteur unique et une réponse musculaire adaptée.

II Le cerveau, entre plasticité cérébrale et fragilité

Le cerveau est caractérisé par sa plasticité, c'est-à-dire sa capacité à réorganiser ses connexions en fonction des apprentissages et de l'entraînement. Après des lésions causées par des accidents ou des problèmes de santé, le cerveau est ainsi capable de récupérer des fonctions. Le cerveau est un organe fragile ; malgré sa plasticité, il ne peut pas toujours récupérer. De plus, certaines molécules exogènes ont un effet toxique et altère son fonctionnement.

A La plasticité cérébrale

La plasticité cérébrale correspond aux modifications d'organisation du cortex et des connexions neuronales. Elle est à l'origine des capacités d'apprentissage des individus. La plasticité permet également au cerveau de récupérer après des dysfonctionnements du système nerveux causés par des maladies ou des accidents.

La plasticité cérébrale diminue avec l'âge. Elle est plus importante au cours de l'enfance, les connexions se forment spontanément en très grand nombre.

On peut entretenir la plasticité cérébrale. Différents facteurs favorisent le maintien de la plasticité dans le temps :

- une alimentation saine et équilibrée ;
- l'activité physique ;
- la stimulation intellectuelle.



REMARQUE

La plasticité cérébrale implique une structure générale du cortex identique chez tous les individus, tandis que la répartition des aires motrices est variable d'un individu à l'autre.

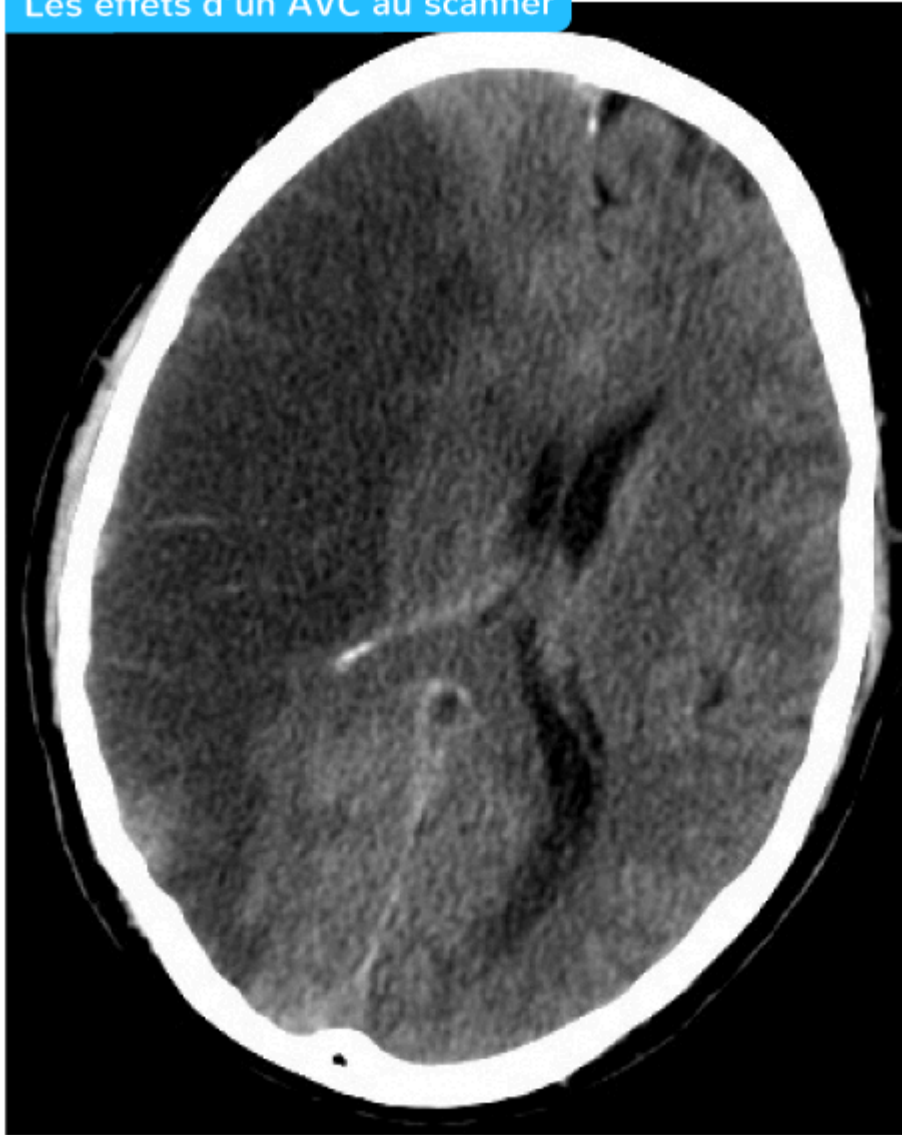
EXEMPLE

Chez les individus droitiers pratiquant de manière régulière le violon ou la guitare, l'aire permettant la commande des mouvements de la main droite est beaucoup plus développée que chez les individus ne pratiquant pas ces instruments.

La plasticité cérébrale est extrêmement importante dans la récupération nerveuse à la suite d'un accident ou d'une pathologie.

EXEMPLE

Si un AVC (accident vasculaire cérébral) se produit dans le cortex moteur, il peut y avoir des séquelles au niveau de la motricité. Ces séquelles dépendent de la zone du cortex moteur touchée.



La partie sombre, à gauche de l'image (hémisphère droit), a subi une lésion importante à la suite d'un AVC

© Wikimedia Commons



Le renouvellement neuronal est faible : cela signifie qu'il n'y a pas de possibilité de remplacer les neurones qui meurent. La plasticité permet de réorganiser la carte motrice de l'individu et d'utiliser des connexions existantes pour compenser les dommages. Ainsi, avec du temps et de la rééducation, il est possible de récupérer, partiellement ou intégralement, les capacités perdues.

EXEMPLE

Chez des individus devenus aveugles à la suite d'un AVC, la zone occipitale du cortex, habituellement dédiée à la fonction visuelle, est réutilisée pour d'autres fonctions sensorielles (audition, toucher, etc.).

B Les effets neurotoxiques de molécules exogènes

Diverses molécules exogènes ont des effets neurotoxiques. Elles altèrent l'activité du cerveau en modifiant les propriétés membranaires des neurones ou en perturbant l'action des neurotransmetteurs.

DÉFINITION

Molécules exogènes

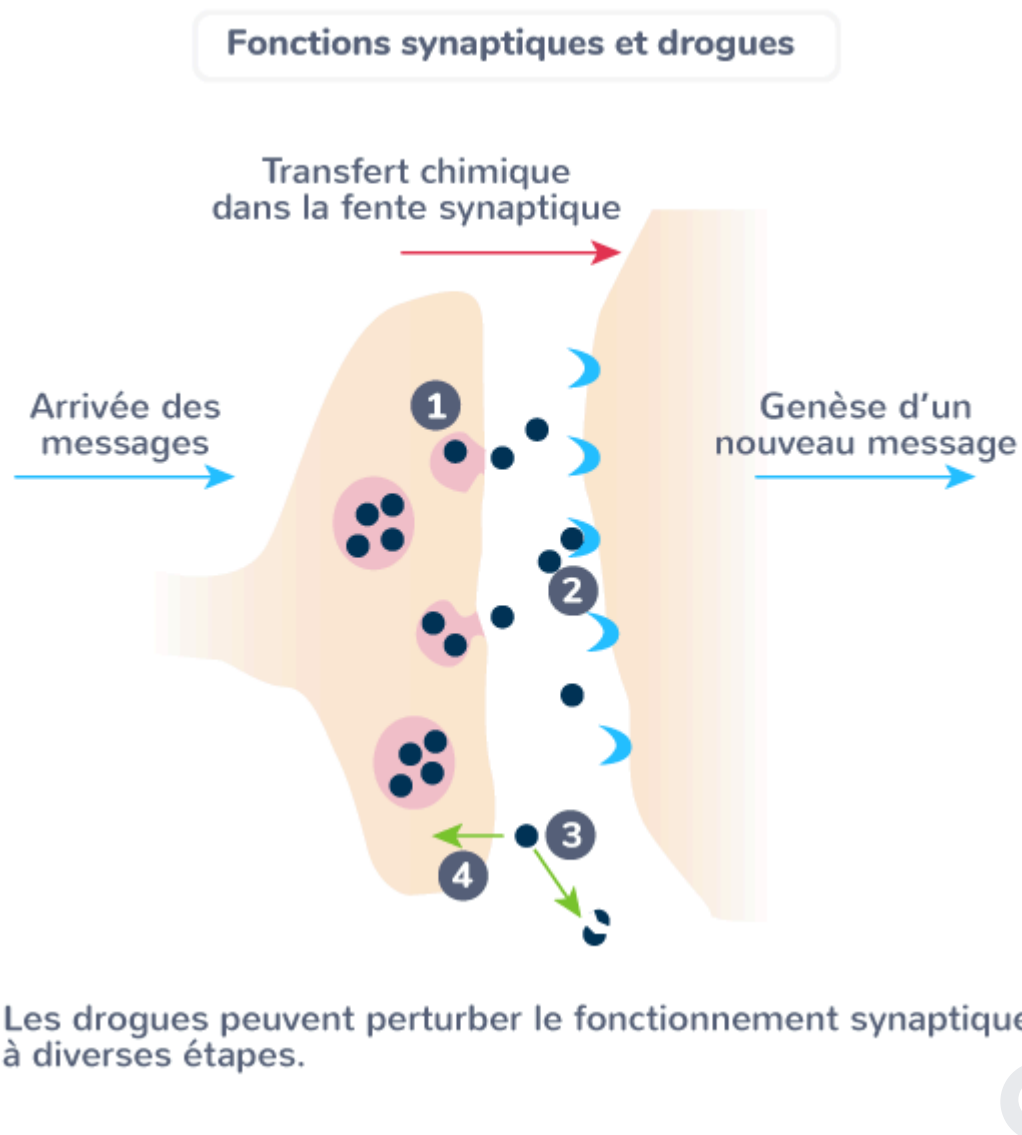
Les molécules exogènes sont des molécules en provenance de l'extérieur de l'organisme. Elles sont dites psychoactives si elles altèrent l'équilibre chimique du cerveau.

Le cerveau est fragile. De nombreuses molécules exogènes altèrent le fonctionnement cérébral. Les molécules exogènes peuvent modifier les propriétés membranaires des neurones. Il s'ensuit des dysfonctionnements dans la genèse et/ou la propagation des messages nerveux.

EXEMPLE

L'alcool a des effets négatifs sur la membrane plasmique, en modifiant sa fluidité et en perturbant son fonctionnement.

Les molécules exogènes peuvent perturber le fonctionnement synaptique assurant le transfert des informations d'un neurone à un autre ou d'un neurone à une cellule cible. Les drogues agissent sur les neurotransmetteurs.



Une drogue peut augmenter la sécrétion d'un neurotransmetteur. Elle peut aussi imiter la sécrétion d'un neurotransmetteur et produire le même effet de façon plus importante.

EXEMPLE

La nicotine augmente la sécrétion de dopamine. La nicotine se fixe également sur des récepteurs à acétylcholine et mime les effets de l'acétylcholine.

Une drogue peut bloquer la fixation du neurotransmetteur sur les récepteurs membranaires de la cellule cible.

EXEMPLE

Le LSD peut se fixer, dans les voies nerveuses cérébrales de la vision, sur des récepteurs à sérotonine et provoquer des hallucinations.

Une drogue peut empêcher la recapture d'un neurotransmetteur en ralentissant les transporteurs chargés de le récupérer dans la synapse.

EXEMPLE

La cocaïne bloque la recapture de la dopamine, la noradrénaline et la sérotonine.

Des mécanismes d'accoutumance et d'addiction peuvent se mettre en place suite à la consommation active ou régulière de substances psychoactives.

EXEMPLE

Les benzodiazépines sont des molécules exogènes utilisées comme médicaments. Elles se fixent sur les récepteurs à GABA cérébraux et entraînent une inhibition du fonctionnement cérébral. Leur utilisation trop prolongée peut avoir des effets physiques (détresse respiratoire, chute, somnolence, etc.) et entraîner des troubles cognitifs (mauvaise mémorisation, difficultés d'apprentissage, etc.).

À terme, les effets des drogues se cumulent et des dysfonctionnements graves et irréversibles apparaissent au niveau du cerveau.