

## Le cerveau : un organe fragile à préserver

---

### Introduction :

Le cerveau est l'organe régissant le bon fonctionnement de l'organisme, contrôlant les actions conscientes (mouvement volontaire) tout comme les activités involontaires (réflexes). Il s'agit d'une machinerie de communication complexe, mais fragile. En effet, l'apport de substances extérieures peut perturber son fonctionnement, voire l'endommager à plus ou moins long terme.

Quels sont les effets des substances exogènes sur le cerveau ?

Dans un premier temps, nous verrons comment s'organise, au sein du cerveau, les systèmes de communication ; puis nous étudierons différentes actions de substances exogènes sur le cerveau et sur ses fonctions. Pour finir, nous traiterons des potentielles conséquences de la consommation de ces substances.

## 1 | Communication cérébrale

### a. Les aires corticales

Le cerveau peut être scindé en plusieurs aires que l'on nomme **aires corticales**. On les classe en trois catégories.

- 1 Les **aires motrices**, dont font partie les motoneurones, gèrent le mouvement.
- 2 Les **aires sensorielles**, composées essentiellement des neurones sensitifs, interprètent les informations provenant des organes sensoriels.
- 3 Les **aires associatives** reçoivent des informations de la part des autres aires et les combinent pour réaliser des tâches complexes.

## Les aires corticales

### aires motrices

#### ① aire préfrontale

- élabore la pensée
- planifie les mouvements complexes

#### ② aire motrice

- contrôle les muscles fins du corps (doigts, lèvres, bouche, œil...)
- coordonne les mouvements
- contrôle la parole (articulation des mots)

### aires sensorielles

#### ③ aires sensorielles somesthésiques

- perçoivent les sensations (toucher, température, douleur...)

#### ④ aire visuelle

- détecte les signaux visuels

#### ⑤ aire auditive

- détecte les signaux auditifs

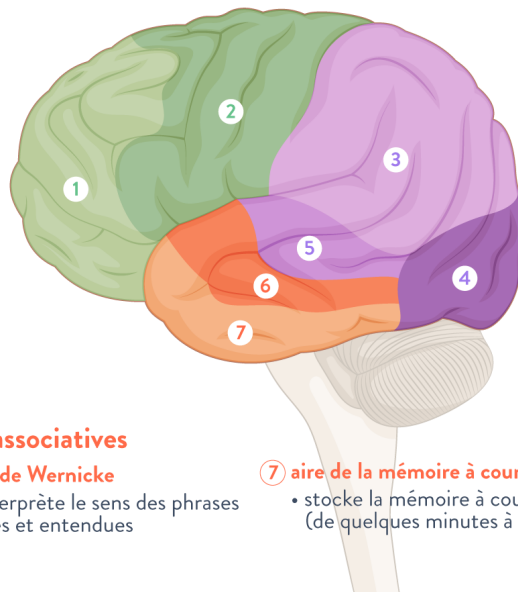
### aires associatives

#### ⑥ aire de Wernicke

- interprète le sens des phrases lues et entendues

#### ⑦ aire de la mémoire à court terme

- stocke la mémoire à court terme (de quelques minutes à plusieurs semaines)



© SCHOOLMOUV

Pour pouvoir réaliser des tâches complexes, comme l'action d'écriture par exemple, de nombreuses aires corticales sont mises en jeu.

→ Il est alors nécessaire que ces zones communiquent entre elles : les échanges sont réalisés grâce aux **neurones** qui se transmettent les messages nerveux sous la forme de potentiels d'action par le biais des **synapses** (la communication devient alors chimique).

Les neurotransmetteurs sont alors mis en jeu.

### b. Les neurotransmetteurs

En général, un neurone ne produit qu'un seul type de **neurotransmetteur** (par exemple, la dopamine). Ses molécules sont, pour la plupart, synthétisées au niveau des terminaisons synaptiques, mais peuvent également être apportées par l'alimentation.

Certains neurotransmetteurs sont **excitateurs**, ils augmenteront la fréquence des potentiels d'action de la cellule cible, alors que d'autres sont **inhibiteurs** et diminuent la fréquence des potentiels d'action.

Une fois que les neurotransmetteurs ont agi, ils sont dégradés ou recyclés.

Parmi les neurotransmetteurs, nous trouvons :

- l'acétylcholine, qui est un neurotransmetteur excitateur impliqué dans les jonctions neuromusculaires et d'autres neurones du système nerveux central ;
- le GABA (Acide Gamma Amino Butyrique), qui est un neurotransmetteur inhibiteur du système nerveux central ;
- la dopamine, qui est impliquée dans le [circuit de la récompense](#), la motivation et la prise de risque ;
- l'adrénaline, liée aux réactions de stress conduisant à un effet physique ;
- l'histamine, qui contrôle l'éveil et l'attention ;
- la sérotonine, impliquée dans les émotions et le sommeil ;
- l'endorphine, qui joue sur la douleur et sa diminution.

Nous allons à présent nous pencher sur le cas de l'acétylcholine, neurotransmetteur mis en jeu dans la communication neuromusculaire, pour détailler le fonctionnement de la communication synaptique.



L'acétylcholine : un exemple de fonctionnement d'une communication cérébrale

L'acétylcholine est un neurotransmetteur impliqué dans la communication neuromusculaire. Son **exocytose** au niveau de l'espace synaptique permet de transmettre l'information d'un neurone à une autre cellule et se fixant sur des récepteurs spécifiques.

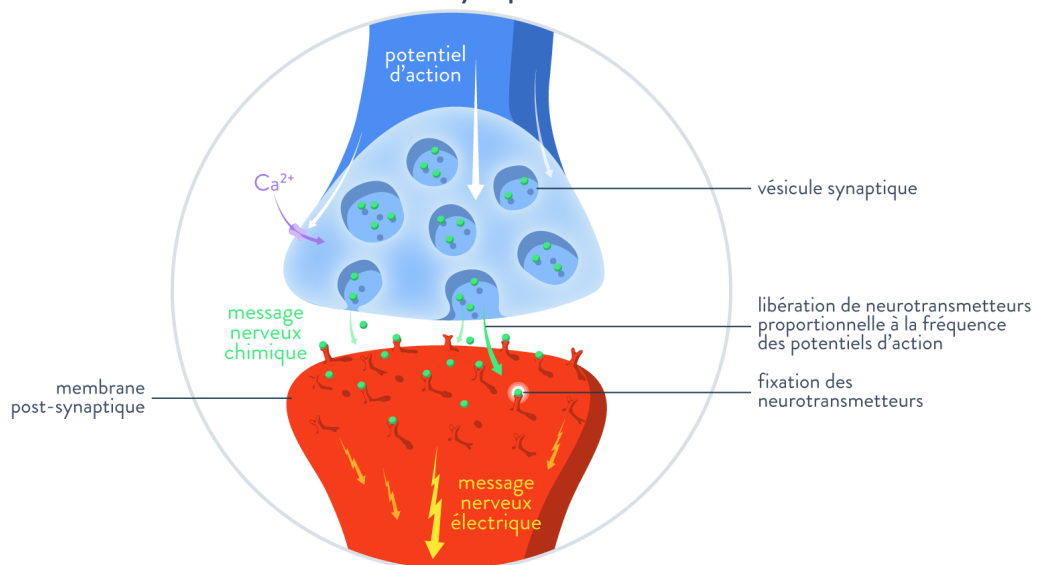


Définition

### Exocytose :

L'exocytose est la libération de molécules par une cellule dans son milieu.

## Libération des neurotransmetteurs dans la synapse



© SCHOOLMOUV

### Rappel

L'arrivée d'un train de potentiel d'action permet la libération d'ions  $\text{Ca}^{2+}$  par le neurone présynaptique. Le  $\text{Ca}^{2+}$  cause l'exocytose des vésicules synaptiques et la libération du neurotransmetteur dans l'espace synaptique.

Le neurotransmetteur agit sur la membrane post-synaptique en se fixant sur un récepteur membranaire, engendrant ainsi un nouveau train de potentiels d'action qui sera transmis le long de la fibre post-synaptique.

Des récepteurs peuvent également être présents sur la membrane présynaptique. Ils permettent la fixation d'un neurotransmetteur qui va stimuler ou inhiber le fonctionnement de la synapse.

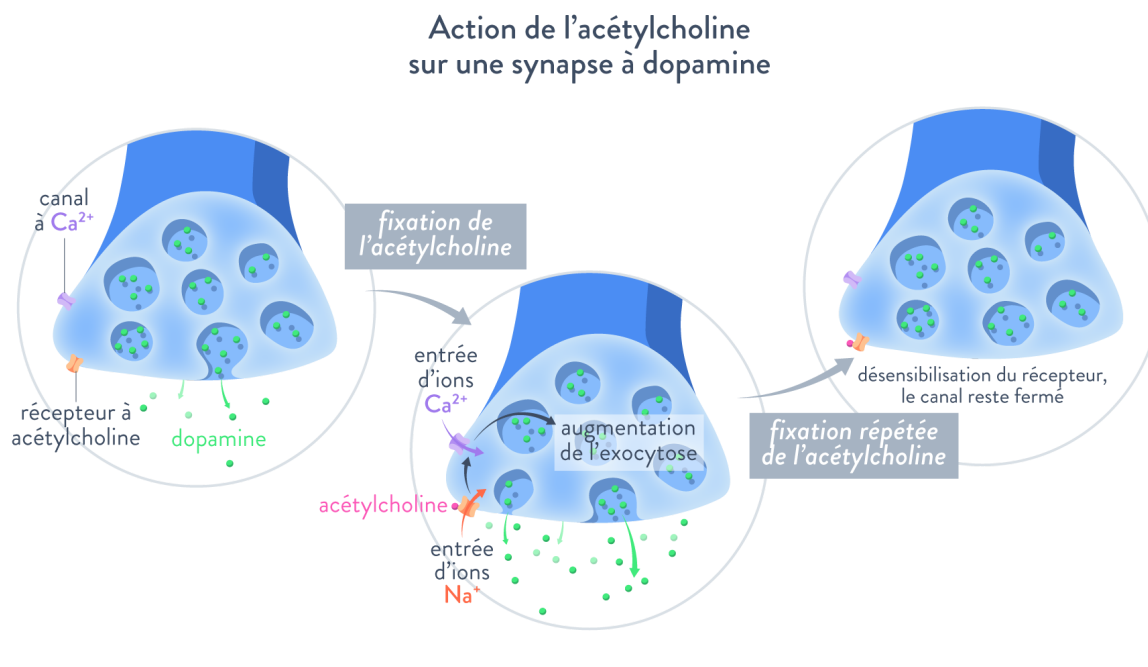
### Exemple

C'est le cas des **récepteurs nicotiniques**, présents sur les synapses à dopamine, activés par l'**acétylcholine**.  
On les nomme d'ailleurs également « récepteurs à acétylcholine ».

### Astuce

L'acétylcholine est une molécule très proche de la nicotine, cela explique qu'elles puissent se fixer sur les mêmes récepteurs.

La fixation de l'acétylcholine de manière ponctuelle va stimuler l'ouverture de canaux  $\text{Na}^+$ , générant à son tour l'ouverture des canaux  $\text{Ca}^{2+}$ . Ce processus va entraîner l'exocytose des vésicules synaptiques et donc la libération de dopamine.



Attention

Si l'acétylcholine se fixe sur le récepteur de manière répétée, il entre dans une phase de désensibilisation et ne répondra plus à la présence d'acétylcholine, limitant la production de dopamine.



À retenir

- Le cerveau est composé de plusieurs aires corticales qui remplissent des rôles précis et dont l'intercommunication est assurée par les neurones.
- Un neurotransmetteur (souvent spécifique à chaque neurone), permet la communication au sein des synapses.

- Chaque neurotransmetteur est associé à des fonctions particulières : ils contrôlent les synapses en stimulant ou inhibant leur fonctionnement.

## 2 | Action de substances exogènes sur le cerveau

### a. L'impact de substances exogènes agonistes

La consommation de certaines substances peut modifier le fonctionnement du système nerveux.



Ces substances sont dites « exogènes » quand elles sont extérieures à l'organisme.

Si certaines ont des effets bénéfiques, comme certains médicaments, d'autres peuvent perturber le bon fonctionnement des neurones. C'est le cas de la plupart des drogues (tabac, cannabis...) ou de l'alcool.

En utilisant l'exemple de la nicotine, présente dans le tabac et dans certains liquides pour cigarette électronique, nous pouvons observer son action sur les synapses. Comme la nicotine est une molécule très proche de l'acétylcholine, elle peut se fixer sur les mêmes récepteurs : la nicotine est donc un **agoniste** de l'acétylcholine.

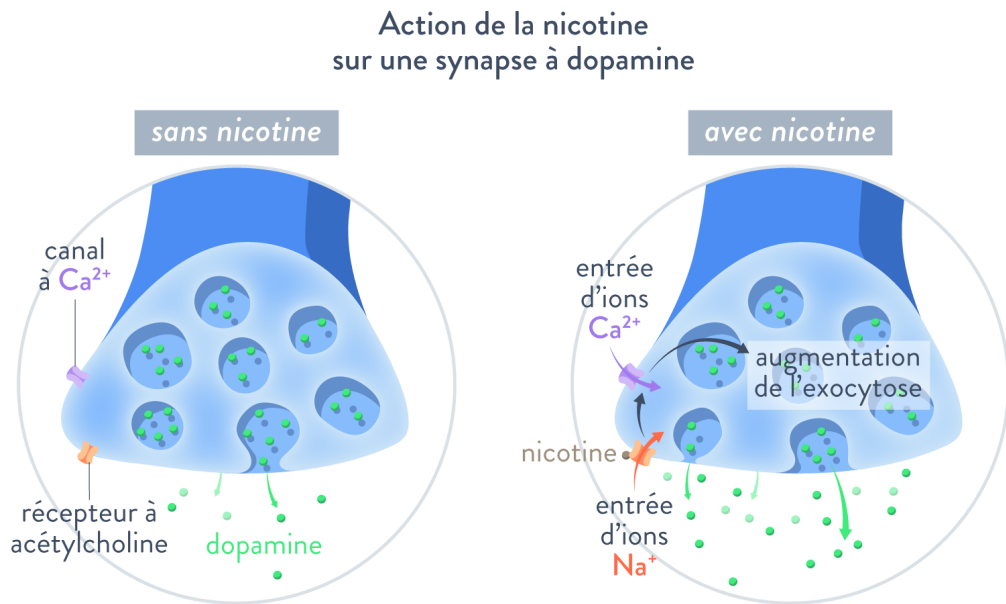


### Agoniste :

On dit d'une molécule qu'elle est « agoniste » quand elle peut se fixer sur le récepteur dédié à un neurotransmetteur, et qu'elle mime les effets de celui-ci.

Dans le cas de la nicotine, elle peut donc se fixer sur les synapses à dopamine et les stimuler. Ces dernières libèrent donc davantage de dopamine.

- La dopamine libérée en grande quantité donne une sensation de productivité et de bien-être au·à la fumeur·se.



© SCHOOLMOUV



Attention

La surproduction chronique de dopamine qui accompagne un tabagisme régulier est la source d'addiction et de dépendance.

Si certaines substances miment donc l'effet des neurotransmetteurs lors de leur fixation sur leurs récepteurs spécifiques, d'autres molécules vont agir à l'inverse de ces neurotransmetteurs. On parle d'antagoniste.

### b. L'impact de substances exogènes antagonistes

Dans le cas de l'alcool, la molécule exogène (l'acétaldéhyde) peut se fixer sur plusieurs récepteurs, agissant à la fois comme **agoniste** et **antagoniste**.



Définition

**Antagoniste :**

On dit d'une molécule qu'elle est « antagoniste » quand elle peut se fixer sur le récepteur dédié à un neurotransmetteur spécifique, mais qu'elle produit alors l'effet inverse.

L'alcool consommé va être transformé par le foie en acétaldéhyde. Cette molécule est toxique et, à forte dose, elle est responsable des contrecoups d'une forte consommation d'alcool (maux de tête, déshydratation, vertiges, fatigue...).

L'alcool va également agir en activant les récepteurs synaptiques du GABA (neurotransmetteur inhibiteur du cortex cérébral) et va inhiber les récepteurs au glutamate (neurotransmetteur excitateur). Ainsi, l'alcool inhibe la transduction du message nerveux dans plusieurs aires corticales. De ce fait, l'information ne pouvant être transmise correctement au sein de la synapse, l'alcool procure une sensation d'apaisement doublée d'une perte de contrôle.



Plus la consommation est importante, plus l'intoxication sera sévère, pouvant aller jusqu'au coma éthylique. Une consommation excessive ou répétée endommage le système nerveux de manière prolongée, voire définitive.



### Des substances qui perturbent la vision

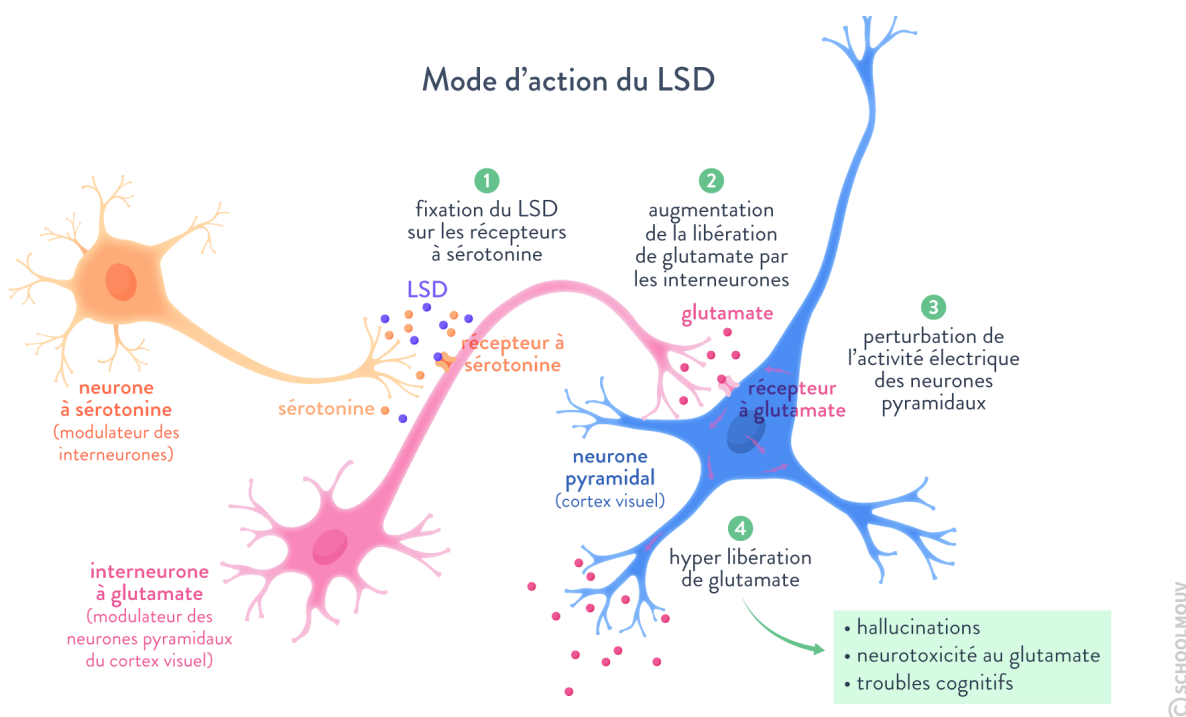
D'autres substances peuvent avoir des effets hallucinogènes, c'est-à-dire entraîner une modification de la perception de l'environnement et des événements.

Le LSD est une drogue réputée pour posséder ces effets. Issue de champignons, la substance a une structure proche d'un neurotransmetteur : la sérotonine. Le LSD va se fixer sur les récepteurs de la sérotonine et exacerber le fonctionnement des mécanismes qu'elle régule initialement.





La sérotonine agit, entre autres, sur la régulation des émotions, de la mémoire et de la perception visuelle.



⚠ Attention

Ce genre de perturbation est extrêmement dangereux : il entraîne des hallucinations et peut être à l'origine de comportements risqués.

👁 À retenir

- Certaines molécules exogènes ont un comportement agoniste par rapport aux neurotransmetteurs : elles vont se fixer sur leurs récepteurs et mimer leur effet, entraînant une surproduction de molécules perturbant l'équilibre physiologique de l'organisme.
- Certaines molécules exogènes peuvent être antagoniste, produisant ainsi l'effet inverse du neurotransmetteur initial.
- Certaines substances peuvent avoir des effets sur des fonctions essentielles comme la vision.

### 3 | Effets secondaires et accoutumances

#### a. Effets secondaires à long terme

La consommation de drogue et d'alcool engendre des complications graves, parfois dès la première prise. Si les effets à court terme sont souvent recherchés par l'utilisateur·rice (bien-être, euphorie...), les effets néfastes sur une plus ou moins longue période ne sont pas à négliger.



- Le tabac a de nombreuses conséquences néfastes : il augmente le risque de cancer, agit sur la fertilité, et engendre un vieillissement prématuré de la peau.
- L'alcool peut entraîner des troubles au niveau cardiovasculaires et augmente le risque d'apparition de nombreux cancers. Son action sur le fonctionnement du système nerveux perturbe la prise de décision, les réflexes et le champ de vision. C'est pourquoi la consommation d'alcool est responsable de nombreux accidents, sur la route notamment, ou du déclenchement de violences.
- Le LSD peut provoquer des crises d'angoisses sévères et des troubles respiratoires, même dès la première utilisation. Sur le long terme, la consommation de LSD conduit à des états dépressifs ou à de fortes angoisses.

Toutes ces substances peuvent entraîner un autre type de perturbation du système nerveux car la production excessive et prolongée de dopamine perturbe le circuit de la récompense et conduit aux accoutumances et addictions.

#### b. Perturbation du circuit de la récompense par des substances chimiques

La consommation de molécules exogènes sur un temps plus ou moins long, et/ou de manière régulière, entraîne des risques d'**accoutumance** et d'**addiction**.



### **Accoutumance :**

L'accoutumance est caractérisée par l'atténuation ou la disparition de l'effet d'une substance sur l'organisme suite à une exposition répétée.



### **Addiction :**

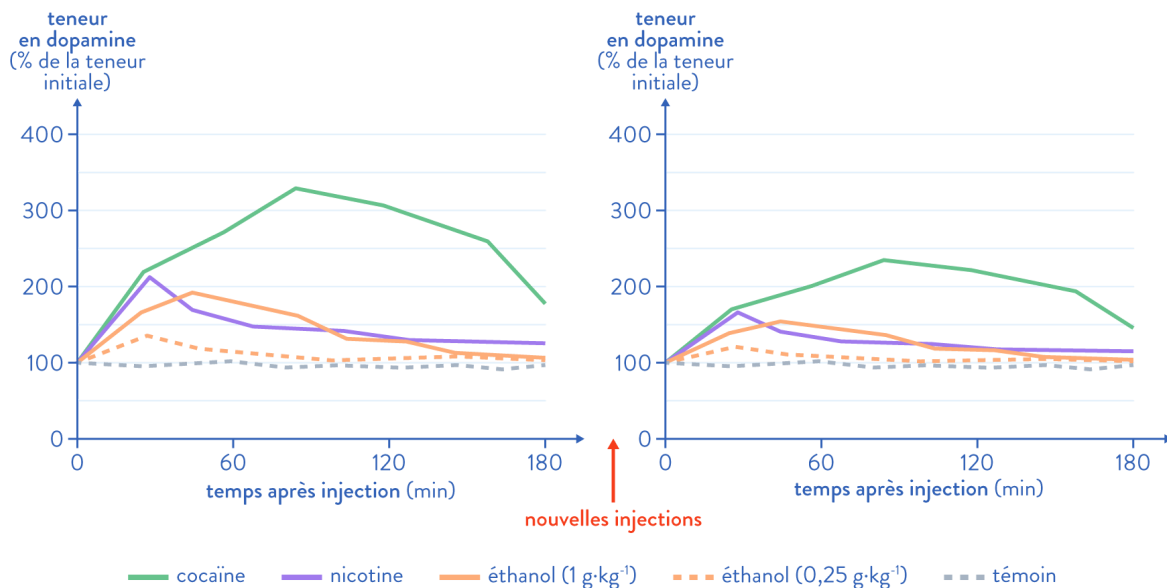
L'addiction est le désir incontrôlable de renouveler un comportement malgré la connaissance de ses effets néfastes.

La libération excessive de dopamine est une conséquence courante lors de la consommation de la plupart des drogues ou d'alcool. C'est ce qui provoque une sensation de bien-être et de plaisir lors de la prise de ces substances.



La dopamine intervient au sein du circuit de la récompense. Le circuit de récompense est composé de plusieurs aires corticales interconnectées et sont liées au désir, à l'attention et à la motivation.

Cet apport prolongé et répété de dopamine, neurotransmetteur responsable de la satisfaction, habitue l'organisme et le rend de plus en plus insensible à cette molécule. L'utilisateur·rice doit donc consommer davantage ou prendre plus de risques pour ressentir les effets de la dopamine. C'est tout le système de récompense qui est perturbé.



© SCHOOLMOUV

Nous pouvons voir sur le graphique ci-dessus que la prise de certaines substances impacte la teneur en dopamine présente dans le centre nerveux du rat. Les injections entraînent une augmentation de la libération de dopamine dans l'organisme jusqu'à un pic. Ce pic est atteint en une période de temps plus ou moins longue (jusqu'à 1 heure et 30 minutes pour la cocaïne).



Astuce

Notez que dans le cas de la cocaïne, il ne s'agit pas de libération de dopamine, mais d'inhibition de sa recapture par les synapses : de fait, celle-ci reste dans l'organisme.

Puis, la teneur en dopamine revient à son état basal. Ces différences de teneur en dopamine influencent le risque d'addiction en augmentant la fixation de la dopamine sur ses récepteurs, les rendant insensibles plus ou moins rapidement.



Attention

Ces substances entraînent des addictions dont il est difficile de se débarrasser sans une aide extérieure, éventuellement une aide

- La consommation de certaines substances entraîne accoutumance et addiction.
- C'est la perturbation du circuit de récompense qui est à l'origine de ces troubles.

#### Conclusion :

Le fonctionnement du système nerveux est régulé et précis. Plus les tâches exécutées sont complexes, plus elles mettent en jeu un nombre important d'aires corticales. La communication est donc au centre des mécaniques mises en place par le cerveau.

Cette communication peut cependant être perturbée par des molécules exogènes, comme les drogues ou l'alcool. Ces perturbations se font ressentir à court terme, mais également sur le long terme. La bonne communication entre les différentes aires corticales, les autres organes et la régulation des neurotransmetteurs ne peut alors plus se faire correctement. Si les effets à court terme sont souvent recherchés par l'utilisateur, les risques de maladies, accoutumance et addiction ne doivent pas être pris à la légère.