

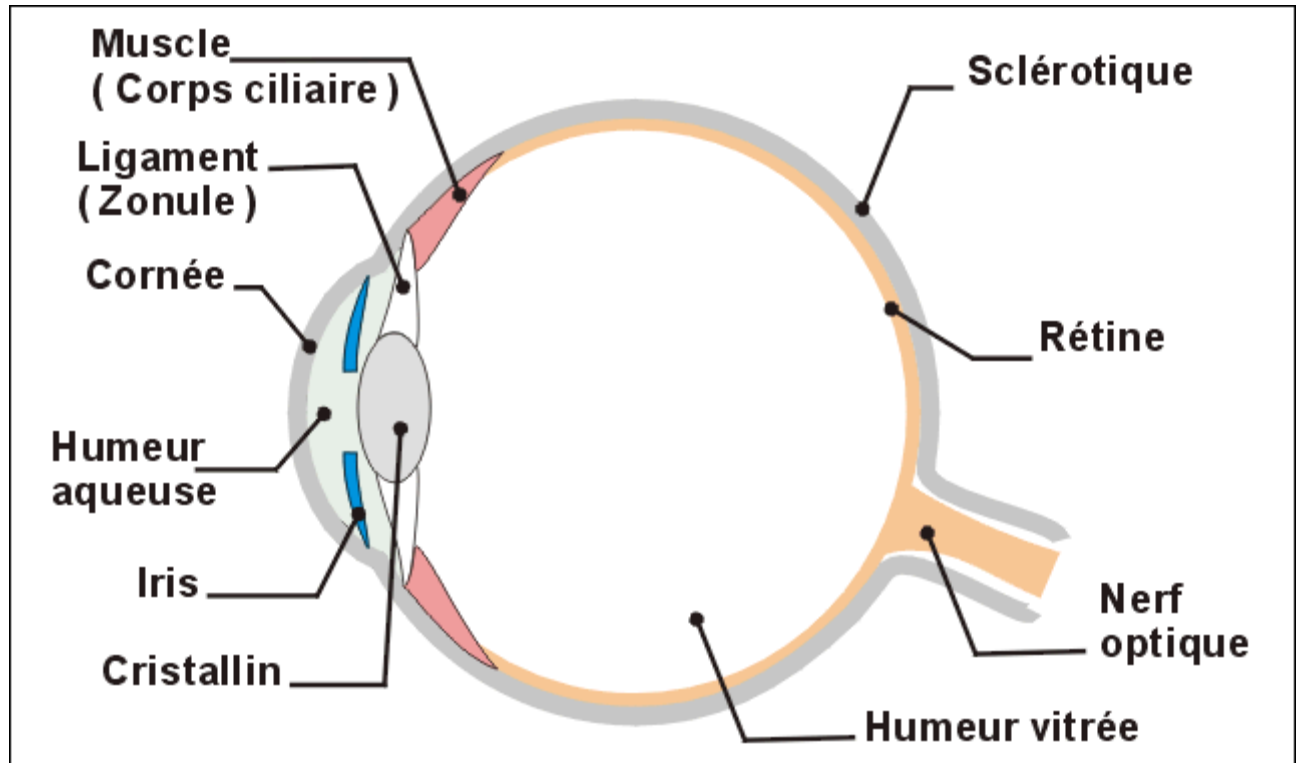
CHAPITRE 1 : De l'œil au cerveau : la perception visuelle

Les mécanismes nerveux de la vision

Introduction :

La vision est le principal sens que nous utilisons. Elle nous renseigne sur le monde extérieur. Comment les informations extérieures sont-elles analysées ? Pourquoi ces informations sont-elles parfois incohérentes ?

I. Structure de l'œil



Organisation de l'œil d'un vertébré

L'œil humain est composé de :

- 3 enveloppes emboîtées : la sclérotique blanche, la choroïde noire et la rétine
- de milieux transparents : la cornée, l'humeur aqueuse, le cristallin et l'humeur vitrée

La rétine est en continuité avec le nerf optique.

Problème : comment l'œil permet-il de capter une image du monde?

II. Le rôle de la rétine (voir l'exercice : organisation de la rétine)

1- Structure de la rétine :

Elle comporte des dizaines de millions de photorécepteurs : cellules nerveuses sensibles à la lumière.

2- Répartition des photorécepteurs

On distingue les bâtonnets sensibles à des éclaircissements très faibles et les cônes de 3 types (bleu,vert,rouge) permettant une vision précise des objets et des couleurs.

La zone centrale de la rétine ou fovéa ne comporte que des cônes ce qui est à l'origine de l'acuité visuelle et de la vision en couleurs. La zone périphérique comprend en majorité des bâtonnets d'où une vision possible pour de faibles éclaircissements.

On trouve par ailleurs dans la rétine un point aveugle, dépourvu de récepteurs : c'est le départ du nerf optique.

La vision du monde dépend des propriétés des photorécepteurs de la rétine.

Problème : voit-on la même chose que les autres ?

3- Vision des couleurs et parenté des êtres vivants : (exercice : vision des couleurs et parenté chez les primates)

Chez l'homme, la vision des couleurs est trichromatique : elle repose sur la présence de 3 sortes de cônes, aux pigments et sensibilités différents.

Trois gènes contrôlent la synthèse de ces opsines.

Une déficience génétique peut être à l'origine d'anomalies de la vision comme le daltonisme.

Les gènes codant pour les opsines sont très proches ce qui confirme la grande parenté entre l'Homme et certains primates.

L'étude comparée des pigments rétiniens permet de placer l'Homme parmi les primates.

III. Des photorécepteurs au cortex visuel

Comment percevons-nous le monde ?

1- Naissance de messages nerveux

Les photorécepteurs contiennent un pigment photosensible, l'opsine. Le stimulus lumineux déclenche une réaction du pigment à l'origine d'une réponse électrique ou message nerveux.

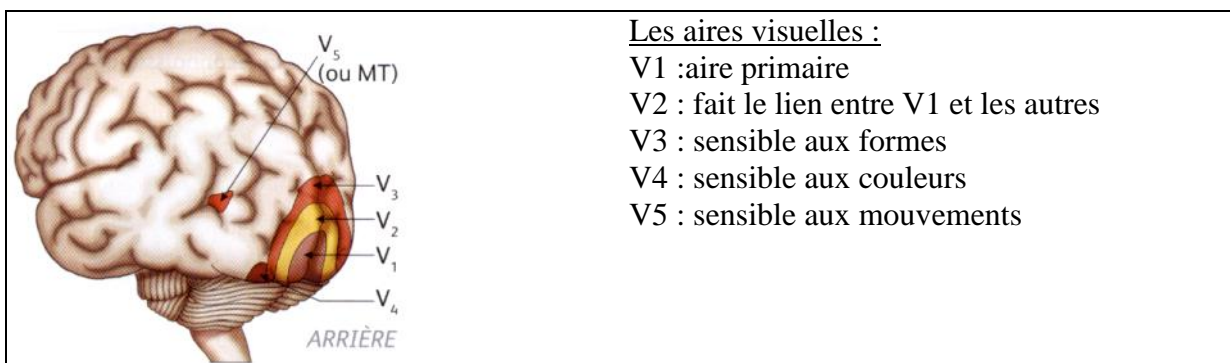
2- Propagation des messages nerveux (exercice : expériences de sections)

Les photorécepteurs sont connectés à des neurones dont les prolongements forment le nerf optique. Il y a un croisement partiel des fibres des 2 nerfs optiques allant jusqu'au cortex visuel, située dans la partie occipitale du cerveau. Ainsi la moitié (gauche ou droite) du champ visuel est perçue par l'hémisphère cérébral du côté opposé.

Le message nerveux visuel emprunte des voies nerveuses jusqu'au cortex visuel.

IV. Les aires visuelles et la perception visuelle

1- Plusieurs aires cérébrales spécialisées



Les aires visuelles :

V1 : aire primaire

V2 : fait le lien entre V1 et les autres

V3 : sensible aux formes

V4 : sensible aux couleurs

V5 : sensible aux mouvements

Les aires visuelles sont situées au niveau du lobe occipital du cerveau.

Le cortex visuel primaire apparaît comme une carte du champ de vision. C'est le point d'entrée des messages nerveux visuels.

L'imagerie fonctionnelle du cerveau permet d'identifier et d'observer d'autres aires spécialisées dans la reconnaissance des couleurs, des formes, ou du mouvement.

A partir des informations perçues par ces différentes aires le cerveau élabore à chaque instant une perception visuelle unifiée.

2- La plasticité cérébrale (exercice : de la vision au langage)

La reconnaissance d'un mot écrit nécessite une collaboration entre les aires visuelles, la mémoire et des structures liées au langage.

Elle résulte d'un apprentissage qui repose sur la plasticité du cerveau c'est à dire la capacité qu'a le cerveau de remodeler son fonctionnement.

Ex des non-voyants : le cortex visuel est reconverti à d'autres tâches.

CHAPITRE 2 : La chimie de la perception

La consommation de certaines substances modifie la perception visuelle. Comment expliquer ce phénomène ?

I. La transmission du message nerveux

La perception repose sur le traitement par le cerveau des messages nerveux sensitifs issus des photorécepteurs. Ces messages sont de nature électrique.

Les messages sont véhiculés de neurone en neurone grâce à des zones de connexion appelées synapses. Ce sont des relais comme les corps genouillés latéraux.

1- La transmission synaptique

Voir annexe : une communication chimique entre les neurones

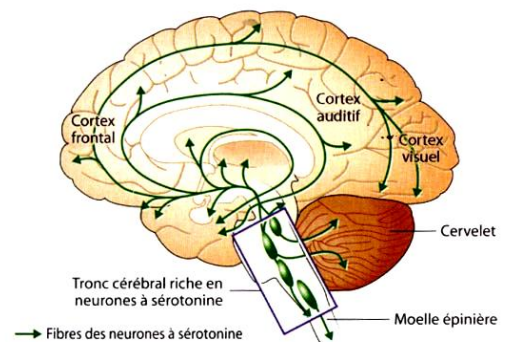
L'arrivée du message nerveux de nature électrique à l'extrémité du neurone présynaptique provoque la libération de molécules de neurotransmetteurs, contenus dans des vésicules. Déversées dans l'espace synaptique, elles vont se fixer sur des récepteurs spécifiques situés sur le neurone postsynaptique. Il y a alors émission et propagation du message nerveux, de nature électrique.

2- Une variété de neurotransmetteurs

Le traitement de toutes les informations sensorielles nécessite l'activation d'aires spécialisées du cortex. La perception globale dépend de la communication entre différentes aires spécialisées, elles-mêmes sous le contrôle du cortex frontal. La sérotonine est impliquée dans ces circuits neuroniques.

Les neurones à sérotonine sont impliqués dans la perception, la régulation du sommeil, de l'humeur, de la température et des comportements alimentaires et sexuels.

Sciences IES 1L – Hatier



Il existe de nombreux neurotransmetteurs comme la noradrénaline, la sérotonine, la dopamine qui jouent un rôle important dans la sensation de plaisir etc...

II. Les perturbations chimiques de la perception

1. Le mode d'action des drogues

Voir annexe 2

Des substances chimiques extérieures à l'organisme peuvent perturber le fonctionnement nerveux.

Certaines ont une structure tridimensionnelle en partie semblable à celle du neurotransmetteur naturel et viennent alors se fixer sur les récepteurs à la place du neurotransmetteur.

Celles qui provoquent des hallucinations (des perceptions qui n'existent pas dans la réalité) sont qualifiées d'hallucinogènes. C'est le cas du LSD, substance dérivée de l'ergot de seigle ou de champignons comme le psilocybe qui provoquent des visions très colorées. Sa structure est proche de la sérotonine.

L'alcool lui diminue le champ visuel et modifie l'appréciation des distances.

Certaines substances hallucinogènes perturbent la perception visuelle. Leur action est due à la similitude de leur structure moléculaire avec celle de certains neurotransmetteurs du cerveau auxquels elles se substituent.

2. Les effets nocifs des drogues

Une faible dose de LSD peut aussi perturber l'humeur, la conscience de soi et avoir d'importants effets physiologiques. De plus les effets de la drogue peuvent être revécus plus tard sous forme de flash-back. On peut aussi constater une dépendance et parfois une accoutumance ce qui conduit à augmenter les doses pour obtenir le même effet.

Ainsi la consommation d'alcool, associé au cannabis est impliqué dans de nombreux accidents de la circulation.

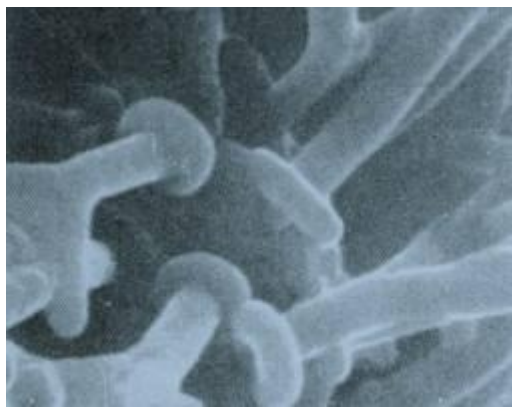
Leur consommation entraîne des troubles du fonctionnement général de l'organisme, une forte accoutumance ainsi que des « flash-back » imprévisibles.

Annexe 1 : Une communication chimique entre neurones

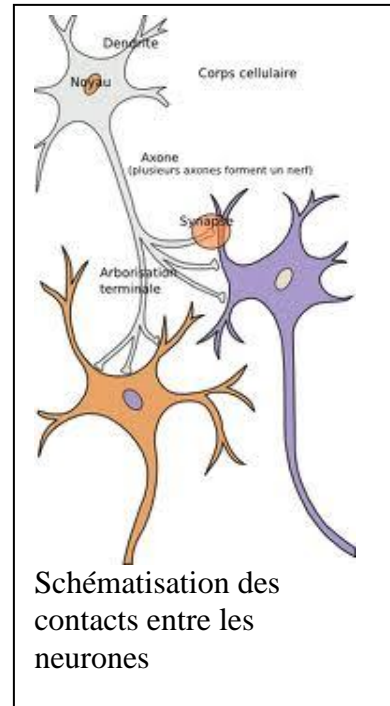
La perception visuelle repose sur la transmission de messages nerveux, de nature électrique, depuis la rétine jusqu'au cortex cérébral.

L'objectif est de comprendre comment ce message se transmet de neurone à neurone au niveau des synapses.

Document 1 : le neurone : structure spécialisée de la communication nerveuse



Corps cellulaire d'un neurone avec de nombreux boutons synaptiques (MEB x2000)

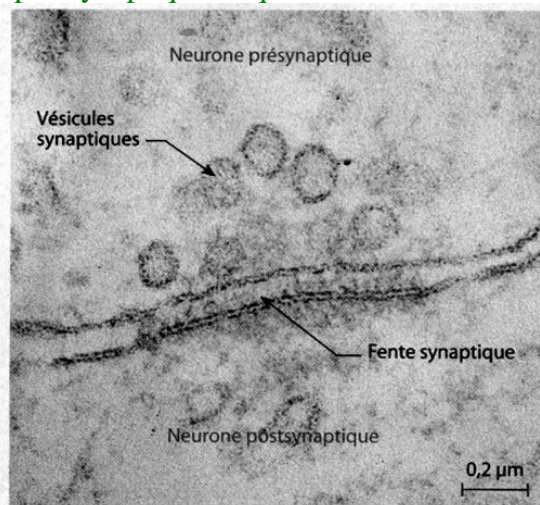


Schématisation des contacts entre les neurones

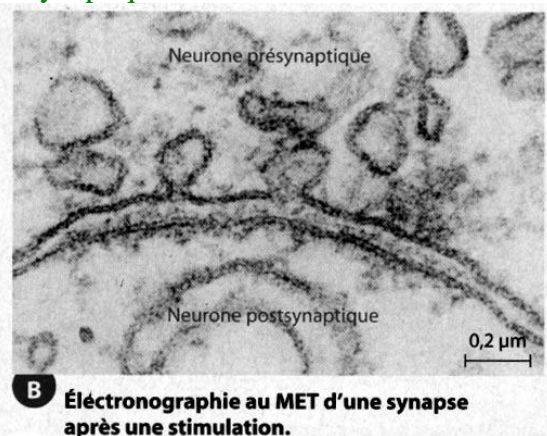
Document 2 : la synapse, zone de transmission du message nerveux

Le message nerveux doit franchir la synapse c'est à dire la zone de jonction qui unit les neurones.

Cette zone comprend la partie présynaptique, la fente synaptique et la partie postsynaptique. Les vésicules synaptiques renferment des molécules chimiques, appelées les neurotransmetteurs. Ces derniers se fixent sur des récepteurs situés sur la membrane postsynaptique ce qui stimule le neurone postsynaptique. Ils sont ensuite relâchés et recyclés.



A Électronographie au MET d'une synapse au repos.



B Électronographie au MET d'une synapse après une stimulation.

- 1- Expliquer pourquoi on parle souvent de réseaux neuronaux
- 2- Comparer l'organisation de l'extrémité d'un neurone par lequel arrive le message (neurone présynaptique) avec celle du neurone par lequel il repart (neurone postsynaptique).
- 3- Comparer l'état de la synapse avant et après l'arrivée du message électrique.

4- A l'aide d'un schéma fonctionnel, expliquer la transmission du message nerveux d'un neurone à l'autre.

Une communication chimique entre neurones

Correction

1) Le corps cellulaire d'un neurone est en contact avec de nombreuses terminaisons nerveuses venant d'autres neurones.

2) Le neurone présynaptique contient des vésicules remplies de neurotransmetteurs.

Le neurone postsynaptique possède des récepteurs membranaires capables de fixer les neurotransmetteurs.

3) Lorsque le message nerveux électrique arrive, les vésicules libèrent les neurotransmetteurs dans la fente synaptique.

4) schéma de synapse

⇒ La transmission du message au niveau de la synapse est de nature chimique.

⇒ La transmission de l'information se fait en sens unique.

Il semble que l'image du LSD, dans l'espace festif techno, soit très bonne. A côté de ses effets très recherchés, il apparaît que cette substance jouit d'une certaine "aura" attachée à sa réputation de substance phare des années 60/70 liée aux différents courants de la contre-culture de cette époque.

(<http://www.ofdt.fr/ofdtdev/live/produits/hallucin/conso.html>)

A partir de l'étude des 5 documents ci-dessous, rédigez un article à destination d'un journal lycéen, expliquant le mode d'action du LSD, puis montrant que sa consommation, comme celle des autres drogues, représente un danger individuel mais aussi un problème de société.

Document 1: Des substances hallucinogènes.

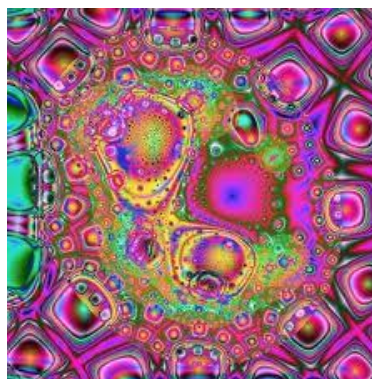
C'est en 1943 qu'un chimiste ingéra accidentellement de l'acide lysergique diéthylamide ou **LSD**, extrait de l'ergot de seigle. Il est pris de vertiges et en proie à des hallucinations visuelles.

La célèbre chanson des Beatles « *Lucy in the sky with diamonds* » dépeint un paysage psychédélique inspiré par les effets de cette puissante drogue hallucinogène.

Picture yourself in a boat on a river
With tangerine trees and marmalade skies
Somebody calls you, you answer quite slowly
A girl with kaleidoscope eyes

Cellophane flowers of yellow and green
Towering over your head
Look for the girl with the sun in her eyes
and she's gone

(extrait de la chanson de J.Lennon-1967)

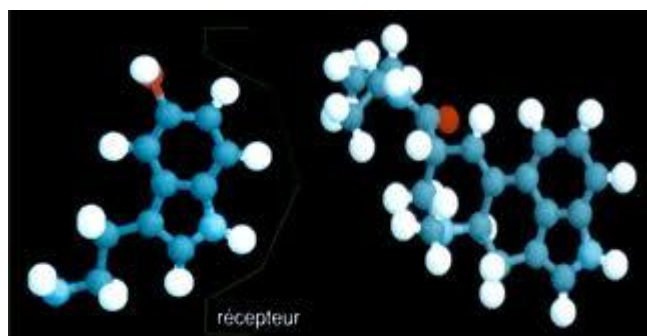


D'autres substances, comme la kétamine (un anesthésique), la mescaline, la psilocybine ou l'ecstasy altèrent la perception visuelle. Ce sont des produits classés comme stupéfiants.

Document 2: Le mode d'action d'un hallucinogène, le LSD

Les neurotransmetteurs intervenant dans le cortex visuel sont le glutamate et la sérotonine.

A l'aide du logiciel Rastop il est possible de comparer la structure de la sérotonine, à gauche avec le LSD.



Le LSD a une partie de sa molécule similaire à celle de la sérotonine ce qui lui permet de se fixer sur les récepteurs à sérotonine. Il y a alors augmentation de la libération par des neurones modulateurs de glutamate ce qui perturbe l'activité des neurones pyramidaux du cortex visuel. Ceci est à l'origine d'hallucinations ou perceptions de faits ou d'objets qui n'existent pas.

Modèle moléculaire de la sérotonine et du LSD

Document 1: les risques liés à la prise de LSD

Le LSD est une substance psychoactive qui entraîne des modifications sensorielles intenses et une perte plus ou moins marquée du sens des réalités.

L'utilisateur peut éprouver un état confusionnel accompagné d'anxiété, de crises de panique, de phobies, de bouffées délirantes. Tout consommateur s'expose à des « bad trips » c'est à dire des hallucinations cauchemardesques, des illusions dangereuses (s'imaginer pouvoir voler) ou des perturbations psychiques prolongées. De plus plusieurs semaines ou mois après consommation, certaines personnes ressentent de nouveaux épisodes hallucinatoires, appelés « flash-back ».

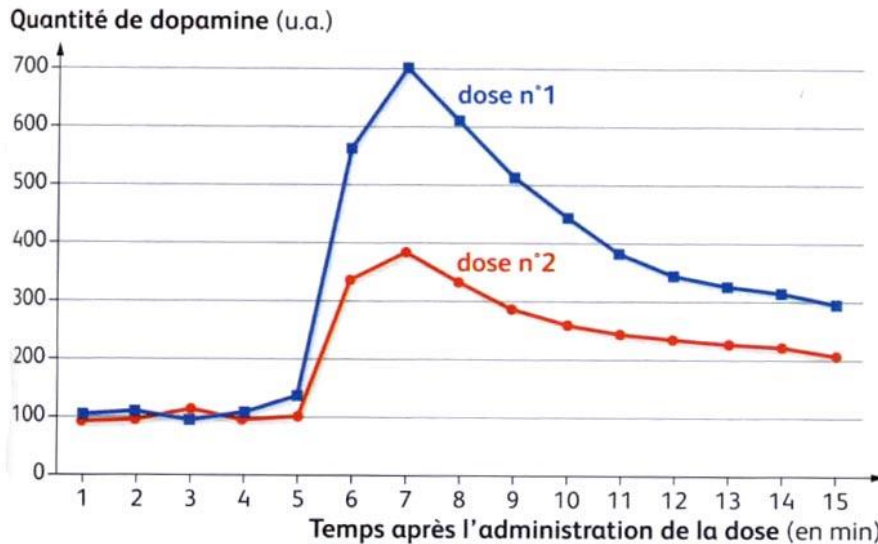
Le LSD provoque aussi des troubles digestifs, des maux de dos, des endormissements. Des suicides ont été constatés sous emprise de LSD.

Les conduites addictives interviennent dans environ 30% de la mortalité avant 65 ans. L'addiction se caractérise par l'impossibilité répétée de contrôler un comportement et la poursuite de ce dernier, en dépit des conséquences négatives qu'il génère.

Cela concerne les addictions à des psychoactifs comme l'alcool, le tabac... mais aussi des addictions comportementales comme le jeu.

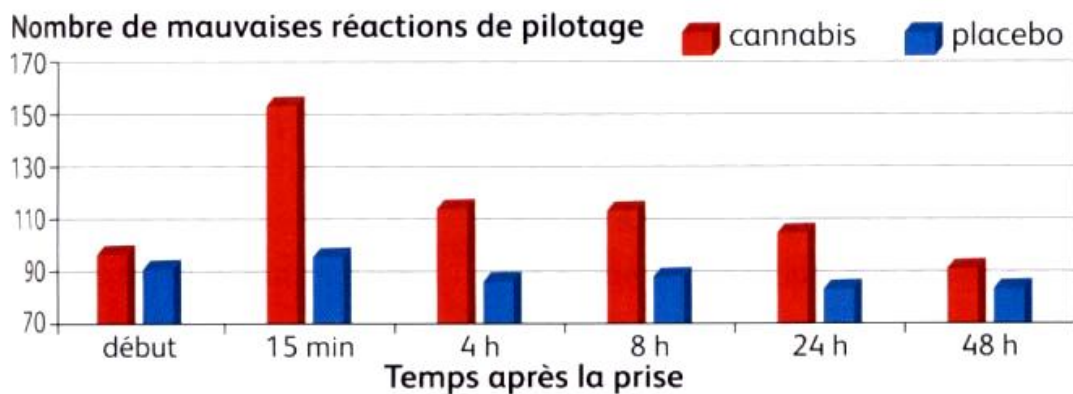
Enfin, certaines substances psychoactives peuvent entraîner une accoutumance, c'est à dire qu'en cas d'utilisation répétée, l'organisme les tolère mieux et y réagit de moins en moins fortement.

Source : <http://WWW.santé-sports.gouv.fr/addictions.html>



La dopamine est un neurotransmetteur impliqué dans la sensation de plaisir. On mesure dans le graphique ci-dessus la quantité de dopamine libérée par les cellules nerveuses après la première ou la deuxième administration de cocaïne à un singe.

Source : Sciences 1ES-L, Nathan



CORRECTION

LSD, du rêve au cauchemar...

Depuis près de 50 ans, le LSD est lié dans l'esprit des gens à la fête et à la révolte. Derrière cette image idyllique se cache un produit redoutable, qui peut briser des vies.

Synthétisé en 1943 à partir d'un champignon qui fit des ravages au Moyen Âge, le LSD montre très vite ses effets hallucinogènes. Les adeptes de la contre-culture s'en emparent et vont même jusqu'à le chanter, comme les Beatles dans *Lucy in the Sky with Diamonds*.

Le LSD présente une structure moléculaire très proche de celle de la sérotonine, qui est un neurotransmetteur, c'est à dire une substance permettant la communication entre les neurones. En se fixant à la place de la sérotonine, le LSD active d'autres neurones du cortex cérébral, provoquant la perception d'images n'existant pas : ce sont les hallucinations, recherchées par les consommateurs. Malheureusement, les effets ne s'arrêtent pas là : le LSD peut conduire à des « bad trips », hallucinations cauchemardesques et à des crises de panique ou de bouffées délirantes. De plus, des phénomènes de « flash-back » ont été mis en évidence : des hallucinations se produisent des semaines ou des mois après la prise de LSD.

Au-delà de ces aspects psychiques, le LSD agit sur l'état physique du consommateur, entraînant troubles digestifs, maux de dos et endormissements, et parfois même des suicides.

Comme tous les stupéfiants, le LSD provoque une addiction, c'est à dire une impossibilité d'arrêter la prise du produit. Une accoutumance peut aussi survenir : on nomme ainsi la nécessité d'augmenter les doses pour obtenir le même état. Elle s'explique par le fait que les neurotransmetteurs sont de moins en moins libérés par les neurones, ce qui limite leur effet. Dans le cas de la cocaïne, la quantité de neurotransmetteur libérée est divisée par 2 dès la seconde prise, ce qui oblige le consommateur à augmenter la dose.

On voit donc que la prise de stupéfiants est un danger individuel, mais elle représente aussi un danger pour la société. 30% de la mortalité avant 65 ans est liée à la prise de stupéfiants. Les accidents de la route sont souvent liés à la consommation de drogues. Des études ont montré que la prise de cannabis entraînait pratiquement un doublement des mauvaises réactions de pilotage 15 minutes après la prise. Cet effet s'atténue peu à peu, mais il faut 48 heures pour revenir à un comportement normal...

Je vous souhaite à tous de ne pas tomber dans cet enfer. Si vous craquez, vous ne pourrez pas vous cacher derrière le trop classique « je ne savais pas »...