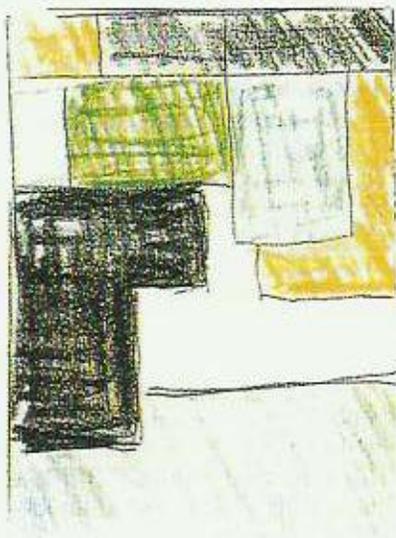
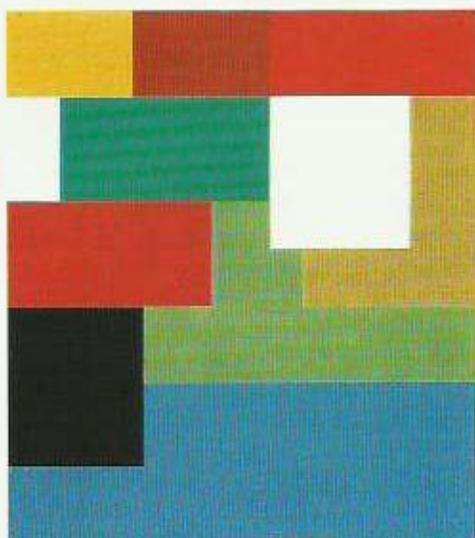


La vision : une construction cérébrale

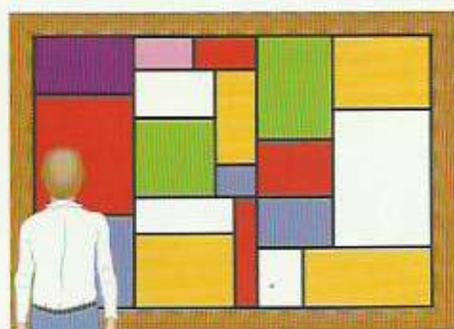
La vision nécessite l'arrivée de messages nerveux dans la région postérieure du cerveau, dénommée cortex visuel. L'imagerie médicale permet aujourd'hui de mieux comprendre comment la perception visuelle est ensuite élaborée par le cerveau.

A Des aires visuelles spécialisées



On a demandé à un patient souffrant d'une lésion très localisée du cortex cérébral (sur l'aire V4) d'essayer de reproduire un tableau du peintre Mondrian, associant des formes de couleurs variées. Le dessin effectué par le patient est présenté ici à droite du tableau.

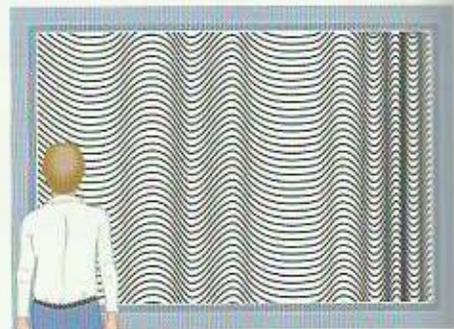
Doc. 1 Une curieuse anomalie de la vision.



A

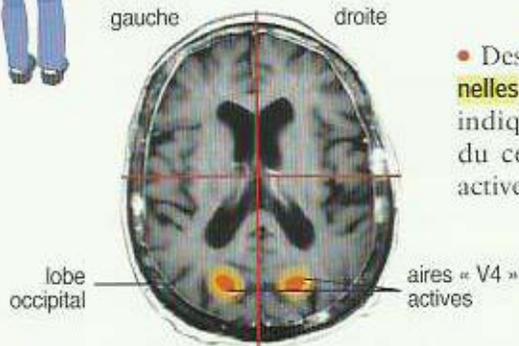
gauche droite

• En **A** un sujet regarde un tableau constitué de plages très colorées associant des formes géométriques, souvent rectangulaires et de couleurs vives ; en **B** le sujet regarde un tableau en noir et blanc qui suggère un mouvement.

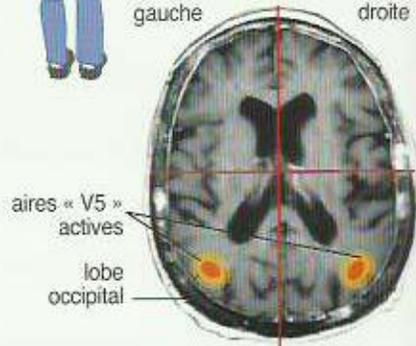


B

gauche droite

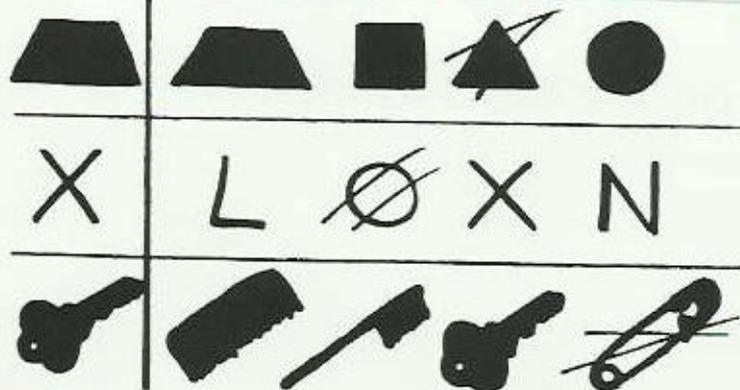


• Des **explorations fonctionnelles** de l'activité cérébrale indiquent quelles zones du cerveau sont les plus actives.



Doc. 2 Une mise en évidence du rôle spécifique de certaines aires cérébrales.

B La vision résulte du traitement de multiples informations



Doc. 3 La mise en évidence d'une autre aire cérébrale très spécialisée.

Ce test consiste à cocher l'objet qui figure au début de chaque ligne. Le patient qui a effectué ce test voit parfaitement les couleurs et utilise souvent cette unique information pour reconnaître les objets : il se trompe donc souvent.

L'examen médical révèle qu'à la suite d'une intoxication par le monoxyde de carbone, ce patient souffre d'une destruction de cellules nerveuses localisées dans une zone très précise du cortex cérébral dénommée aire V3.



perception des formes

Les caractéristiques des images reçues par l'œil sont traitées par des voies nerveuses séparées.

La perception finale est unique : elle résulte de l'intégration de ces différentes informations.



traitement des couleurs



appréciation du mouvement et de la profondeur



perception visuelle intégrée

Doc. 4 Forme, couleur mouvement ; traitement séparé, vision unifiée.



Jeune fille ou personne âgée ?

L'image est unique et pourtant chacun n'a pas nécessairement la même perception visuelle de cette image. Ce que l'on nomme couramment « illusion d'optique » relève le plus souvent de l'interprétation cérébrale.

Doc. 5 À chacun sa vision du monde...

Pistes d'exploitation

PROBLÈME À RÉSOUDRE ▶ Comment le cerveau traite-t-il les informations qui lui parviennent de la rétine ?

Doc. 1 et 2 Déduez de ces informations les rôles que l'on peut attribuer aux aires visuelles V4 et V5.

Doc. 3 Quel rôle précis attribuez-vous à l'aire V3 ? Justifiez votre réponse.

Doc. 1 à 4 Expliquez comment la perception visuelle est élaborée par le cerveau.

Doc. 5 L'expression « illusion d'optique » vous paraît-elle appropriée ? Recherchez d'autres exemples où le cerveau est ainsi pris en défaut.

Des substances qui perturbent la vision

Certains produits, notamment des substances contenues dans des drogues, sont susceptibles de perturber la vision. Cette étude montre comment de telles substances interfèrent dans le cerveau avec la transmission du message nerveux visuel.

A Des substances hallucinogènes



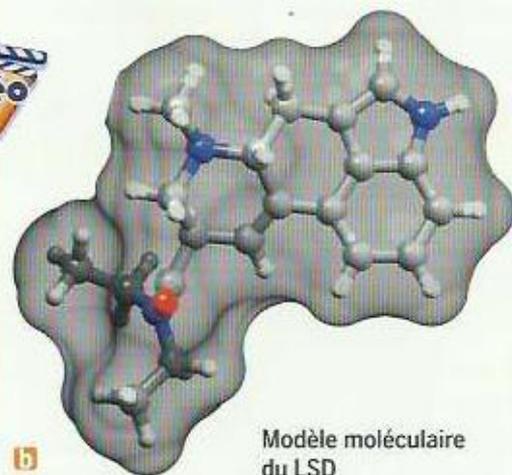
Certaines substances peuvent provoquer des **hallucinations** et perturber la perception visuelle.

La kétamine, par exemple, est un anesthésique dont l'usage a été détourné dans le cadre des « rave parties ». Sous l'effet de la kétamine, l'environnement apparaît déformé, courbé, distordu (a). Certains produits, comme la psilocybine, sont issus de substances naturelles contenues notamment dans des champignons.

Le LSD (b) est un produit de synthèse obtenu à partir de l'acide lysergique, contenu dans un champignon parasite des céréales, l'ergot de seigle (c).

C'est le plus puissant des **hallucinogènes** connus : trente minutes environ après une ingestion de moins d'un dixième de milligramme de LSD, le sujet voit apparaître des visions extrêmement colorées. Cette drogue modifie l'état de conscience du sujet, réaction souvent qualifiée de « voyage » (« trip »).

Très en vogue dans les années 1960-1970, le LSD est interdit depuis 1966 (voir p. 337).



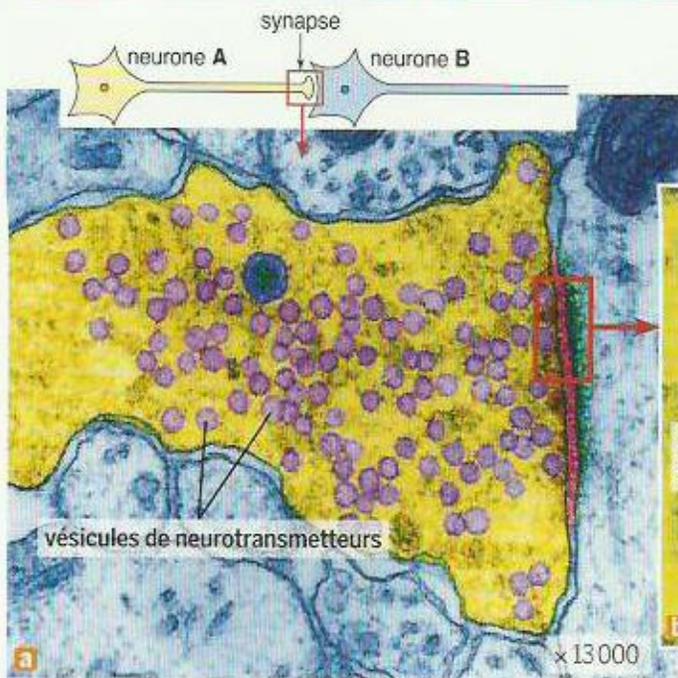
Des substances dangereuses, classées comme stupéfiants

La consommation de LSD provoque diverses hallucinations visuelles et auditives et peut aussi provoquer des vertiges et des vomissements, ainsi que des troubles respiratoires et locomoteurs.

Dès la première prise, l'expérience du LSD peut s'avérer très négative (« bad trip ») et générer phobies, sensations d'angoisse et même tentatives de suicide.

À plus long terme, le LSD peut engendrer un état dépressif, des troubles psychiques comme des épisodes où le sujet revit, longtemps après, l'état engendré par la consommation de drogue (« flash-back »).

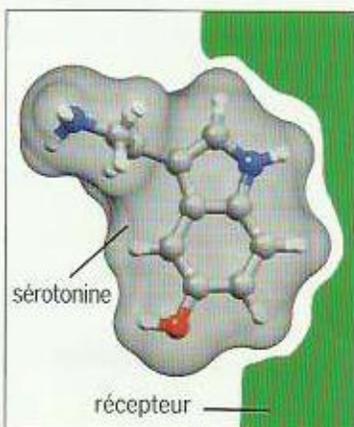
B Des substances qui dérèglent le fonctionnement cérébral



D'un neurone à l'autre, au niveau d'une **synapse**, la communication ne se fait plus par des signaux électriques, mais par l'intermédiaire d'un messenger chimique, le **neurotransmetteur**.

L'arrivée d'un message nerveux électrique provoque la libération du neurotransmetteur dans la fente synaptique. Le neurotransmetteur se fixe alors sur des **récepteurs** spécifiques situés sur la membrane du second neurone, ce qui déclenche la naissance d'un nouveau message nerveux.

Doc. 2 Le rôle de substances chimiques dans la transmission des messages nerveux.

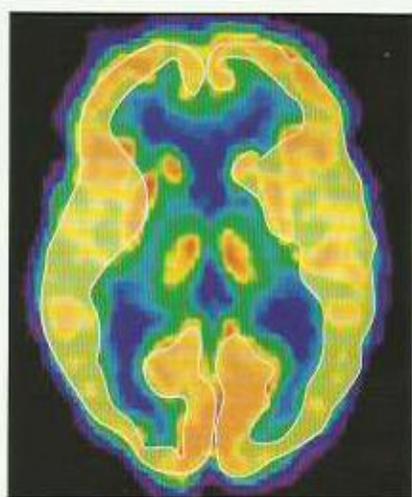


Un neurotransmetteur cérébral, la sérotonine, fixé sur son récepteur.

La sérotonine (*image ci-contre à gauche*) est un neurotransmetteur intervenant dans de nombreuses fonctions cérébrales (perception sensorielle, humeur, émotivité, sommeil...). Les récepteurs à la sérotonine sont largement répartis dans le cerveau (zone colorée en jaune sur *l'image ci-contre à droite*).

Dans une étude, on a comparé l'activation des récepteurs cérébraux à la **sérotonine** chez deux sujets, l'un ayant absorbé de la psilocybine et l'autre un **placebo**.

Les images obtenues par tomographie par émission de positons (TEP) ont révélé une activation beaucoup plus forte des récepteurs à la sérotonine chez le sujet ayant absorbé de la psilocybine.



Doc. 3 La mise en évidence d'une perturbation du fonctionnement cérébral.

Télécharger les modèles moléculaires :

www.bordas-svtycee.fr

Pistes d'exploitation

PROBLÈME À RÉSOUDRE ► Comment des substances chimiques peuvent-elles perturber la perception visuelle ?

Doc. 1 Précisez en quoi les substances citées perturbent la perception visuelle et montrez que leur action peut modifier profondément le fonctionnement cérébral.

Doc. 2 Pourquoi la transmission du message nerveux au niveau d'une synapse est-elle qualifiée de transmission chimique ?

Doc. 3 Que peut-on déduire de cette étude ?

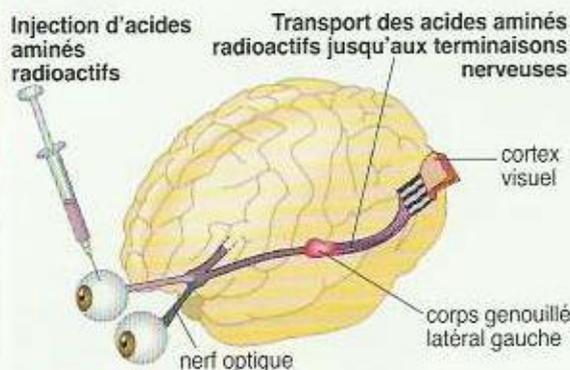
Doc. 1 à 3 Proposez une explication au mode d'action de substances hallucinogènes comme le LSD.

Apprentissage et plasticité cérébrale

Reconnaître un mot, un objet ou un visage est une fonction cérébrale plus complexe qu'il n'y paraît. Des observations et des études expérimentales montrent que la mise en place du fonctionnement cérébral impliqué dans la vision sollicite des structures innées mais aussi l'expérience individuelle.

A L'importance de l'expérience visuelle

Une expérience, réalisée chez un macaque, consiste à injecter des **marqueurs radioactifs** dans la rétine de l'un des deux yeux, puis à réaliser une observation du cortex cérébral.



La *photographie ci-contre* montre l'aspect du **cortex visuel** : les terminaisons nerveuses en connexion avec l'œil injecté apparaissent en clair (marqueur radioactif), celles provenant de l'autre œil apparaissent en sombre. Cette structure du cortex visuel se retrouve à l'identique chez tous les **primates**, dès la naissance.

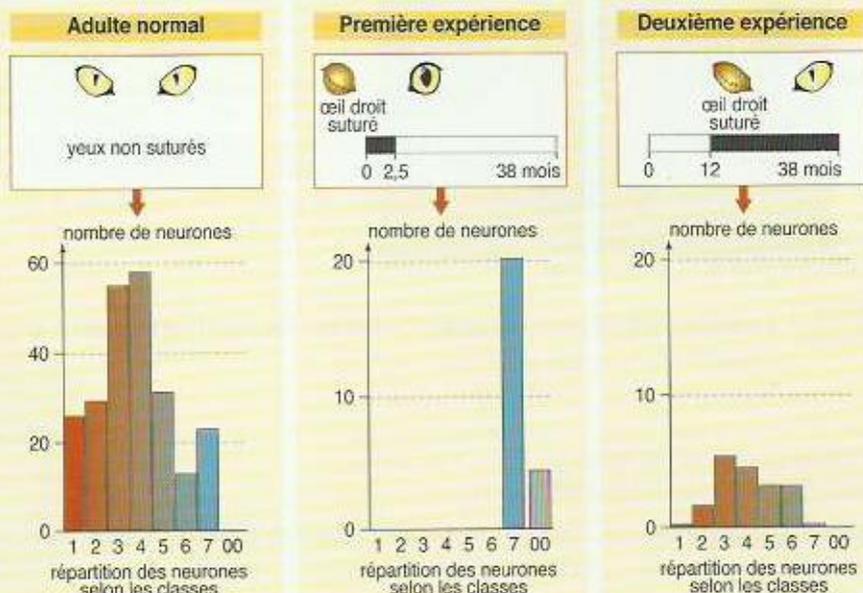


Doc. 1 Dès la naissance, le système visuel est organisé et opérationnel.

Une étude menée par deux chercheurs montre l'importance de l'expérience individuelle dans la maturation du cortex visuel.

- Le **premier graphique** montre, chez un animal normal, la répartition des neurones du cortex visuel en sept classes : les neurones de la classe 1 sont exclusivement stimulés par l'œil droit, ceux de la classe 7 exclusivement par l'œil gauche tandis que ceux de la classe 4 le sont indifféremment par les deux yeux.

- Dans la **première expérience**, les chercheurs ont occulté l'œil droit d'un chaton une semaine après la naissance jusqu'à l'âge de 2 mois ½. L'œil occlus est ensuite ouvert et l'étude des neurones du cortex visuel est réalisée à l'âge adulte, environ 38 mois (la classe 00 correspond à des neurones du cortex visuel qui ne peuvent être activés par aucun des deux yeux). Des enregistrements réalisés dans la rétine de l'œil occlus montrent que celui-ci est tout à fait fonctionnel et que les voies visuelles sont intactes. Cependant, la **cécité** de l'œil droit est définitive.



- La même expérience est ensuite réalisée chez un chat plus âgé : l'occlusion de l'œil droit intervient ici de l'âge de 12 mois à l'âge de 38 mois. Après l'expérience, une vision binoculaire normale se réinstalle rapidement.

Doc. 2 Une expérience réalisée chez l'animal.

B Une étonnante plasticité cérébrale

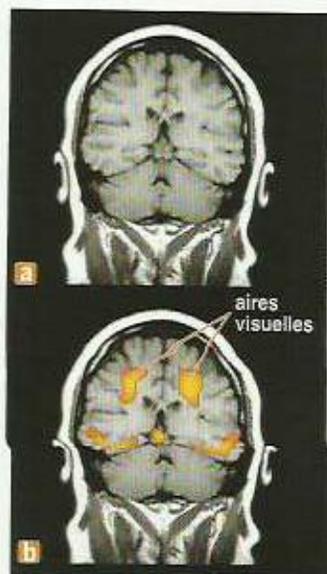


Le braille est un système de lecture et d'écriture tactile utilisé par des personnes aveugles ou malvoyantes.

L'image de droite présente, en **IRM**, une « coupe virtuelle » du cerveau de deux volontaires au niveau du cortex visuel.

• L'image **a** correspond à une personne voyante qui effectue, les yeux bandés, une reconnaissance de caractères tactiles en braille.

• L'image **b** correspond à la même tâche effectuée cette fois-ci par une personne non-voyante (ayant perdu la vue à l'âge de trois ans et habituée à la lecture en braille).



Doc. 3 Chez les non-voyants, une reconversion des aires de la vision est possible.

Une expérience récente menée chez 47 personnes volontaires confirme la possibilité d'adaptation du cerveau humain. Durant 5 jours, la moitié seulement des sujets ont porté en permanence un masque sur les yeux, les privant de toute stimulation visuelle. Pendant cette période, voyants et non-voyants ont suivi l'apprentissage intensif du braille (4 à 6 heures par jour).

Les personnes qui ont les yeux bandés apprennent plus vite le braille.

Les documents ci-contre montrent que cette faculté implique très rapidement le cortex « visuel ».

Plus étonnant encore : 24 heures après l'expérience (jour 6), cette reconversion des aires visuelles a disparu, le cortex visuel ne répondant plus qu'à des stimuli visuels.

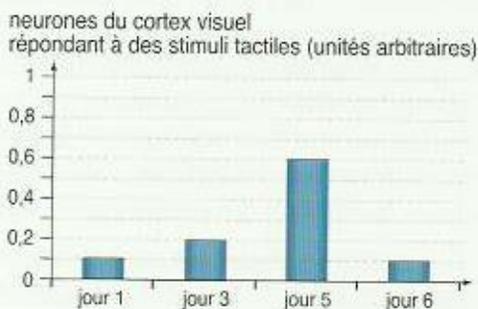
Les mécanismes de cette **plasticité** sont encore inconnus : les chercheurs pensent qu'une adaptation aussi rapide et réversible ne repose pas sur la mise en place de nouvelles structures mais sur l'activation de **circuits neuronaux** déjà existants.

Doc. 4 Une expérience qui révèle l'extraordinaire souplesse du cerveau humain.

Réponse des neurones du cortex visuel à des stimuli tactiles



a IRM.



b Activité des neurones du cortex visuel chez les sujets ayant les yeux bandés.

Pistes d'exploitation

PROBLÈME À RÉSOUDRE ► Comment s'établit le fonctionnement cérébral impliqué dans la perception visuelle ?

Doc. 1 et 2 Montrez que le cortex visuel est, dès la naissance, en relation fonctionnelle avec chacun des deux yeux.

Doc. 2 Que montre l'expérience réalisée chez le jeune chaton ? Expliquez pourquoi une cataracte chez le jeune enfant doit impérativement être opérée.

Doc. 3 Comparez les deux IRM et proposez une explication.

Doc. 3 et 4 Montrez que l'idée d'une spécialisation stricte et définitive des aires cérébrales doit être remise en cause.