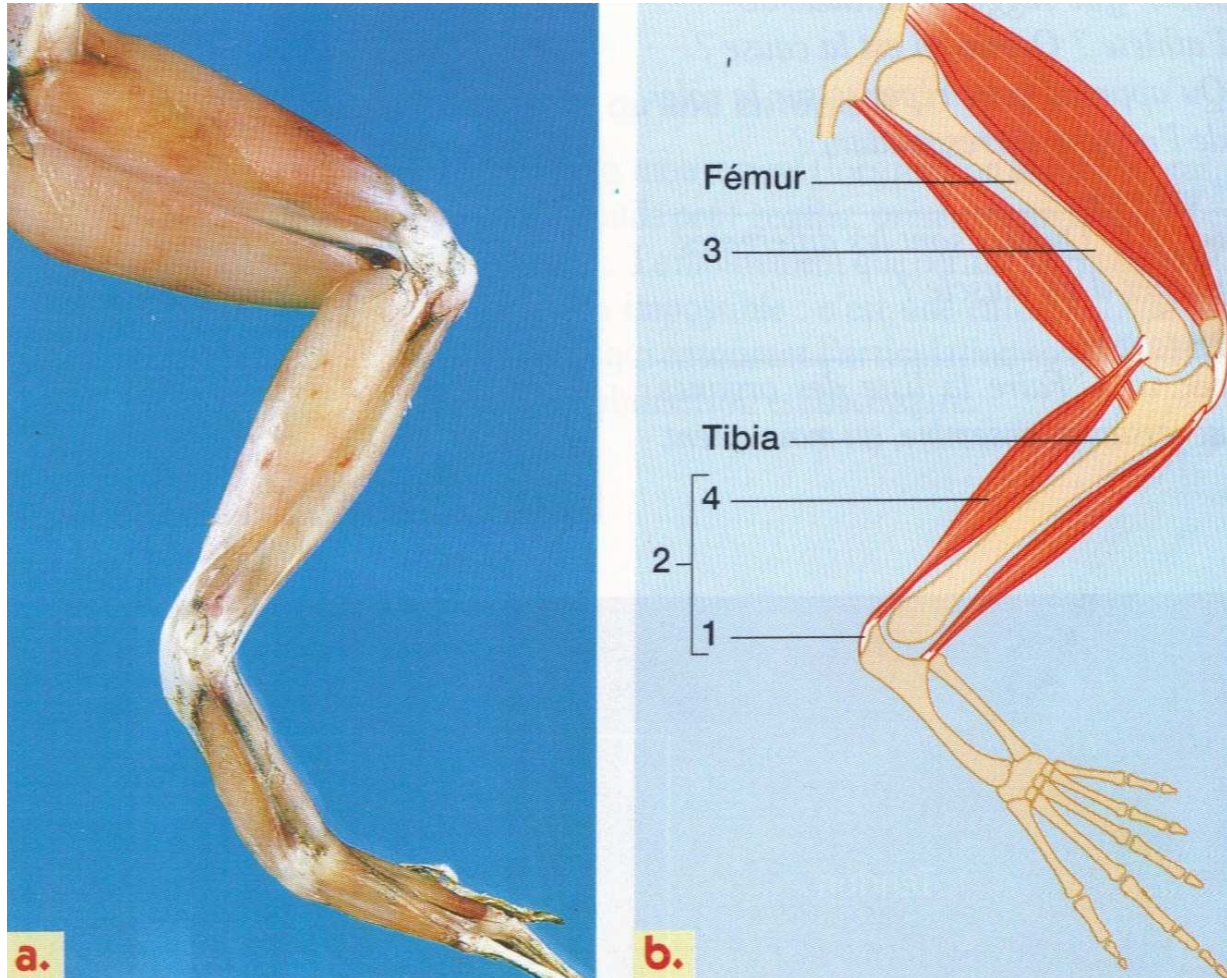


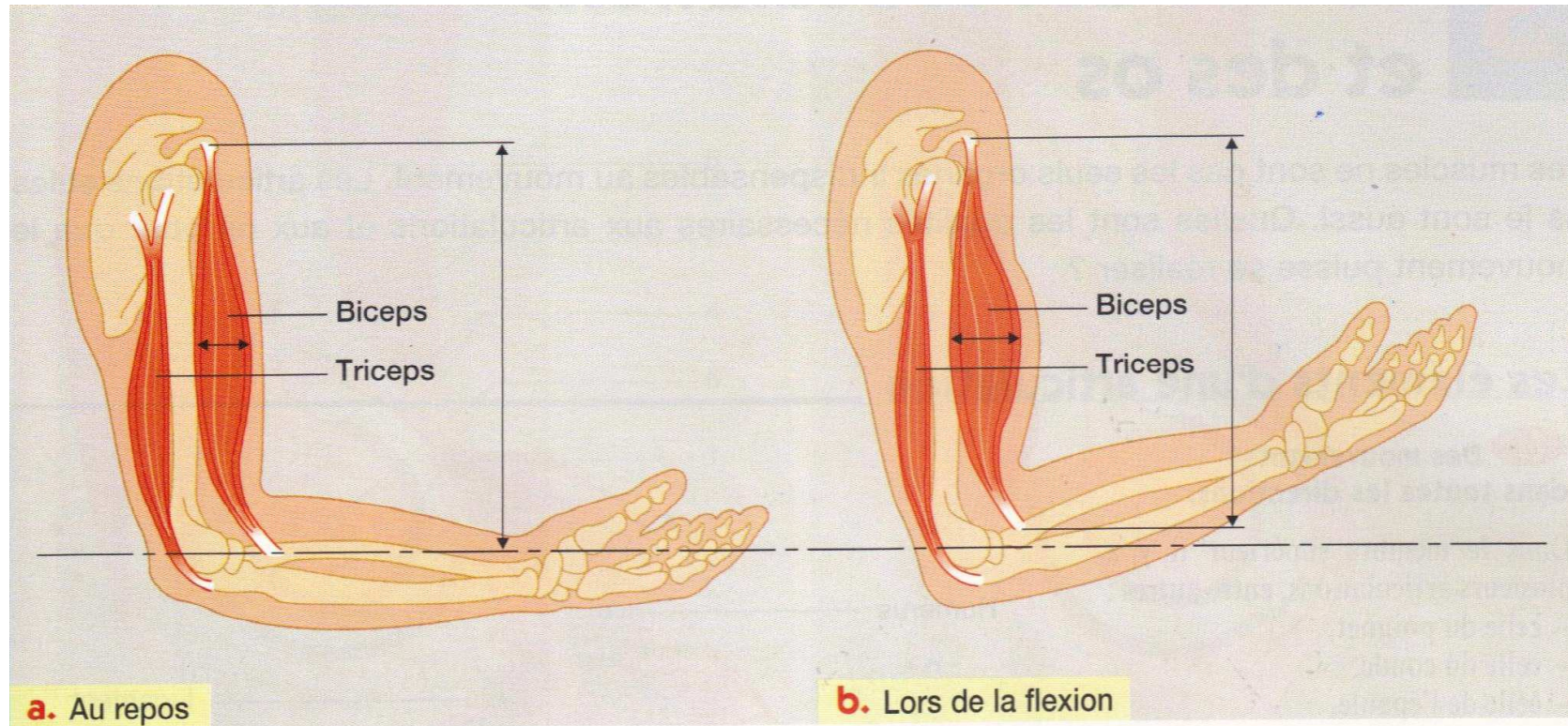
# Neurone et fibre musculaire : la communication nerveuse

# 1) Muscles et mouvements

## Patte postérieure de grenouille

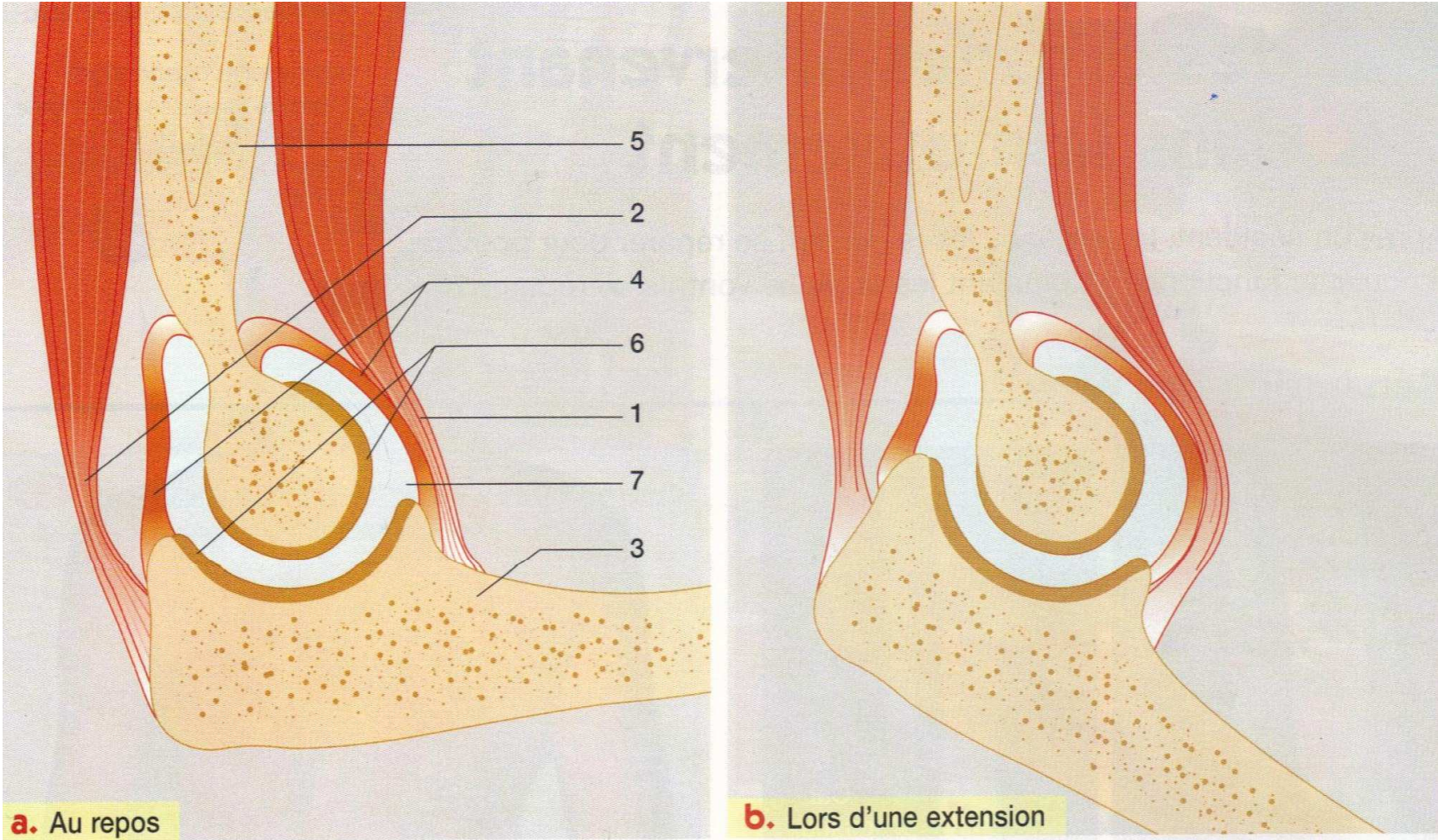


## Mouvement de flexion du membre supérieur



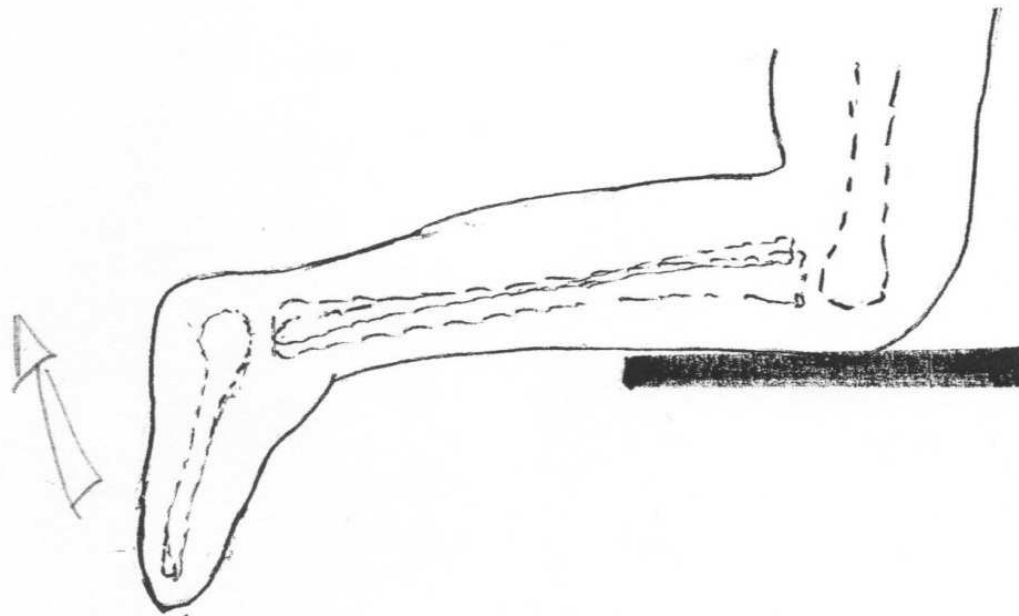


# Articulation du coude



Le document ci-dessous présente une partie du membre inférieur d'une personne en position « à genou » sur un banc. On demande à cette personne de réaliser volontairement le mouvement d'extension de son pied.

- Dessinez les muscles de la jambe.
- Indiquez le ou les muscles mis en jeu lors du mouvement d'extension du pied.
- Indiquez, par un texte court, les modifications au niveau musculaire permettant ce mouvement d'extension du pied.



Lors d'un mouvement, différents organes fonctionnent ensemble : ce sont les ..... ,  
les ..... et les .....

Les muscles sont composés d'une partie centrale (formée de fibres contractiles) et de  
....., qui permettent de fixer les ..... aux .....

Les os, organes rigides, se déplacent les uns par rapport aux autres au niveau des articulations,  
où ils sont maintenus entre eux par des ..... Le .....  
..... et le ..... facilitent leur glissement.

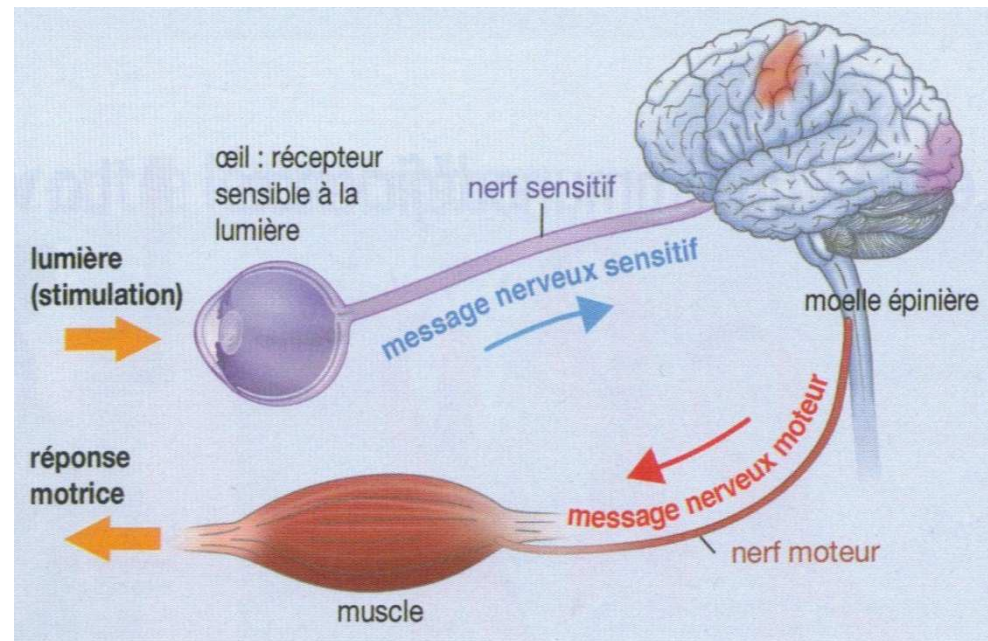
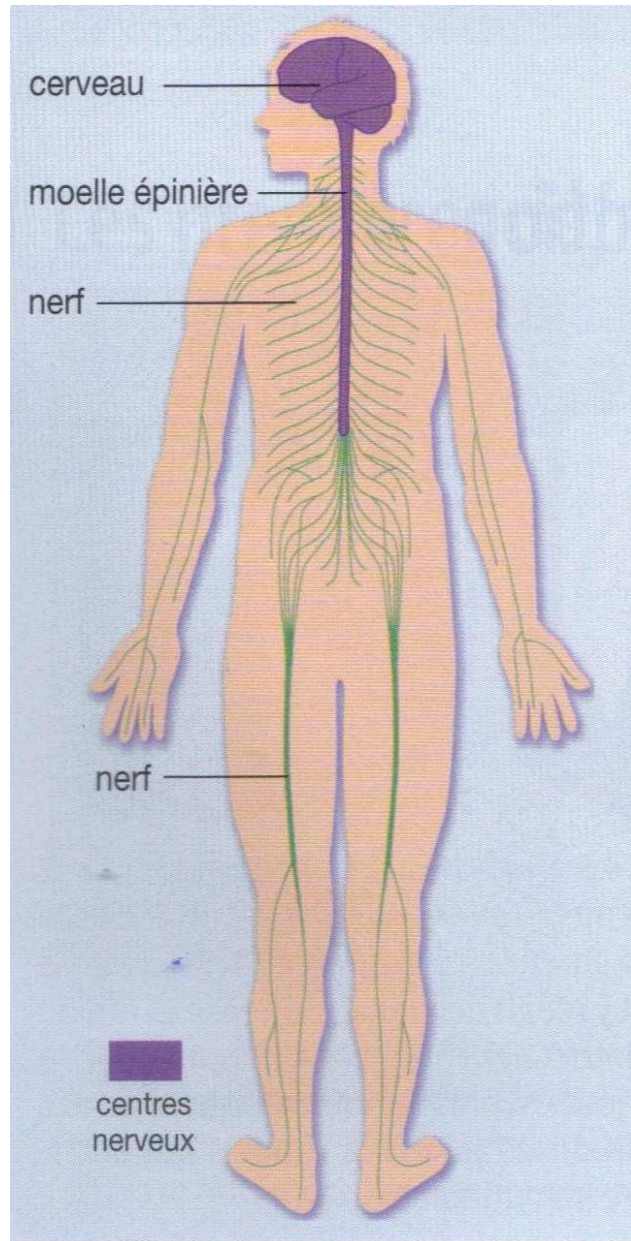
Les mouvements se font grâce à la ..... et au .....  
coordonnée des muscles. En se contractant, les muscles se ..... et  
entraînent le déplacement des os.



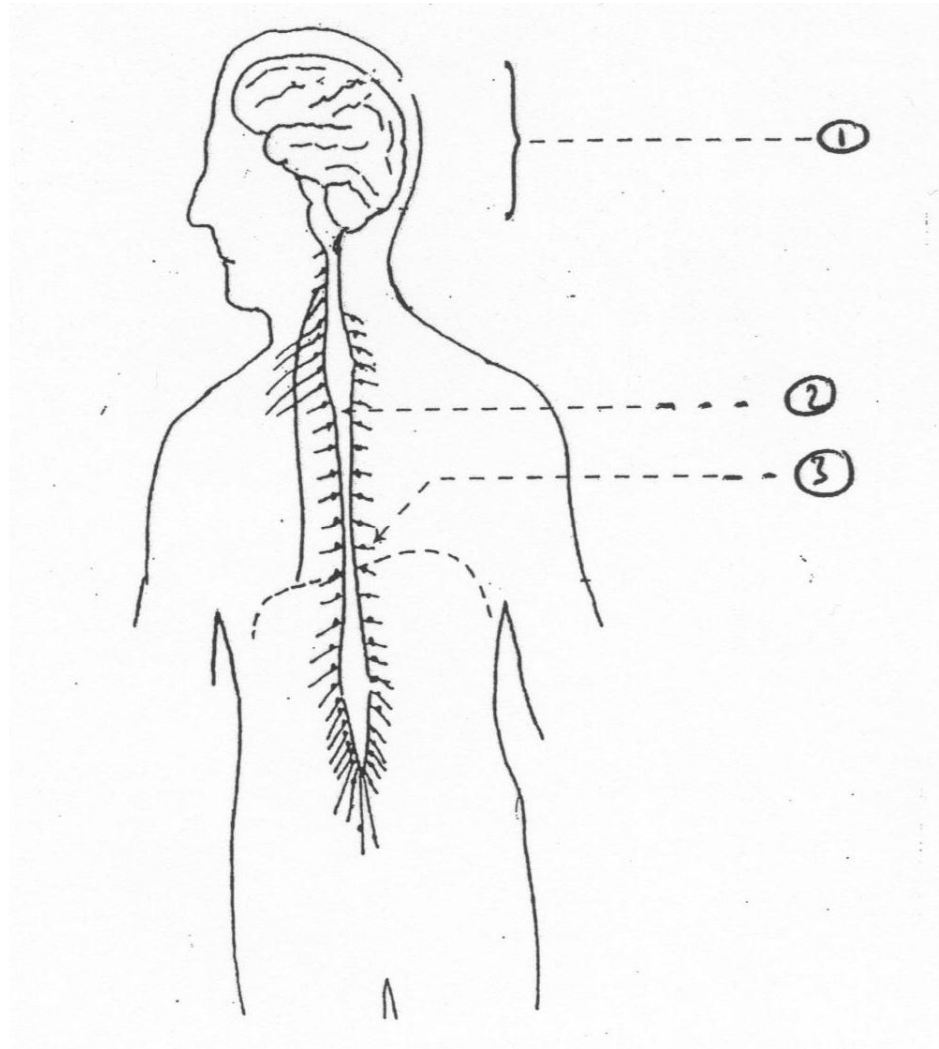
## 2) Une communication assurée par le système nerveux

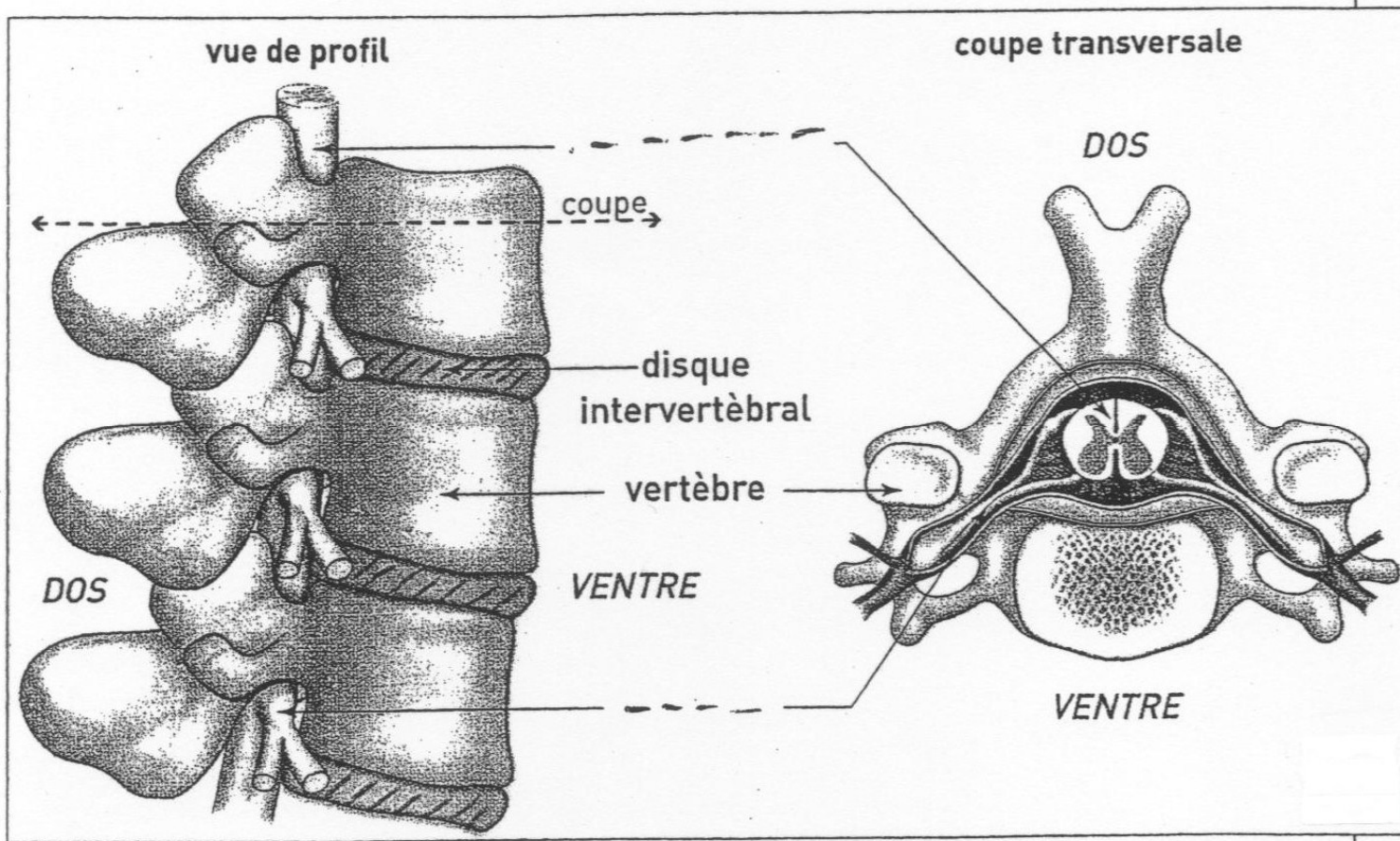






## Trajet du message nerveux





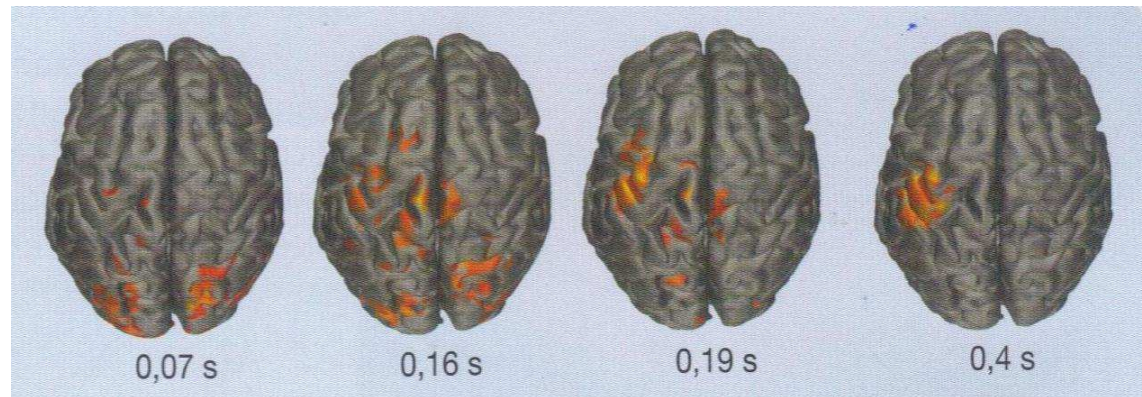
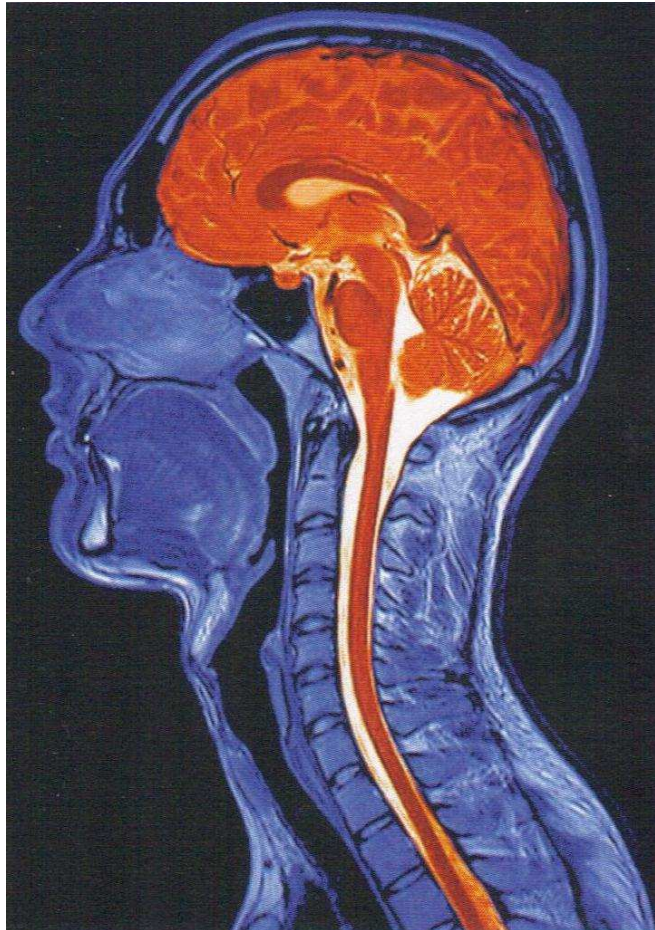


## Trajet du message nerveux

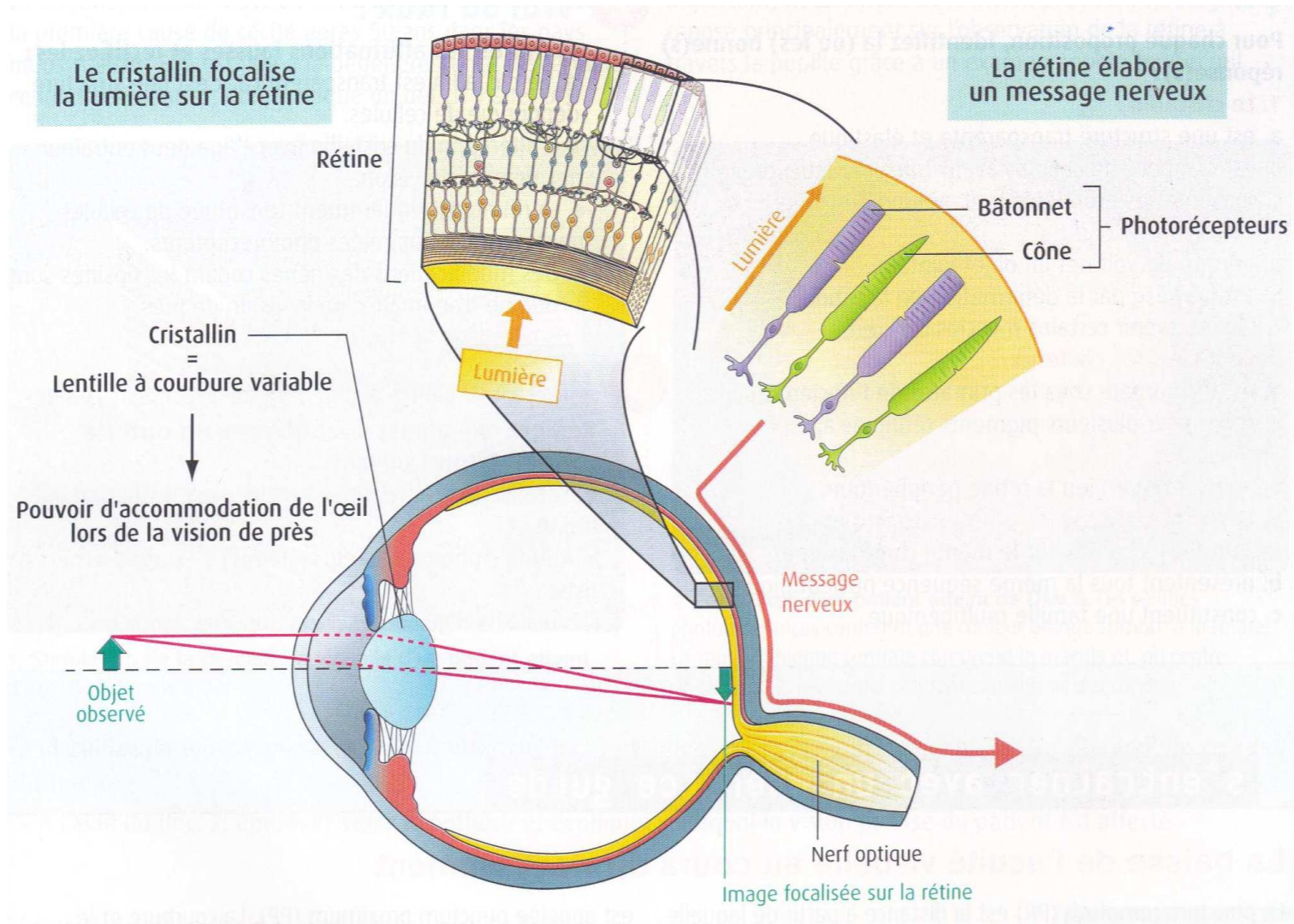


La commande du mouvement est assurée par le ..... nerveux.  
Lors d'une ....., l'organe..... produit un .....  
nerveux qui est transmis par le ..... sensitif aux .....  
(cerveau et moelle épinière). Ceux-ci traitent ce message et élaborent à leur tour un  
..... nerveux qui est transmis par le ..... moteur aux organes  
..... (les muscles) qui répondent en se .....

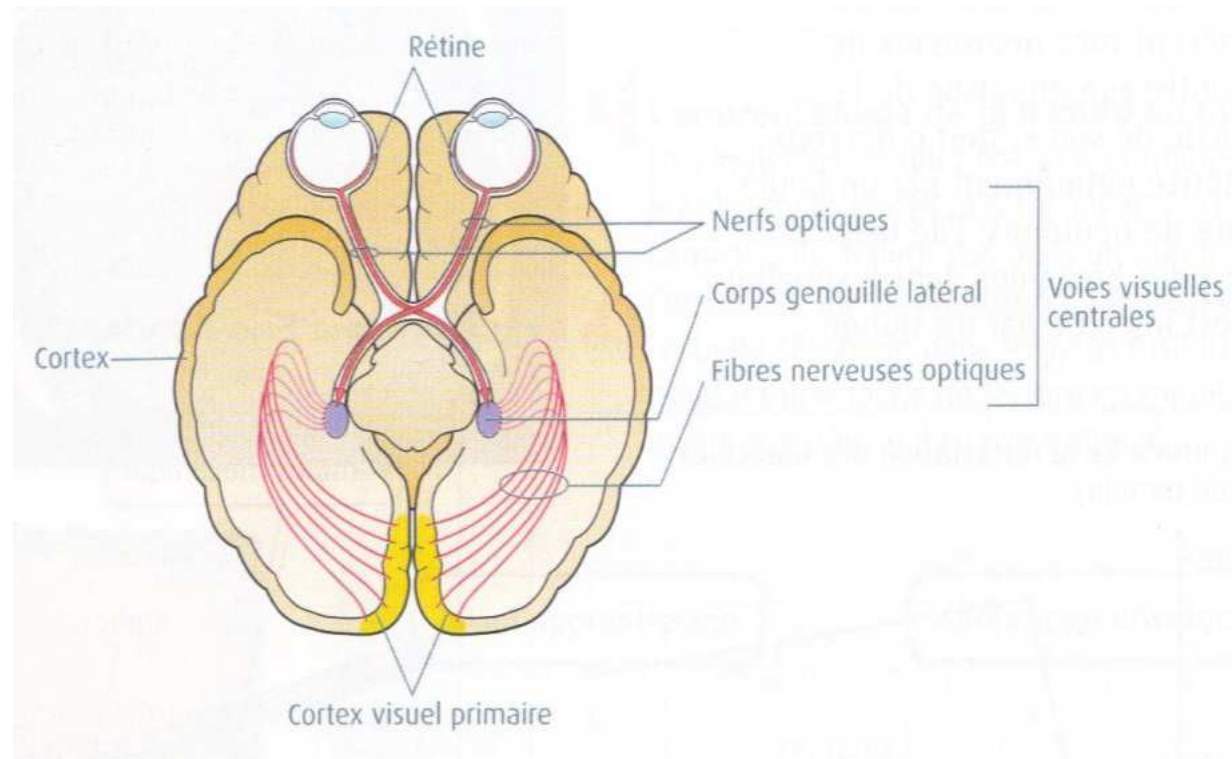
### 3) Le rôle des centres nerveux



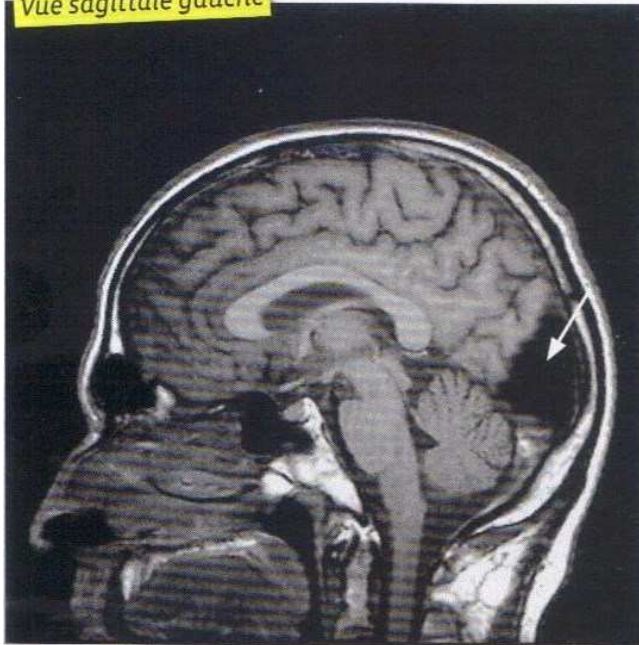




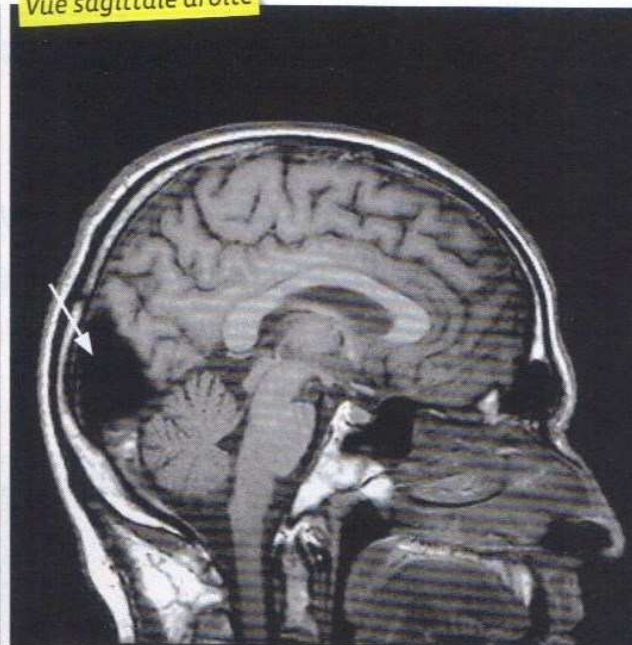
# La perception visuelle



Vue sagittale gauche



Vue sagittale droite

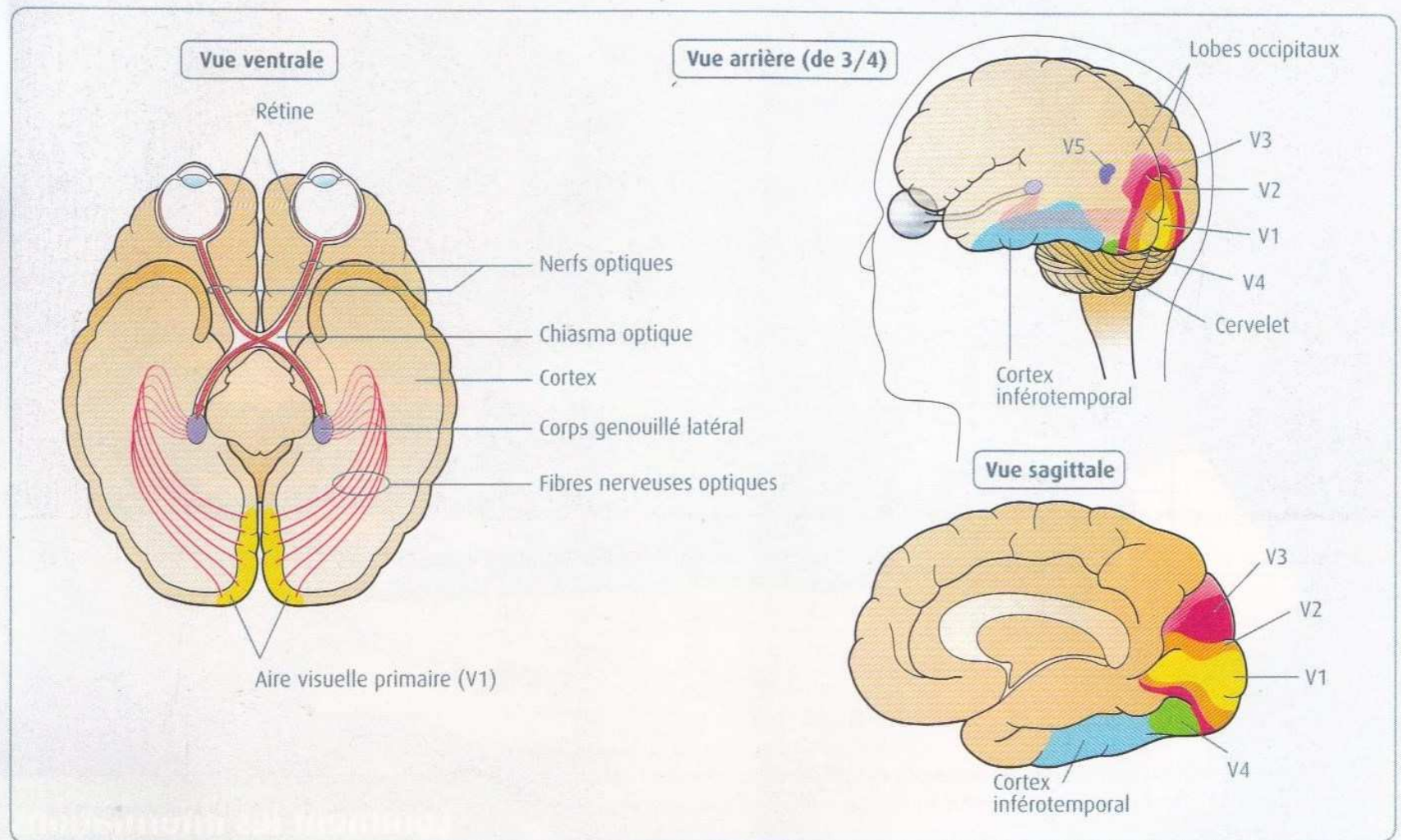


**1** Imagerie cérébrale d'un patient ayant perdu la vue, à la suite d'une hémorragie cérébrale.

L'hémorragie est révélée par la zone sombre, à l'arrière du cerveau (flèches). La région touchée correspond à l'aire visuelle primaire (voir doc. 2). Le reste du cortex, les yeux et la rétine sont en bon état.

L'aire visuelle primaire V1, 1<sup>er</sup> point d'arrivée des informations sensorielles émises par la rétine, est donc indispensable à la vision.



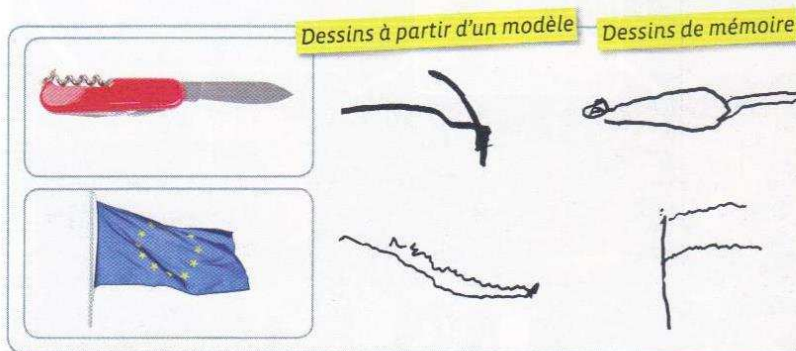


**2 Le cortex visuel et ses aires fonctionnelles.** Les fibres nerveuses provenant du corps genouillé latéral aboutissent toutes à l'extrémité occipitale du cerveau, dans une zone étroite appelée **aire visuelle** primaire, ou V1. Plusieurs autres aires visuelles sont connectées à V1 et également entre elles (aires visuelles V2 à V5). L'ensemble de ces aires visuelles (V1 à V5) forme le cortex visuel. Le cortex inférotemporal n'appartient pas au cortex visuel. Il y est cependant connecté.

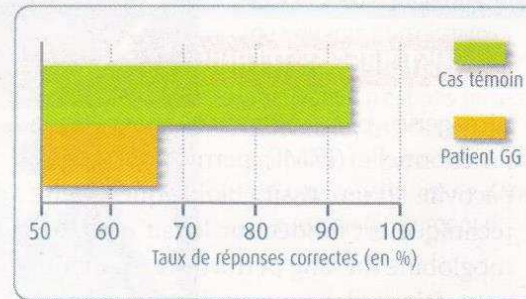
Pathologie	Troubles visuels	Aires visuelles touchées
Achromatopsie cérébrale	Défaut de perception des couleurs	V4
Akinétopsie	Défaut de localisation dans l'espace et défaut de perception des mouvements	V5

**3** **L'effet de lésions des aires visuelles sur la perception des images.** Pour chaque pathologie, on détermine par des tests appropriés la nature précise des troubles de la perception et les aires visuelles touchées.

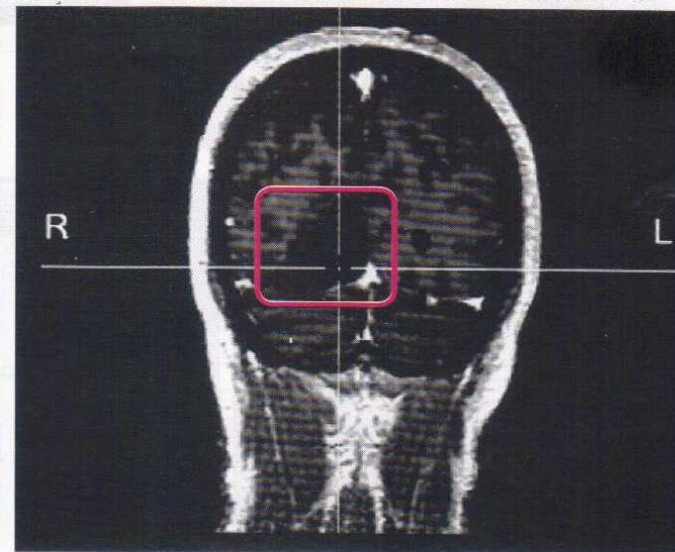
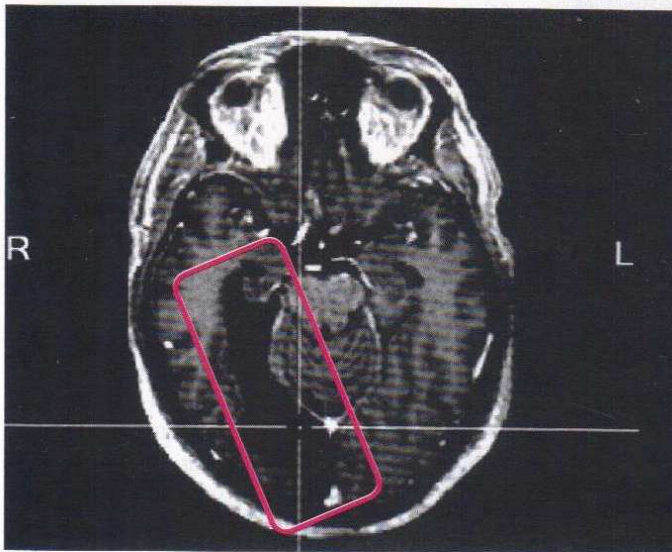




**4 Un test de reconnaissance des formes de la patiente A. T.** Cette patiente présente une bonne perception visuelle mais a des difficultés à percevoir et identifier les formes. On lui demande de reproduire un modèle d'un couteau suisse et d'un drapeau, puis de dessiner ces objets de mémoire. Elle souffre de lésions situées dans le cortex inférotemporal.



**5 Un test de reconnaissance des visages du patient G. G.** Ce retraité a subi un accident vasculaire cérébral. Sa perception visuelle est affectée. Il souffre également de certains troubles de la mémoire visuelle. On évalue par un test sa capacité à identifier des visages connus.



**6 Les IRM anatomiques du patient G. G.** La région touchée par l'hémorragie, en sombre, comprend une partie du cortex visuel mais également une partie du cortex inférotemporal.

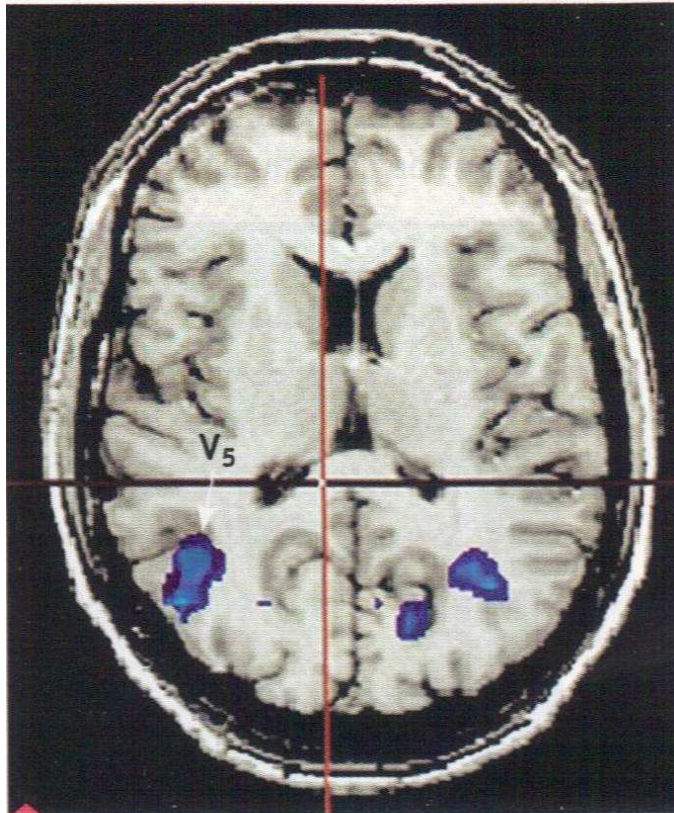
Le cortex inférotemporal, qui ne fait pas partie du cortex visuel au sens strict, est donc nécessaire aux processus de reconnaissance visuelle de formes ou de visages.

On peut proposer le modèle suivant : V1 reçoit les informations visuelles, qui sont ensuite transmises de façon simultanée à plusieurs aires cérébrales qui les traitent, comme V4 ou V5, ainsi qu'au cortex inférotemporal.

La coopération de l'ensemble des aires visuelles est nécessaire à une perception visuelle normale.

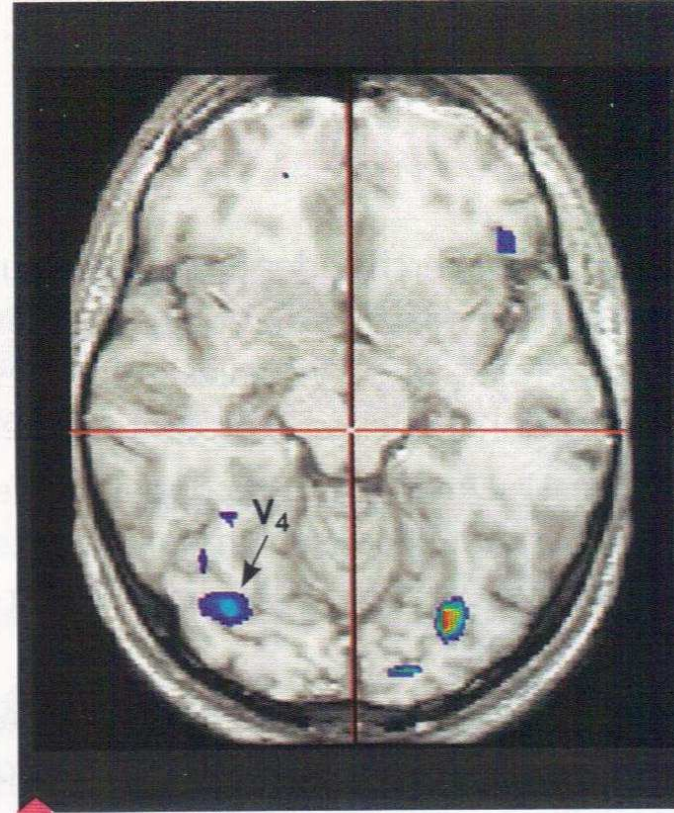


## IRMf obtenues lors de tâches différentes



**b** Sujet 131 321

Vision d'une spirale blanche en rotation

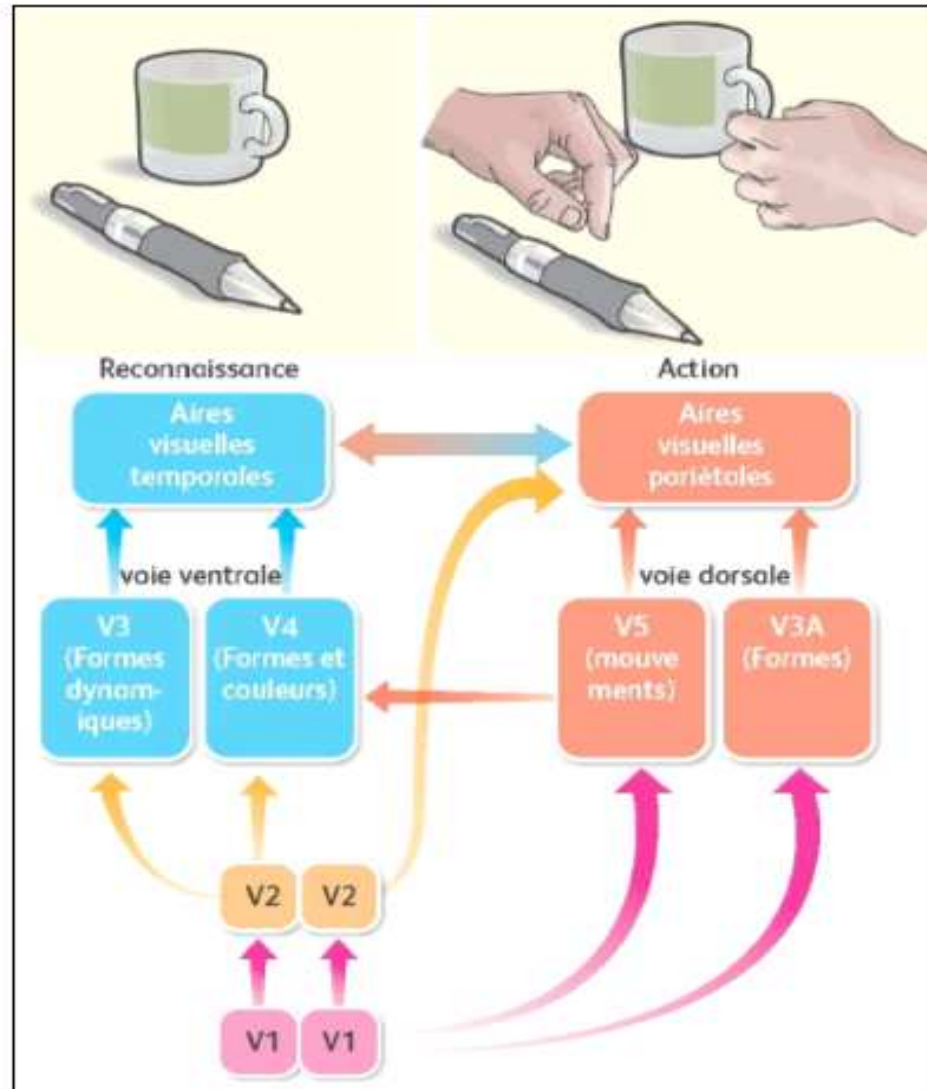


**c** Sujet 131 331

Vision de formes et de couleurs mais sans aucun mouvement

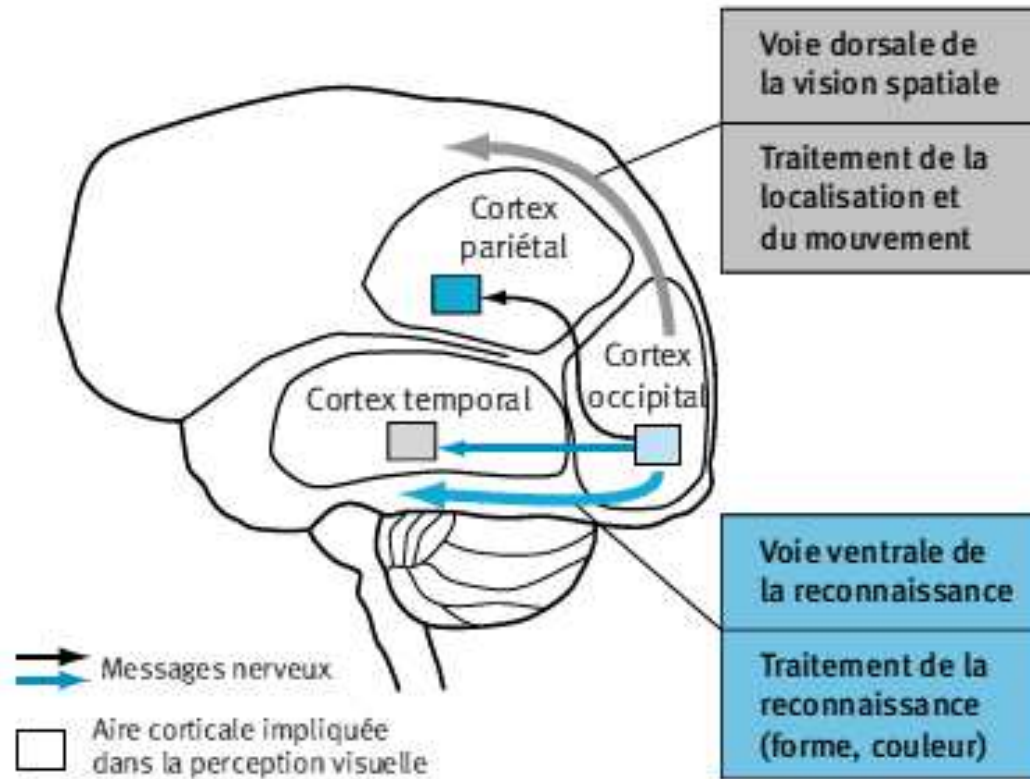
Les différentes caractéristiques d'un objet, sa forme, sa couleur, son mouvement, sa localisation, sont traitées par des aires visuelles différentes.

Les aires V1 et V2 sont toujours stimulées mais l'aire V5 analyse le mouvement et la localisation alors que l'aire V4 analyse les formes colorées.



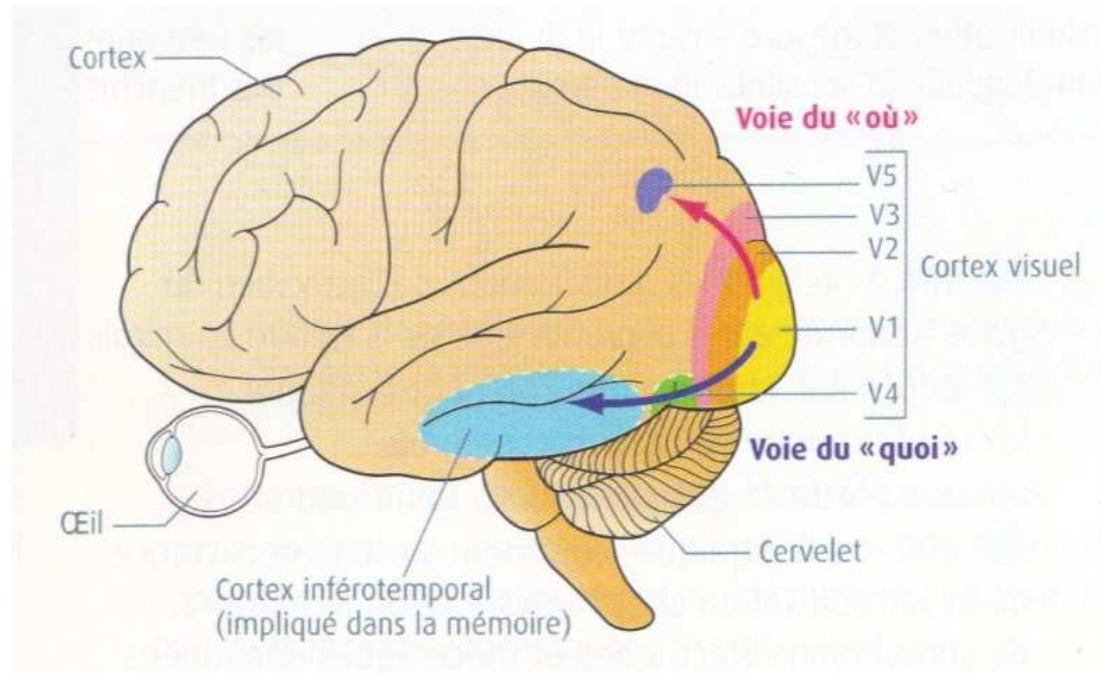
*Aires visuelles mobilisées en fonction des actions.*

## Deux voies du traitement des informations visuelles



Il s'agit d'un schéma : la localisation précise des aires n'est pas respectée.



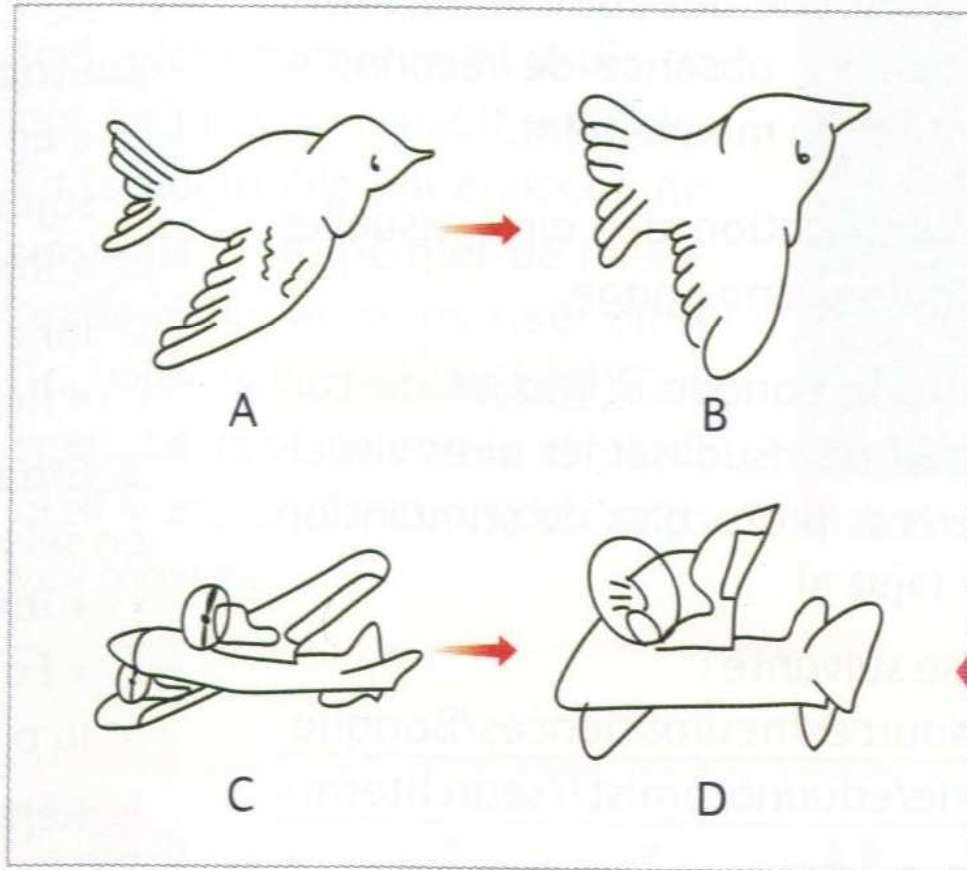


Les messages nerveux issus des rétines de 2 yeux aboutissent au cortex cérébral au niveau des aires visuelles occipitales. L'information est ensuite traitée parallèlement par des aires spécialisées.

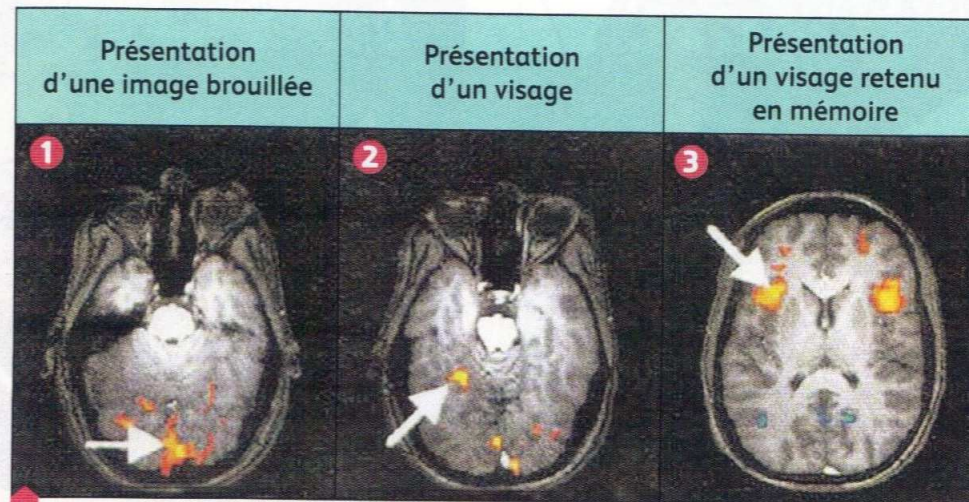
Les communications entre les différentes aires permettent une perception unifiée d'un objet.

Voir est donc une activité cérébrale complexe : l'ensemble des informations est intégré simultanément par différentes aires corticales pour construire la perception visuelle.

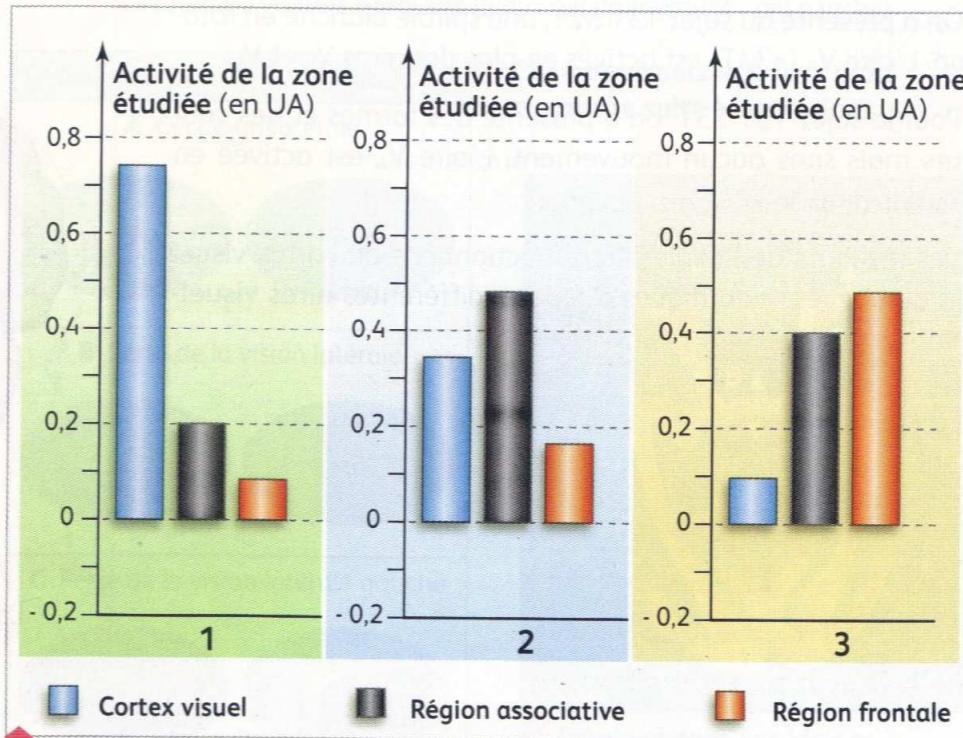
► Certains patients souffrent d'agnosie visuelle : ils sont capables de recopier les objets mais sont incapables de les identifier, ni de comprendre ce qu'ils ont dessiné.



**a Dessins réalisés par un sujet atteint d'agnosie.**  
(À gauche : modèle ;  
à droite : dessin recopié).



**b** IRM obtenu dans chaque situation (coupe axiale à différents niveaux).



**c** Régions activées en fonction de l'activité.





Interview de Catherine Vidal, chercheuse en neurosciences.

**Pour des processus cérébraux aussi complexes que la mémoire,**

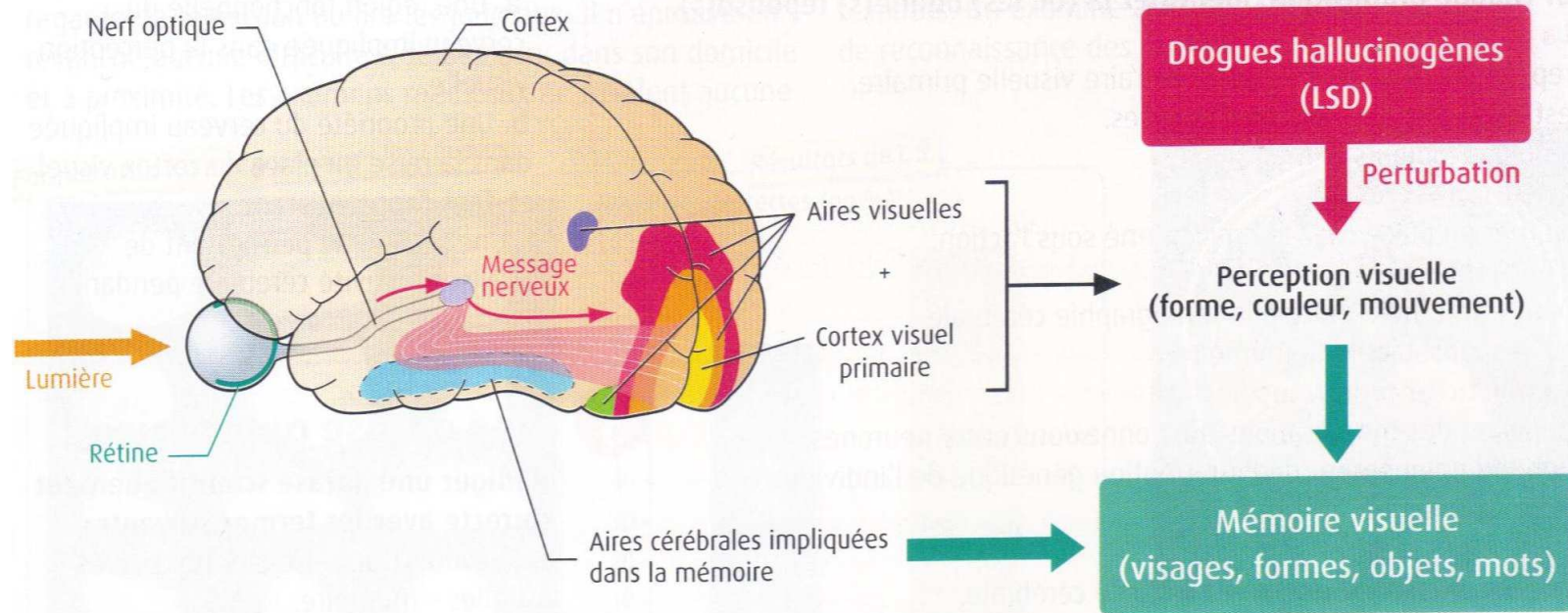
on ne peut pas identifier des « aires » spécifiques. D'abord parce qu'il existe de nombreux types de mémoire: la mémoire d'une poésie ou des visages, la mémoire des savoir-faire comme la conduite automobile, ou la mémoire des événements vécus. La mémoire peut aussi être immédiate, à court terme ou à long terme! Chacun de ces processus demande le concours de nombreuses zones cérébrales différentes qui fonctionnent en réseaux et varient au cours du temps. Par l'IRMf, on peut observer des régions impliquées dans certains types de mémoire, mais ces régions sont aussi utilisées pour d'autres fonctions. LA zone de la mémoire n'existe donc pas

**6** Peut-on localiser la mémoire dans le cerveau ?

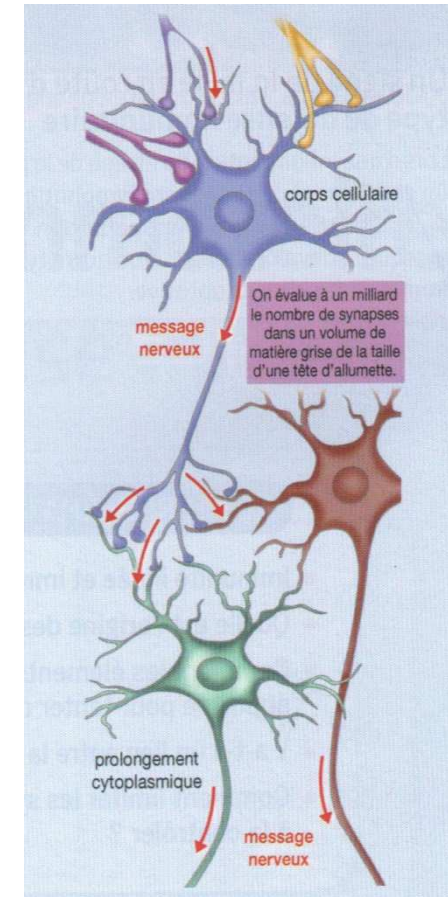
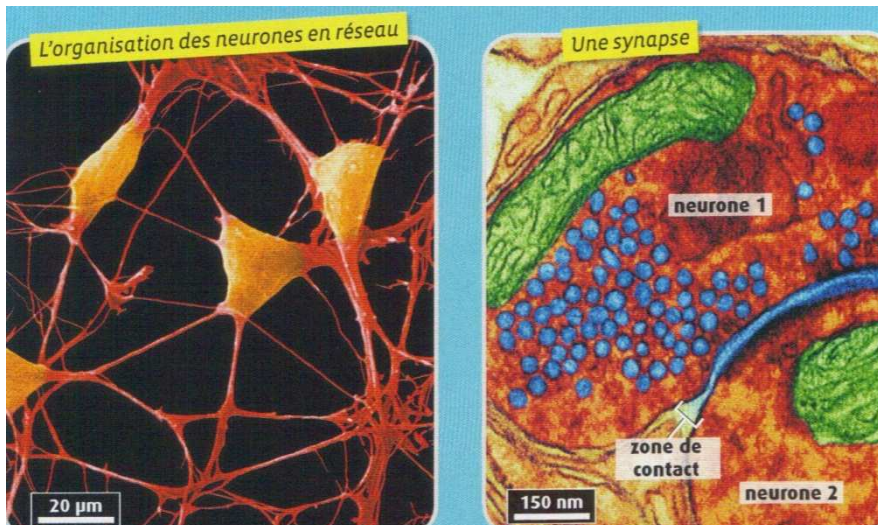
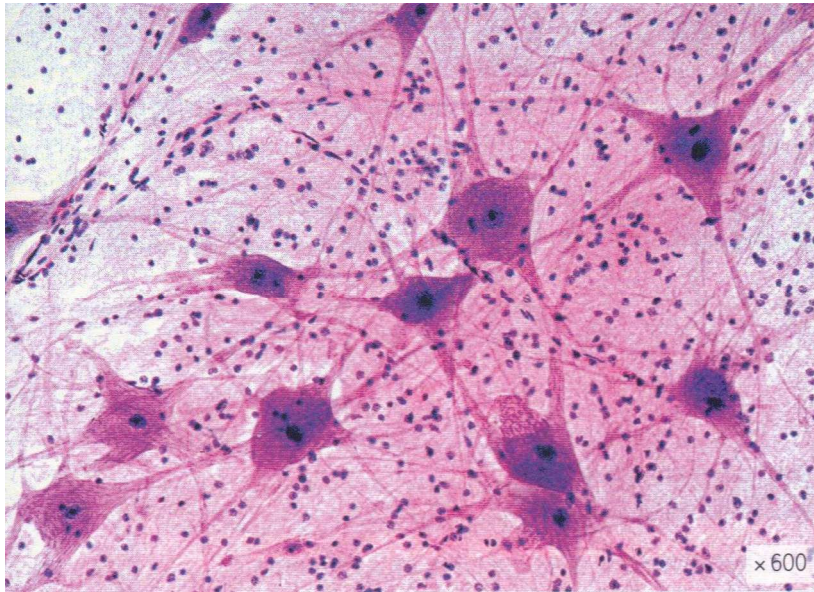


Lire un mot ou reconnaître un visage nécessite bien entendu la perception visuelle du mot écrit ou du visage observé. Cependant, cette reconnaissance met aussi en jeu la mémoire. En effet, quand on reconnaît visuellement un mot, un objet ou un visage, notre cerveau relie les informations perçues à un souvenir plus ou moins profondément ancré. Cependant, il n'y a pas dans le cerveau une aire de la mémoire où seraient matériellement stockés les souvenirs. C'est la réactivation de plusieurs assemblées de neurones qui permet d'associer une perception à un souvenir précédemment « encodé ».

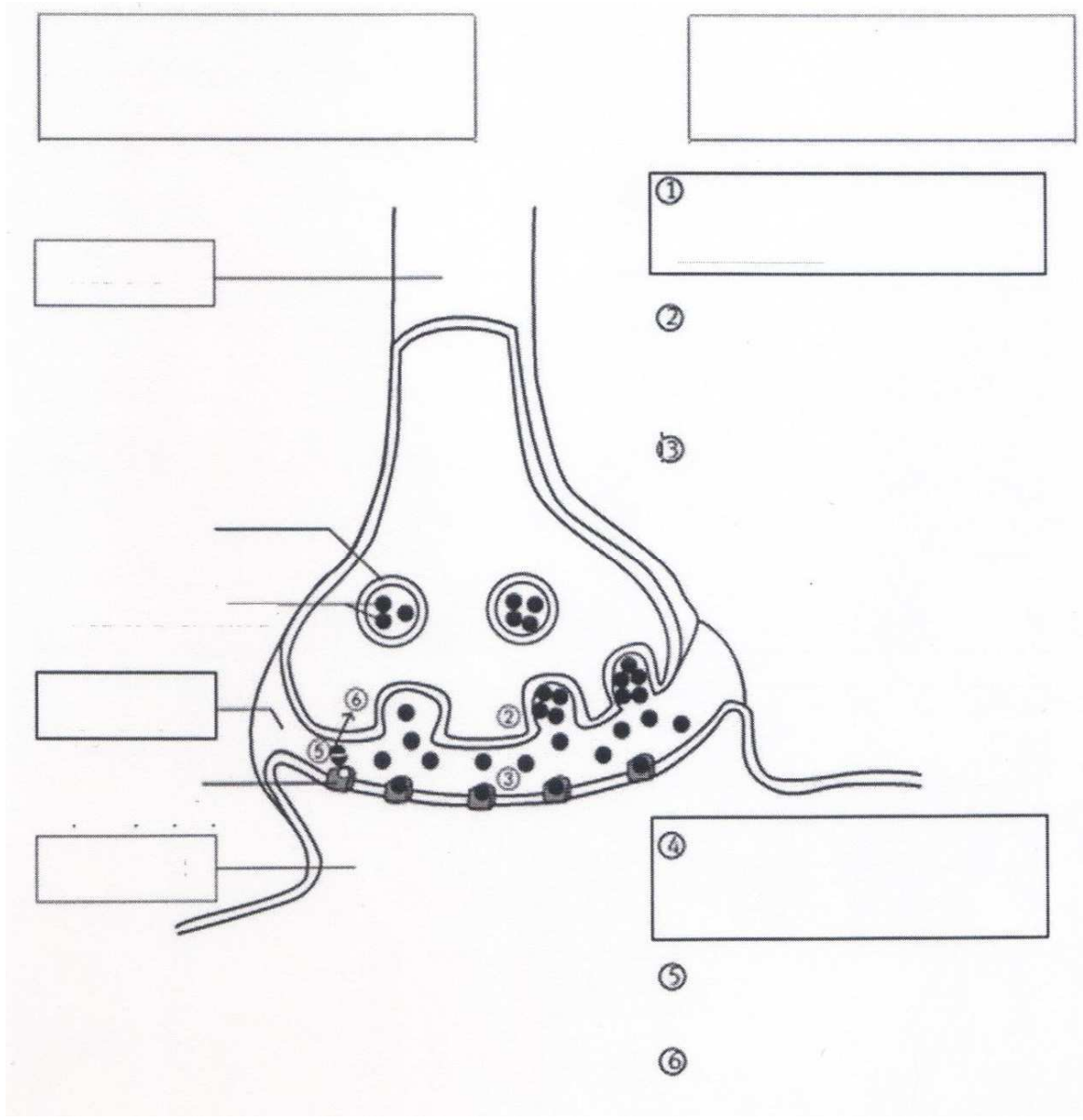
## La perception et la mémoire visuelles



## 4) Le système nerveux : des réseaux de neurones



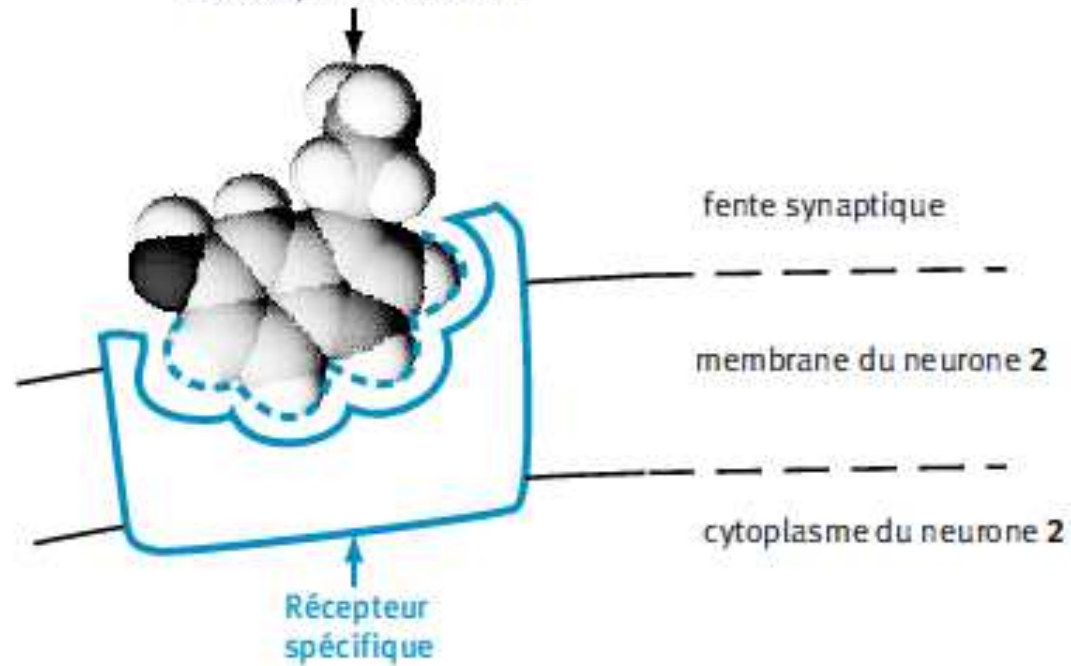






### Modèle moléculaire de la sérotonine associée à son récepteur spécifique dans une synapse

Neurotransmetteur =  
molécule de sérotonine  
libérée par le neurone 1



Partie de la molécule de neurotransmetteur dont la 3D est complémentaire d'une partie de la 3D de la molécule de récepteur.

## L'organisation structurale d'une synapse

Neurone 1

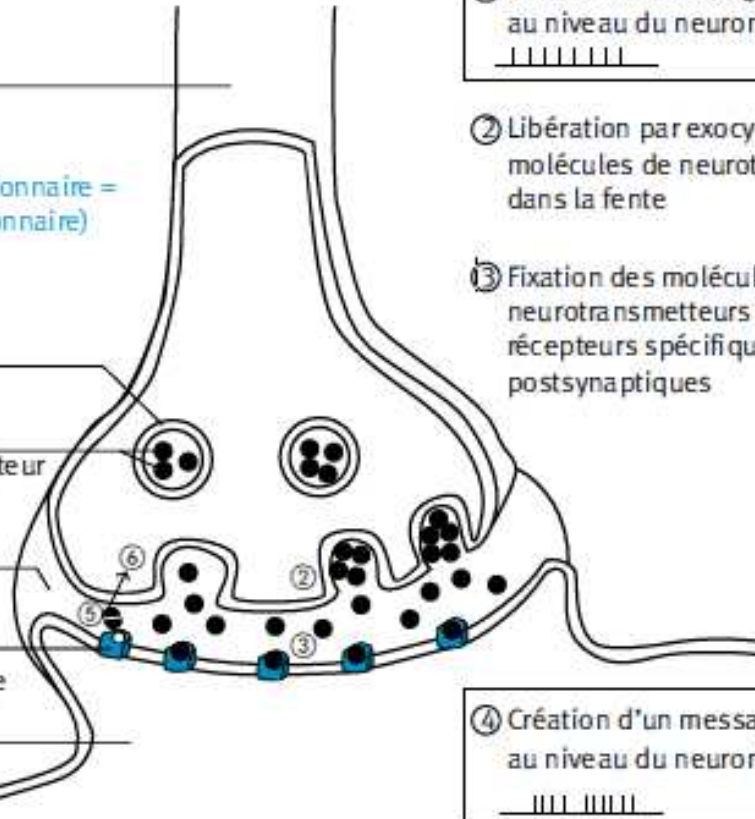
exemple :  
neurone ganglionnaire =  
(cellule ganglionnaire)

Vésicule  
synaptique  
Molécules de  
neurotransmetteur

Fente  
synaptique  
Récepteur  
spécifique  
postsynaptique

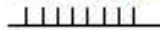
Neurone 2

exemple :  
neurone du corps  
genouillé latéral



## Les étapes du fonctionnement d'une synapse

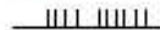
① Arrivée d'un message nerveux  
au niveau du neurone 1



② Libération par exocytose des  
molécules de neurotransmetteurs  
dans la fente

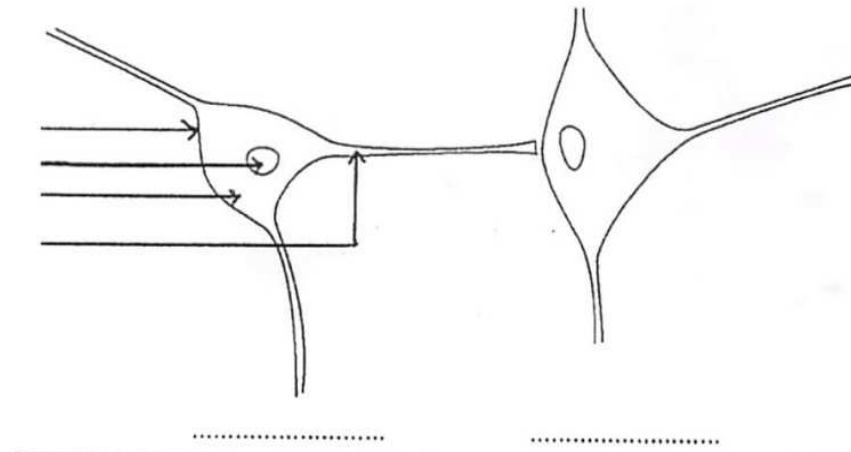
③ Fixation des molécules de  
neurotransmetteurs sur les  
récepteurs spécifiques  
postsynaptiques

④ Création d'un message nerveux  
au niveau du neurone 2



⑤ Inactivation du neurotransmetteur :  
arrêt de transmission

⑥ Recaptage des produits  
provenant de l'inactivation  
du neurotransmetteur



La transmission du message nerveux d'un neurone à un autre est assurée au niveau d'une ..... . L'arrivée d'un message nerveux déclenche la libération de ..... à l'extrémité de la fibre nerveuse du premier neurone. Ces molécules se fixent sur des ..... de la membrane du second neurone, ce qui provoque à son tour un message nerveux. L'alcool, la cigarette et les drogues agissent sur le cerveau en ..... la transmission du message nerveux entre deux neurones.



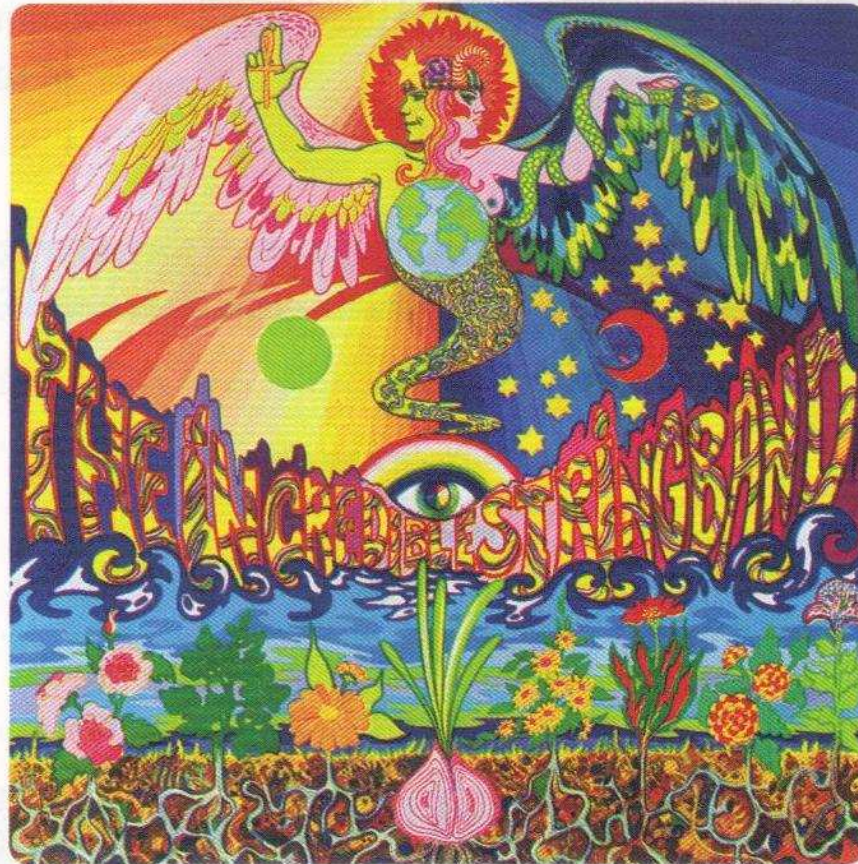
## 5) Perturbations de la perception visuelle sous l'effet de certaines substances chimiques

### Le LSD, une drogue hallucinogène

Une substance hallucinogène est une substance qui modifie les perceptions du sujet qui l'a absorbée (modifications des sensations visuelles, auditives, tactiles, mais également de la perception du temps et de l'espace).

Le LSD (de l'allemand Lysergik Säure Diethylamide), molécule de synthèse, dérivé de l'acide lysergique (produit par un champignon parasite du seigle), entraîne suivant la dose ingérée, l'apparition de vision extrêmement colorées, des hallucinations visuelles et auditives, des vertiges, des vomissements et des troubles respiratoires et moteurs.

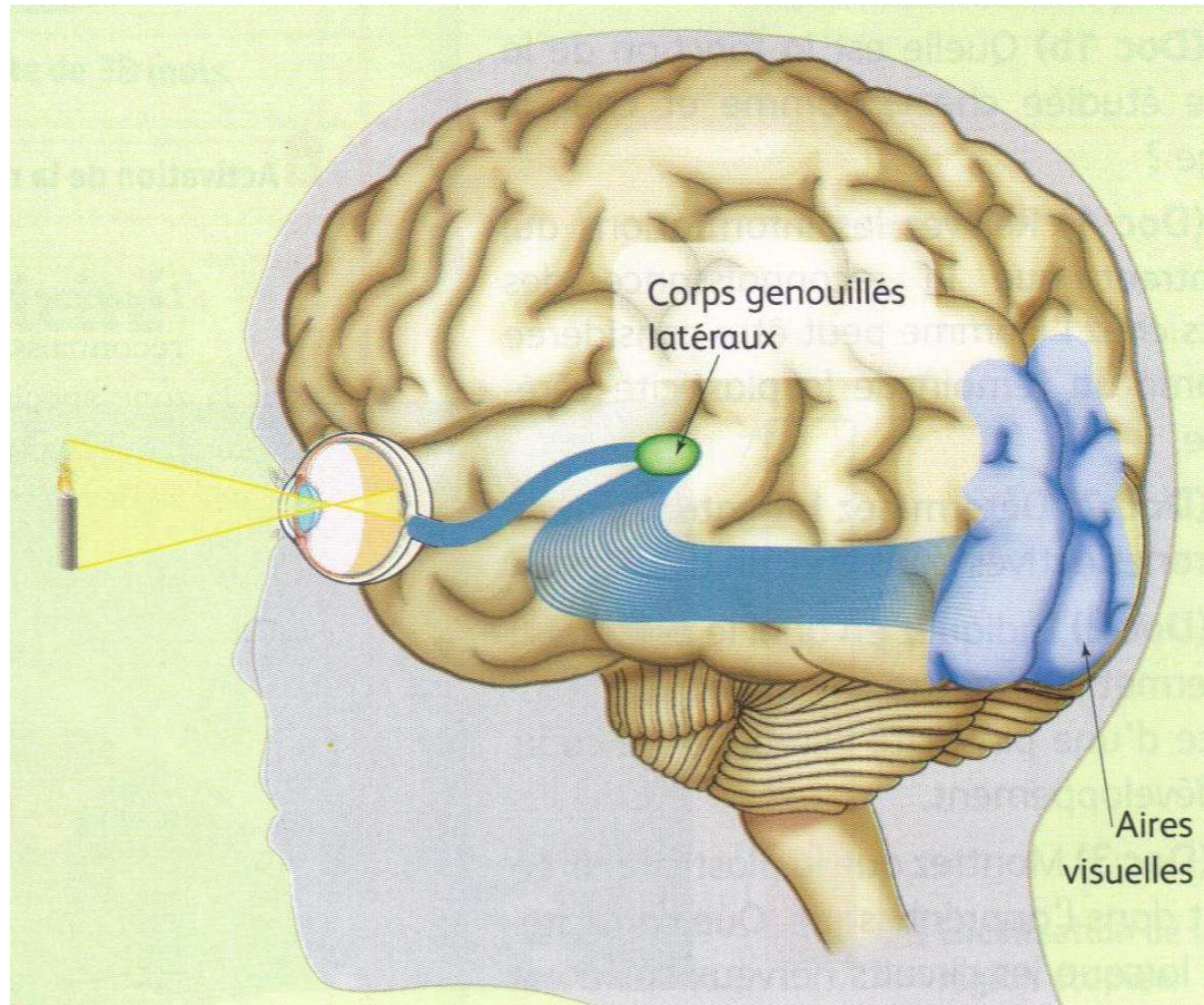
Il est particulièrement dangereux pour le psychisme : les mauvais « voyages » (bad trips) ou hallucinations cauchemardesques sont à l'origine de perturbations graves de l'humeur, de troubles du cours de la pensée, de déficit intellectuel (incapacité à soutenir son attention, perturbations de la mémoire, anomalies du raisonnement verbal, etc.). Certaines personnes ressentent des épisodes de « flash back » plusieurs jours ou semaines après une consommation.



**5** La pochette d'un disque de 1967. Le psychédéisme est un courant artistique né dans les années 1960. Il s'inspire graphiquement des perturbations visuelles provoquées par la prise de drogues, et notamment de LSD.

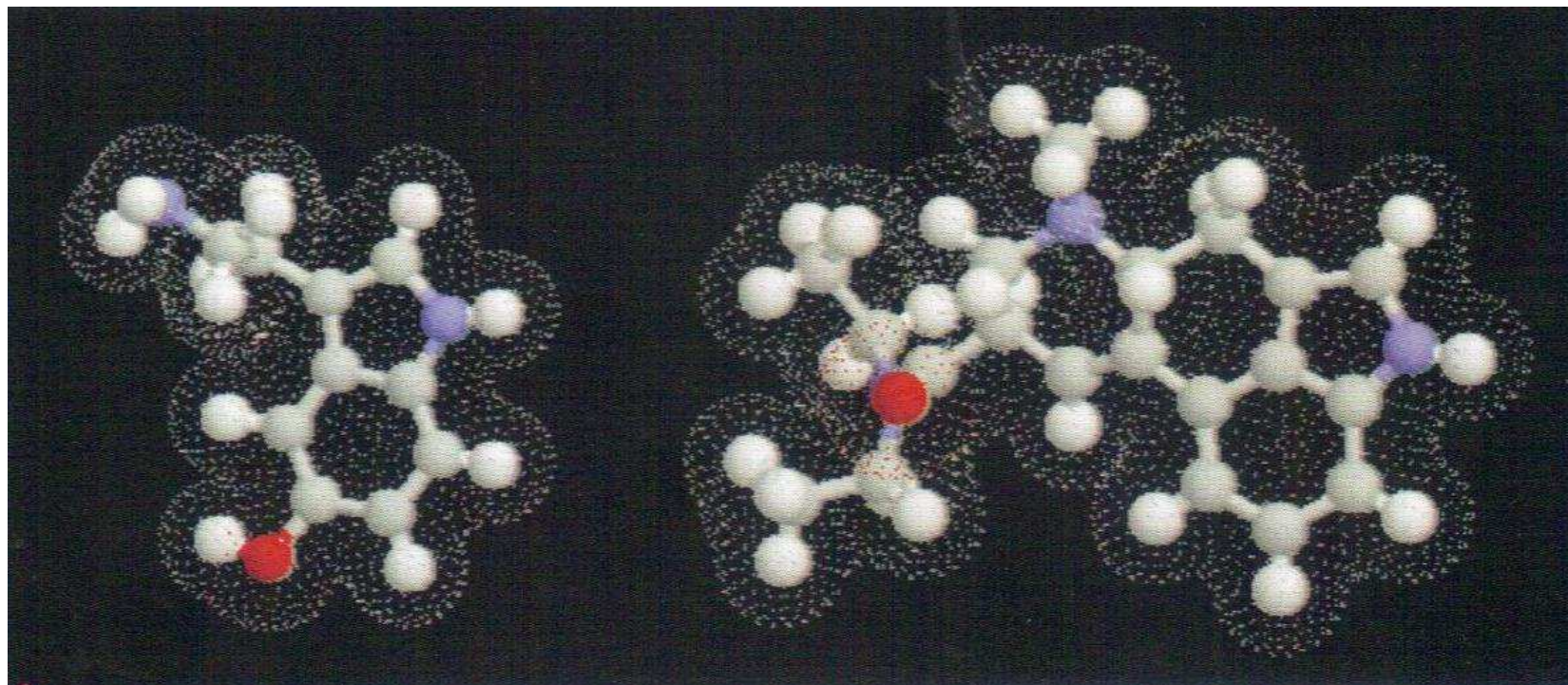


## Cible du LSD





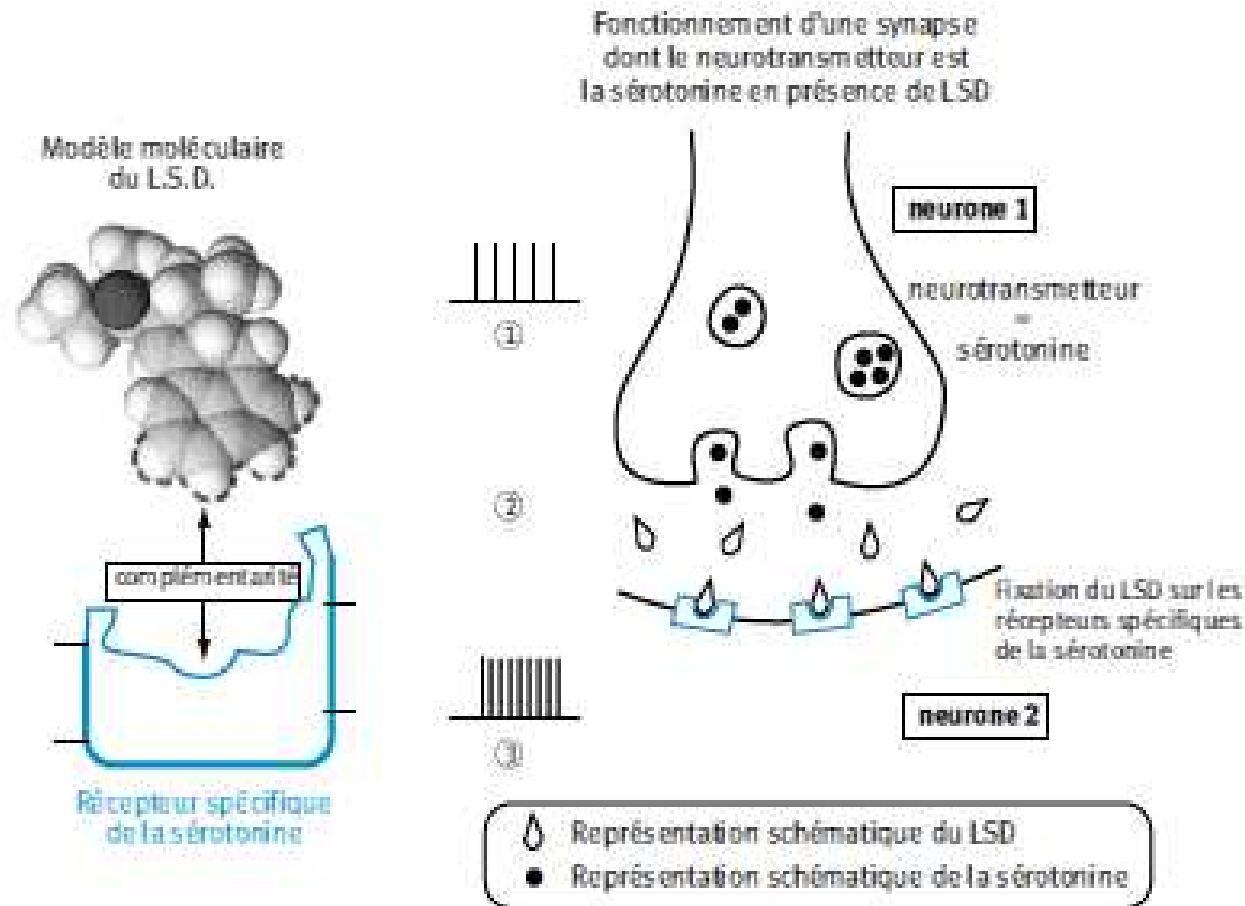
## Comparaison de molécules



Sérotonine

LSD

- 7 Fonctionnement d'une synapse dont le neurotransmetteur est la sérotonine en présence de LSD.



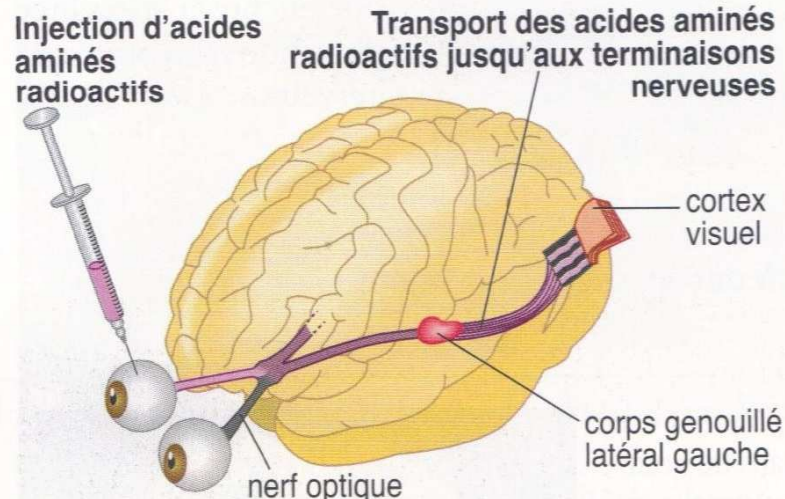
Toute perturbation du fonctionnement des synapses sous l'action de substances chimiques a des conséquences sur le fonctionnement des neurones.

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. Des substances comme le LSD perturbent le fonctionnement des aires cérébrales associées à la vision et provoquent des hallucinations.

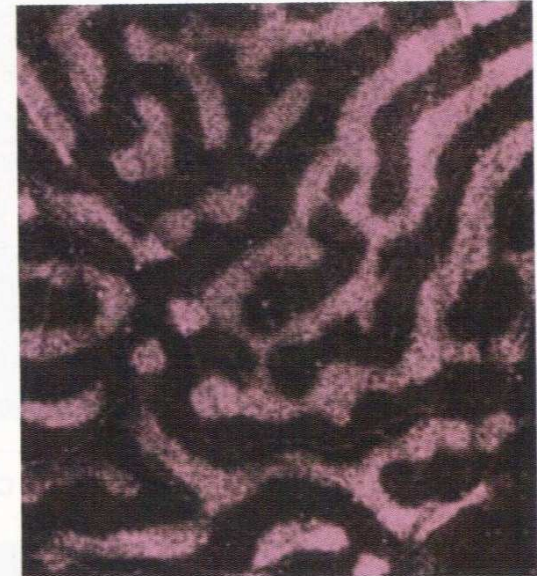


## 6) Plasticité cérébrale et vision

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.



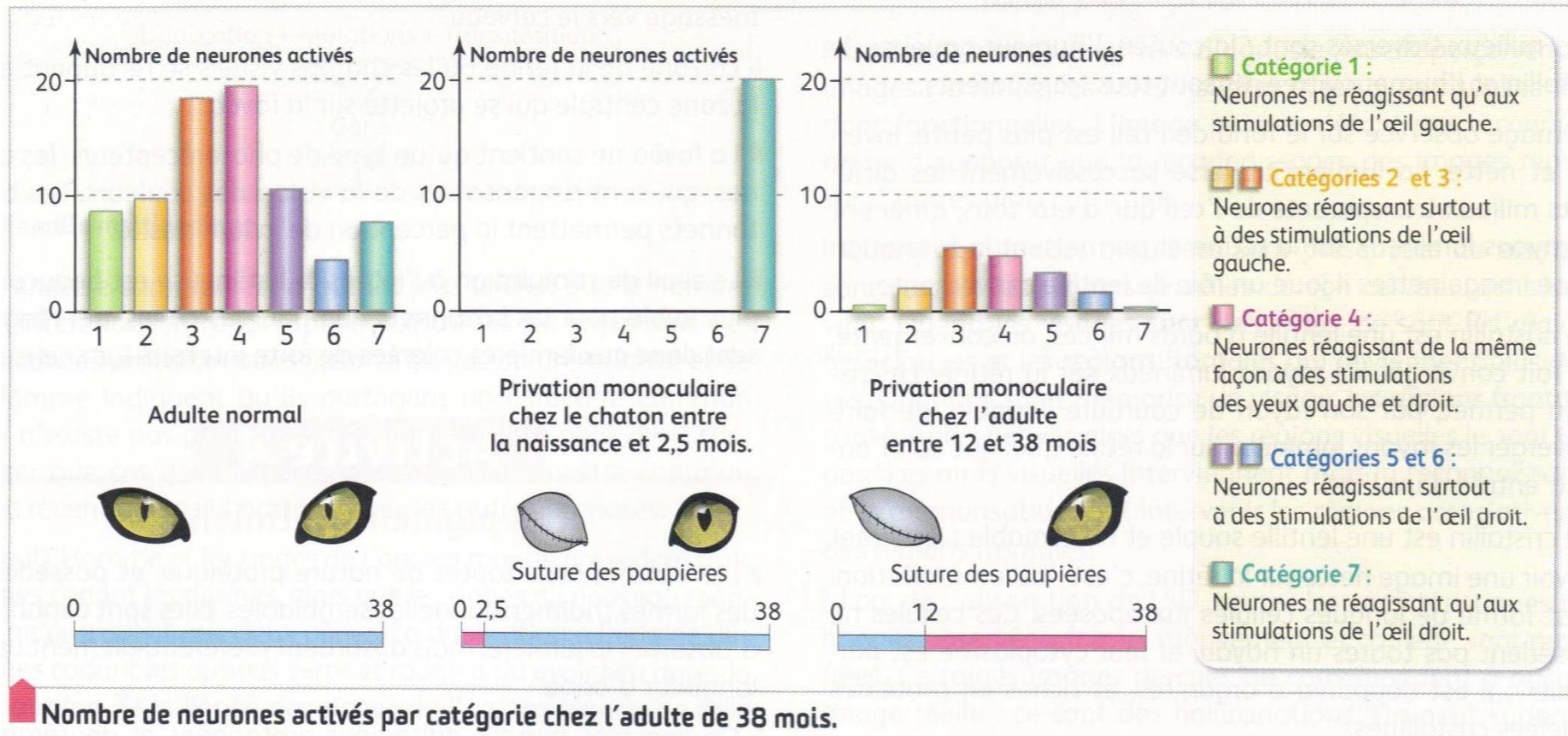
Système visuel organisé et opérationnel dès la naissance

Le cortex visuel est organisé dès la naissance.

La mise en place du phénotype cérébral impliqué dans la vision repose sur des structures présentes et fonctionnelles dès la naissance. Elles sont identiques chez tous les individus d'une même espèce. Ces structures cérébrales innées sont le résultat de l'expression de l'information génétique.

► Lors du développement du cerveau, des circuits nerveux se mettent en place et des connexions entre neurones se réalisent. On cherche à comprendre si la structure du réseau neuronal présente une **plasticité**.

► On réalise des expériences de suture des paupières (ou occlusion) sur des chatons. Chez l'adulte au 38<sup>e</sup> mois, ayant les yeux non suturés, on remarque que les neurones réagissent par groupe, dont on peut mettre en évidence sept catégories.





Différentes études montrent que l'expérience individuelle agit sur la maturation du cortex visuel. Chez le jeune, l'occultation d'un œil (expérimentale chez l'animal, due à une cataracte chez l'humain) peut entraîner une déconnexion irréversible du cortex visuel correspondant à l'œil occulté.

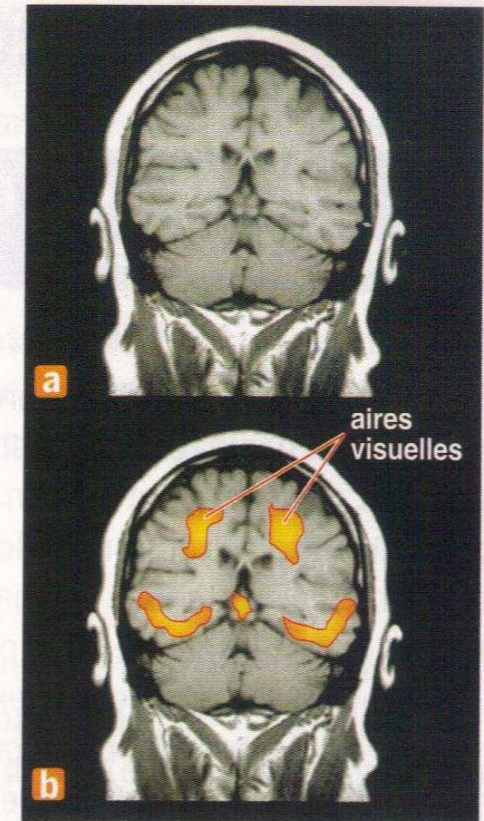
Ainsi, il apparaît que c'est en exerçant la vision que le cortex visuel se construit définitivement.



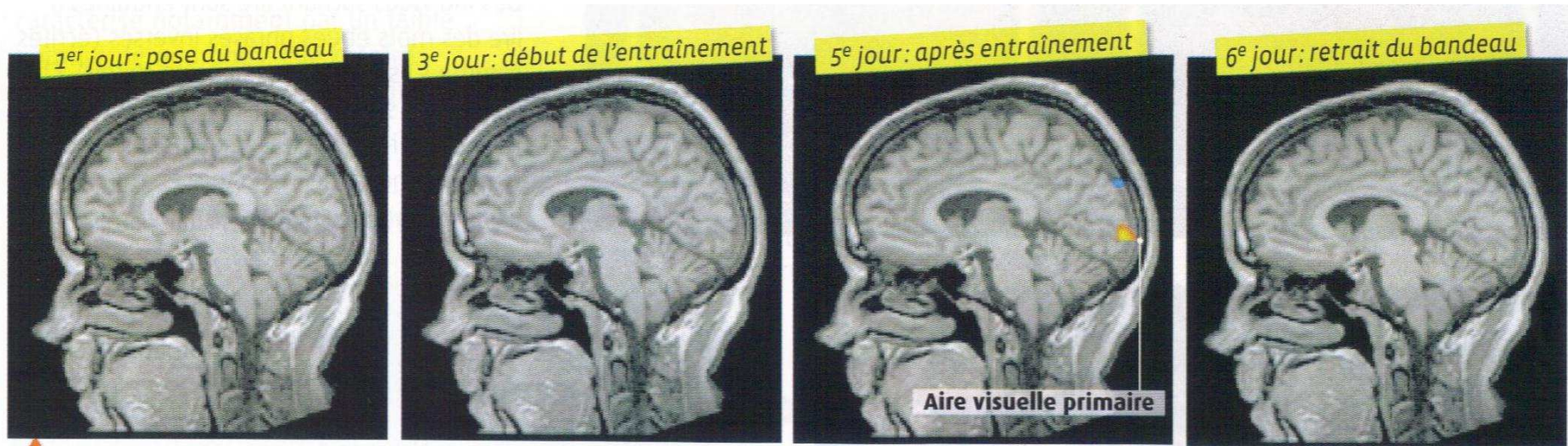
Le braille est un système de lecture et d'écriture tactile utilisé par des personnes aveugles ou malvoyantes.

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).







**5** **L'effet d'une privation artificielle de la vue sur la lecture du braille.** Un sujet voyant dont les yeux sont bandés pendant plusieurs jours est entraîné à lire le braille. Par IRMf, on observe les zones cérébrales dont l'activité augmente chez cette personne lors de la lecture du braille par rapport à un sujet non privé de la vue. Au 6<sup>e</sup> jour, le bandeau est retiré.



Le fonctionnement cérébral impliqué dans la perception visuelle repose sur des structures innées, fonctionnelles dès la naissance.

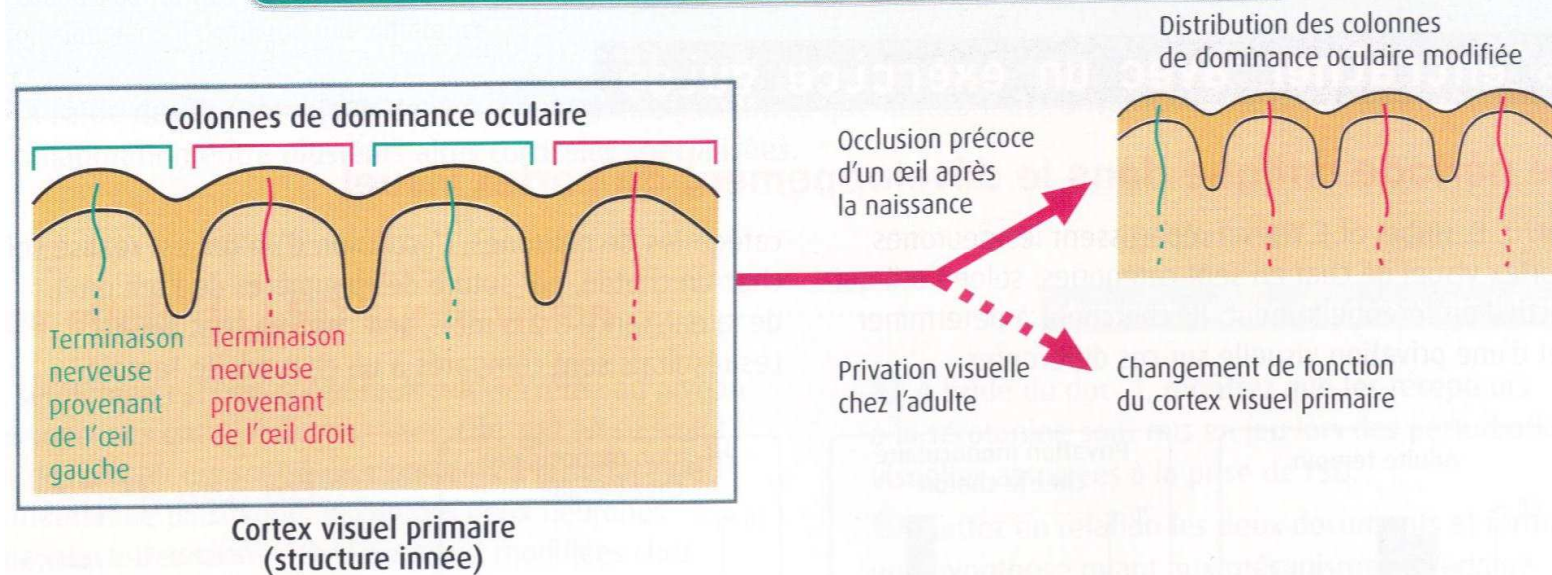
Cependant, il nécessite aussi que la fonction visuelle soit exercée, notamment au plus jeune âge : le phénotype visuel se construit donc également grâce à l'expérience individuelle.

La spécialisation et le fonctionnement des territoires cérébraux ne sont pas figés mais peuvent subir des remaniements, y compris chez l'adulte.

Le cerveau dans son ensemble conserve sa plasticité tout au long de la vie. C'est sur elle que repose l'apprentissage.

La plasticité cérébrale s'explique par la plasticité des connexions entre neurones.

## Le développement et la plasticité du cortex visuel

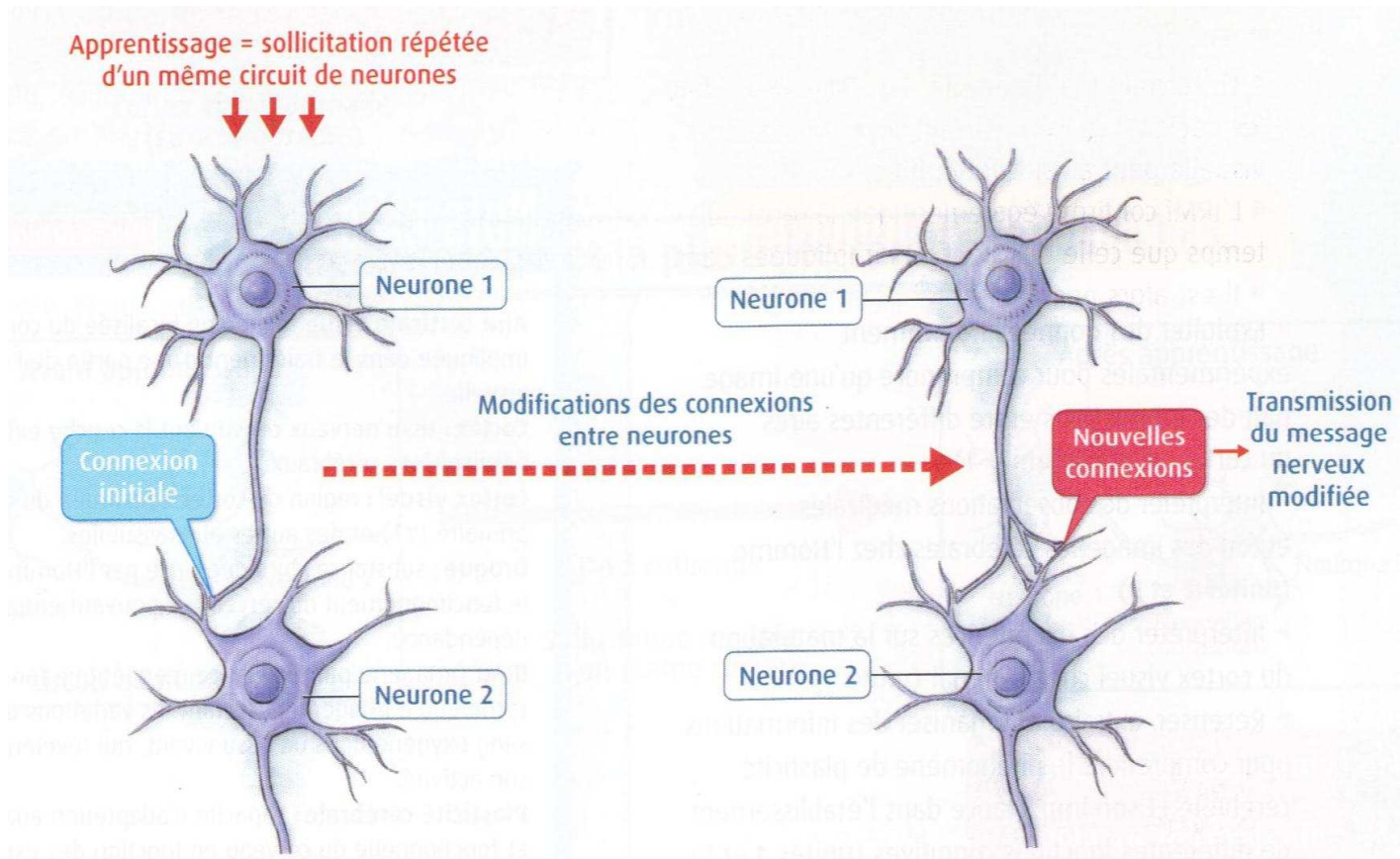


A la naissance, le cortex visuel est organisé selon des structures innées, issues de l'évolution. A la surface du cortex visuel primaire, les terminaisons des fibres nerveuses issues de l'œil droit alternent avec celles des fibres nerveuses issues de l'œil gauche. Cette distribution en colonnes de dominance oculaire peut cependant être modifiée par l'expérience visuelle.

L'occlusion précoce d'un œil après la naissance entraîne par exemple une réduction importante du nombre de terminaisons nerveuses issues de l'œil occlus au sein du cortex visuel primaire.

Cette plasticité du cortex visuel s'observe également à l'âge adulte : l'aire V1 peut changer rapidement de fonction chez des personnes privées de stimulations visuelles.

## La plasticité des connexions neuronales



Modifications des connexions  
=  
Plasticité cérébrale