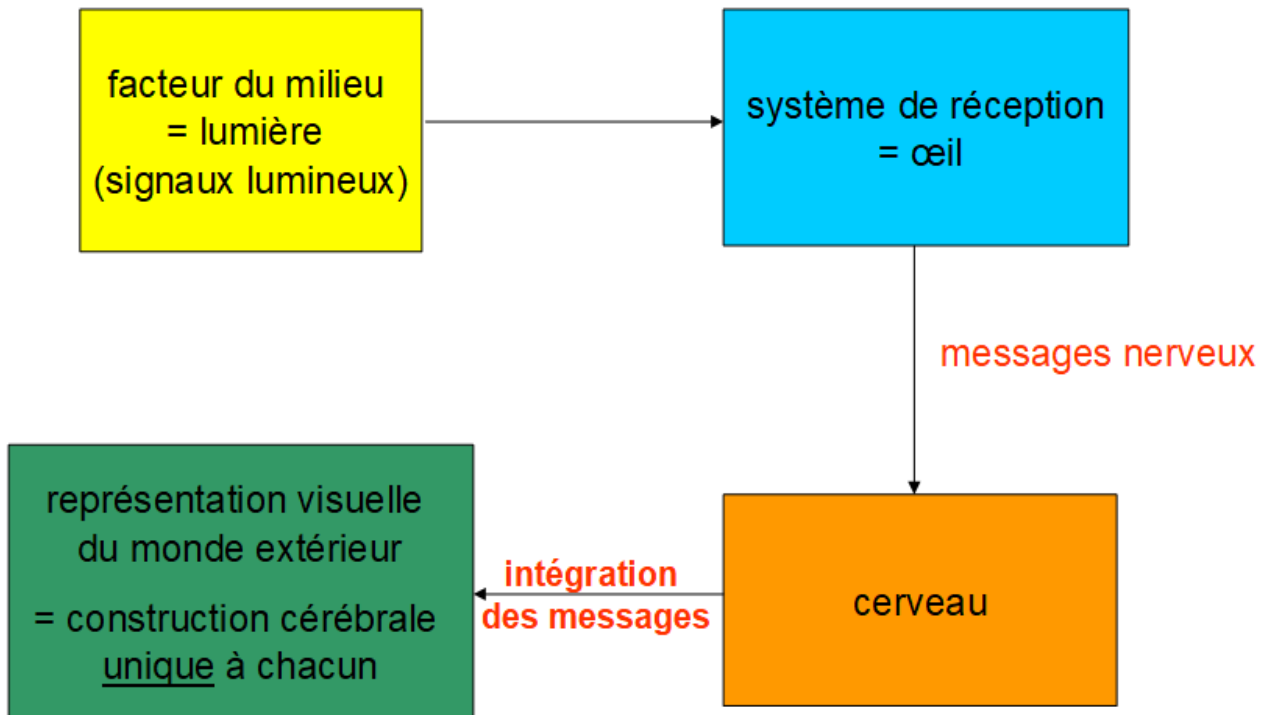


Thème 3C: De l'œil au cerveau

Schéma représentant le processus simplifié de la vision



Chapitre 1 : De la lumière à la naissance du message nerveux visuel

Lecture du texte sur la cataracte de Claude Monet

Comment l'œil permet-il de capter la lumière de notre environnement ?

I. Le cristallin, une lentille vivante

TP1: Rôle du cristallin

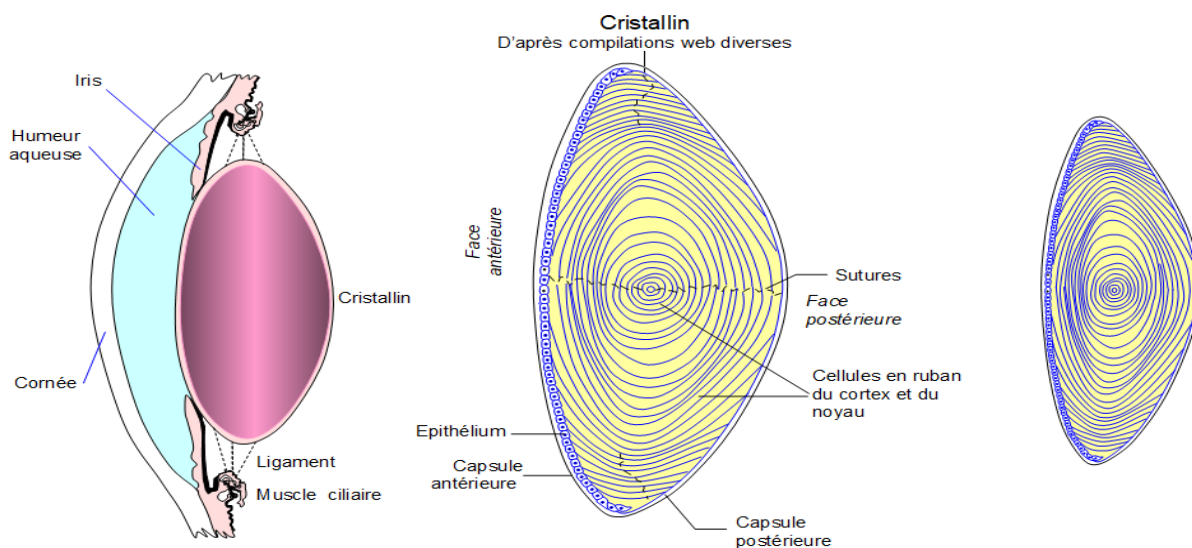
Mots à utiliser : adhère, choroïde, cornée, fibres, iris, muscles, nerf optique, pupille, rétine, sclérotique.

L'observation d'une coupe d'œil nous montre qu'il existe trois membranes dans le globe oculaire :

- Lablanche, épaisse et résistante qui constitue le squelette de l'œil. Elle sert à l'insertion desqui assurent la mobilité du globe oculaire ; elle s'interrompt seulement pour livrer passage auVers l'avant sur 1/6 de la surface totale de l'œil, la sclérotique fait place à la..... , membrane transparente, épaisse et dure.
- La , noire, fine, facile à détacher de la précédente.
- La translucide, teintée de rose pâle, très fragile. En raclant doucement la surface interne de l'hémisphère postérieur, on constate que la rétine n' pas à la choroïde. Au niveau du point aveugle, les issues de la rétine s'engagent dans le

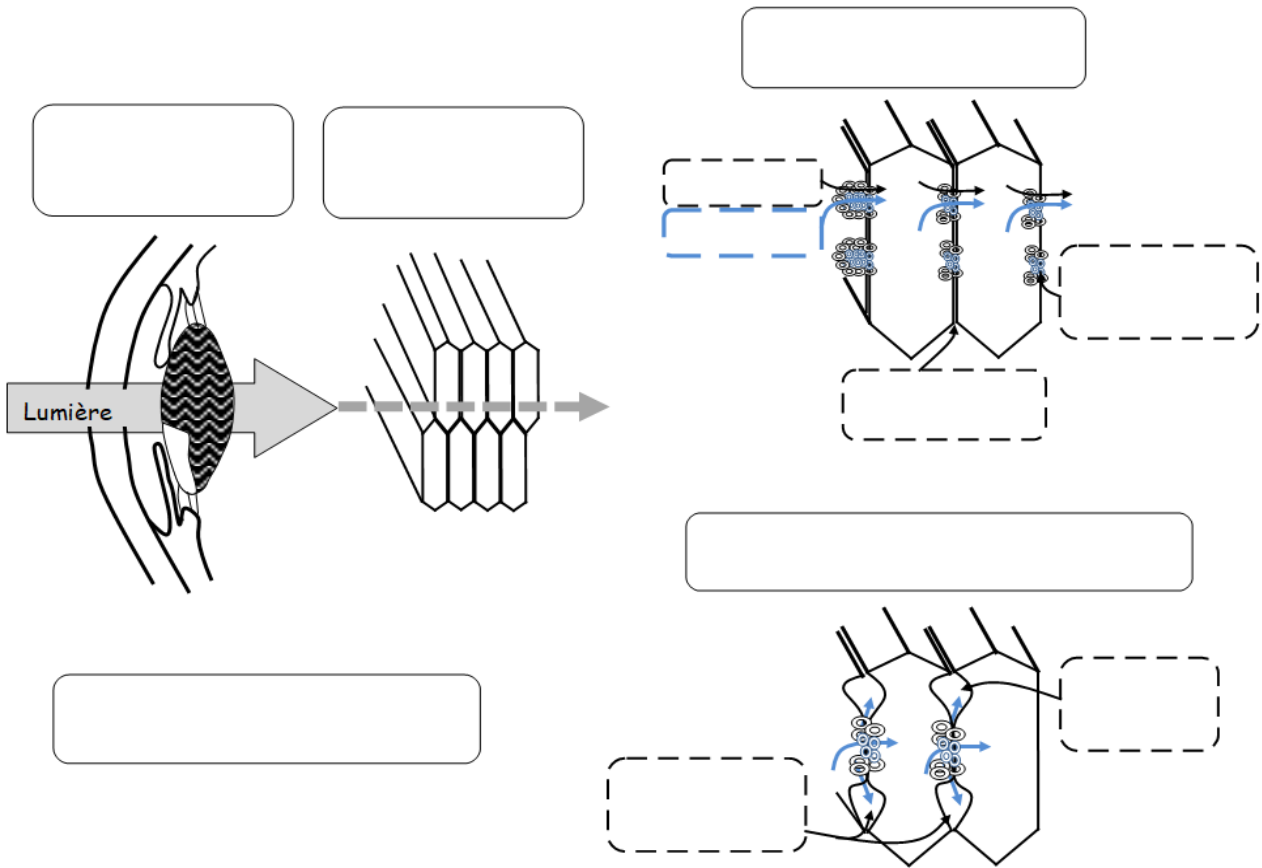
Derrière la cornée est située l'..... , diaphragme coloré percé d'un trou noir : la

Mots à utiliser : accommodation, angle de courbure, bombée, cataracte, contractant, convergente, ligaments, lumière, muscle, nettement, opacifier, rayons lumineux, transparentes.



Derrière l'iris, le cristallin est suspendu pardes reliés à..... un en anneau (muscle ciliaire). En se, il provoque le glissement des cellules du cristallin de telle sorte que le cristallin prend une forme plus: Il peut modifier son Ce processus d', en augmentant la vergence du cristallin, permet de voir..... les

objets proches. Le cristallin fait loupe : c'est une lentille vivante ; Dans sa partie centrale, les cellules allongées qui le constituent sont parfaitement et laissent donc passer la Il concentre les sur la rétine, qui joue le rôle d'écran au fond de l'œil. Une image nette peut donc se former sur la rétine même si l'objet est proche de l'œil. Il peut s'..... avec l'âge donc modifier la perception des couleurs et la netteté (.....).



II. Les photorécepteurs de la rétine : un produit de l'évolution

1. Les photorécepteurs de la rétine sont des récepteurs à la lumière de l'environnement

TP 2 : L'organisation fonctionnelle de la rétine

a) Anatomie de la rétine

Mots à utiliser : axones, bipolaires, bâtonnets, cônes, dernière, ganglionnaires, granuleuse, lumineuse, multipolaires, nerf optique, nerveux, photorécepteurs, photorécepteurs, rétine.

Tapissant le fond de l'œil, la rétine est le lieu de transduction du messagevenant de l'extérieur en signaux envoyés au cerveau. Il s'agit d'une membrane de 0,1 à 0,5 mm d'épaisseur, organisée pour simplifier en trois couches :

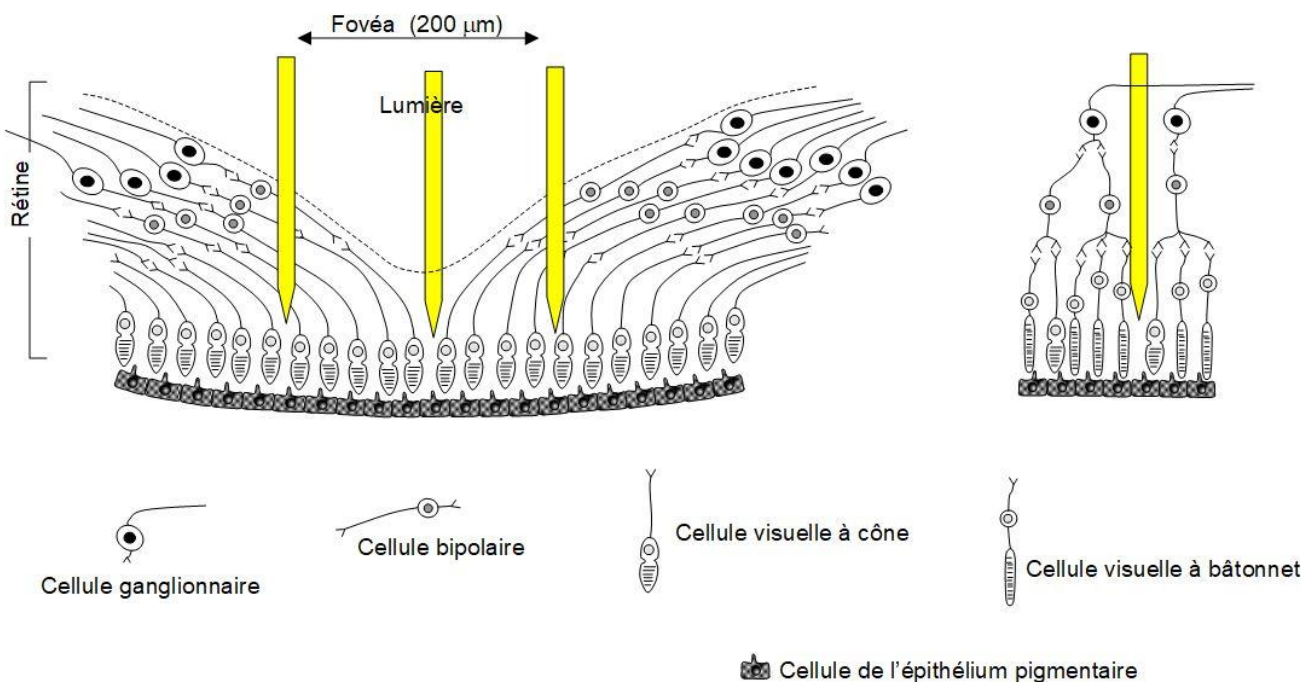
- la couche des cellules photosensibles comprenant les
- la couche
- la couche des ou multipolaires.

Ces trois couches contiennent des cellules reliées entre elles et ayant chacune une fonction précise. La plus profonde, par rapport à l'arrivée de la lumière est, paradoxalement, la couche des cellules photosensibles, aussi appelées ou cellules sensorielles.

La rétine est en effet "inversée", car la lumière doit traverser la avant de pouvoir atteindre les photorécepteurs, sensibles à la lumière. Cette couche comporte environ 130 millions de cellules photosensibles différentes, portant des noms reflétant leur forme :

- Les, qui constituent environ 95% de ces cellules sont responsables de la vision nocturne, et ne sont sensibles qu'à la différence entre obscurité et lumière. Par contre, ils ont la plus grande sensibilité, et sont par cela adaptés à de faibles quantités de lumière.
- D'autre part, les, cellules sensorielles plus grandes, forment les 5% restants des photorécepteurs. Ils sont responsables de la vision diurne (de jour), et font la différence entre les couleurs.

Rétine centrale et rétine périphérique
Modifié d'après bac L septembre 2010 Martinique



La seconde couche, dénommée couche granuleuse interne, comporte une variété de **neurones**, dont les **cellules**, tenant leur nom du fait qu'elles soient articulées entre les photorécepteurs et les **cellules** de la 3^e couche, constituent la voie "directe" de transmission du message nerveux.

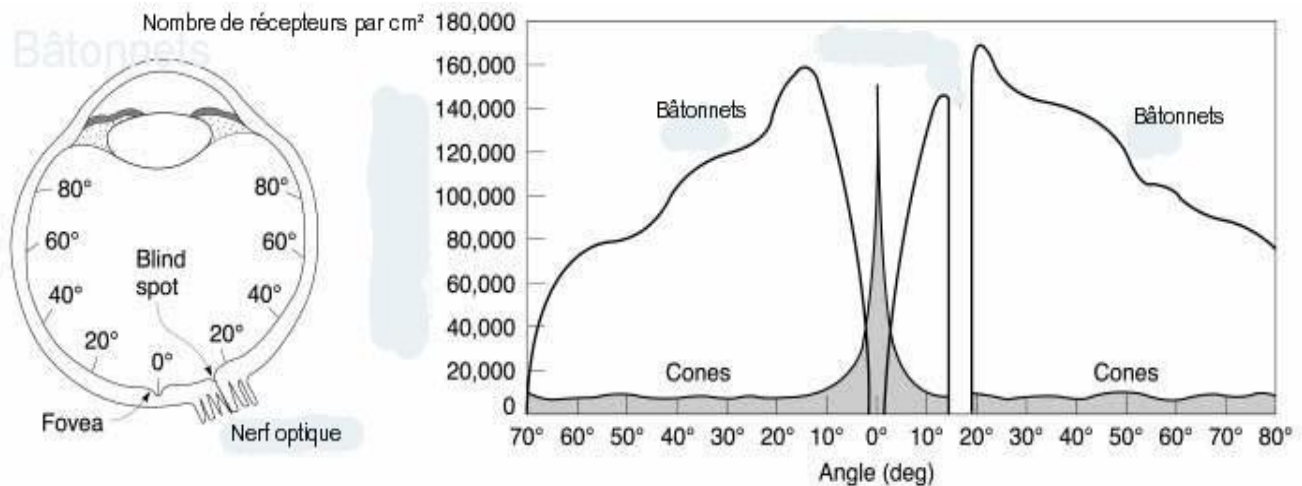
Lacouche de la rétine la couche des ganglionnaires, "l'étage de sortie" vers le cerveau, est composée d'environ 1 million de neurones multipolaires. Ces cellules sont reliées d'une part aux cellules

bipolaires, et ont d'autre part des prolongements cytoplasmiques, ou, qui se rejoignent pour former le, relié au cerveau.

b) Répartition des cônes et des bâtonnets dans la rétine

Mots à utiliser : augmentent, bâtonnet, bâtonnet, bâtonnets, couleurs, cônes, cônes, diminue, fovéa, lumière, nulle, précise, vision centrale, zone périphérique

Au niveau de la rétine, les cônes et les bâtonnets ont une distribution spatiale précise qui peut se représenter de la manière ci-dessous :



On observe que :

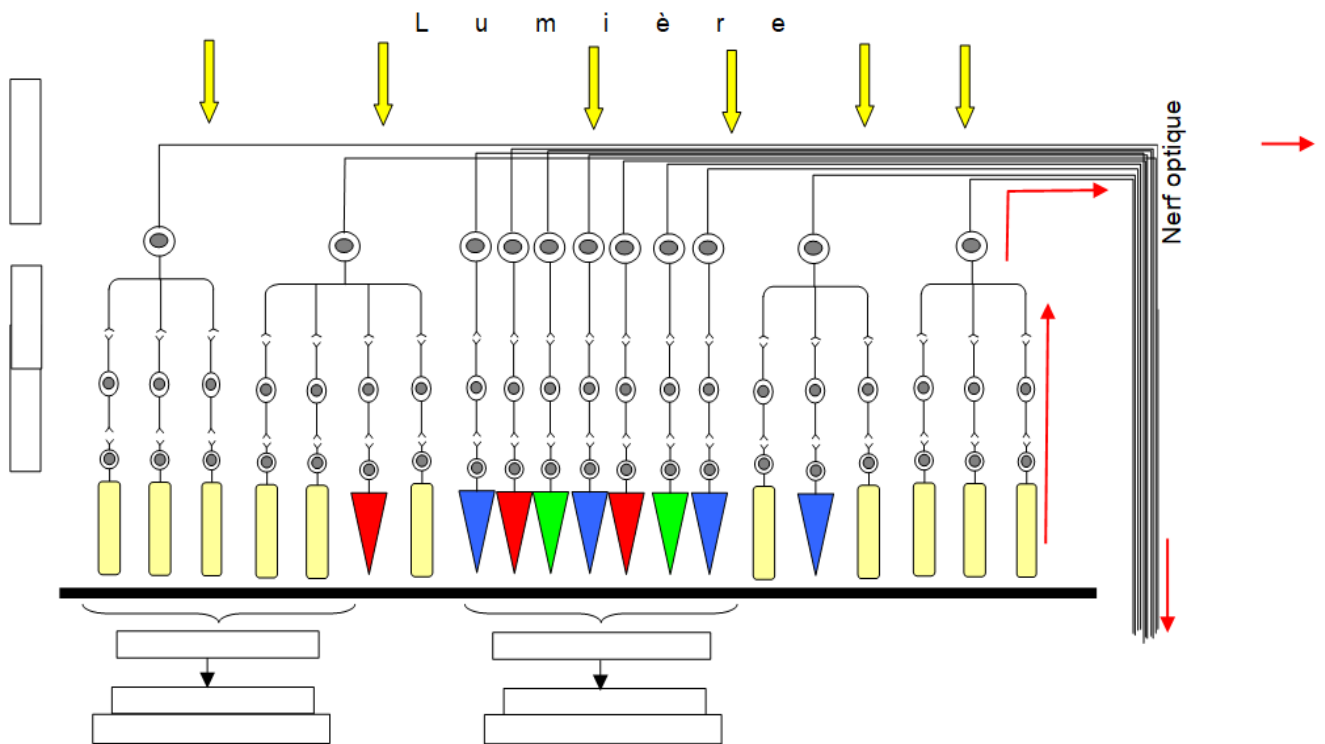
- au niveau du point 0, qui correspond au point de la, il y a absence total de alors que la densité des est à son maximum ($150 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^{-2}$). Cette zone centrale de la rétine située dans l'axe optique, est indispensable à la Elle permet la vision pour effectuer des tâches fines comme la lecture : elle a une forte acuité visuelle. Elle permet la vision des

- pour une excentricité comprise entre 0 et 20 degrés, la densité des bâtonnets: on passe d'une densité au niveau du point 0 à une densité maximale à 20° ($150 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^{-2}$). Puis la densité des bâtonnet progressivement de chaque côté pour atteindre une densité de $40 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^{-2}$. La zone de la rétine comprise entre 20 et 80 degrés se nomme la Elle est constituée essentiellement de et sert à la vision de la

Il existe donc 2 types de photorécepteurs :

- les sensibles à l'intensité lumineuse et interviennent dans la vision en conditions de faible luminosité.

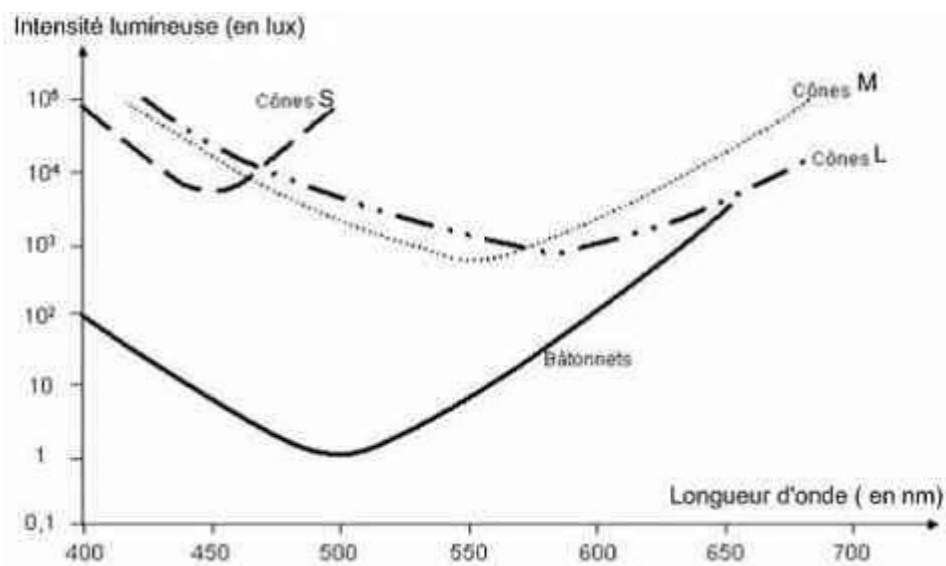
- les sensibles à la couleur et sont mis en jeu dans la vision précise.



c) La vision des couleurs

Mots à utiliser: 400 et 500 nm, 540 nm, 570 nm, bleu, bâtonnet, cônes, faible, l'intensité lumineuse, nocturne, rouge, vert

Toutes les couleurs ne sont pas captées par les mêmes éléments de la rétine. La perception des couleurs est due à différents pigments présents dans les cellules de la rétine.

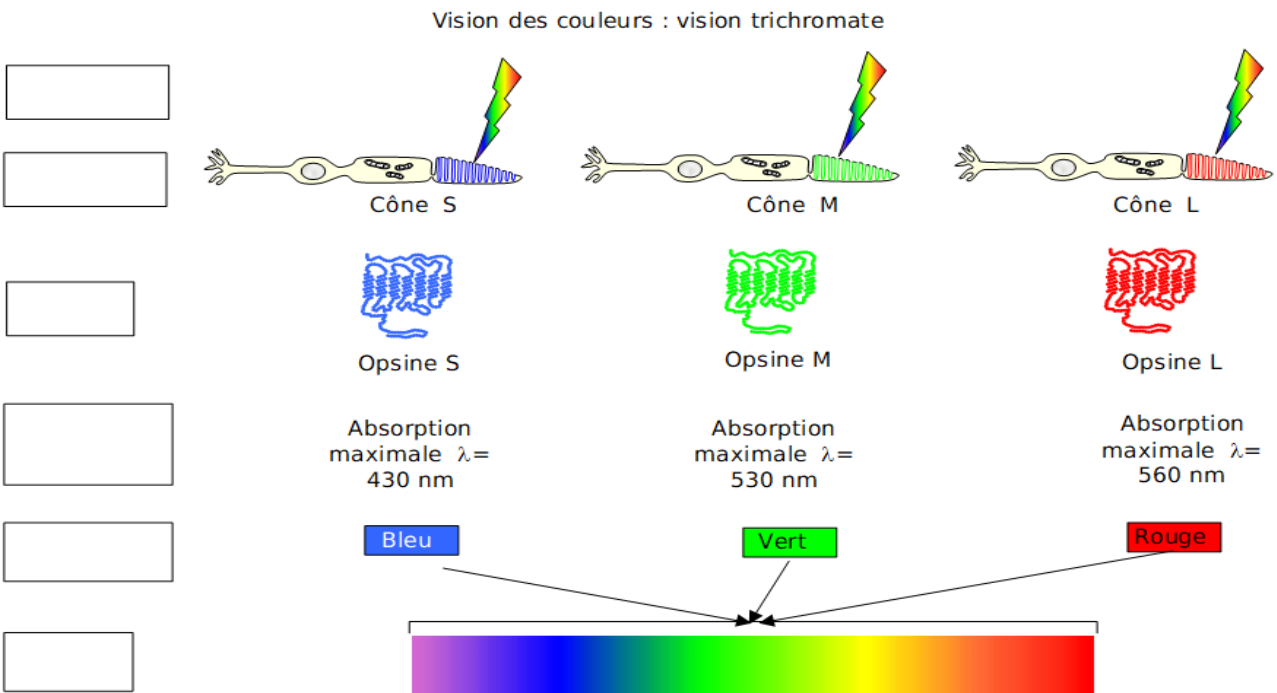


D'après ce document, on constate que :

- le cône S est sensible à une intensité lumineuse minimale pour une longueur d'onde comprise entre Ce cône est donc sensible au
- le cône M a une sensibilité à l'intensité lumineuse qui est minimale pour une longueur d'onde de Ce cône est donc sensible au
- le cône L a une sensibilité à l'intensité lumineuse qui est minimale pour une longueur d'onde de Ce cône est donc sensible au
- lea un seuil de sensibilité très faible inférieur à 10^2 et réagit pour toute longueur d'onde. Le bâtonnet est donc sensible à et intervient dans la vision en conditions deluminosité.

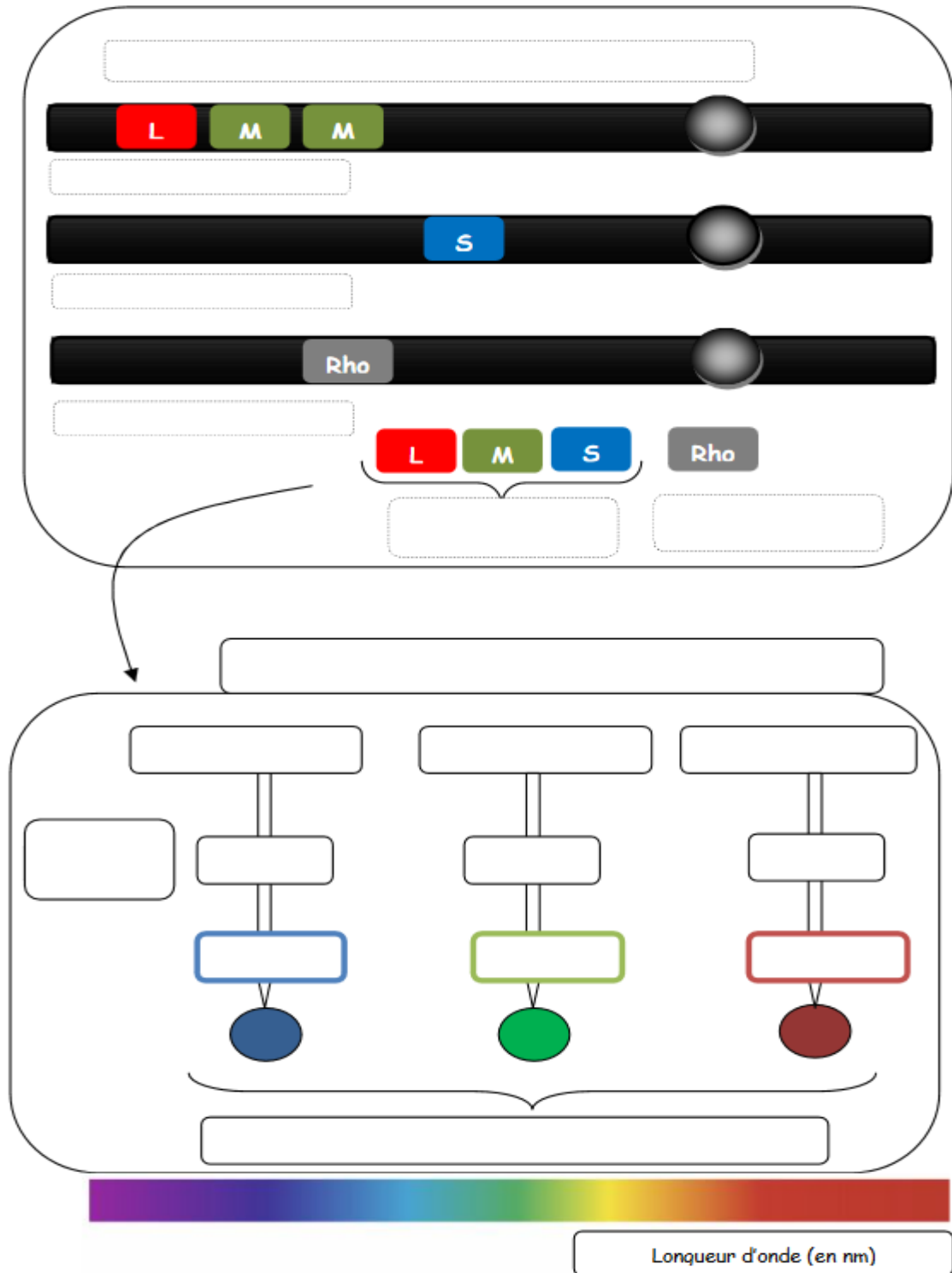
Bilan:

Le bâtonnet n'intervient pas dans la vision des couleurs mais dans la vision Les couleurs sont captées par 3 types dedifférents, sensibles au bleu, au vert ou au rouge. Ces différences de sensibilités s'expliquent par la présence d'opsine différentes.



2. L'histoire évolutive de la vision des couleurs

Lire l'article de Pour la Science sur [L'évolution de la vision chez les primates](#) (Mars 2010) et compléter le schéma suivant :



Les gènes des opsines humaines sont portés par les chromosomes 3 (opsine des bâtonnets), 7 (opsine S) et X (opsines M et L).

Les **opsines** forment une famille de protéines capables de réagir à l'énergie lumineuse grâce à sa liaison avec un chromatophore particulier : le rétinol ou un de ses dérivés, formant ainsi une molécule mixte appelée rhodopsine

TP 3: Les pigments rétiniens

a) Comparaison des séquences nucléiques et protéiques

Mots à utiliser : Primates, au hasard, d'acides aminés, famille multigénique, gène ancestral, l'appartenance, mutations, similitudes, souris

Pourcentages de ressemblances entre les séquences protéiques de l'opsine S chez différentes espèces

Séquences	ops._S_Homme	ops.S_gorill	ops.S_bonobo	ops.S_chimpa	ops.S_macaqu	ops.S_souris	ops.S_alouat	ops.S_saimir	ops._S_cebus
ops._S_Homme	100,00 %	99,42 %	99,71 %	99,71 %	95,95 %	85,84 %	93,35 %	91,91 %	92,77 %
ops.S_gorill		100,00 %	99,42 %	99,42 %	95,66 %	85,55 %	93,06 %	91,62 %	92,49 %
ops.S_bonobo			100,00 %	99,71 %	95,95 %	85,84 %	93,35 %	91,91 %	92,77 %
ops.S_chimpa				100,00 %	95,95 %	85,84 %	93,35 %	91,91 %	92,77 %
ops.S_macaqu					100,00 %	85,26 %	93,35 %	92,49 %	92,77 %
ops.S_souris						100,00 %	86,99 %	85,26 %	86,71 %
ops.S_alouat							100,00 %	97,11 %	97,69 %
ops.S_saimir								100,00 %	95,95 %
ops._S_cebus									100,00 %

On observe que la séquencede l'opsine S de l'Homme ressemble davantage à celle des(ici le Chimpanzé, le Gorille, le Bonobo, le Macaque, le Saïmiri, l'Alouate et le Cebus) qu'à celle de la (un non-Primate). Il s'agit là d'un argument en faveur dede l'Homme au groupe des Primates.

Pourcentages de ressemblances entre les séquences protéiques des pigments rétiniens (rhodopsine et opsines) de l'Homme

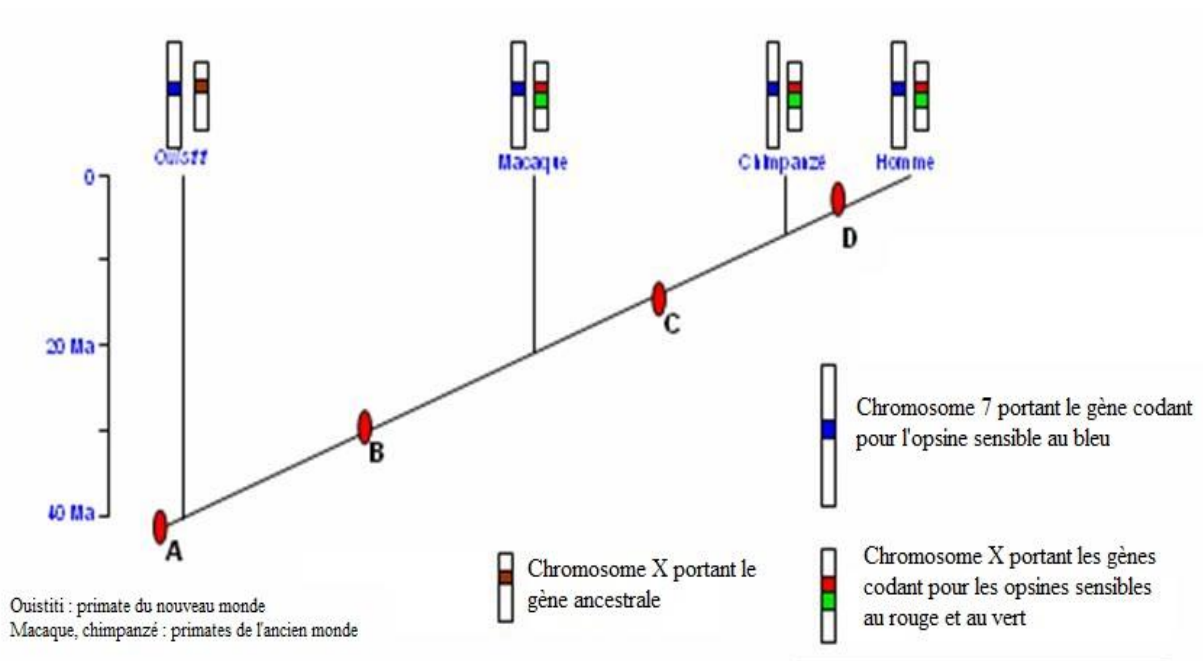
Séquences	ops._S_Homme	ops._L_Homme	ops._M_Homme	rhodopsine_H
ops._S_Homme	100,00 %	40,67 %	41,78 %	43,18 %
ops._L_Homme		100,00 %	94,71 %	40,67 %
ops._M_Homme			100,00 %	41,78 %
rhodopsine_H				100,00 %

Pourcentages de ressemblances entre les séquences nucléotidiques des gènes codant pour les pigments rétiniens (rhodopsine et opsines) de l'Homme

Séquences	ops._L_Hom.a	ops._M_Hom.a	ops._S_Hom.a	rhodopsine_H
ops._L_Hom.a	100,00 %	96,75 %	56,69 %	55,07 %
ops._M_Hom.a		100,00 %	57,27 %	55,26 %
ops._S_Hom.a			100,00 %	54,88 %
rhodopsine_H				100,00 %

Les gènes codant pour les opsines L, M, S et la rhodopsine montrent d'importantes , que l'on ne peut attribuer On est en présence de **gènes homologues**. Les pigments rétinien, codés par ces gènes, sont des molécules homologues. Ces gènes résultent de l'évolution d'un ayant subi des , constituant ainsi une

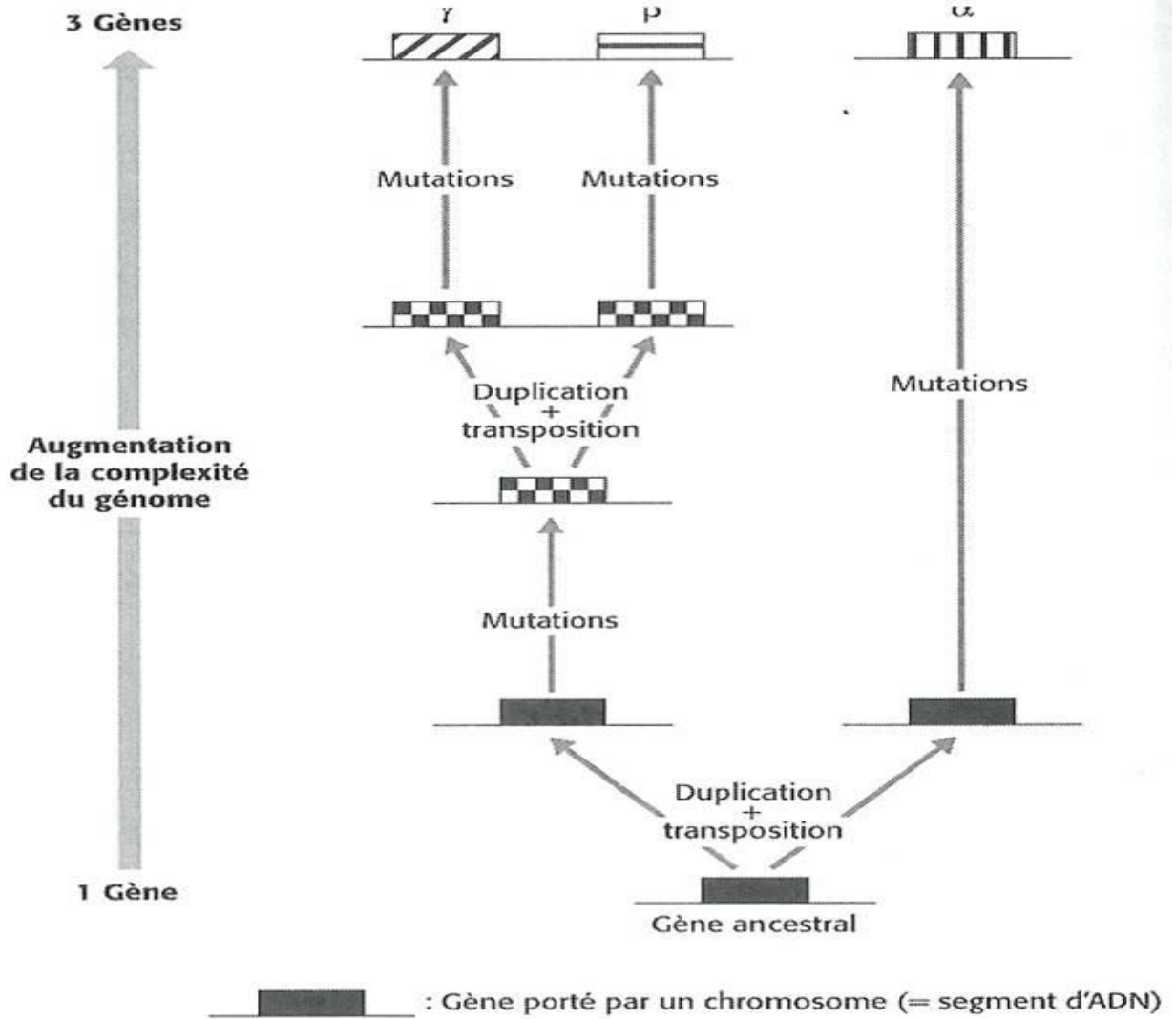
L'arbre phylogénétique de quelques Primates permet de dater la dernière duplication à l'origine des gènes "rouge" et "vert" portés par le chromosome X. Il peut être présenté de la manière suivante :



Le carré bleu représente le gène codant l'opsine sensible au bleu, le carré rouge et vert représentent respectivement le gène codant les opsines sensibles au rouge et au vert, le carré marron représente le gène codant le gène B.

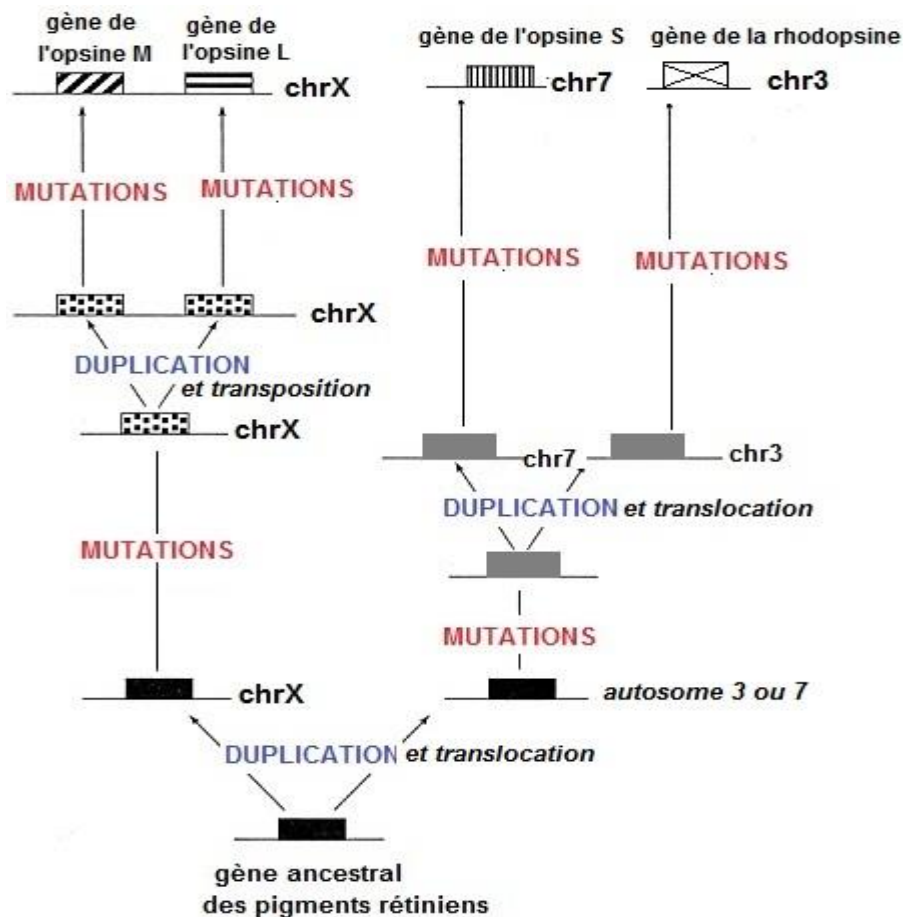
b) Origine des 4 gènes homologues

Histoire évolutive d'un gène



Mots possible : Primates, chromosomes, duplication, l'opsine M et de l'opsine L., pigments, récente, similitude, translocations

Schéma représentant l'histoire évolutive des gènes de l'opsine chez les primates :



Pour expliquer la présence de ces gènes homologues dans le génome de la même espèce, il faut faire intervenir le phénomène degénique. Pour obtenir les **quatre gènes** homologues, **trois duplications** auront été nécessaires à partir d'un gène ancestral.

- Les similitudes les plus importantes étant celles entre les séquences des gènes des opsines M et L, on en déduit que la **duplication la plus**est celle à l'origine des **gènes de**
- Sachant que les gènes des opsines M et L sont portés tous les deux par le **chromosome X** alors que les gènes de l'opsine S et celui de la rhodopsine sont respectivement portés par les **chromosomes 7 et 3**, on en déduit que les deux premières duplications ont été associées à des

Bilan: Les gènes gouvernant la synthèse desrétiniens sont placés sur des différents (Rhodopsine sur le 3, opsine bleue sur le 7 et opsines vertes et rouges sur le X). Cependant ils présentent une grandedans leurs séquences nucléotidiques. Les gènes des opsines dérivent d'un gène ancestral par duplications et accumulation de mutations : ils constituent une famille multigénique .

La comparaison de la séquence de ces gènes chez différentes espèces permet de situer l'Homme parmi les

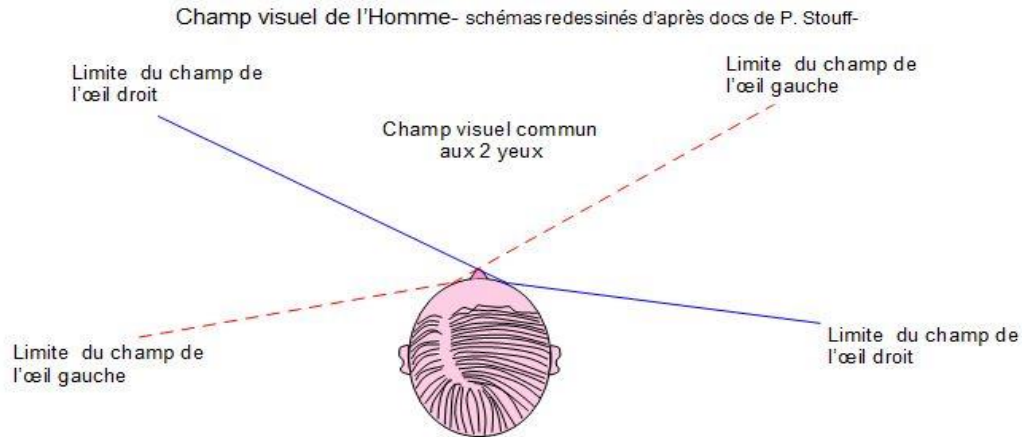
Chapitre 2 : Cerveau et vision : aires cérébrales et plasticité

On cherche à montrer comment la réalisation d'une fonction cognitive complexe repose sur l'activité de plusieurs zones cérébrales de façon coordonnée.

I/ Plusieurs aires corticales participent à la vision

A/ La notion de champs visuel

Si l'on considère séparément chaque œil (champ visuel monoculaire), les régions nasale et temporale de la rétine



perçoivent respectivement les parties diamétralement opposées du champ visuel.

B/ Le circuit du message nerveux de la rétine au cerveau

TP 4 Organisation des voies visuelles : de l'œil au cortex visuel

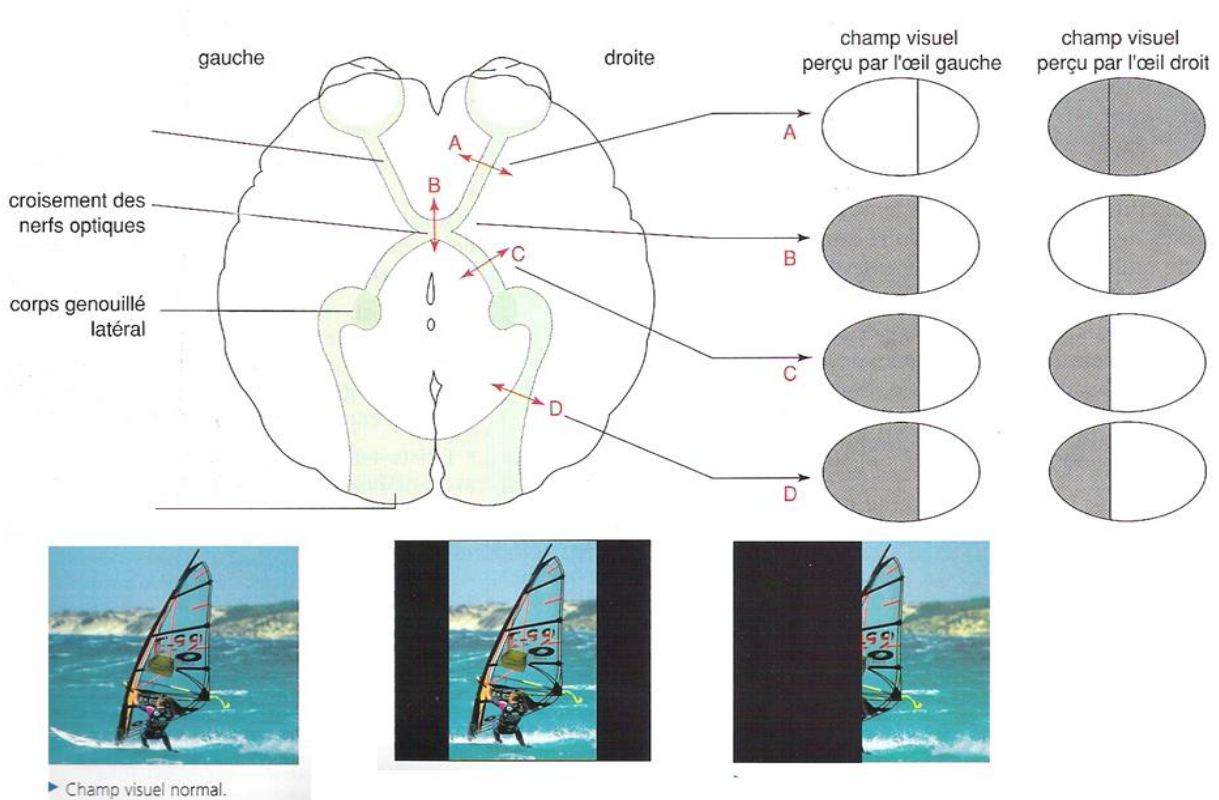
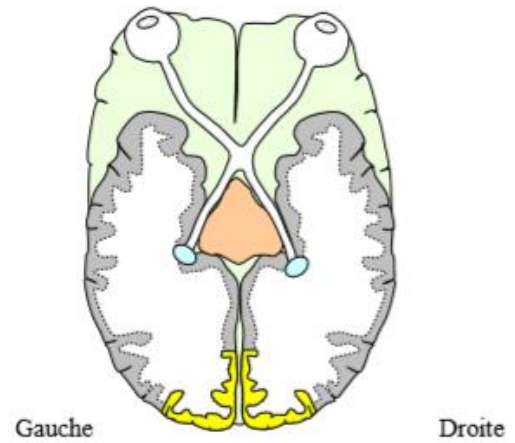
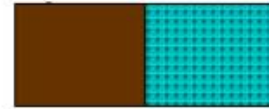


Schéma à compléter avec les mots suivants : relais synaptiques (corps genouillé) ; cortex visuel ; cortex ; nerf optique ; chiasma ; œil gauche ; œil droit

Mots à utiliser : opposé, chiasma optique, gauche, croisent, nasale, temporale, droit.

Après la sortie de l'œil, les deux nerfs optiques issus des 2 yeux se au niveau du à la base du cerveau. À ce niveau, toutes les fibres nerveuses issues de la moitié de chaque rétine se dirigent vers l'hémisphère cérébral tandis que les fibres issues de la moitié restent de leur côté.



Coupe horizontale

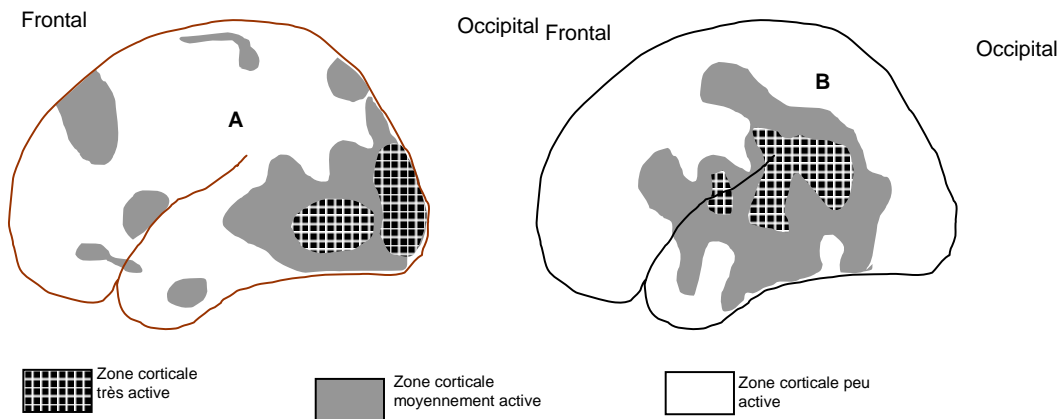
Cela signifie que ce que nous voyons avec nos deux yeux sur notre droite (champ visuel droit) se projette du côté de l'hémisphère et ce que nous voyons des 2 yeux sur notre gauche (champ visuel gauche) se projette dans l'hémisphère

B/ Localisation des aires visuelles

TP5 La construction cérébrale d'une perception visuelle

Le traitement des informations visuelles par le cerveau.

La tomographie par émission de positons (TEP) permet d'obtenir des images révélant le degré d'activité du cortex. Les schémas ci-dessous correspondent aux zones actives du cortex gauche lors que le sujet voit des mots écrits (A) ou entend des mots (B)



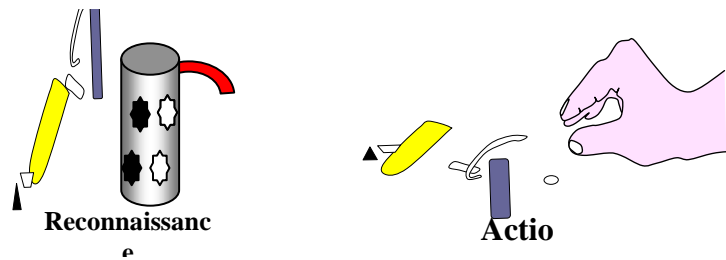
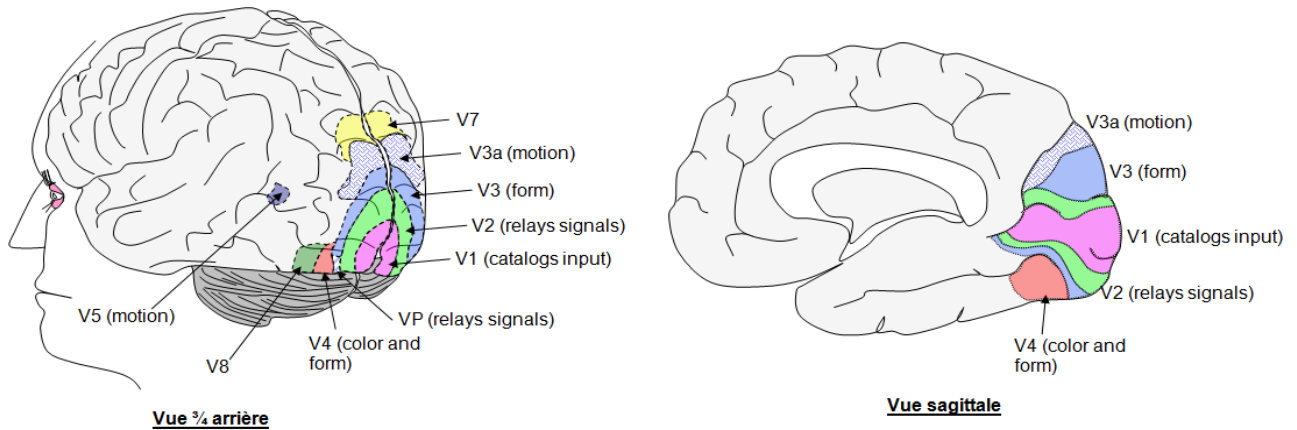
Mots à utiliser : relais, vision, fibres nerveuses, cortex visuel.

Les messages nerveux véhiculés par les du nerf optique aboutissent à un cérébral connecté aux aires du occipital. Le cerveau a un rôle fondamental dans la « C'est le cerveau qui voit ».

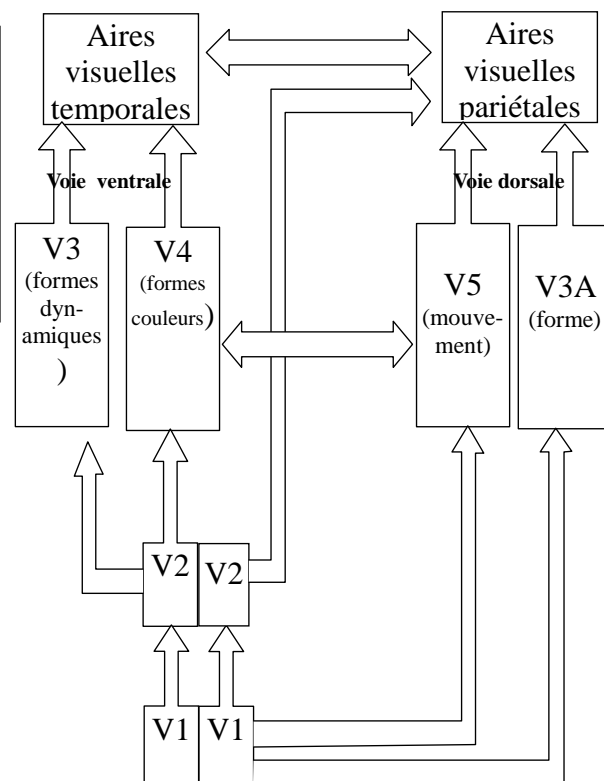
Traitement de l'information visuelle : 2 grands systèmes corticaux interviennent

On a découvert jusqu'à ce jour près d'une trentaine d'aires corticales différentes qui contribuent à la perception visuelle. Les aires primaires (V1) et secondaires (V2) sont entourées de nombreuses autres aires visuelles tertiaires ou associatives : V3, V4, V5 (ou MT), PO, etc.

*Vue latéro-occipitale des aires visuelles V1, V2, V3v, V4 et V5 (MT), chez l'Homme.
<http://www.owl.net.rice.edu/~psyc351/Images/visualcortex.jpg> (Scientific American nov.1999) et autres compils web*



Un schéma général émerge toutefois de cette complexité selon lequel il existerait deux grands systèmes corticaux de traitement de l'information visuelle : une voie ventrale qui s'étendrait vers le lobe temporal, et une voie dorsale qui se projette vers le lobe pariétal.



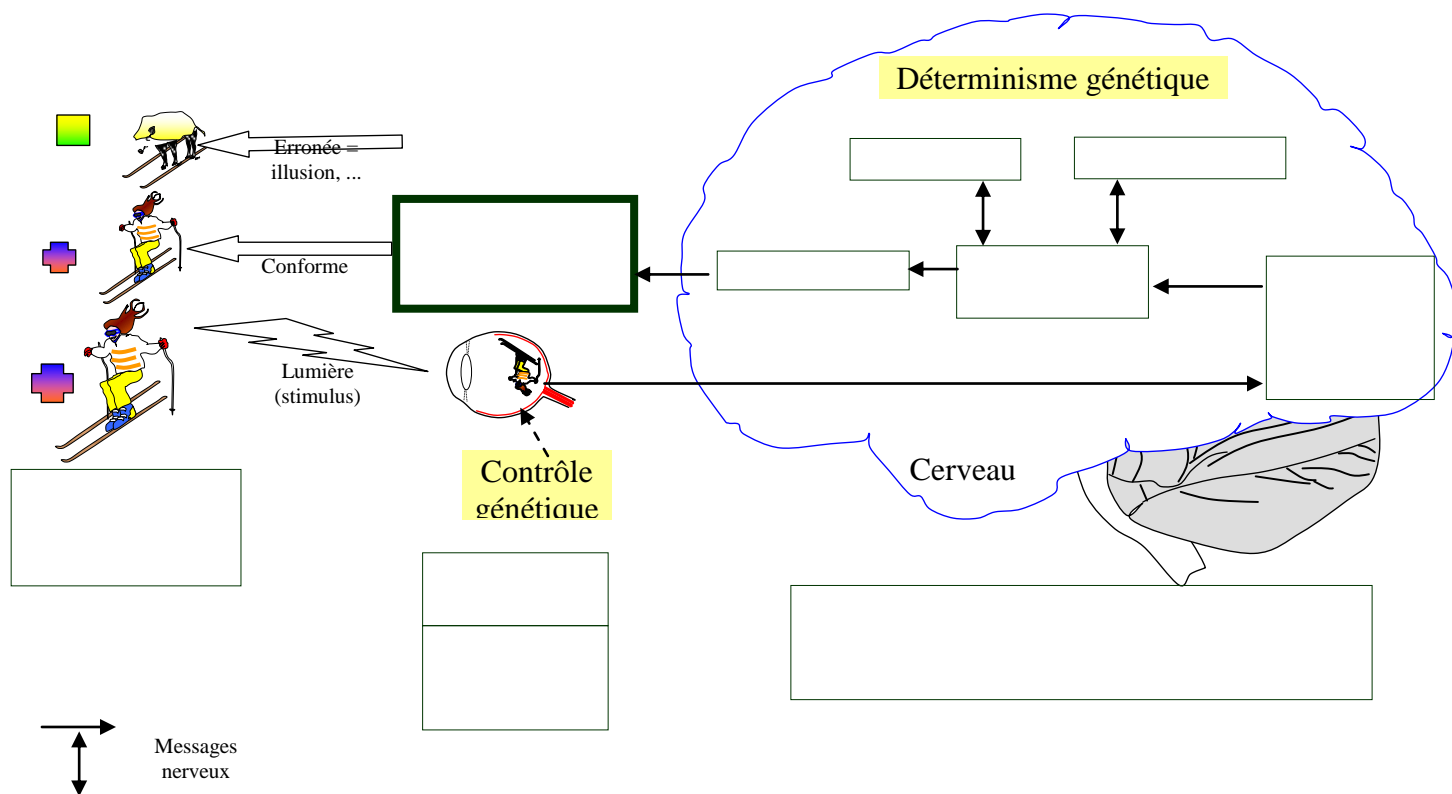
Mots à utiliser : aires corticales, formes.

Plusieursparticipent à la vision : V1,V2,V5,V3 et V4.

L'imagerie fonctionnelle du cerveau permet d'observer leur activation lorsque l'on observe des, des mouvements. La reconnaissance des formes nécessite une collaboration entre les fonctions visuelles et la mémoire.

La voie ventrale aurait pour mission fondamentale de permettre la perception consciente, la reconnaissance et l'identification des objets en traitant leurs propriétés visuelles "intrinsèques" comme leur forme, leur couleur, etc. **La voie dorsale**, en revanche, aurait pour mission fondamentale d'assurer le contrôle visuo-moteur sur les objets en traitant leurs propriétés "extrinsèques", celles qui sont critiques pour leur saisie, comme leur position spatiale, leur orientation ou leur taille.

Construction de la perception visuelle par le cerveau



II/ La vision : une construction cérébrale

A/ Impact de drogue

Sujet bac : Mode d'action du LSD

Représentation visuelle du monde : les voies visuelles

Document 1 : Les hallucinations.

La littérature regorge de descriptions de perceptions visuelles irréelles consécutives à l'absorption de drogues hallucinogènes, tels le LSD ou la marijuana...

Le chimiste A. Hofmann en 1943 décrit les effets du LSD alors qu'il était en train de terminer la purification d'une substance qu'il venait de synthétiser :

« ... Les yeux fermés, dans un état qui ressemblait au rêve, je percevais un flot ininterrompu d'images fantastiques, de formes extraordinaires et de couleurs intenses, comme dans un kaléidoscope, [...] Dans mon champ de vision tout ondulait, tout était distordu, comme si je regardais dans un miroir déformant.

La voisine n'était plus Madame R, mais une sorcière malveillante qui portait un masque coloré ... Un démon avait pris possession de mon corps, de mon esprit et de mon âme... »

On pense que les hallucinogènes modifient le fonctionnement du cerveau, favorisant ainsi l'apparition des hallucinations. D'anciens consommateurs de LSD ont rapporté, que des mois ou des années après avoir cessé de consommer cette drogue, ils ont éprouvé sans avoir consommé de drogues des états de délire semblables à celui que provoque le LSD.

Extrait de : Pour la science n°282 avril 2001
Article de M. Erich Kasten (neuropsychologue) p 68 à 75

Question 1 (SVT)

(2 points)

Mettre en relation des informations et des connaissances.

Donner, à partir des informations extraites du document 1, les arguments qui justifient l'interdiction de consommation de drogues telles que le LSD.

Document 2a : Les hallucinations (suite)

Aujourd'hui, on comprend pourquoi des images mémorisées inappropriées surgissent dans certaines circonstances.

Les neurones communiquent à l'aide de messagers chimiques, les neuromédiateurs. Chaque neurone est séparé du neurone suivant par un espace de contact, nommé synapse ; selon la nature du médiateur qu'il transmet il a une influence excitatrice ou, au contraire inhibitrice. [...].

Document 2b : Coupe d'encéphale

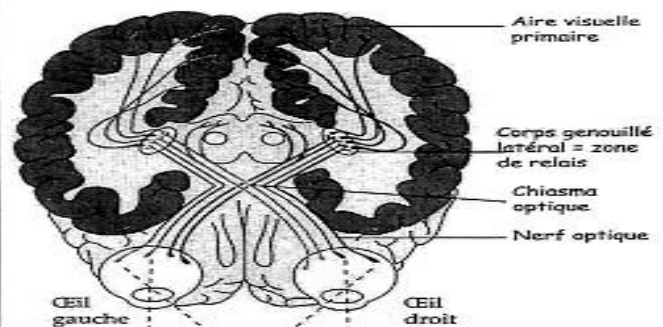


Illustration : Coupe d'encéphale - Biologie, Campbell - De Boeck université 1995

Question 2 (SVT)

(5 points)

Mettre en relation des informations et des connaissances.

Préciser le trajet emprunté par un message nerveux électrique provenant de l'œil et se déplaçant jusqu'à l'aire visuelle primaire (documents 2a et 2b).

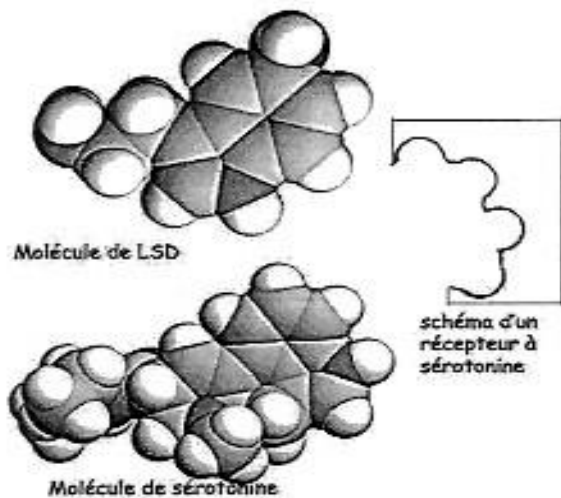
Document 3a : Les hallucinations (suite).

L'effet puissant des drogues repose sur leur similitude avec certains neuro-médiateurs. [...]

Ainsi, les hallucinations seraient favorisées par certaines substances qui se lient à divers récepteurs, ceux de la sérotonine notamment, mais aussi ceux d'autres neuromédiateurs.

Certaines drogues restent longtemps liées à ces récepteurs ; ainsi le LSD reste pendant des heures sur les récepteurs de la sérotonine. [...]

Document 3b : molécules de LSD et sérotonine et représentation schématique d'un récepteur à la sérotonine



Source : Protein Data Bank

Question 4 (SVT) (3 points)

Mettre en relation des informations et des connaissances pour expliquer.

a) Comparer :

- les formes de la molécule de sérotonine et de son récepteur,
- les formes de la molécule de LSD et celle du récepteur à la sérotonine.

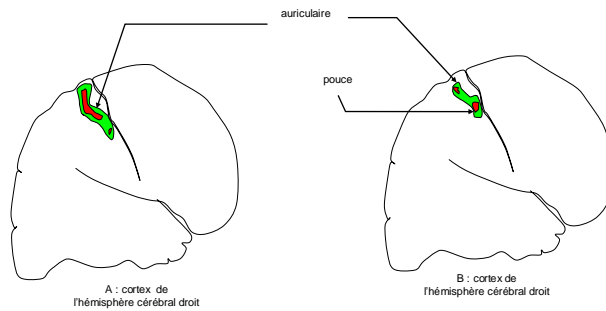
b) Préciser la conséquence de la présence de LSD au niveau des synapses à sérotonine des corps genouillés latéraux.

Conclusion : Des substances comme le LSD perturbent le fonctionnement des aires cérébrales associées à la vision et provoquent des hallucinations qui peuvent dériver vers des perturbations cérébrales graves et définitives.

B/ La plasticité cérébrale

Etude d'un exemple : le violoniste

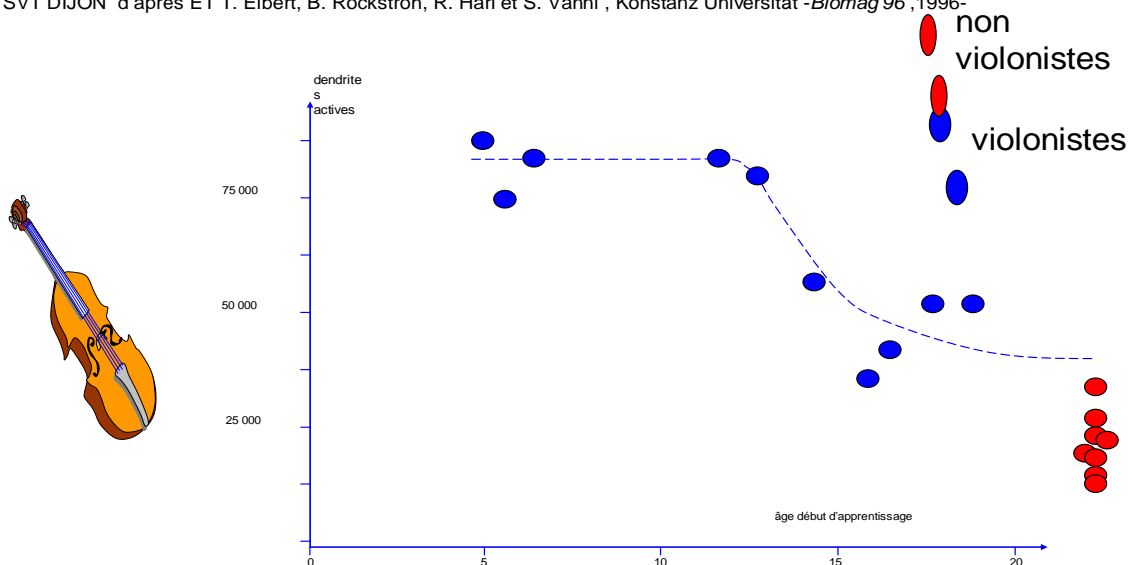
LA PLASTICITE CEREBRALE DANS LE CAS DES VIOLONISTES



DOCUMENT 1 :
ZONES DE PROJECTION CORTICALES DU POUCE ET DE L'AURICULAIRE GAUCHES CHEZ UN VIOLONISTE (A) ET CHEZ UN SUJET NON MUSICIEN (B)- SVT DIJON
D'APRÈS LA RECHERCHE N° 289

DOCUMENT 2 : NOMBRE DE DENDRITES ACTIVES AU NIVEAU DU CORTEX SOMATO-SENSORIEL (ZONE DE L'AURICULAIRE) LORS DE L'ACTIVATION DE L'AURICULAIRE GAUCHE CHEZ DIFFÉRENTS VIOLONISTES EN FONCTION DE L'ÂGE D'APPRENTISSAGE DU VIOLON

SVT DIJON d'après ET T. Elbert, B. Rockstroh, R. Hari et S. Vanni , Konstanz Universität - *Biomag'96* ,1996-



Conclusion :

La mise en place du phénotype fonctionnel du système cérébral impliqué dans la vision repose sur des structures cérébrales innées, issues de l'évolution et sur la plasticité cérébrale au cours de l'histoire personnelle.

De même la mémoire nécessaire par exemple à la reconnaissance d'un visage ou d'un mot repose sur la plasticité du cerveau.

L'apprentissage repose sur la plasticité cérébrale. Il nécessite la sollicitation répétée des mêmes circuits neuroniques.

Bilan chapitre :

Perception visuelle intégrée

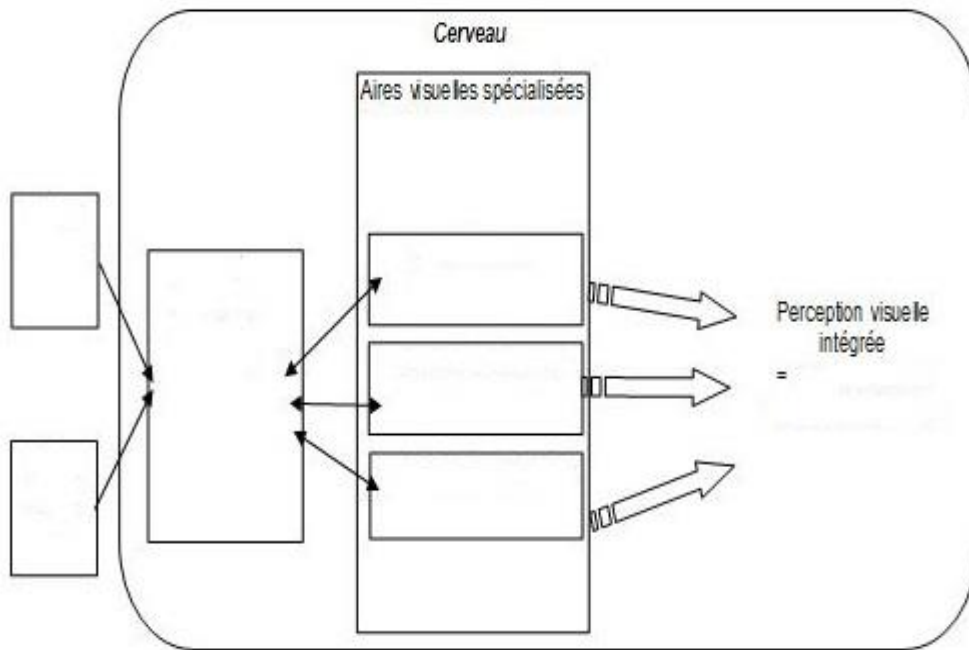


Schéma fonctionnel de la perception visuelle

