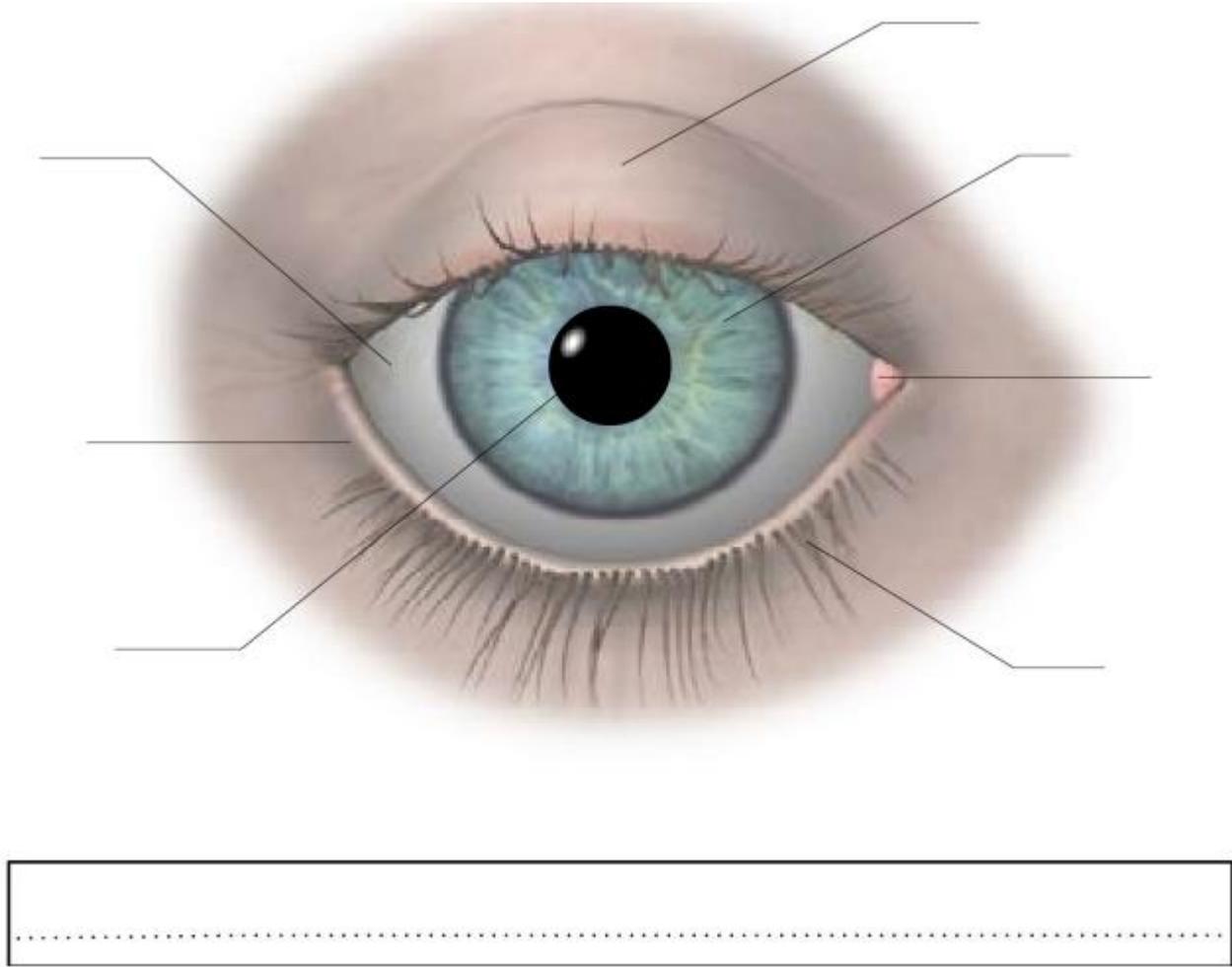
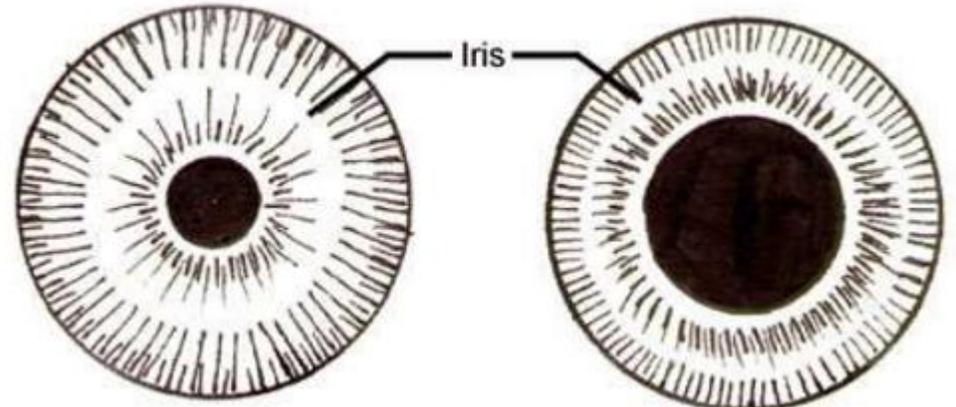


Chapitre 1 : de l'œil au cerveau



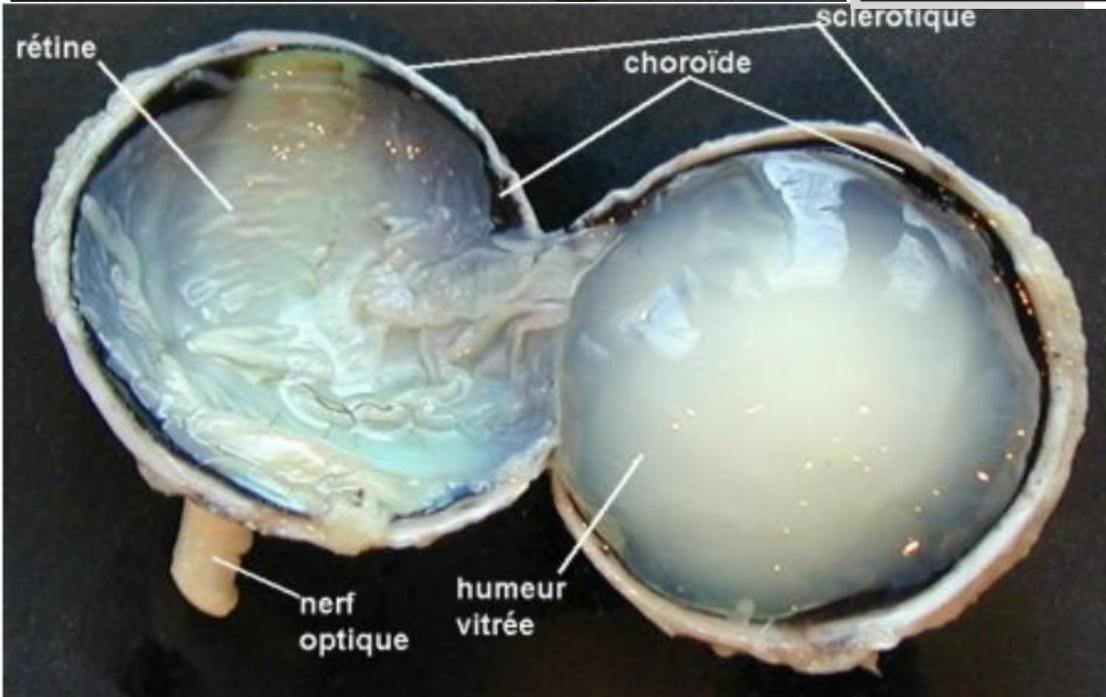
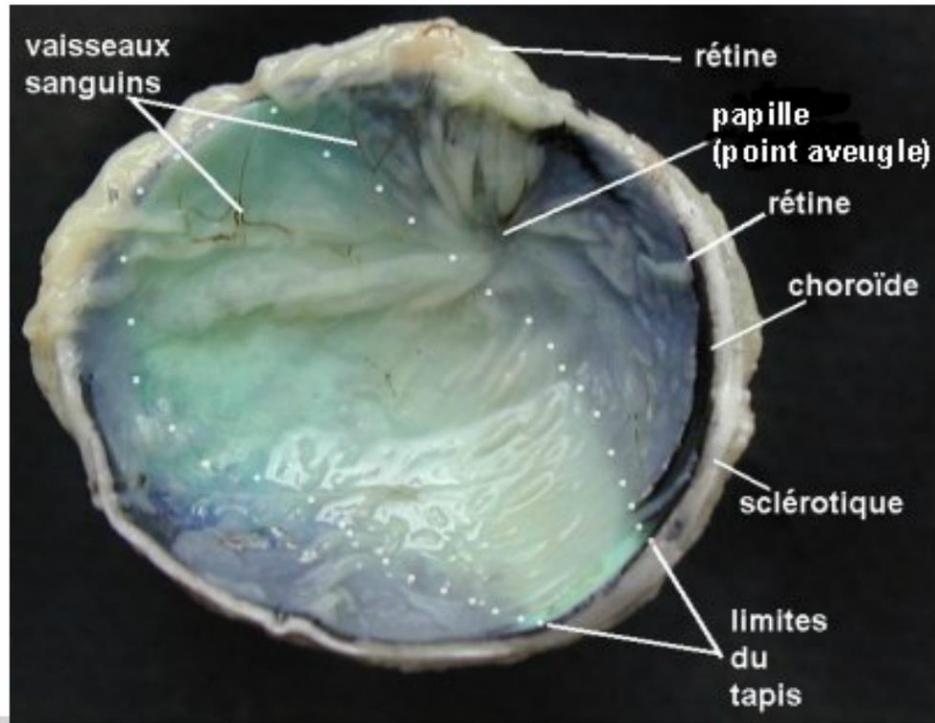
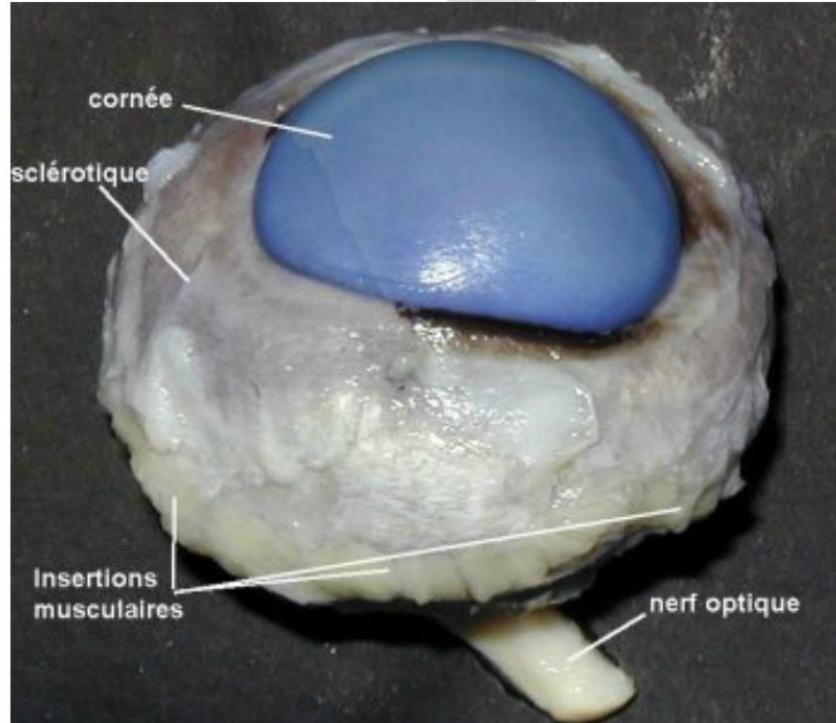


Variation de la pupille suivant l'éclairage

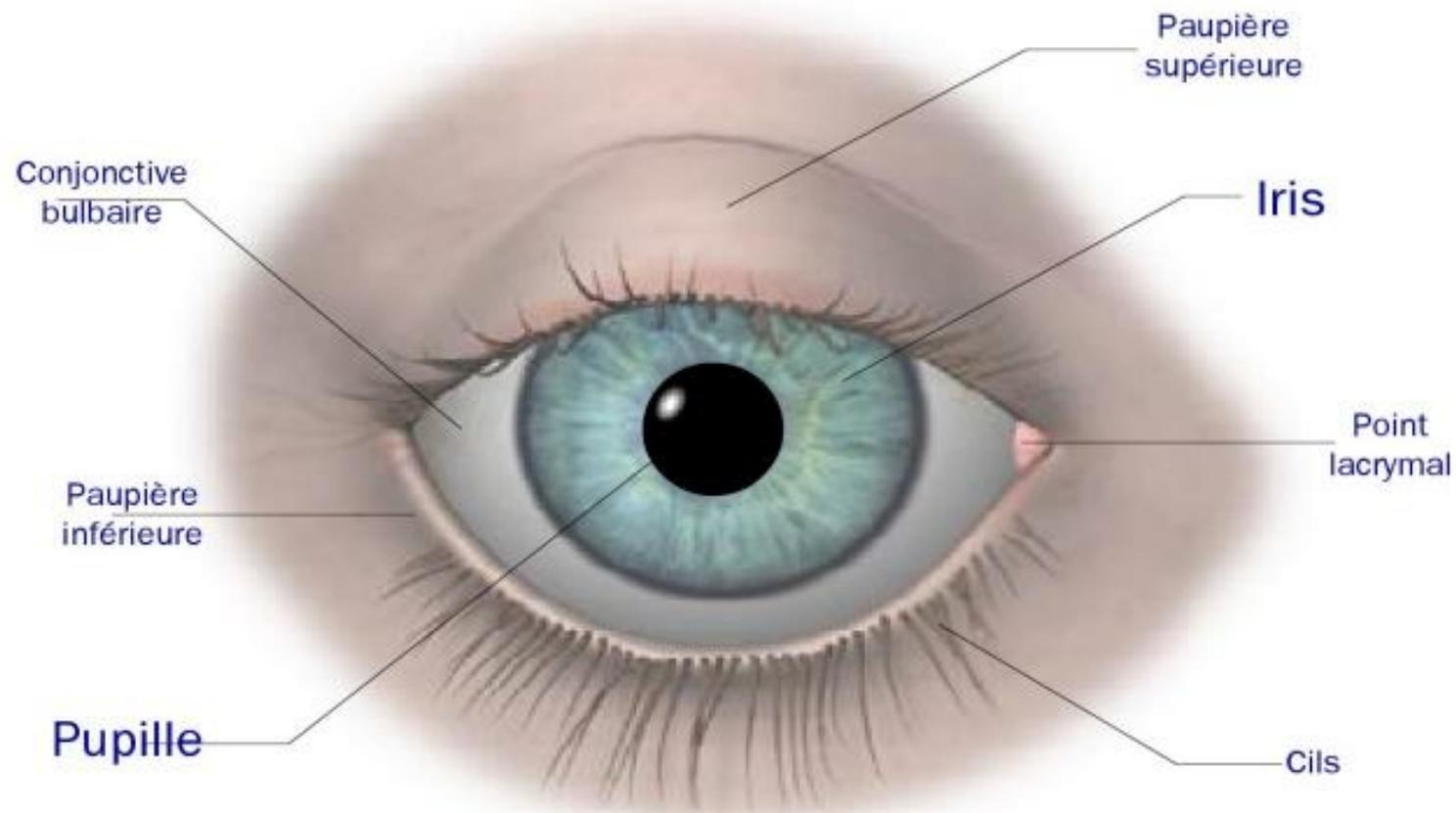


Lumière vive

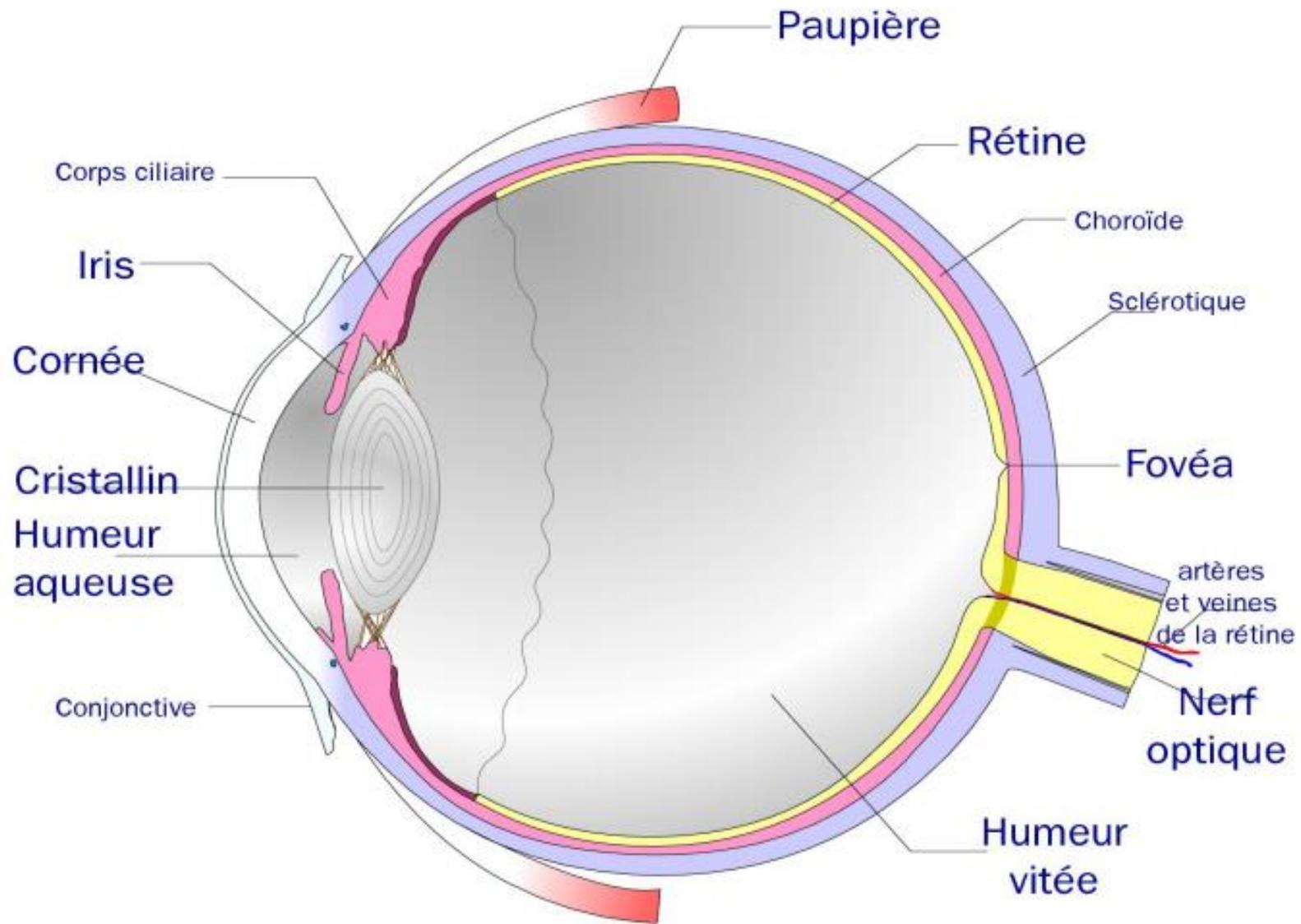
Obscurité



Photos de dissection de l'oeil



Anatomie de l'oeil droit vu de face

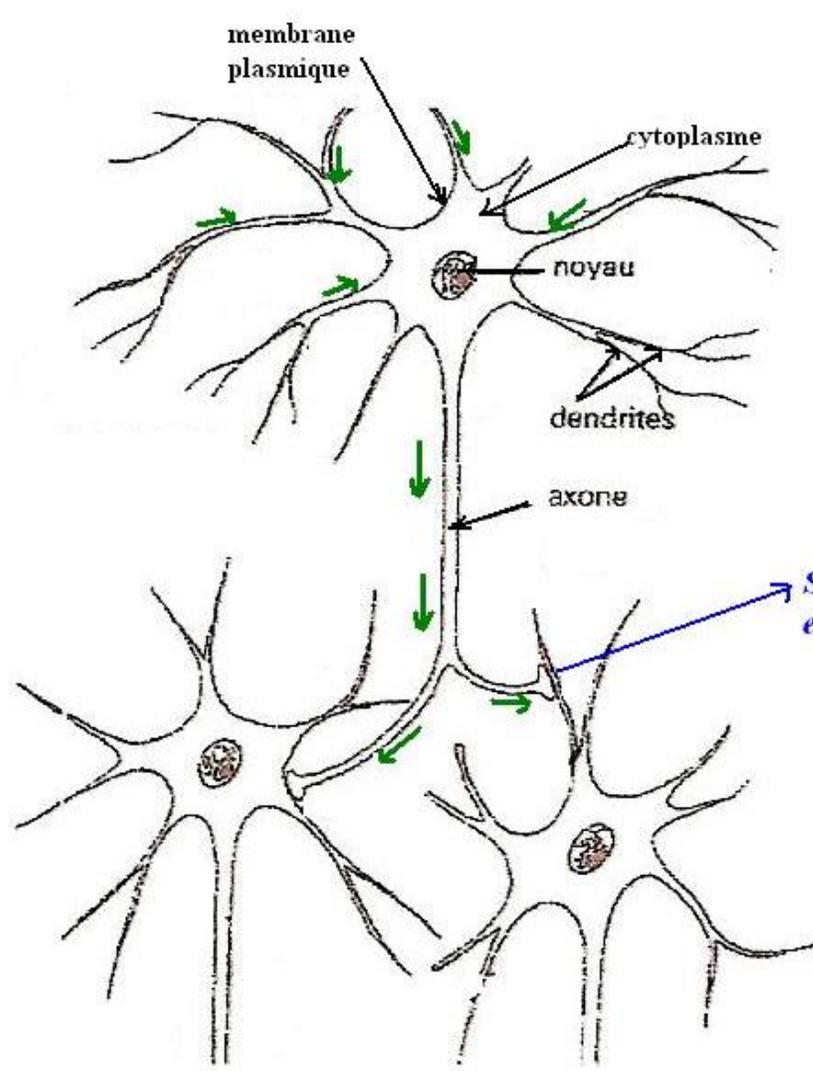


Coupe schématique d'un oeil

Analogie entre œil et caméra

Modèle physique : caméra	œil
Lentille convergente	Cristallin
Ecran	Rétine
Distance lentille écran	Profondeur de l'oeil
Axe optique	Fovéa

Rappel sur le tissu nerveux



→ *circulation des messages nerveux*

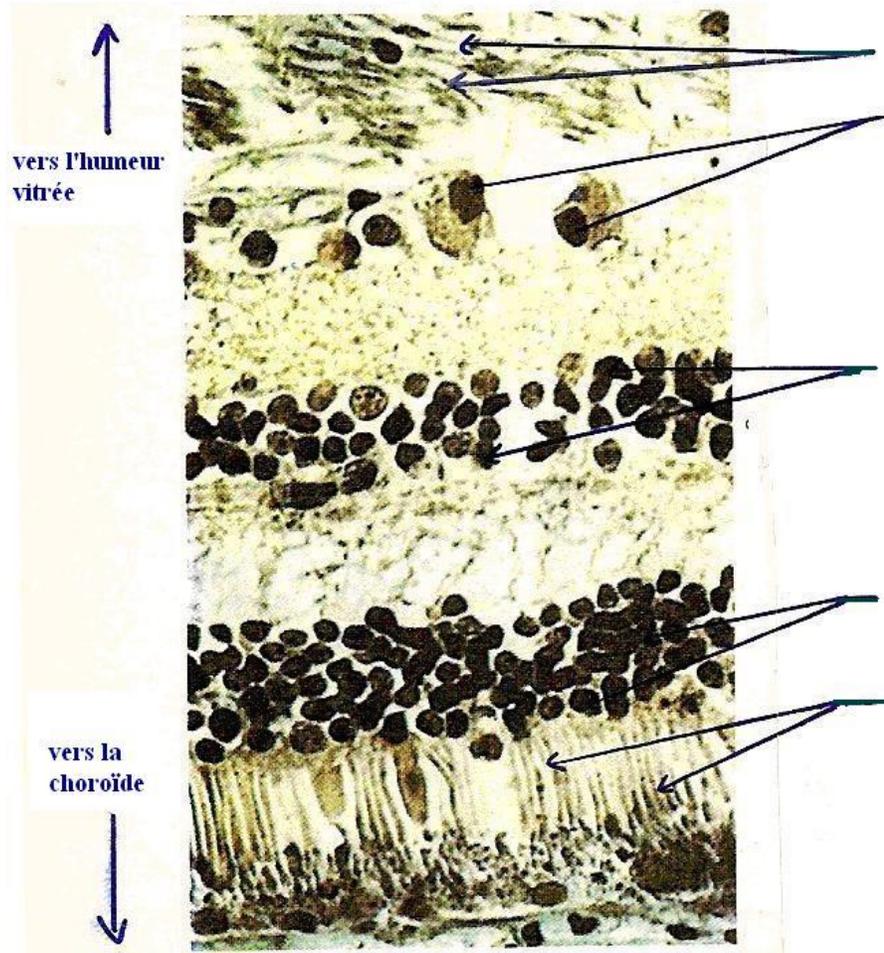
Le MESSAGE NERVEUX se manifeste par des perturbations électriques qui se propagent le long de la membrane plasmique

Les axones et les dendrites sont des prolongements cytoplasmiques ou fibres nerveuses

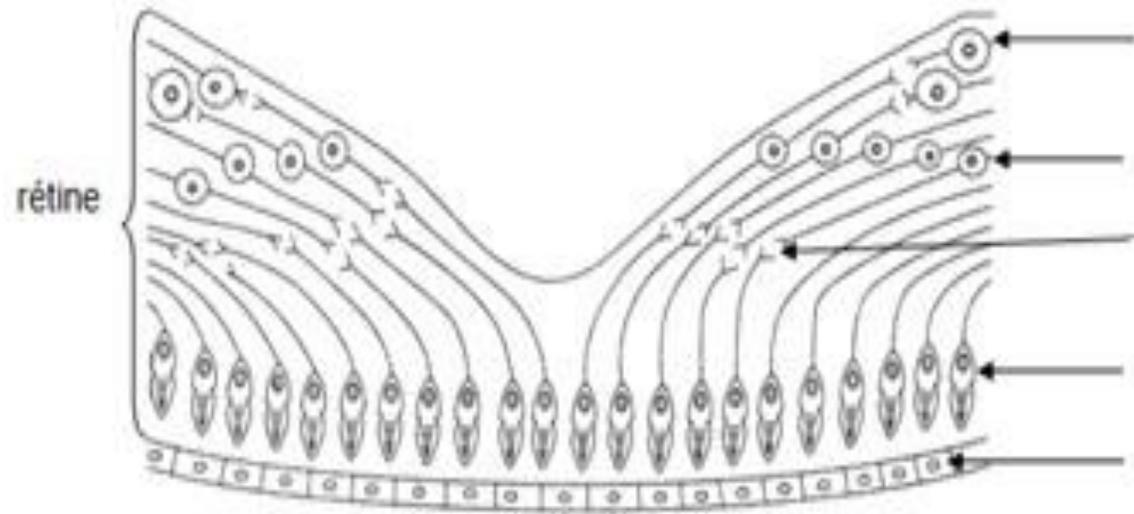
Synapse = contact entre deux neurones

Sur une coupe microscopique d'œil on peut examiner la rétine dans son épaisseur et l'orienter ; la face située contre la choroïde est plus sombre que la face qui est contre l'humeur vitrée.

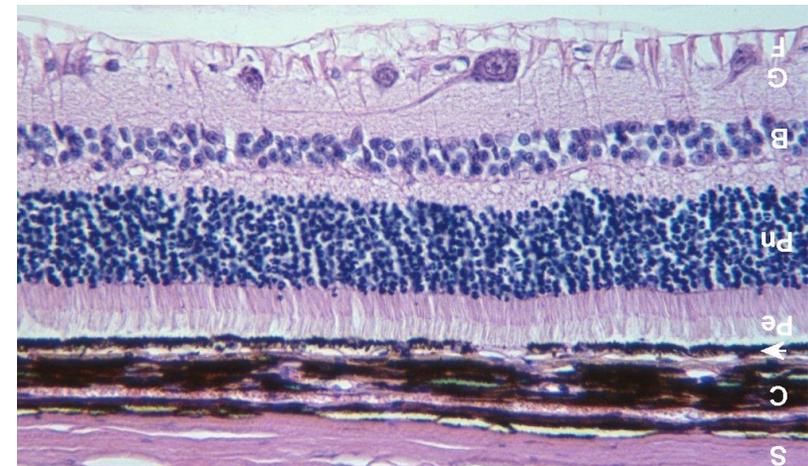
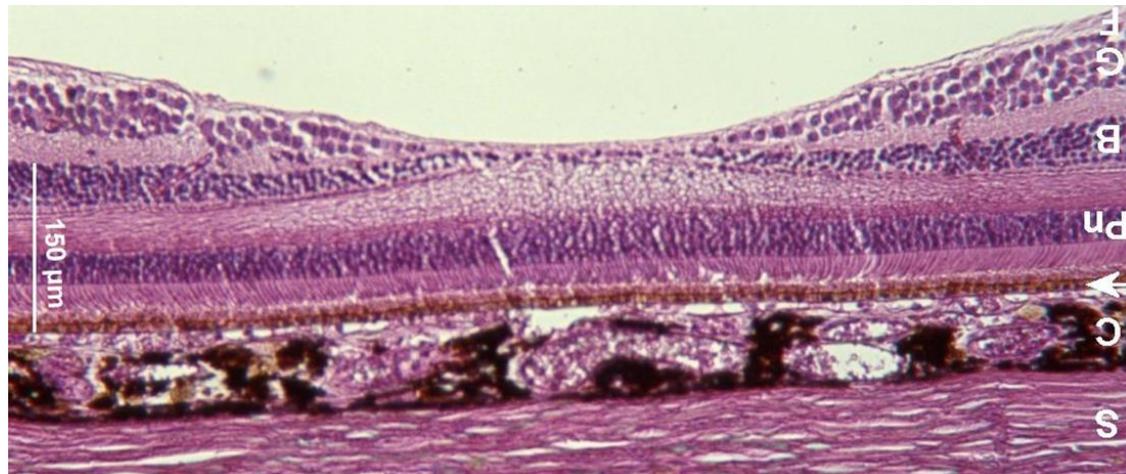
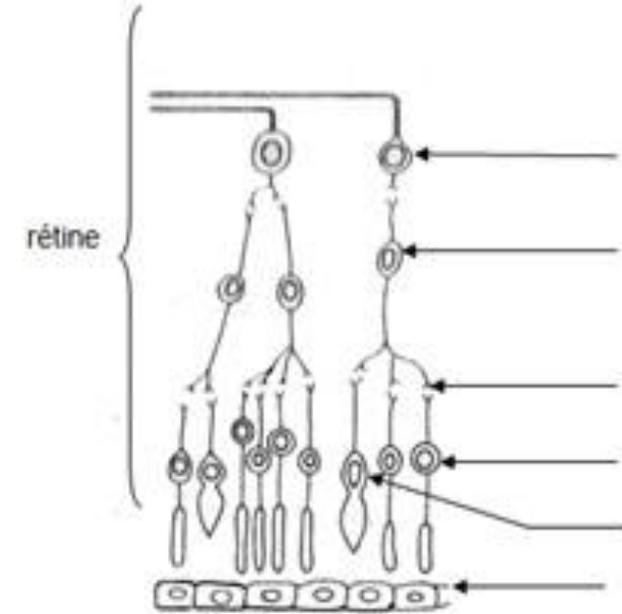
DOCUMENT 3 : Microphotographie de la rétine dans sa partie périphérique

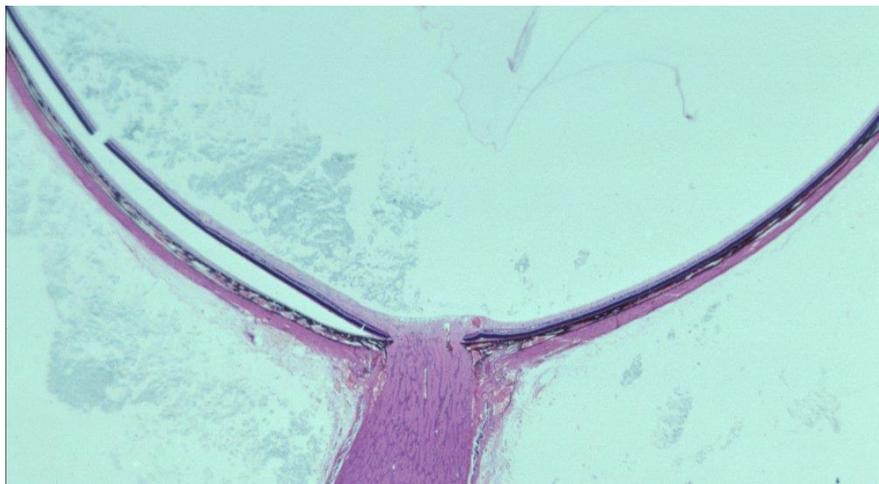
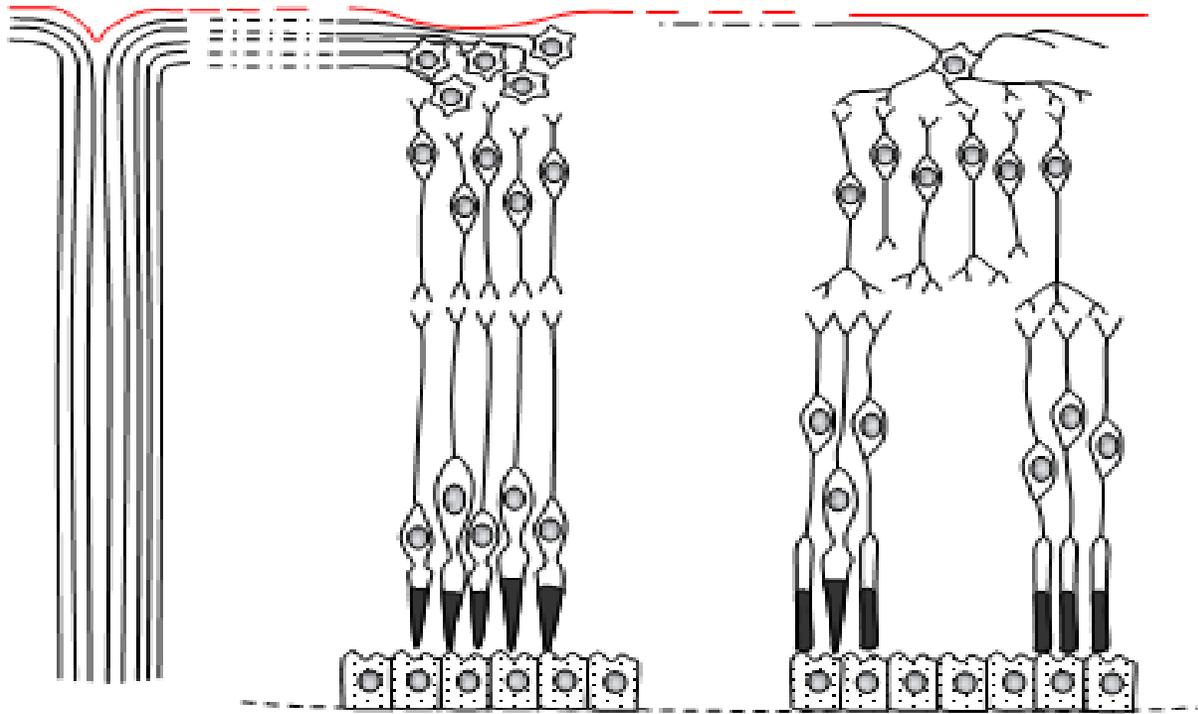


Fovéa (200 µm)

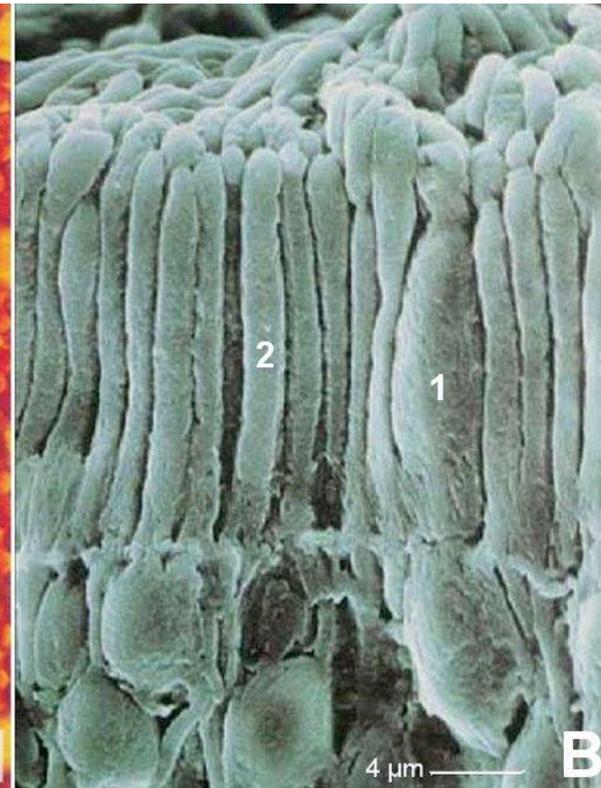
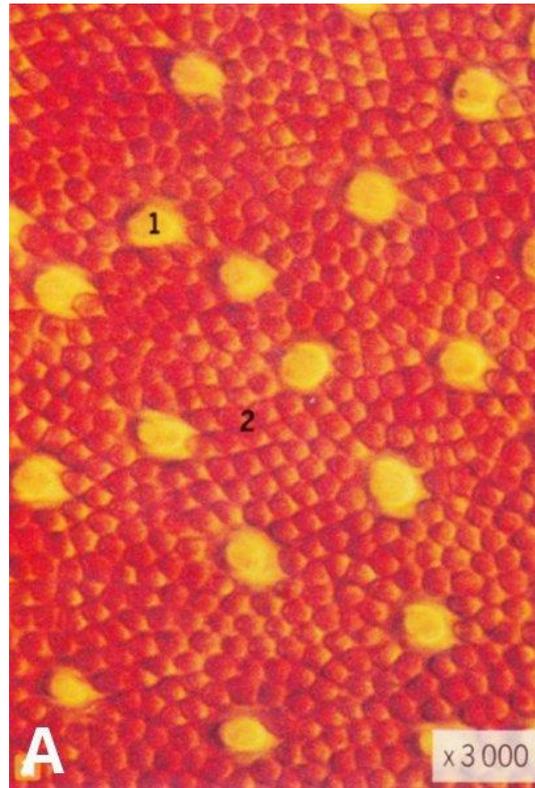
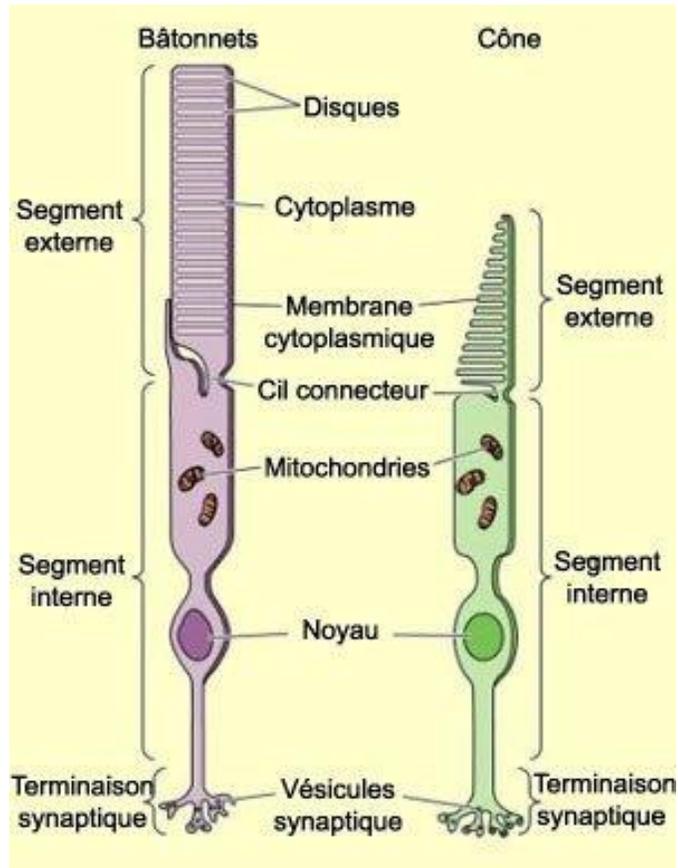


Sur les images : S: sclérotique, C: choroïde, P: photorécepteurs, B: neurones bipolaires, G: neurones ganglionnaires et F: fibres nerveuses (axones des neurones ganglionnaires).

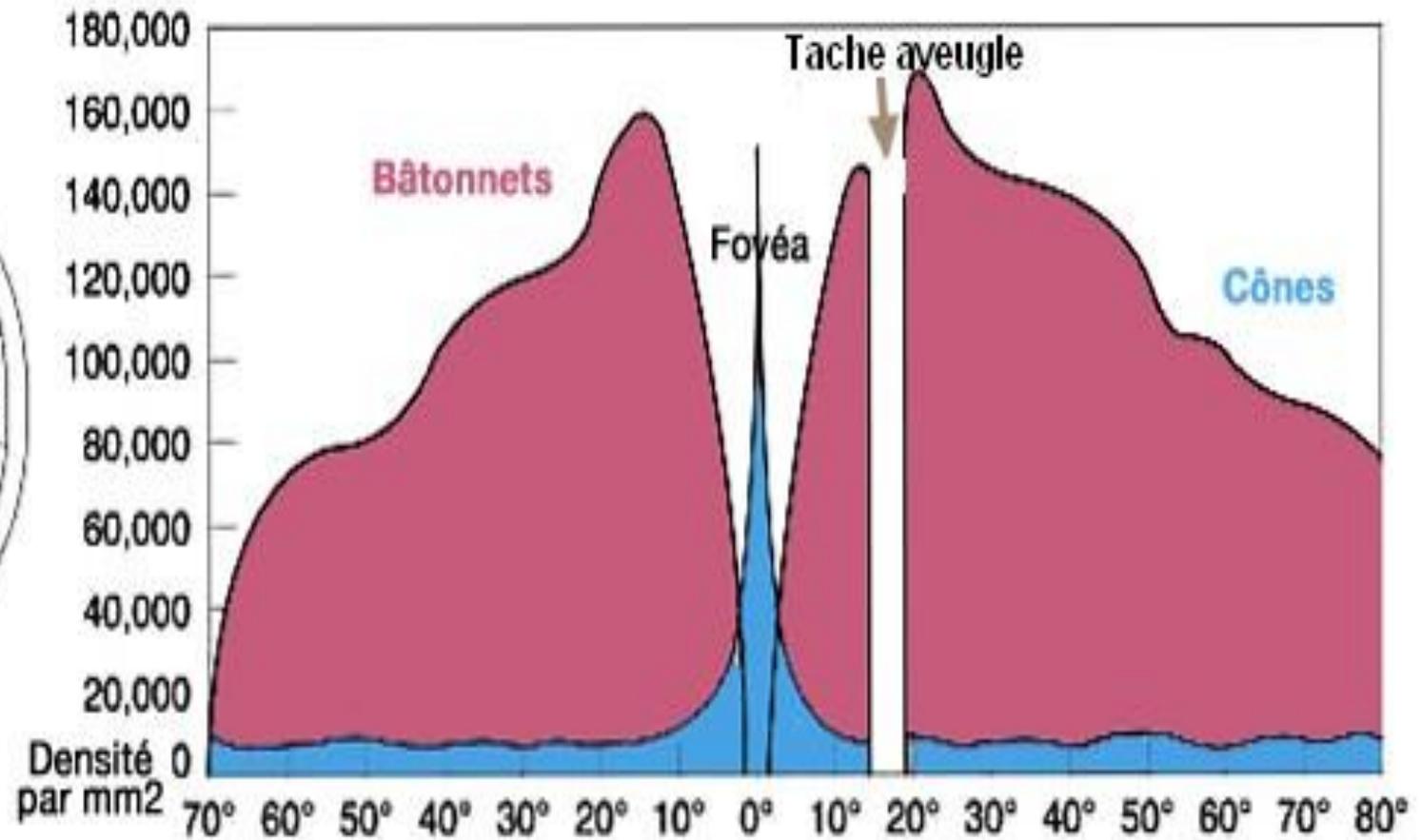
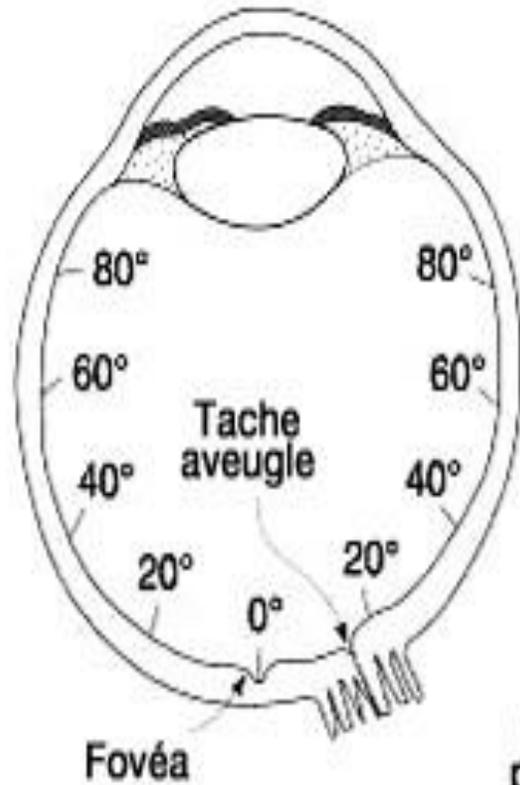




Coupe de la rétine niveau du nerf optique

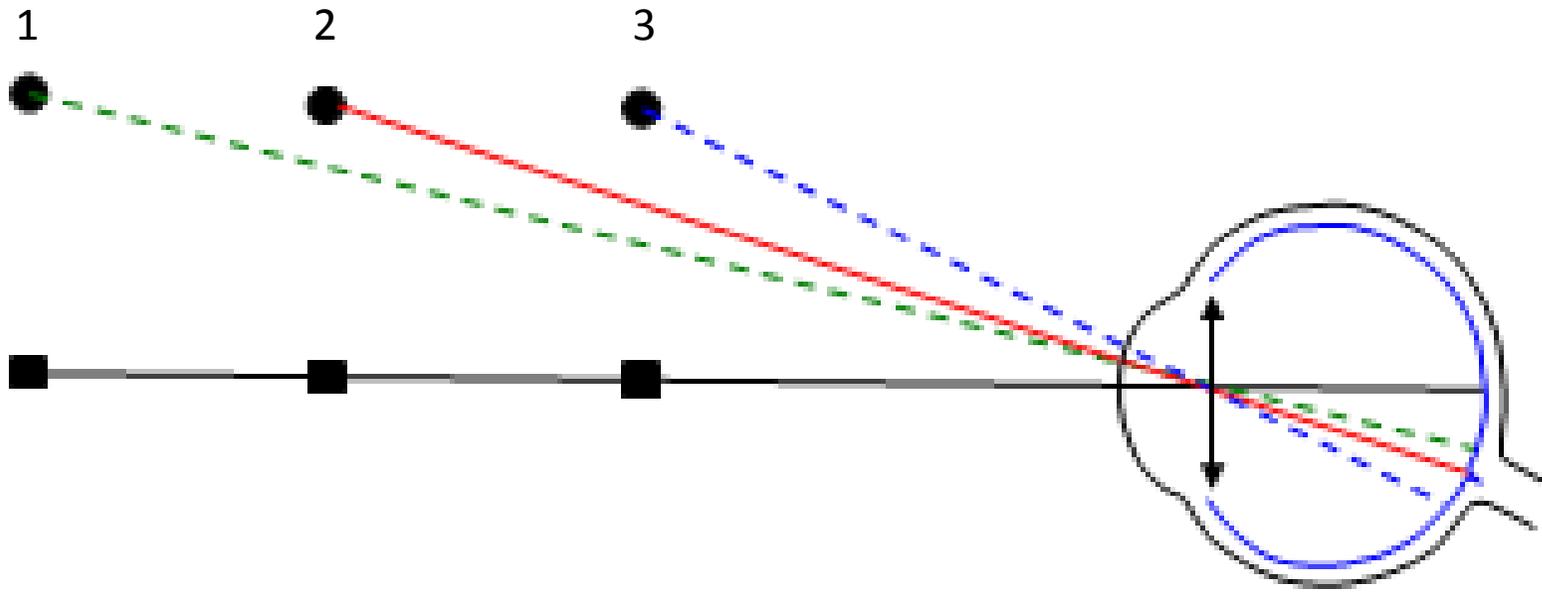


Organisation cellulaire des cellules photoréceptrices

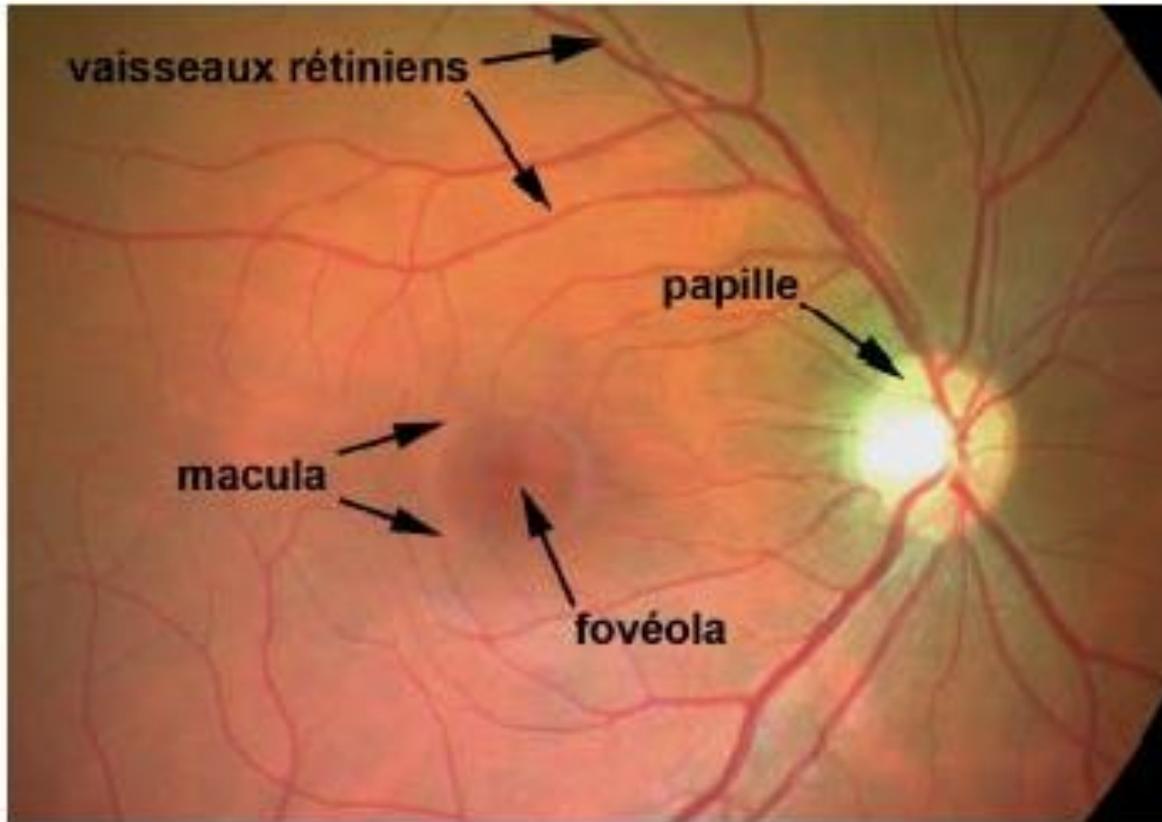


• Commentaire du document mesurant l'inégale répartition des récepteurs :

La densité des cônes est très grande à proximité de la fovéa (position 0 à 15) avec un maximum de 180 au niveau de la fovéa par contre elle est très faible de part et d'autre de la fovéa (inférieur à 5, position 2 à 100). La répartition des bâtonnets est inverse ils sont très nombreux en périphérie, et absent au niveau de la fovéa Une zone de la rétine située entre -15 et -20 ne comporte aucun récepteur : c'est la tâche aveugle correspondant au départ du nerf optique



Explication de l'expérience de Mariotte: en position 2 le cercle n'est plus perçu car la projection de cette image se fait au niveau de la tache aveugle caractérisée par le départ du nerf optique et l'absence de photorécepteurs.



Papille = Tache aveugle

Image obtenue suite à la réalisation d'un fond d'œil

Le rôle des photorécepteurs dans la perception de l'image

les cônes et les bâtonnets : cellules nerveuse contenant un pigment rétinien sensible à la lumière : (doc 2 p.34)

Les bâtonnets : une seule sorte, ils **sont sensibles aux faibles éclaircements** mais ne permettent pas de voir les couleurs. Ils sont situés à la périphérie de la rétine. Pigment : rhodopsines. Ils interviennent dans la vision crépusculaire. (Une cellule en bâtonnet humaine peut être excitée par un seul photon.)

Les cônes : ils sont sensibles aux fortes radiations (.ils sont moins sensible à la lumière) Ils sont surtout situés au centre de la rétine .Il y en a trois sortes qui permettent une **vision des couleurs**. Ils sont mis en jeu dans la vision diurne.

1°) Les cônes diffèrent par leurs pigments (opsines)

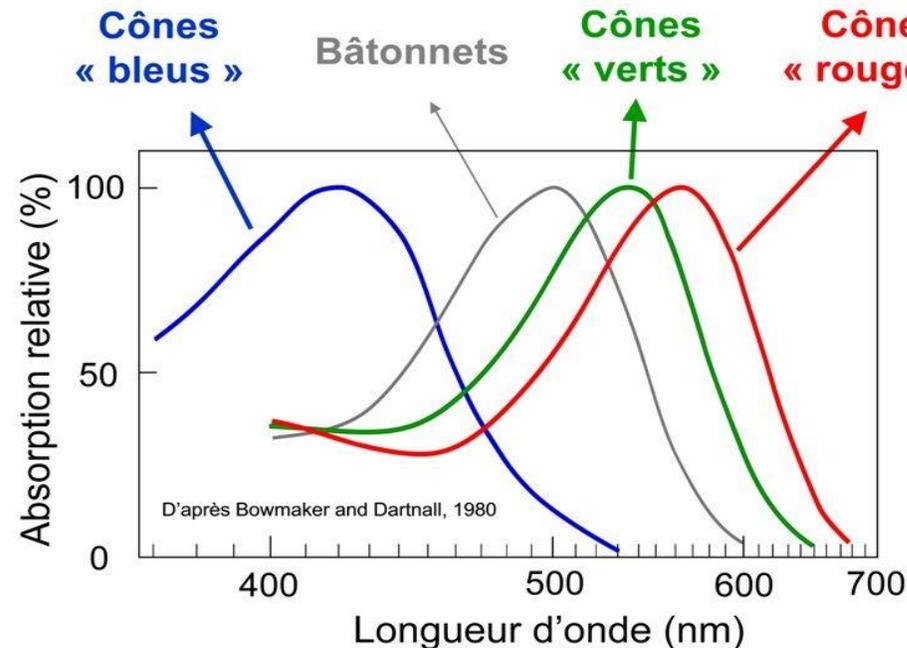
Les cônes **bleus** (opsine bleue): maximum d'absorption dans le bleu (les courtes longueurs d'onde 430 nm)

Les cônes **rouges** (opsine rouge) maximum d'absorption dans le rouge (grandes longueurs d'onde)

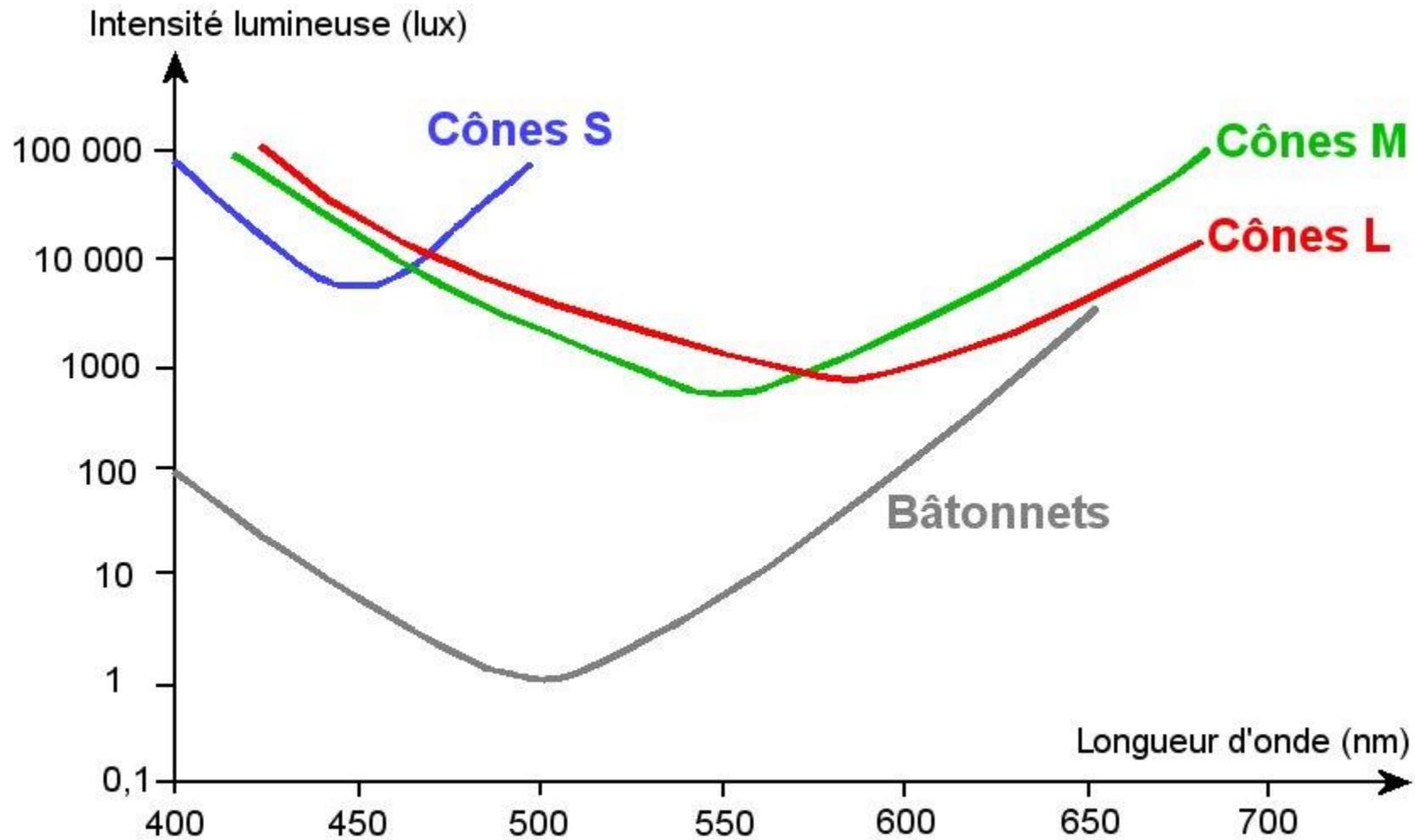
Les cônes **verts** (opsine verte) maximum d'absorption dans le vert (longueurs d'ondes moyennes)

C'est l'excitation relative des différents types de cônes qui permet de restituer les millions de nuances colorées auxquelles l'œil est sensible.

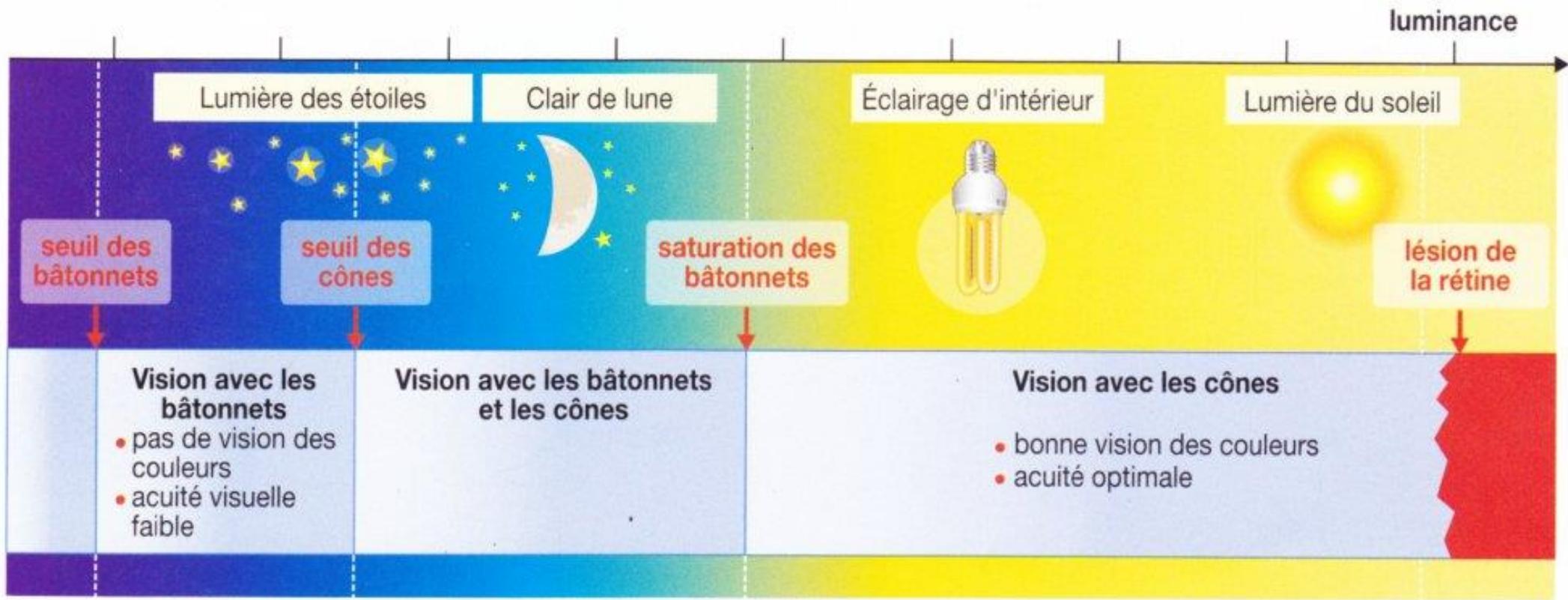
Absorption relative des 3 types de cônes et des bâtonnets en fonction de la longueur d'onde = spectre d'absorption



Pour réaliser le graphique ci dessous, les photorécepteurs ont été exposés à des longueurs d'ondes différentes. Pour chaque longueur d'onde, le photorécepteur a été soumis d'abord à une intensité lumineuse très faible, puis de plus en plus forte (mesurée en lux). Le graphique représente l'intensité lumineuse minimale pour laquelle le photorécepteur réagit.

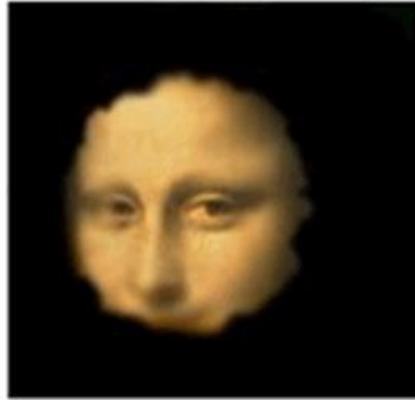


Sensibilités des différents photorécepteurs à la lumière

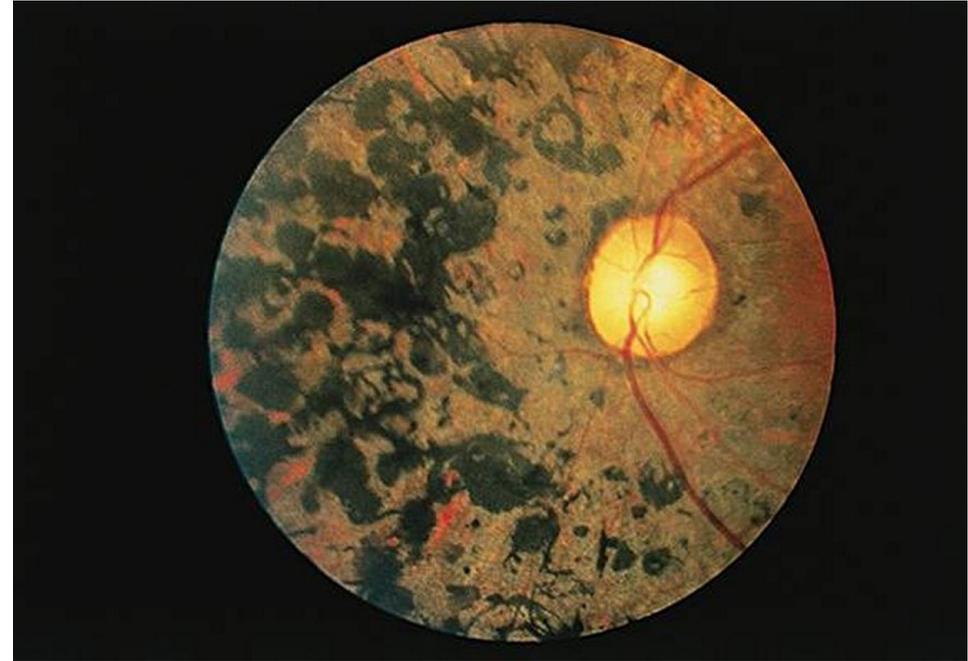


Domaines d'efficacité des photorécepteurs

. Expliquer l'aspect des images perçues par des sujets atteints d'anomalies génétiques, et les différentes formes de daltonisme livre P. 35



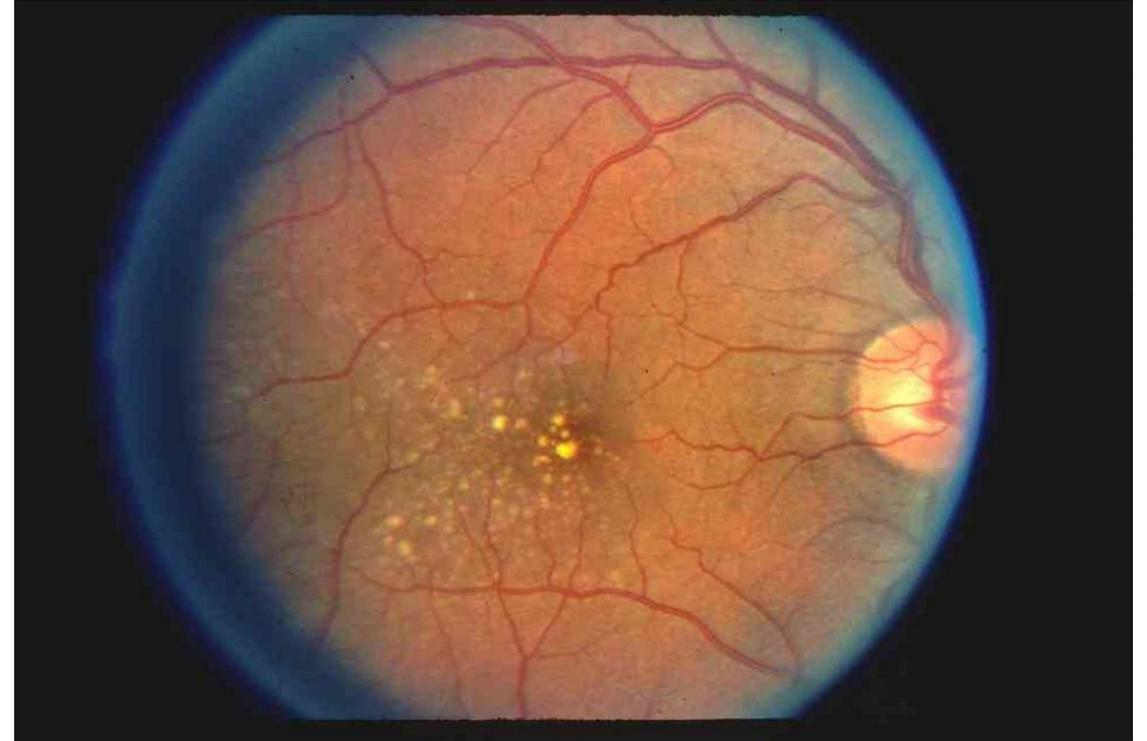
Les images représentent la Joconde vue par la majorité des visiteurs du Louvre et ce même tableau vu par une personne atteinte de rétinite pigmentaire



Rétinite pigmentaire

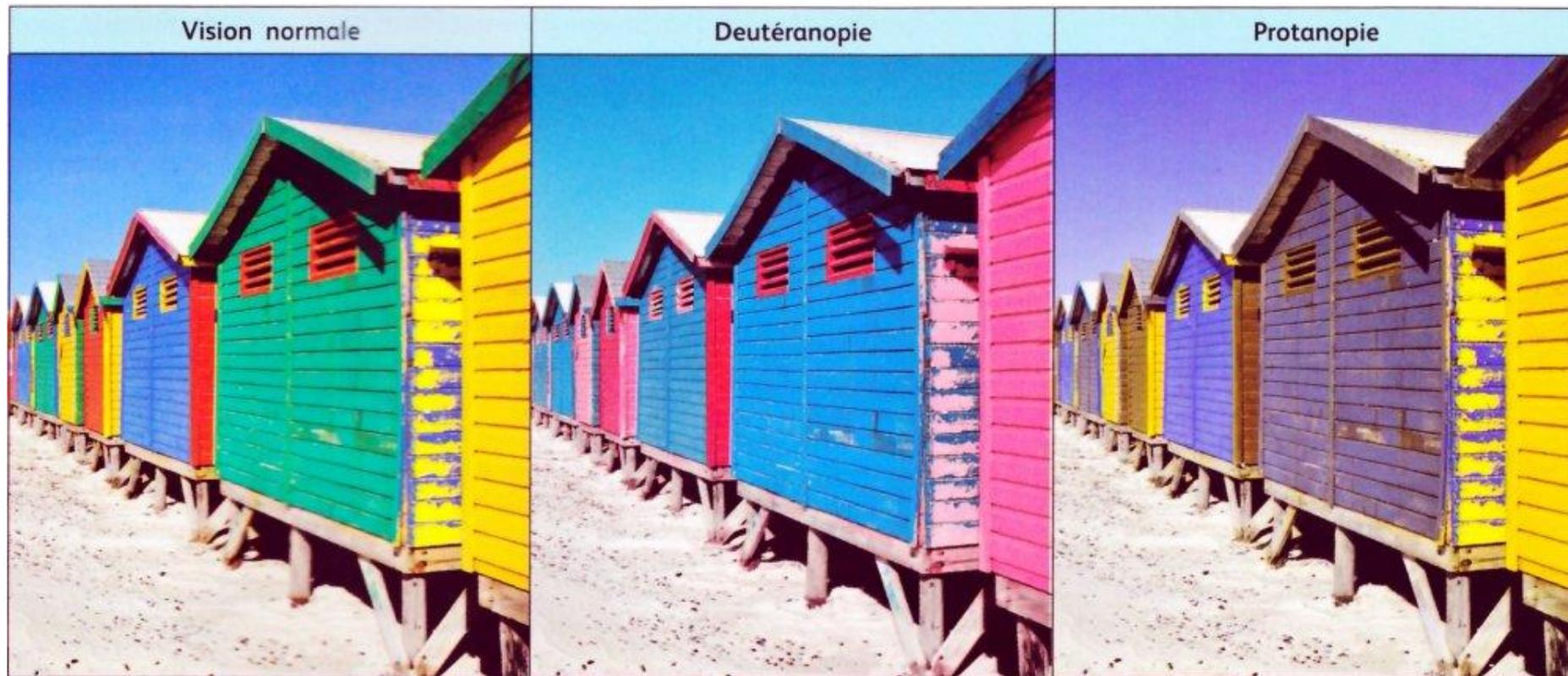
Seule la partie centrale du paysage est vue, elle conserve ses couleurs. On peut supposer que cette vision est due à la dégénérescence des bâtonnets. En effet ceux-ci permettent la vision périphérique. Par contre les cônes nombreux à la fovéa (sur l'axe optique) permettent une vision centrale précise (acuité visuelle) et la perception des couleurs.

DMLA : Dégénérescence maculaire liée à l'âge



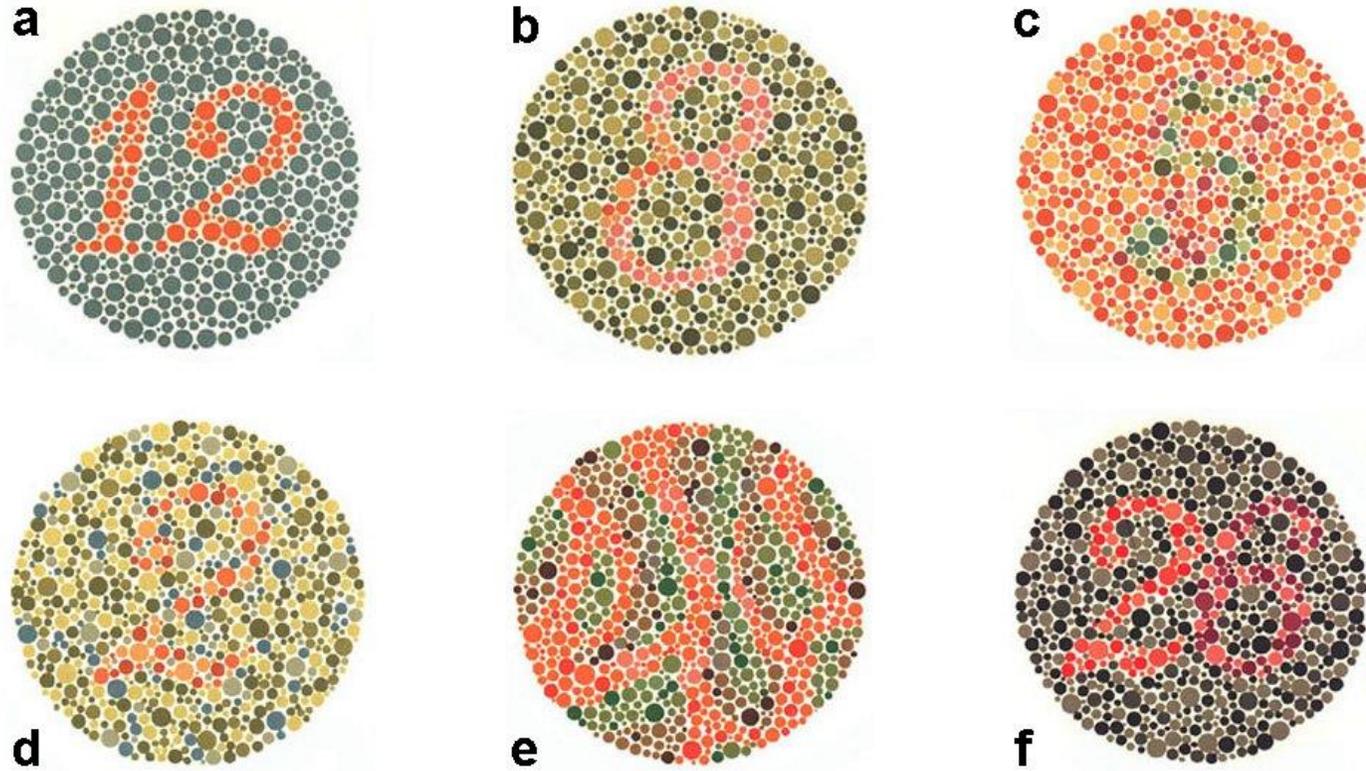


[L'héméralopie](#) est une cécité nocturne. Elle est généralement due à une **carence en vitamine A** qui entraîne un déficit en pigments visuels. Les cônes peuvent continuer à fonctionner mais les bâtonnets cessent leur activité, ce qui entraîne une cécité nocturne (ou héméralopie). La vitamine A est une vitamine liposoluble notamment présente dans les lipides d'origine animale et le foie. Elle est également présente certains végétaux comme carotte (carotène), l'oseille, les épinards, le navet ou la mangue..



Le daltonisme

Le daltonisme (= **dyschromatopsie** découverte par [John Dalton](#) (*lien externe*)) se manifeste par des perturbations de la vision des couleurs. Il est lié à une ou plusieurs mutations sur les **gènes codant les opsines** ce qui entraîne la défaillance dans la sensibilité à des longueurs d'ondes particulières. *La forme la plus fréquente résulte de la déficience plus ou moins complète en cônes verts (**deutéranopie**). Plus rarement la mutation affecte les cônes rouges (**protanopie**) ou bleus (**tritanopie**) voire les trois (**achromatopsie**). Il s'agit d'un trouble héréditaire qui affecte beaucoup plus souvent les hommes (8%) que les femmes (0,5%) car c'est un caractère lié au sexe (gène porté par le chromosome X).*



[Le test d'Ishihara](#)

C'est le plus connu des tests de vision des couleurs permettant de repérer le **daltonisme**. Chaque planche est constituée d'une mosaïque de points de couleurs différentes à plusieurs degrés de taille, de saturation et de luminosité, au sein de laquelle apparaît une forme reconnaissable.

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

Comme toutes les protéines, les pigments rétiniens sont formés de **séquences d'acides aminés** codées par des **gènes**. Il existe une relation directe entre la **séquence des nucléotides** d'un gène (ADN) et la séquence des acides aminés d'une protéine.

Matrice des différences de séquences protéiques des opsines humaines

	rhodopsine Homme.pro	ops. S Homme.pro	ops. L Homme.pro	ops. M Homme.pro
rhodopsine Homme.pro	0	53.3	60.7	59.6
ops. S Homme.pro		0	60.2	59.1
ops. L Homme.pro			0	4.12
ops. M Homme.pro				0

Matrice des différences (en pourcentages). Ce tableau à double entrée indique le pourcentage de différences entre les opsines prises deux à deux.

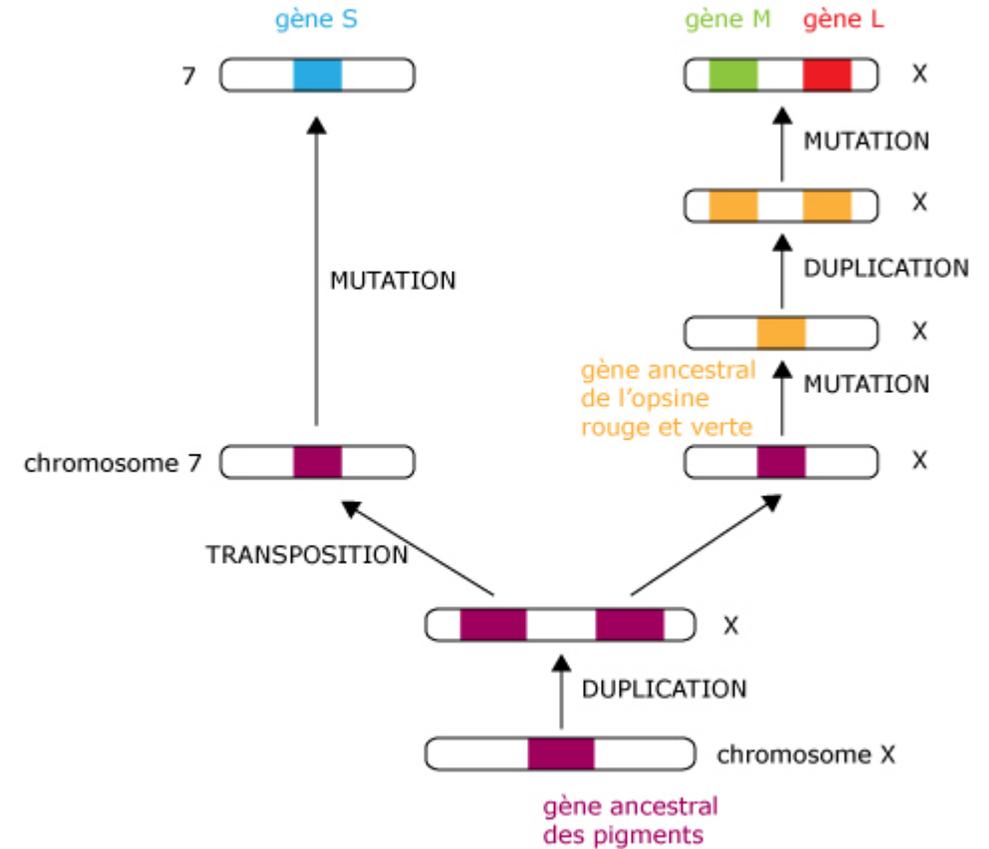
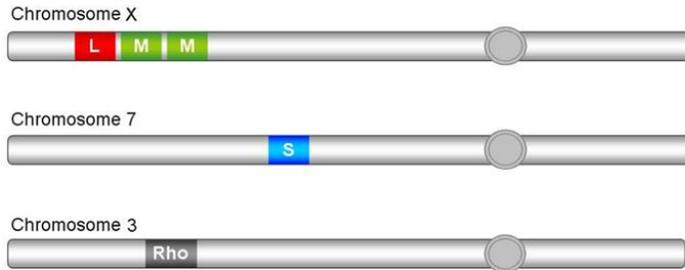
Les opsines absorbant le rouge ou le vert, formées de 364 acides aminés, ont une séquence identique à plus de 95%. Chacune partage plus de 40% de ses acides aminés avec l'opsine absorbant le bleu (formée de 348 acides aminés) ou avec la rhodopsine des bâtonnets.

Or, on considère qu'une similitude entre deux protéines, ou entre deux gènes, supérieure à 20%, ce qui est le cas des opsines, indique une **origine commune**. On parle alors de **famille multigénique**.

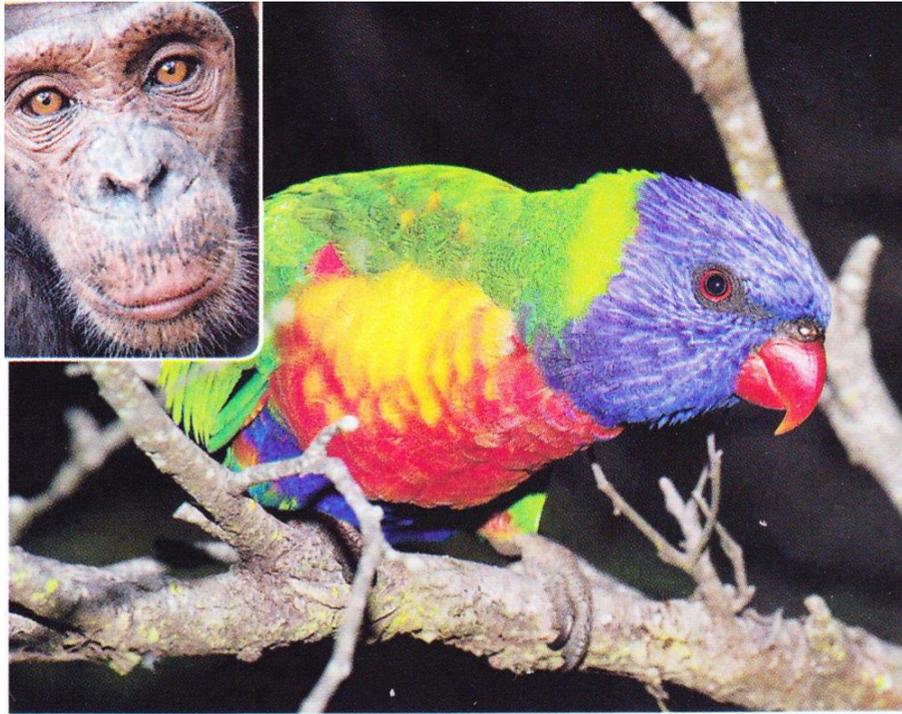
Figure construite à l'aide du logiciel Phylogène.

Matrice des différences de séquences protéiques des opsines humaines

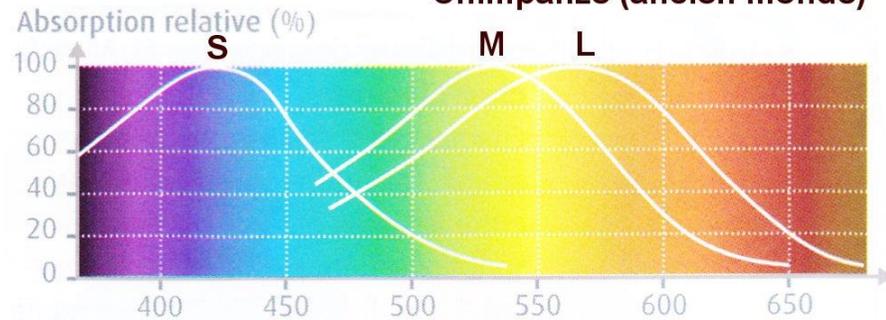
	rhodopsine Homme.pro	ops. S Homme.pro	ops. L Homme.pro	ops. M Homme.pro
rhodopsine Homme.pro	0	53.3	60.7	59.6
ops. S Homme.pro		0	60.2	59.1
ops. L Homme.pro			0	4.12
ops. M Homme.pro				0



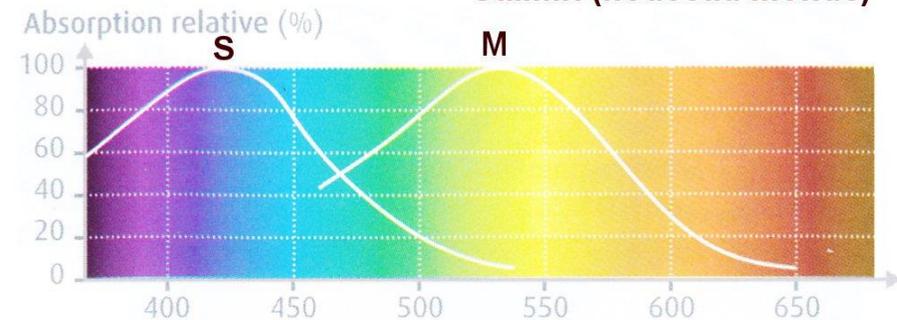
Obtention par duplication de trois gènes à partir d'un gène ancestral



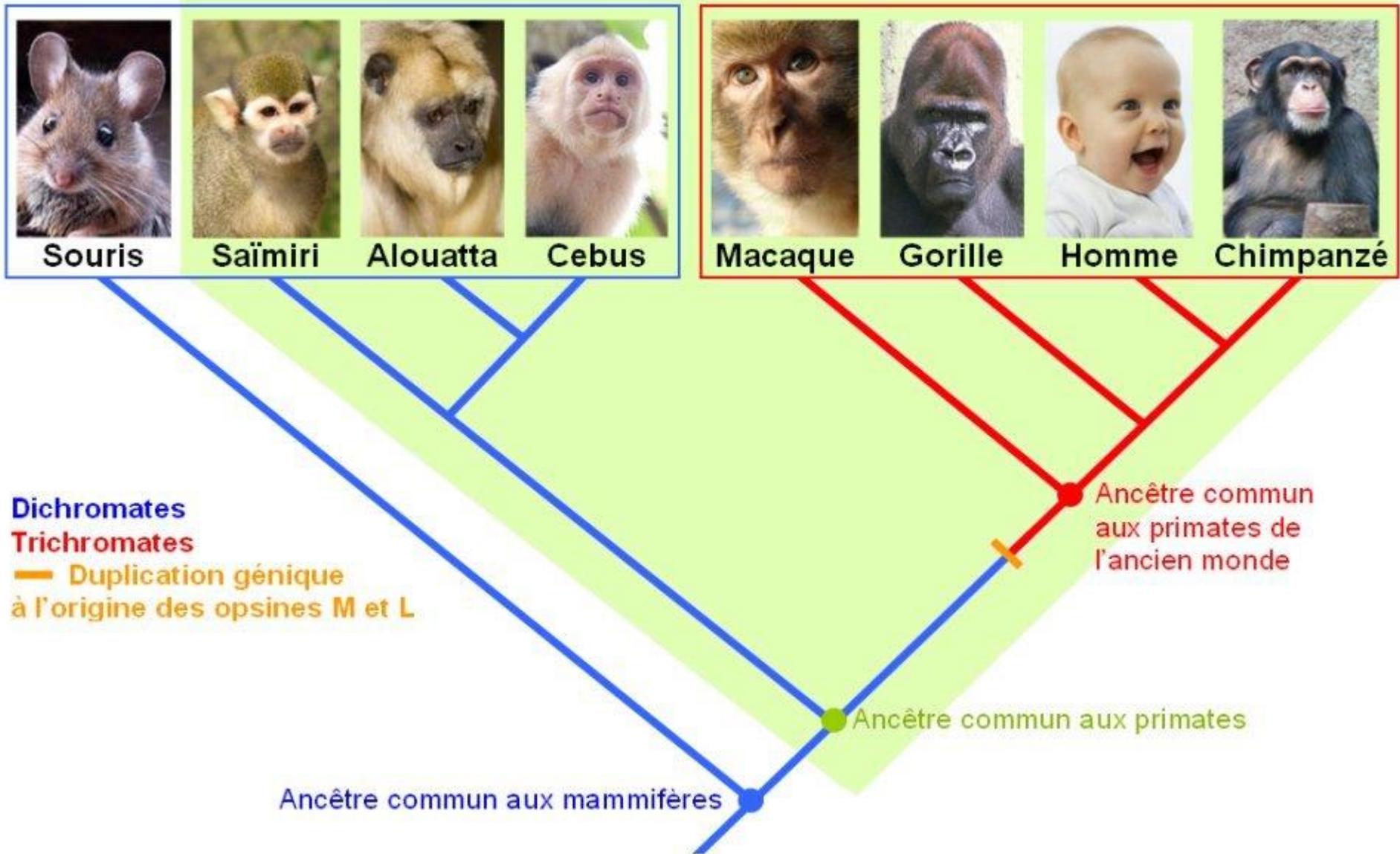
Chimpanzé (ancien monde)

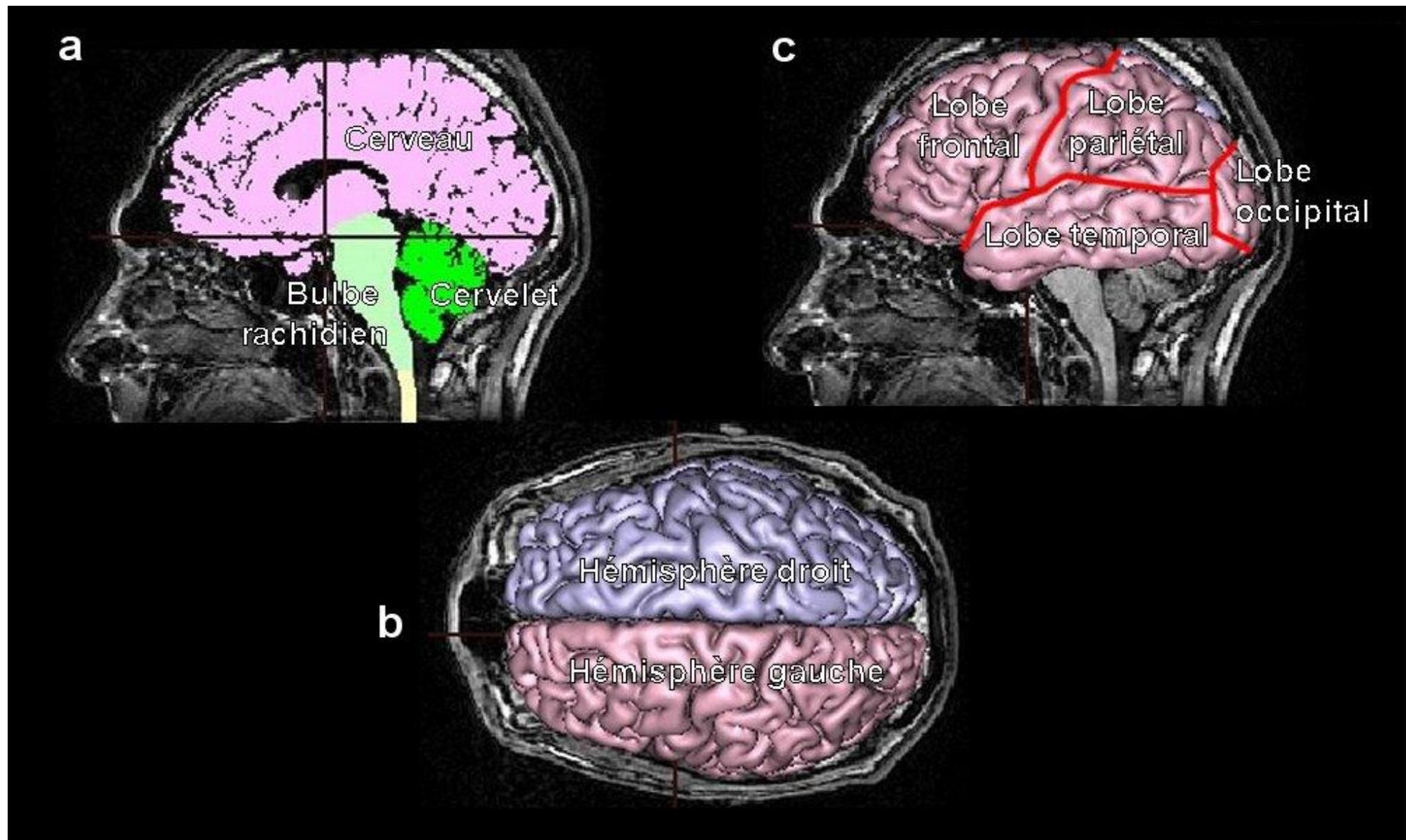


Saimiri (nouveau monde)



Comparaison de la vision chez un singe de l'ancien monde trichromate (chimpanzé) et chez un singe du nouveau monde dichromate (Saimiri)

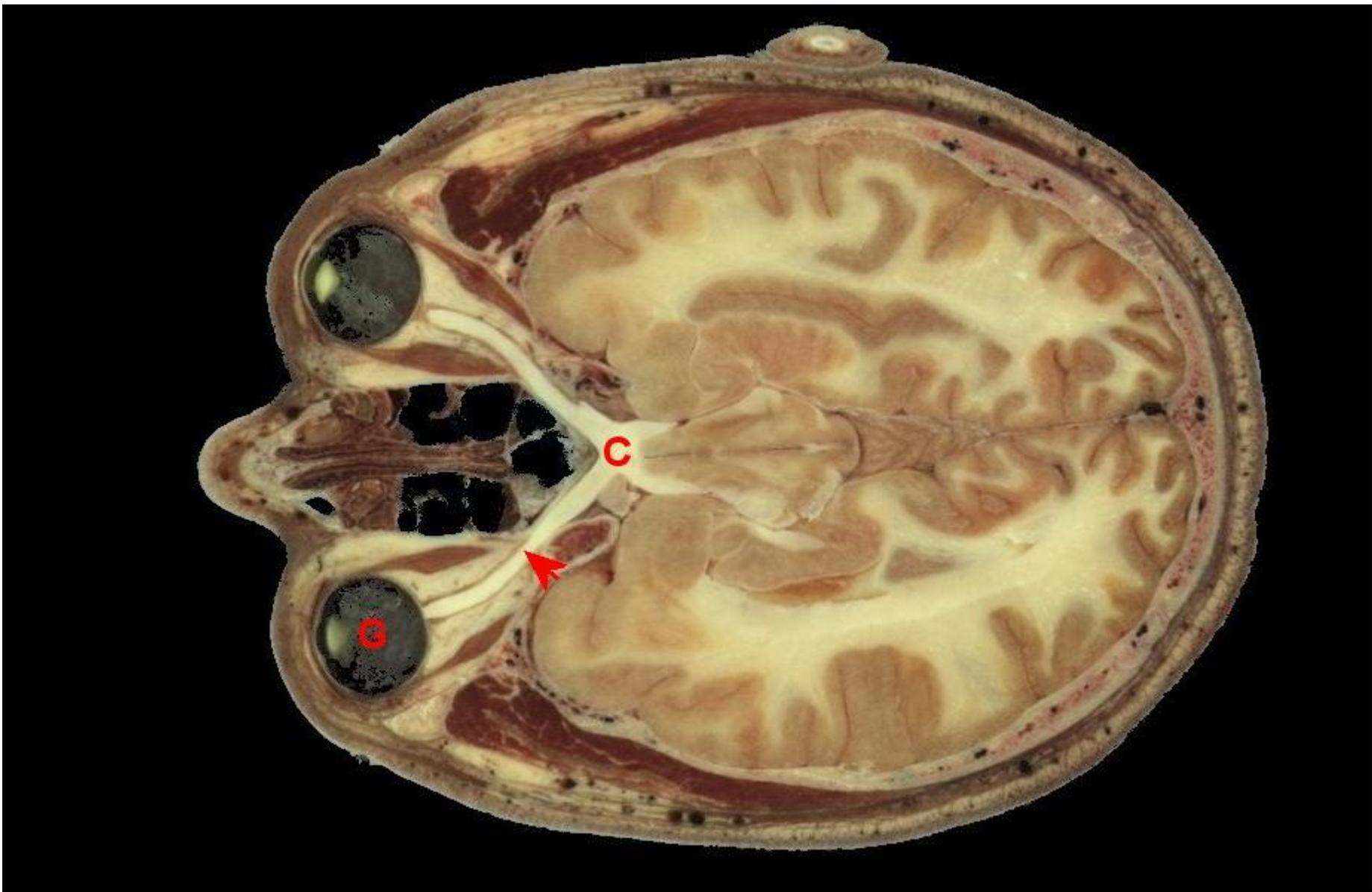




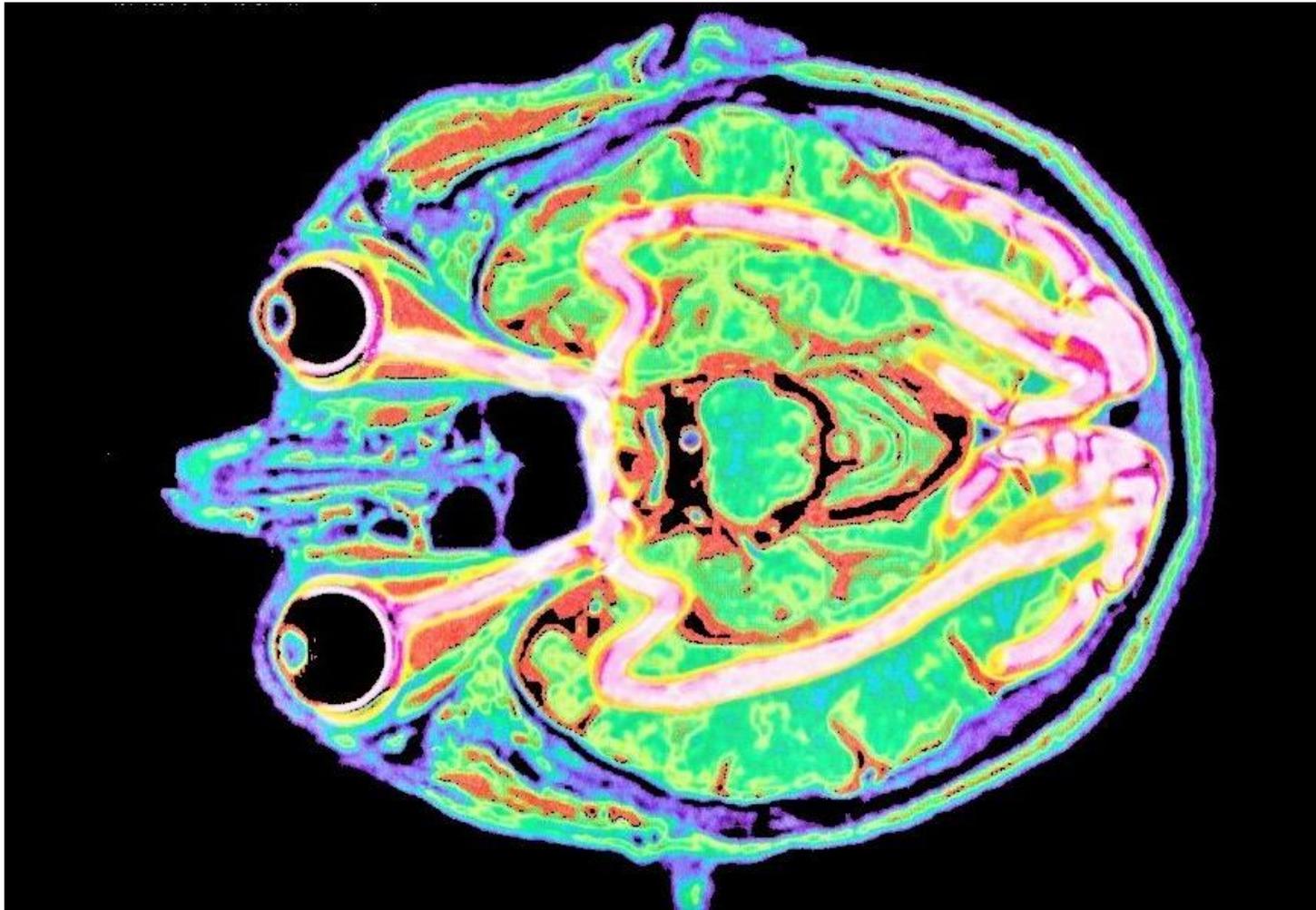


Patient ayant perdu la vue, suite à une hémorragie cérébrale

L'hémorragie est révélée par la zone sombre, à l'arrière du cerveau (flèche). La zone touchée correspond à l'aire visuelle primaire. Le reste du cortex, les yeux et la rétine continuent de fonctionner.



Issus des **globes oculaires** (G), les deux **nerfs optiques** (flèche) se croisent au niveau du **chiasma optique** (C).

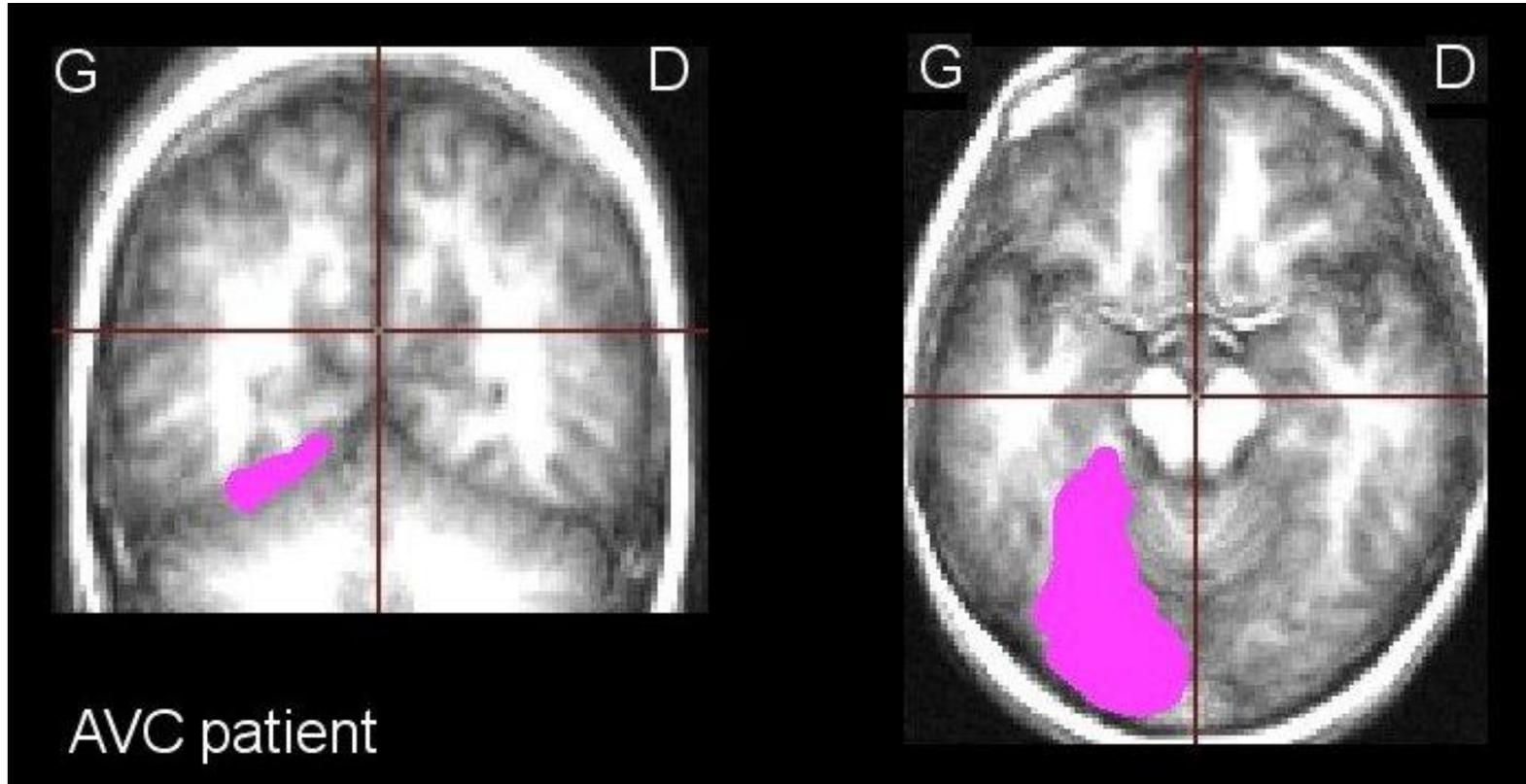


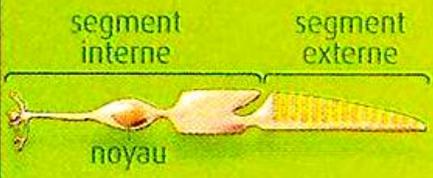
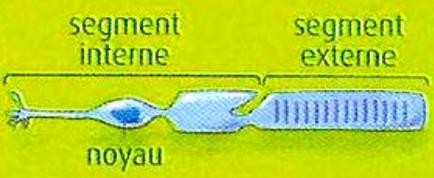
1 Coupe axiale du crâne passant par les voies optiques (IRM) -

Hémianopsie droite

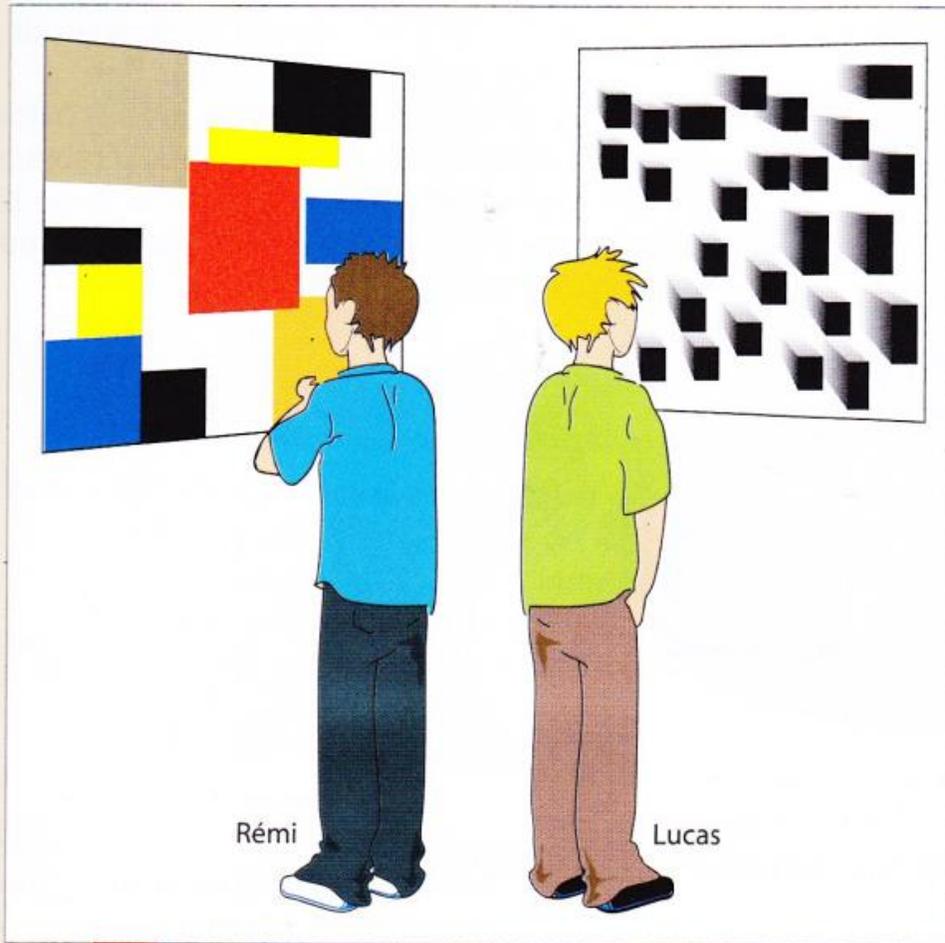


I.R.M d'un patient après un AVC souffrant d'une hémianopsie droite



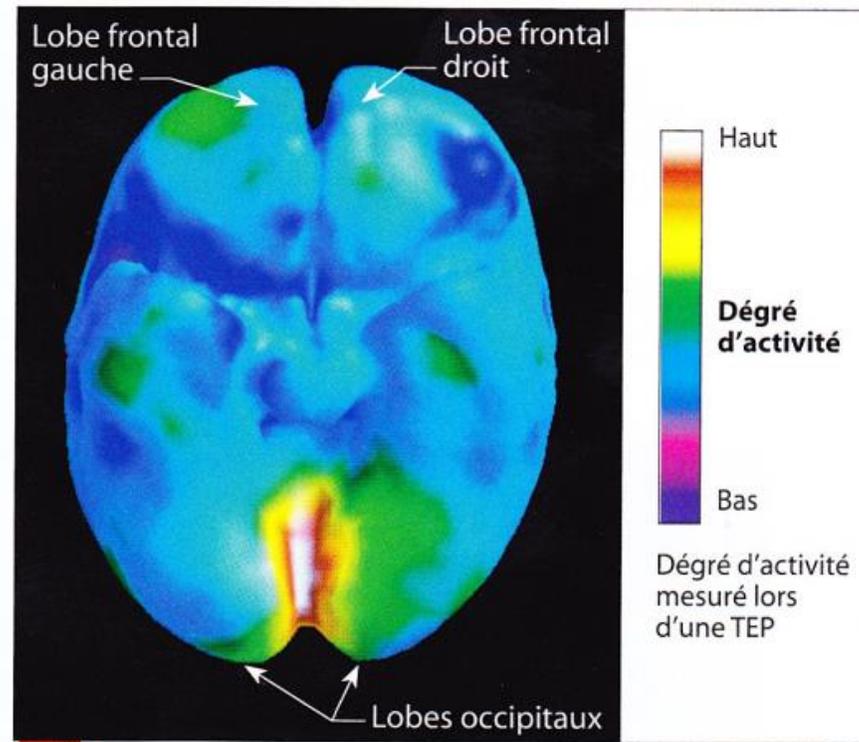
Types de photorécepteurs (ou cellules photoréceptrices)	Cellule à cône	Cellule à bâtonnet
		
Nature du pigment photosensible		
Sensibilité à la luminosité		
Répartition dans la rétine		
Connexion aux bipolaires et ganglionnaires		
<u>Conclusion sur le type de vision permise</u>		

Les aires visuelles



A Observer un tableau.

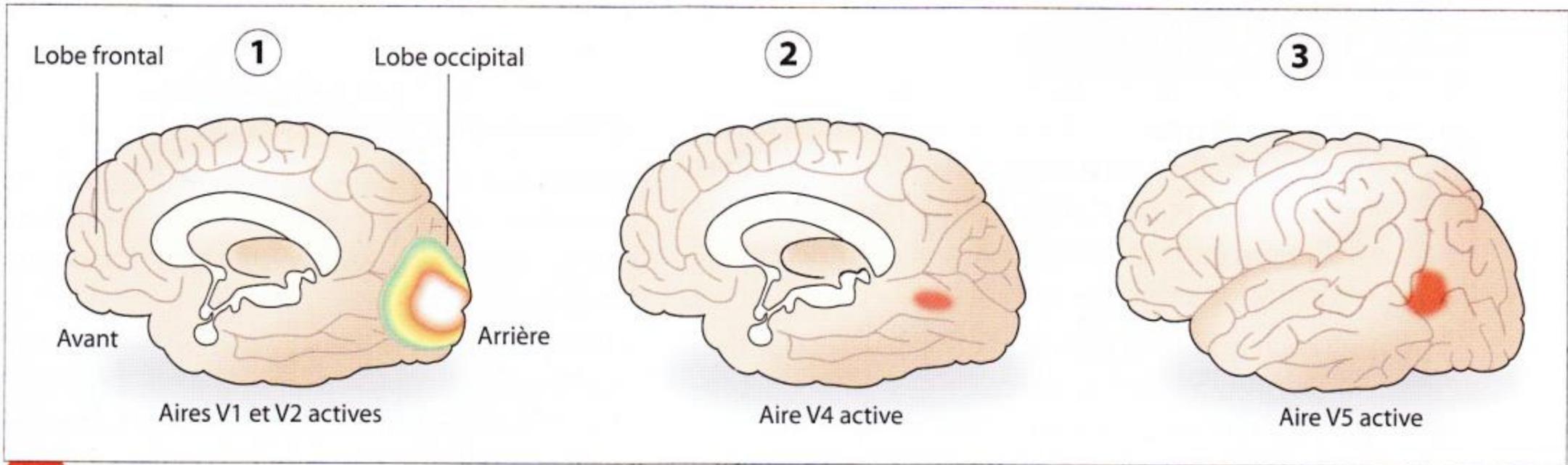
Rémi regarde un tableau représentant des formes géométriques colorées. Lucas observe un tableau représentant des images de mouvements.



B Les techniques d'imagerie médicale nous renseignent sur l'activité cérébrale.

Des techniques d'imagerie médicale comme la TEP (tomographie par émission de positons) permettent de localiser les aires cérébrales* en activité, grâce à leur couleur. Chez une personne regardant un tableau, les images révèlent l'activité des neurones cérébraux des aires V1 et V2.

* Une aire cérébrale correspond à une surface du cortex cérébral caractérisée par sa fonction particulière.



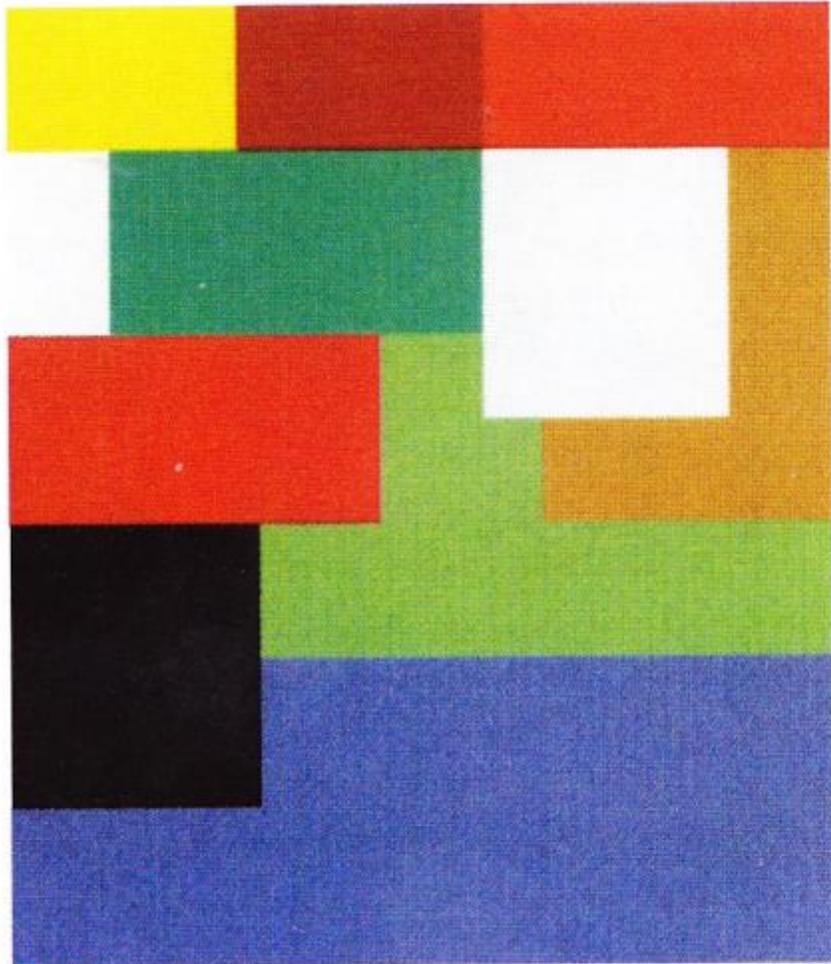
C Schématisation des enregistrements obtenus par TEP pour les deux observateurs.

- ① Enregistrement obtenu pour les deux observateurs, Rémi et Lucas.
- ② Enregistrement obtenu pour Rémi.
- ③ Enregistrement obtenu pour Lucas.

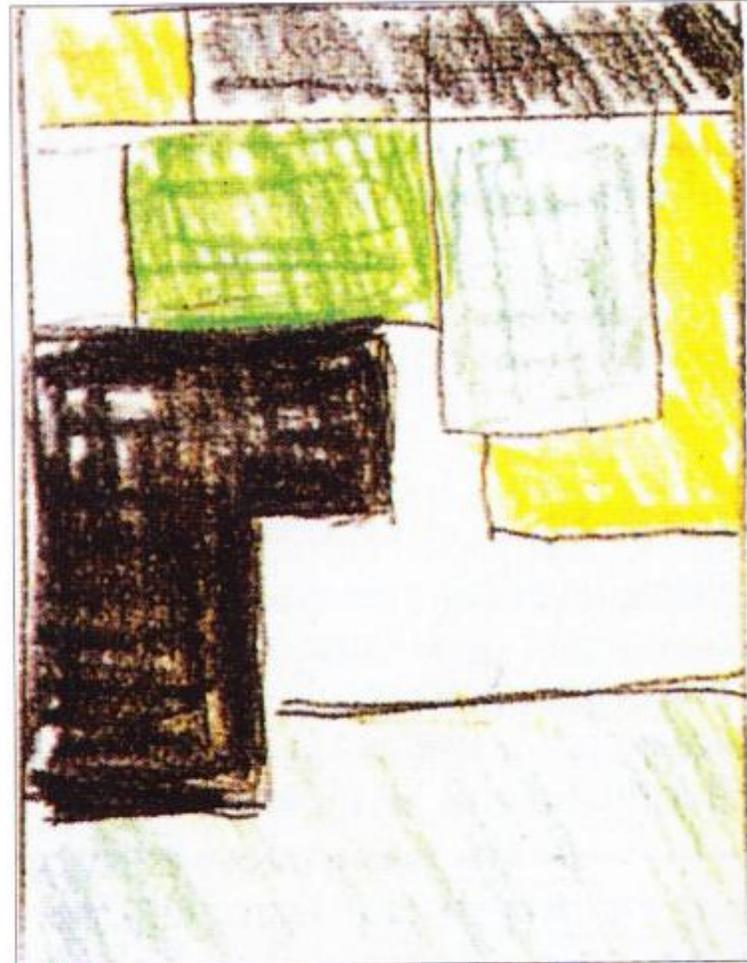
Conclusions

Aire V4 permet la vision des couleurs

Aire V5 : la perception du mouvement

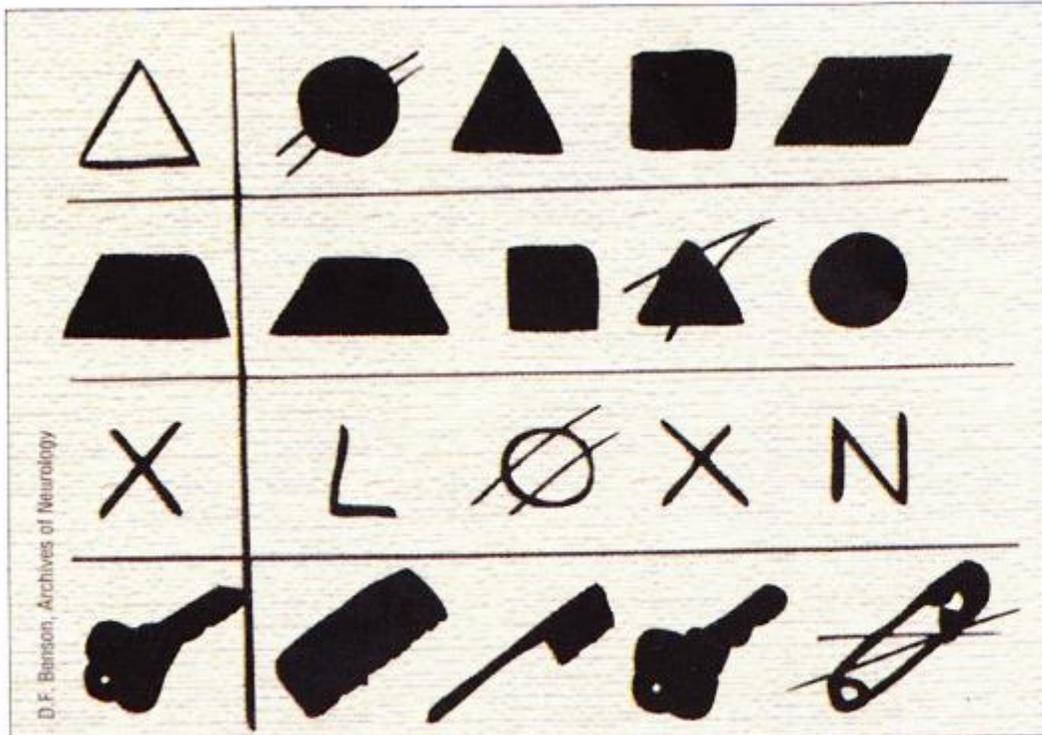


A Tableau de Piet Mondrian (1872-1944), peintre néerlandais.



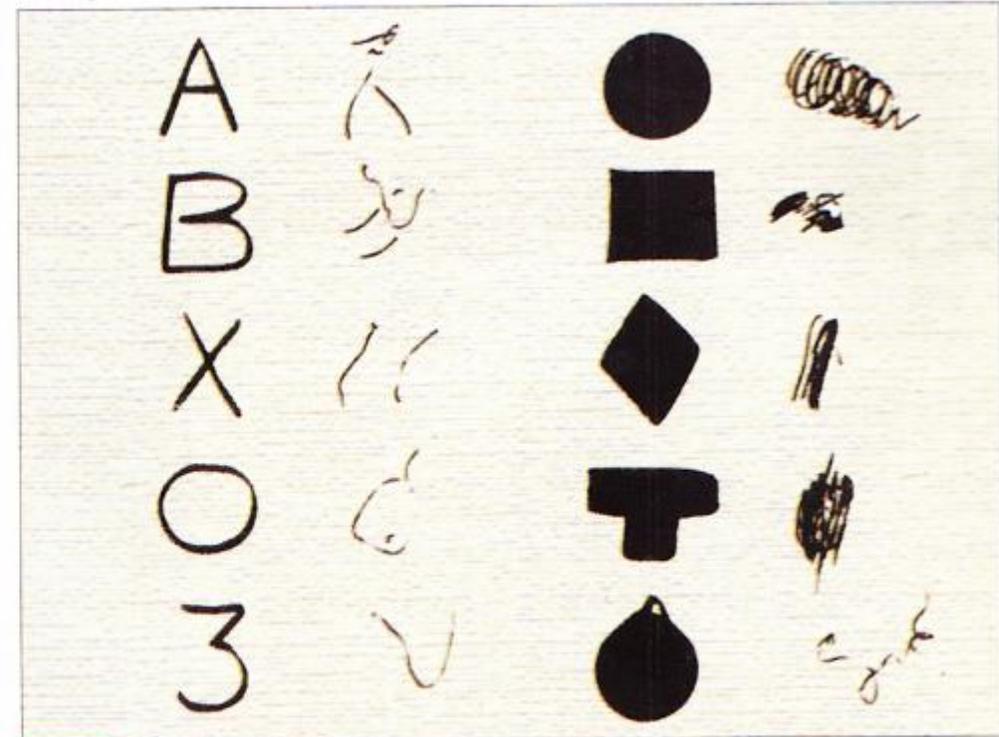
B Tableau de Mondrian reproduit par un patient dont l'aire V4 est endommagée.

L'empoisonnement au monoxyde de carbone d'un patient a endommagé son aire V1.



A Reconnaître des formes.

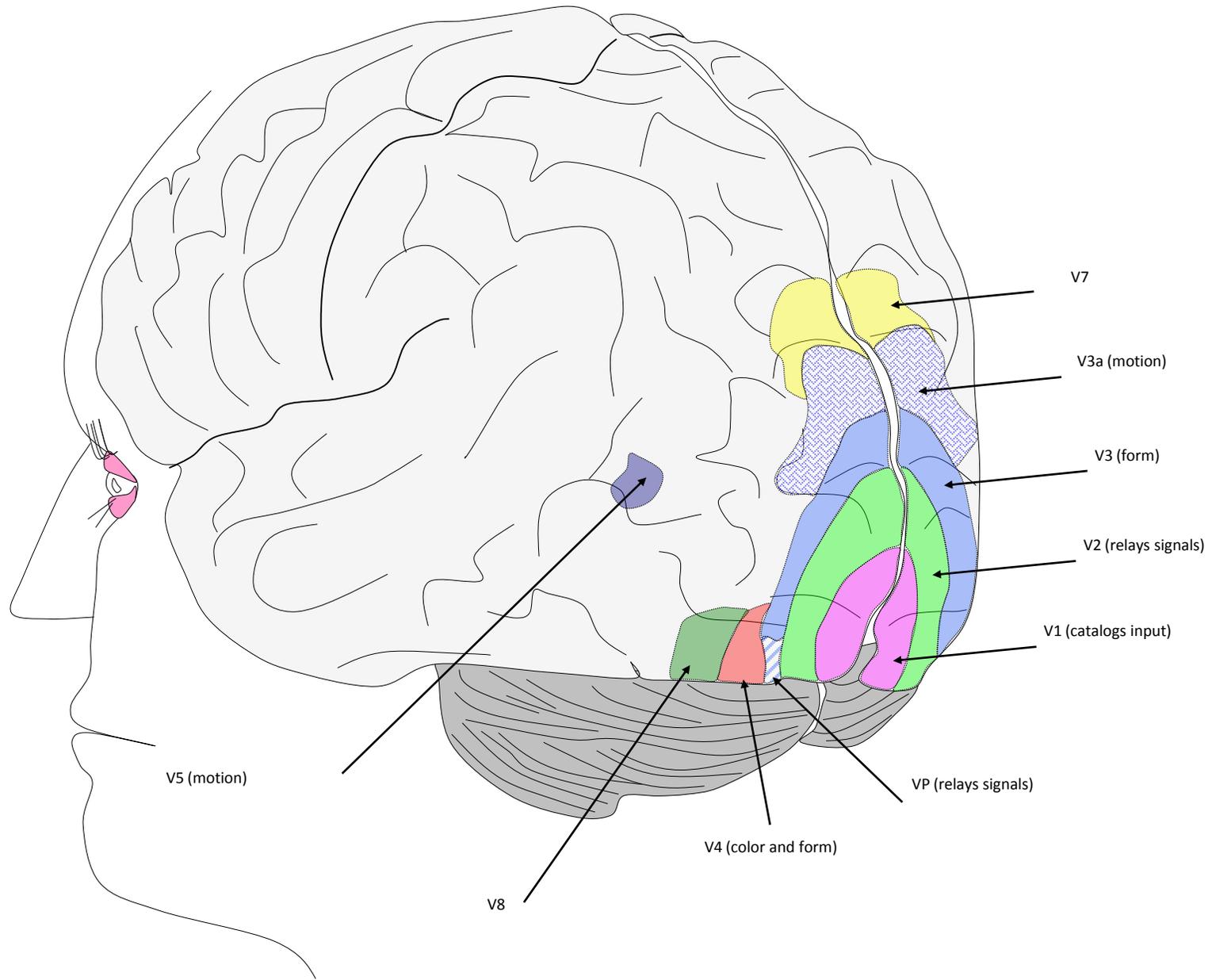
On demande au patient de cocher la forme qu'il reconnaît.



B Reproduire des lettres, des chiffres et des formes.

Ce même patient doit reproduire le graphisme présenté.

Conclusion l'aire V1 intervient dans la reconnaissance des formes



Vue ¾ arrière

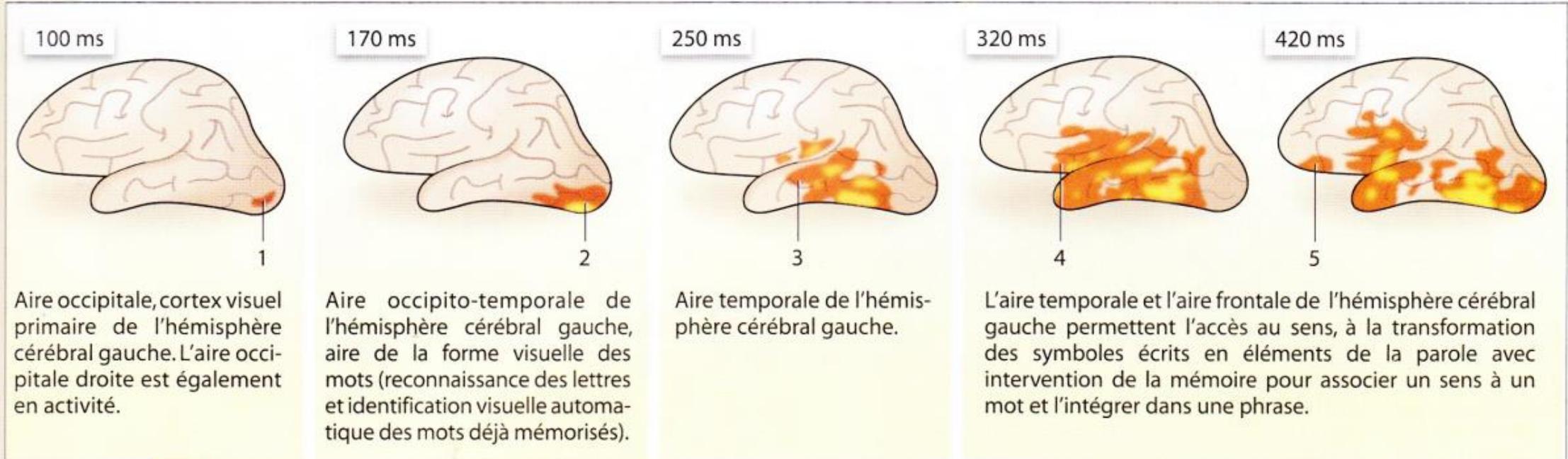


Regarder l'image et **dire rapidement à haute voix la couleur** et non pas le mot.

Le temps nécessaire à l'identification de la couleur est beaucoup plus long lorsque le mot est incongruent (le mot "bleu" écrit en "rouge") que lorsque le mot est congruent (le mot "rouge" écrit en rouge) ou neutre (le mot "lion" écrit en rouge). Il existe un effet d'interférence, ou effet Stroop, provoqué par la lecture automatique du mot.

DOC. 1

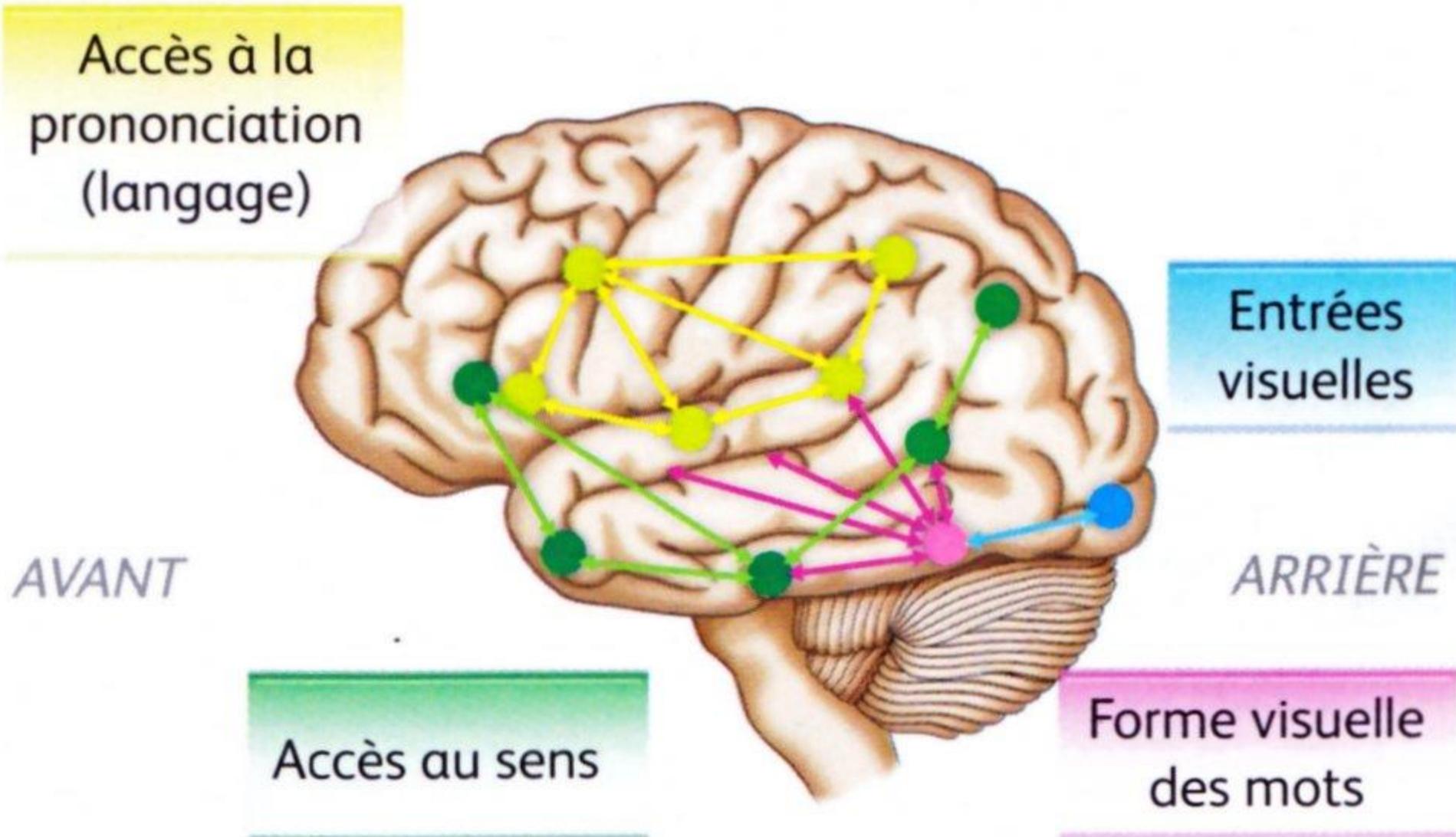
Imagerie cérébrale et activités de lecture



Zones actives du cerveau en fonction du temps lors de la lecture de mots.

La magnéto-encéphalographie (MEG) est une technique d'imagerie qui mesure le champ magnétique induit par l'activité des neurones et permet d'observer le cerveau en action à la milliseconde près. Le temps indiqué en millisecondes (ms) sur le document est compté à partir de la formation des images sur la rétine pour les mots lus.

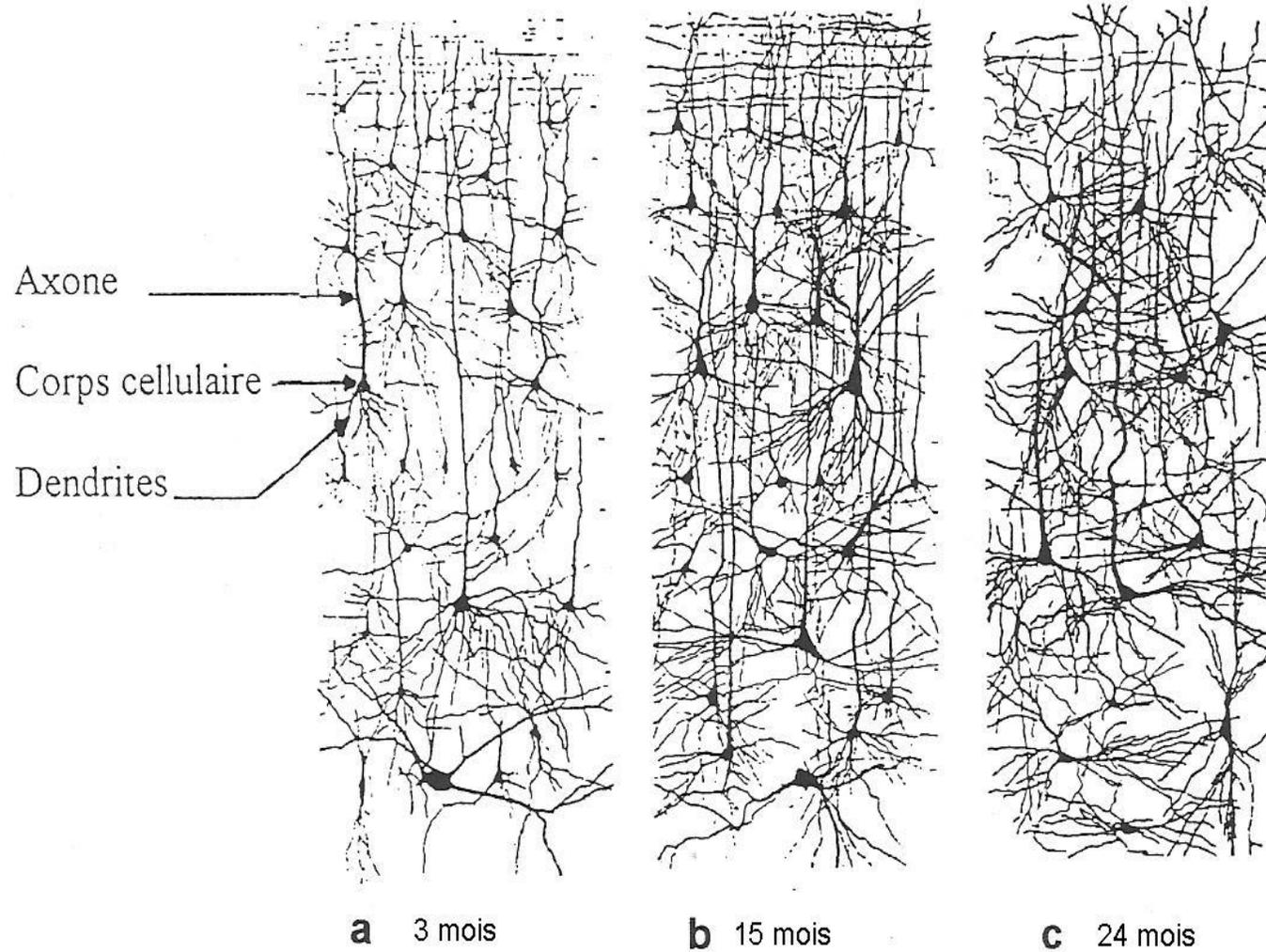
Les zones actives apparaissent en rouge et jaune, elles sont principalement situées dans l'hémisphère gauche du cerveau.



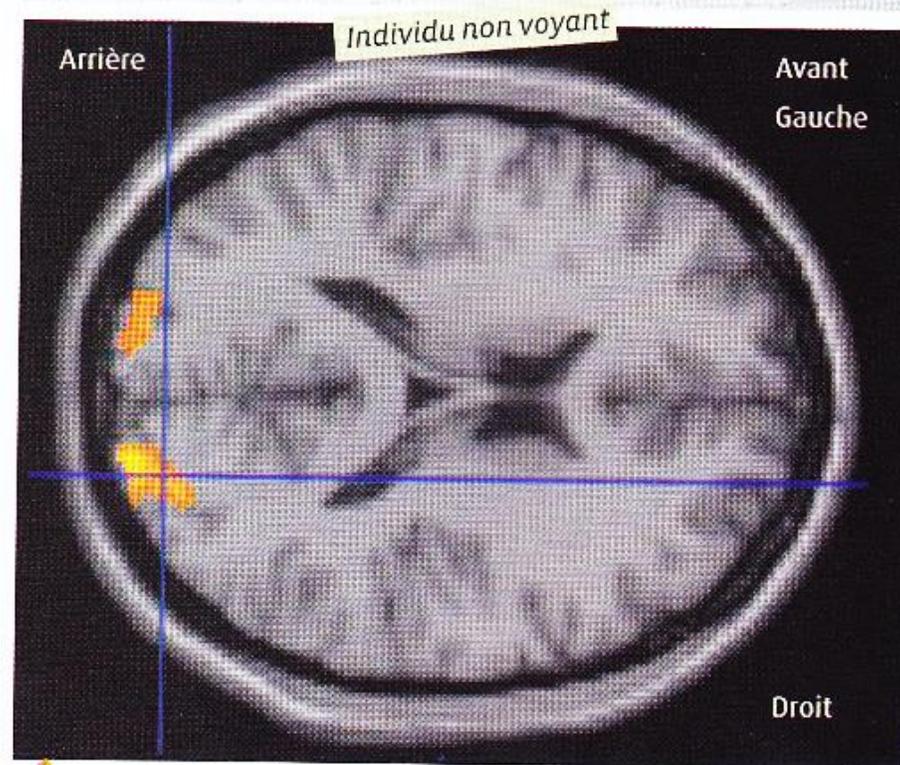
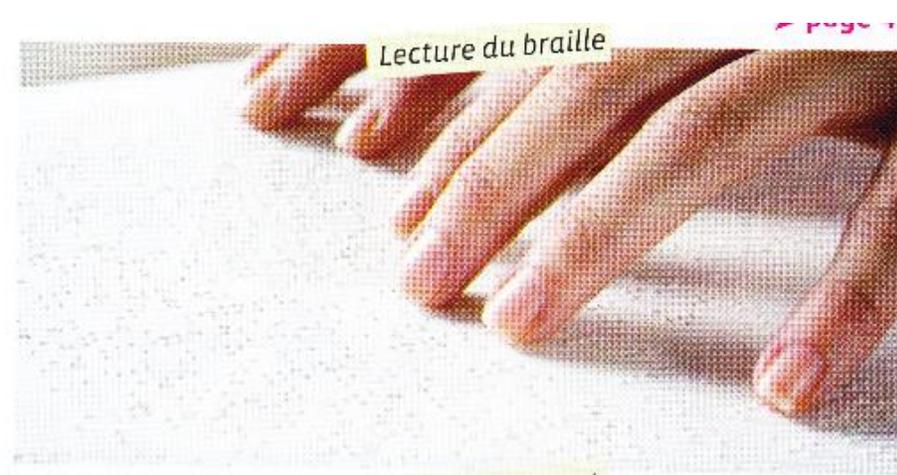
Coopération des aires cérébrales dans la lecture d'un mot écrit

Outre la simple vision du mot, l'activité de lecture nécessite la reconnaissance de la **forme visuelle du mot** écrit mais également l'attribution d'un sens à chaque mot et à chaque suite de mots, en association, parfois, avec le langage. Ainsi, la reconnaissance d'un mot écrit nécessite une collaboration entre les aires visuelles, mémoire et des structures liées au langage.

Plasticité cérébrale



Organisation du cortex cérébral chez un enfant



6 Un cas de réorganisation cérébrale chez un non-voyant. Une IRM a été réalisée chez un individu non-voyant lors de la lecture du braille (les zones activées apparaissent en orange). Les sujets voyants ne présentent pas une telle activation.