

LE SYSTEME VISUEL

LE SYSTEME VISUEL

► 3 – Photoréception

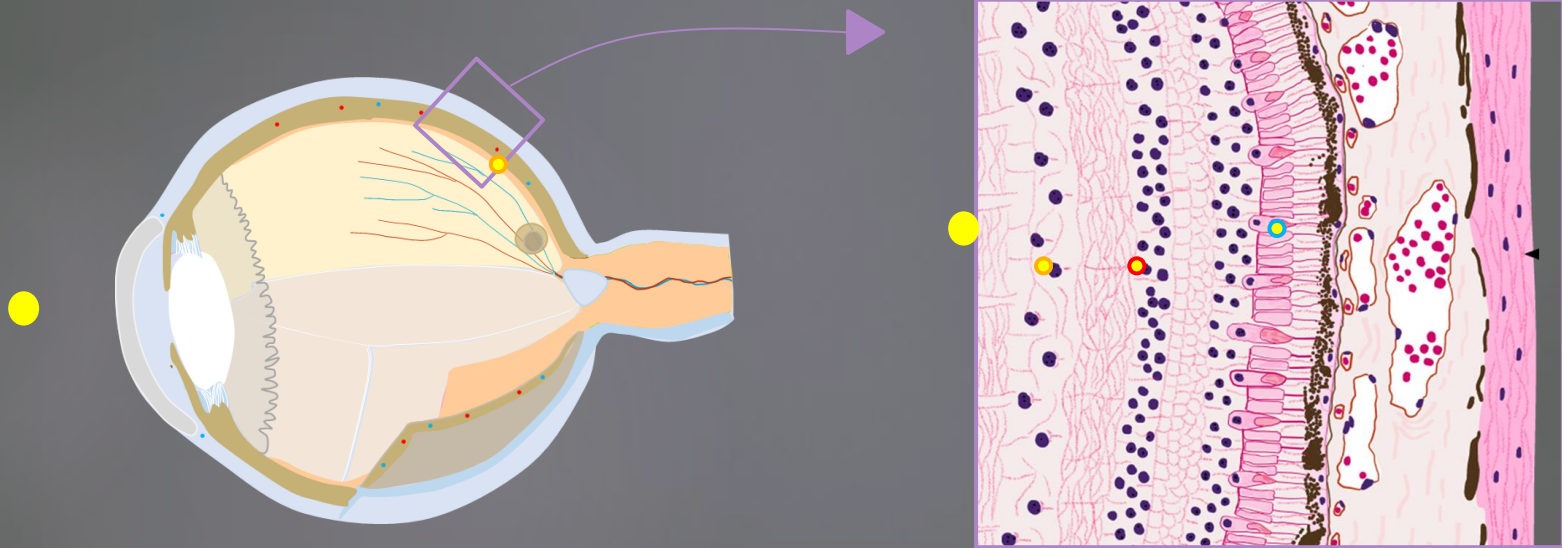
- ❑ Anatomie fonctionnelle des photorécepteurs
- ❑ Chimie des pigments visuels
- ❑ Stimulation des photorécepteurs
- ❑ Transduction dans les photorécepteurs
- ❑ Adaptation à la lumière et à l'obscurité

ANATOMIE FONCTIONNELLE DES PHOTORECEPTEURS

PHOTORECEPTEURS
FONCTIONNELLE DES
ANATOMIE

Anatomie fonctionnelle des photorécepteurs

4



► Les photorécepteurs

- ❑ 100 millions de photorécepteurs
- ❑ **Les bâtonnets** : vision nocturne et détectent les mvts.
- ❑ **Les cônes** : assurent la vision en pleine lumière et fournissent une vision précise.
- ❑ Il existe 3 types de cônes : les cônes sensibles aux couleurs rouges, aux couleurs vertes et aux couleurs bleus



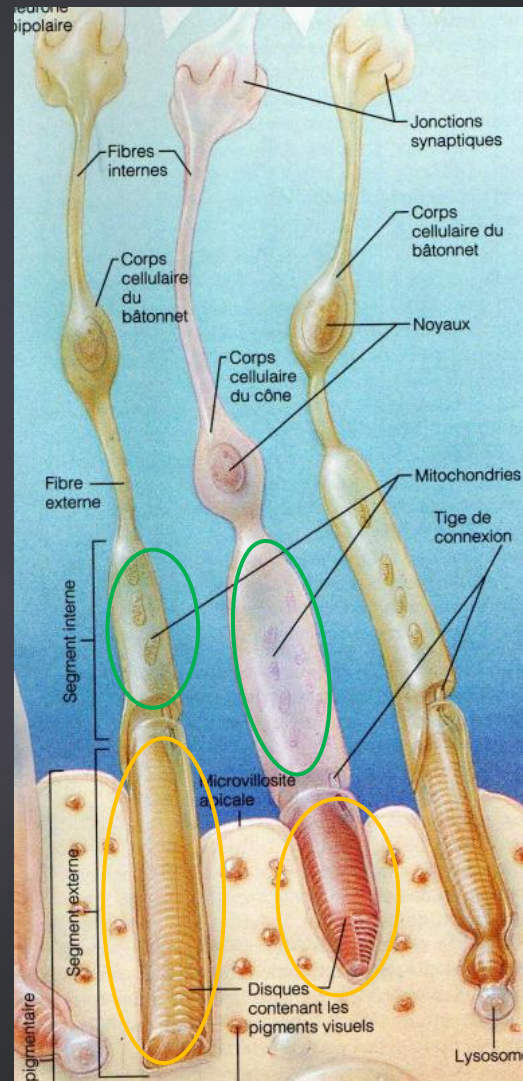
Bâtonnet



Cônes

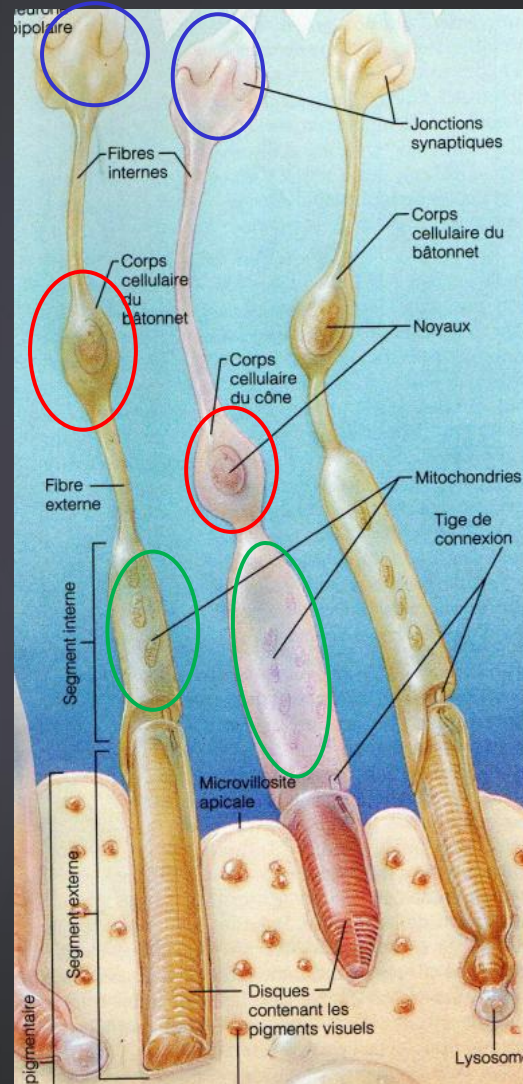
► Les photorécepteurs

- ❑ Les photorécepteurs sont assimilés à des neurones modifiés
- ❑ Ils possèdent un segment externe enfoui dans la partie pigmentaire
- ❑ Ils présentent également un segment interne relié au segment externe par une tige de connexion



► Les photorécepteurs

- ❑ Le segment interne est relié au corps cellulaire par une fibre externe
- ❑ Le corps cellulaire se prolonge ensuite par une fibres internes
- ❑ Cette dernière établit des jonctions synaptiques avec les neurones bipolaires



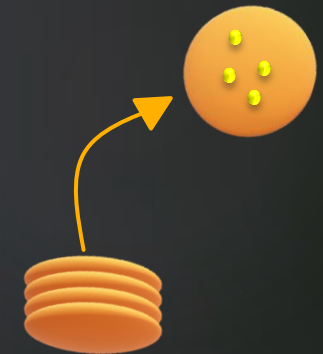
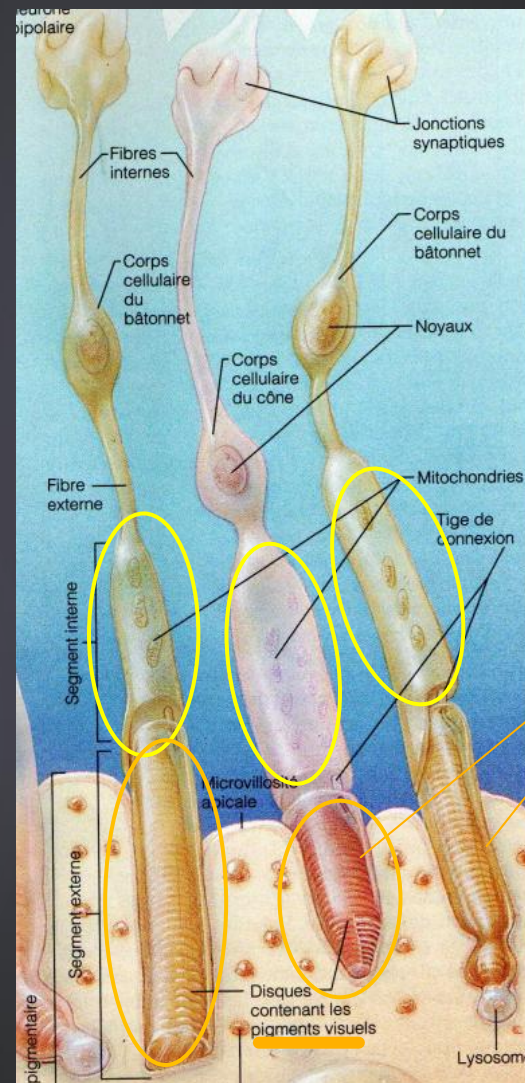
► Les photorécepteurs

□ Le segment interne possèdent une forte concentration de mitochondrie

=> Apportent l'énergie nécessaire aux réactions photoréceptrices

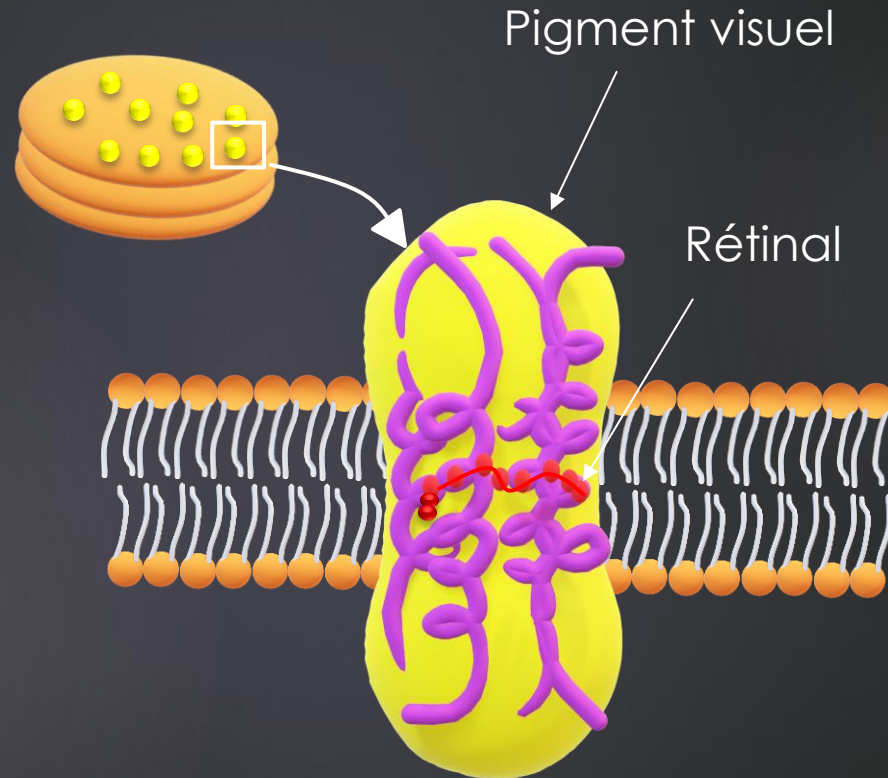
□ Les segments externe présentent un empilement de disques contenant les pigments visuels

=> Qui changent de forme en absorbant la lumière



Invagination de la membrane
⇒ Formation de disques

- Les pigments visuels sont formés d'une protéine, l'opsine et d'une molécule le rétinol
- Le rétinol est une molécule qui lorsque elle est associée à l'opsine devient photosensible



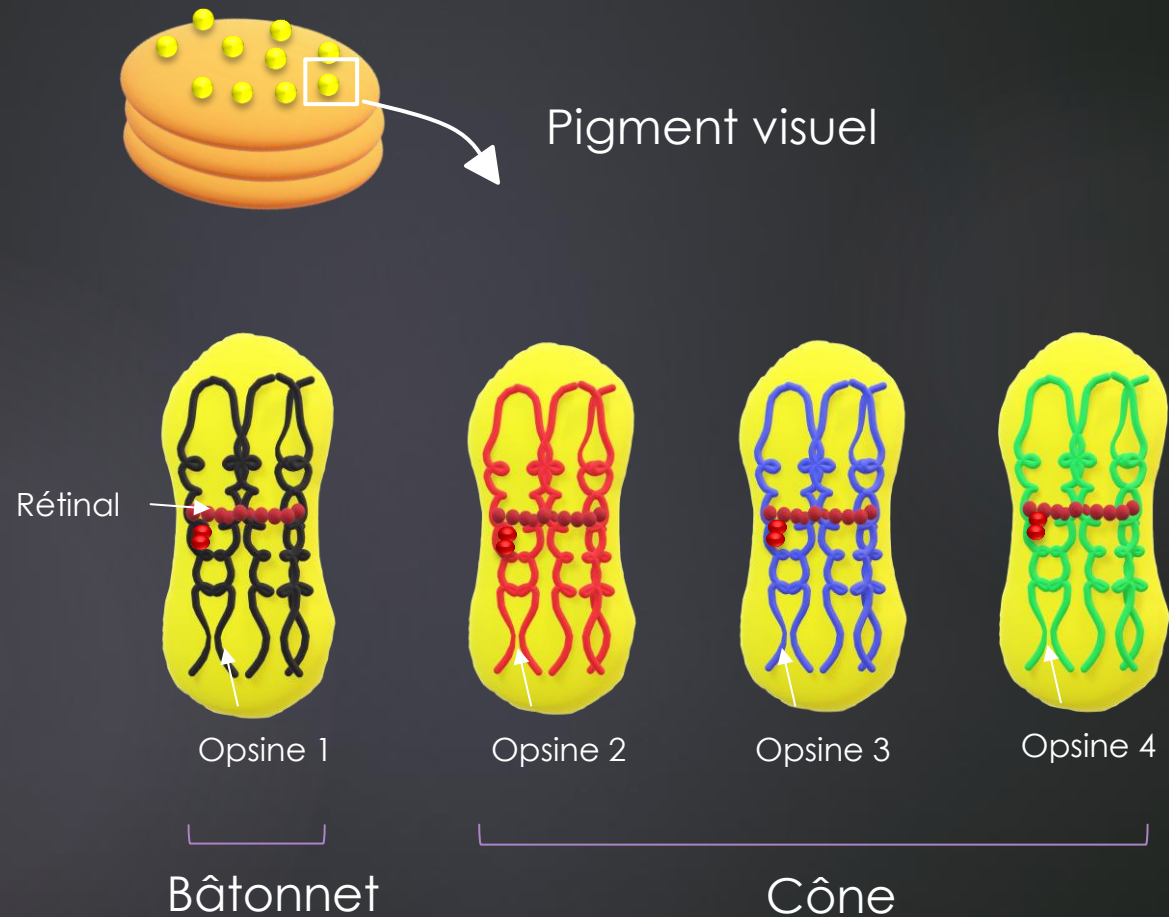
Représentation schématique d'une petite section de la membrane d'un disque

CHIMIE DES PIGMENTS VISUELS

ΛΙΣΤΗ

CHIMIE DES PIGMENTS

- IL existe 4 types de pigments visuels
 - ✓ Un pour les bâtonnets
 - ✓ Trois différents pour les cônes
- L'opsine attribue au rétinol des propriétés spécifiques d'absorption de la lumière
- La rétinol libre correspond à la vitamine A
- La vitamine A est dans un premier temps stockée dans le foie



- Les cellules pigmentaires absorbent la vitamine A dans la circulation sanguine
- Puis l'entrepose pour les cônes et bâtonnets
- La vitamine A est également appelée, tout-trans-rétinal

Sclérotique

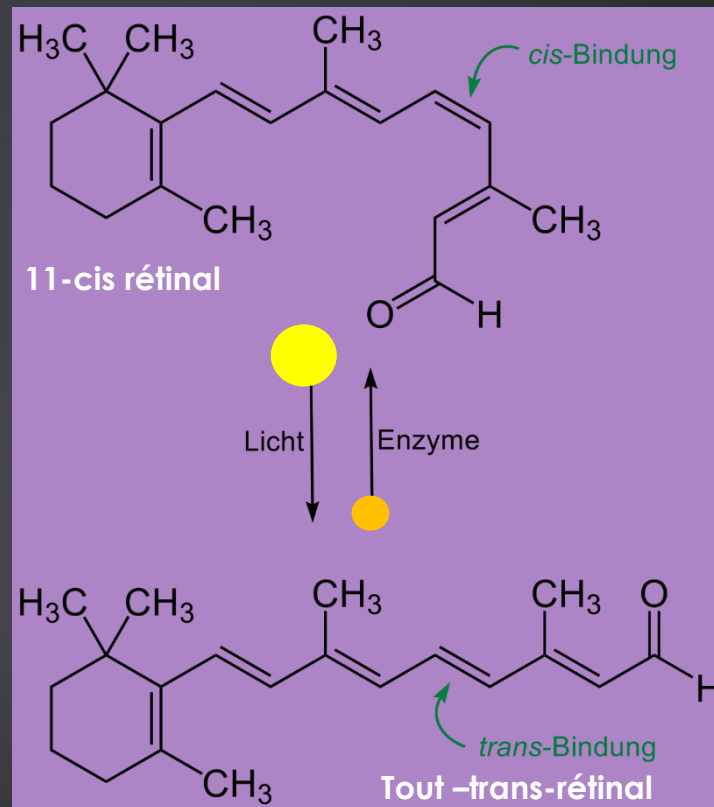
Choroïde

Rétine

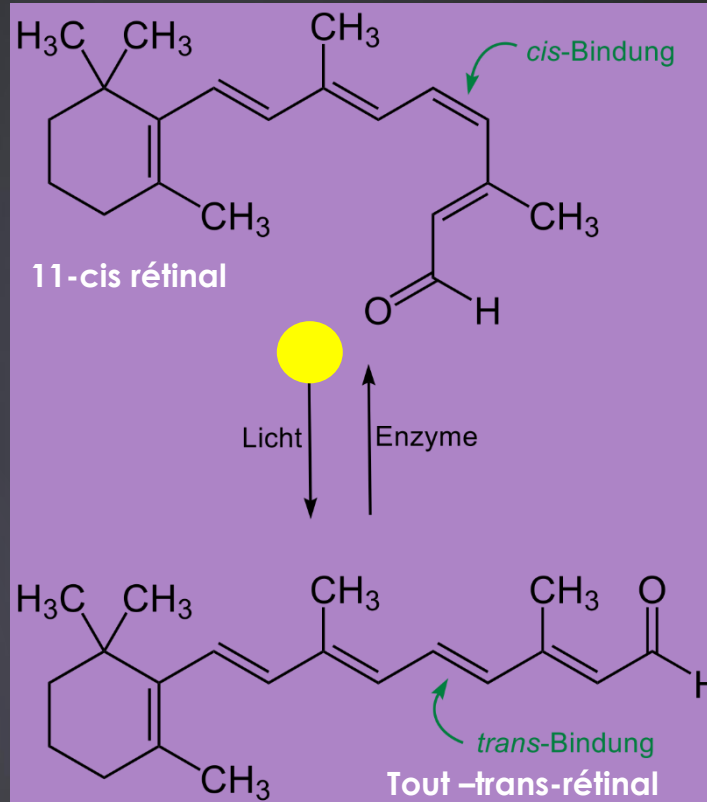


La vitamine A passe de la circulation sanguine
aux cellules pigmentaires

- Le tout-trans-rétinal est transformé en 11-cis-rétinal
- Lorsque la lumière est absorbée par le pigment visuel, le 11-cis rétinal se redresse et il se détache de l'opsine
- ⇒ Ce processus correspond à l'isomérisation
- ⇒ Et génère le tout-trans-rétinal



- L'isomérisation déclenche une chaîne de réactions chimiques et électriques dans les cônes et les bâtonnets
- Ces réactions finissent par créer un potentiel récepteur, puis au niveau des cellules ganglionnaires un influx nerveux qui se propage dans les nerfs optiques

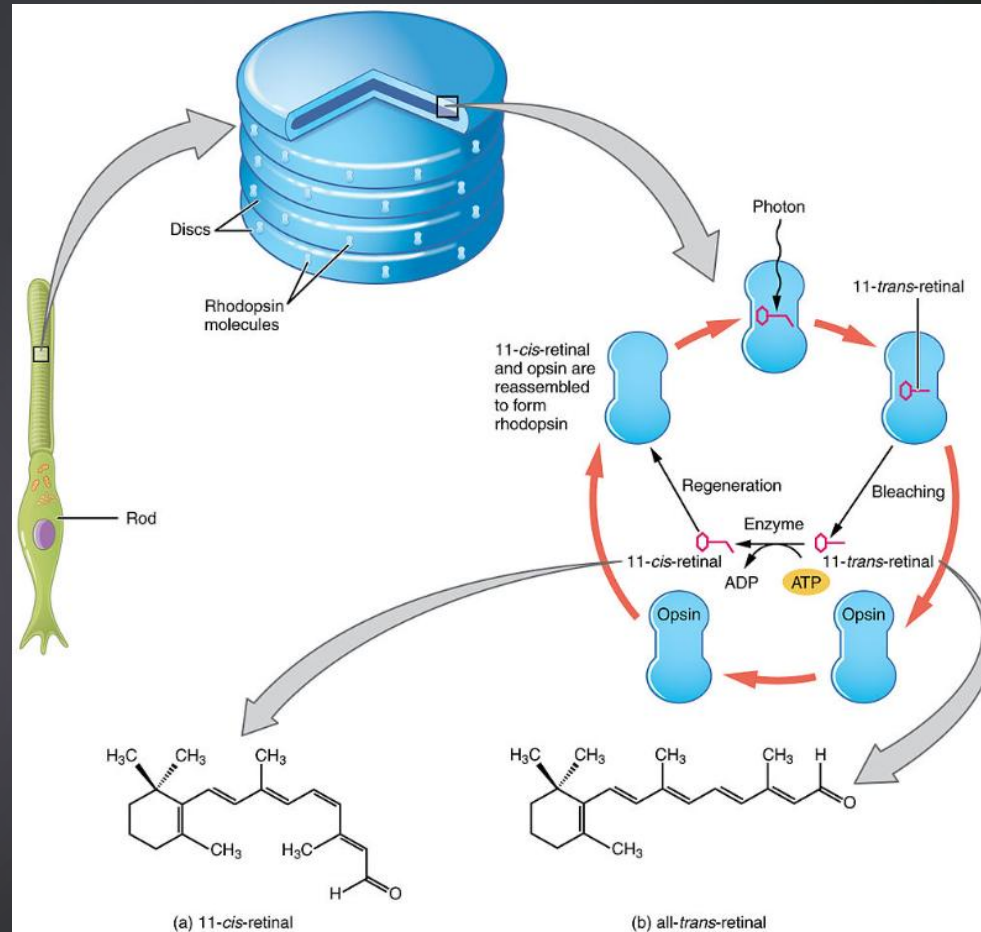


Création d'un Potentiel de récepteur

Création d'un Potentiel d'action

Propagation de l'influx nerveux

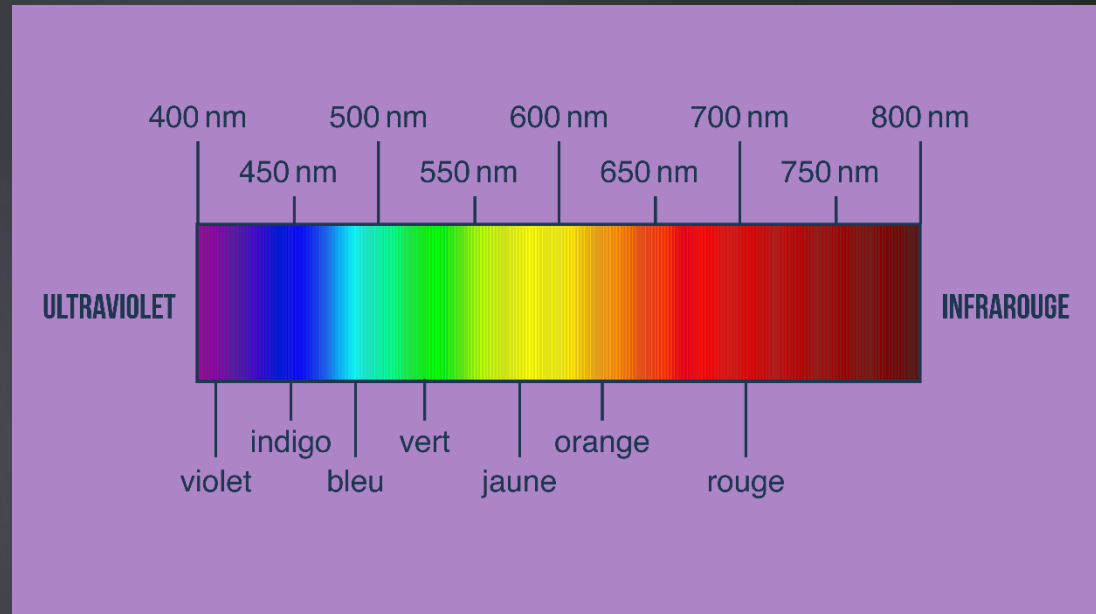
- Un exemple de cycle d'un pigment : la rhodopsine



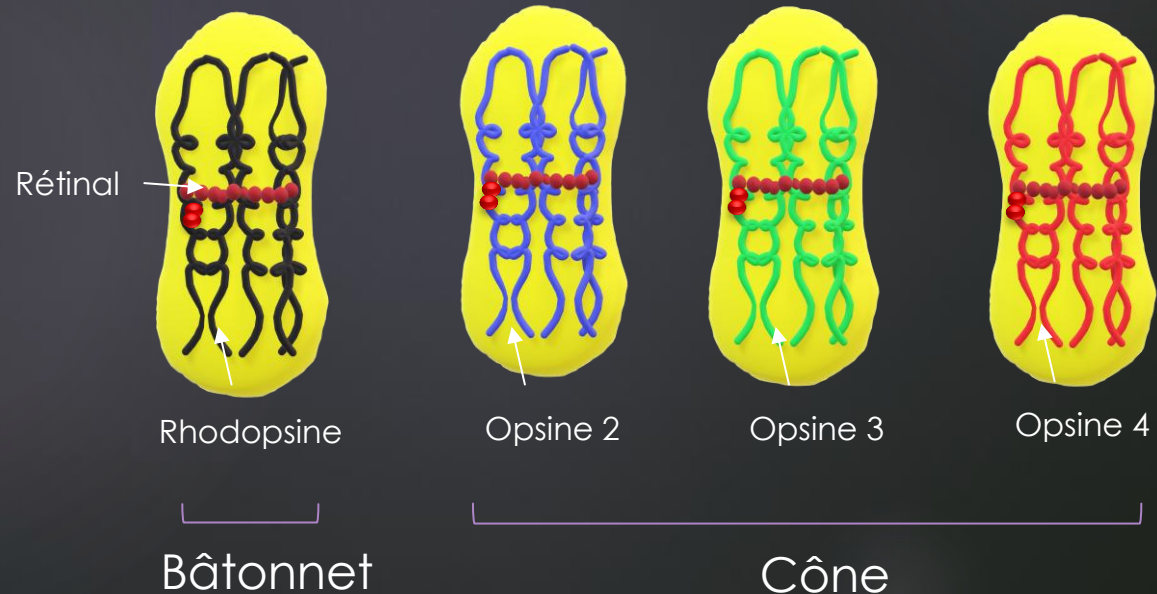
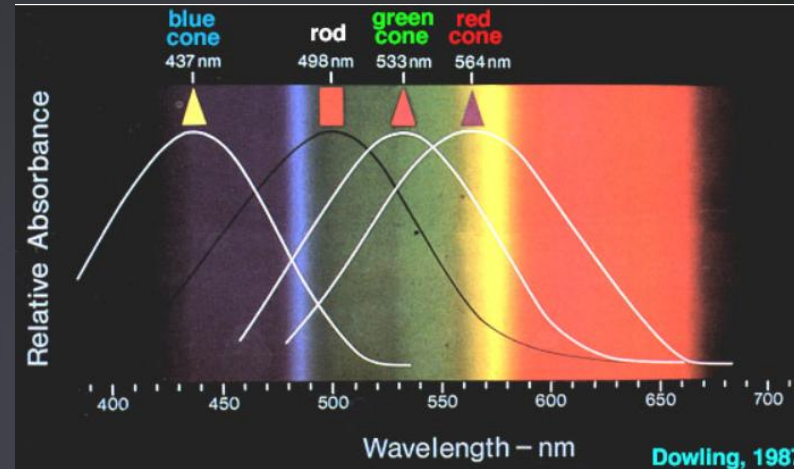
STIMULATION DES PHOTORECEPTEURS

PHOTORECEPTEURS?
STIMULATION DES?

- ❑ Les photons de la lumière sont associés à une longueur d'onde spécifique
- ❑ Voici les longueurs d'onde pour chaque couleur :
 - ✓ Violet : 380–450 nm
 - ✓ Bleu : 450–495 nm
 - ✓ Vert : 495–570 nm
 - ✓ Jaune : 570–590 nm
 - ✓ Orange : 590–620 nm
 - ✓ Rouge : 620–750 nm



- En fonction de l'opsine qui est associée au rétinale sa sensibilité aux photons sera différente.
- Le spectre auquel est sensible le pigment est + ou - large avec une valeur optimale d'absorption



- 1 Quels sont les différents types d'opsine associées au rétinal?
- 2 Identifiez les longueurs d'onde des photons associées à chaque opsine
- 3 Quel zone de la rétine contient le plus de cône?
- 4 Quel zone de la rétine ne contient pas de photorécepteurs?

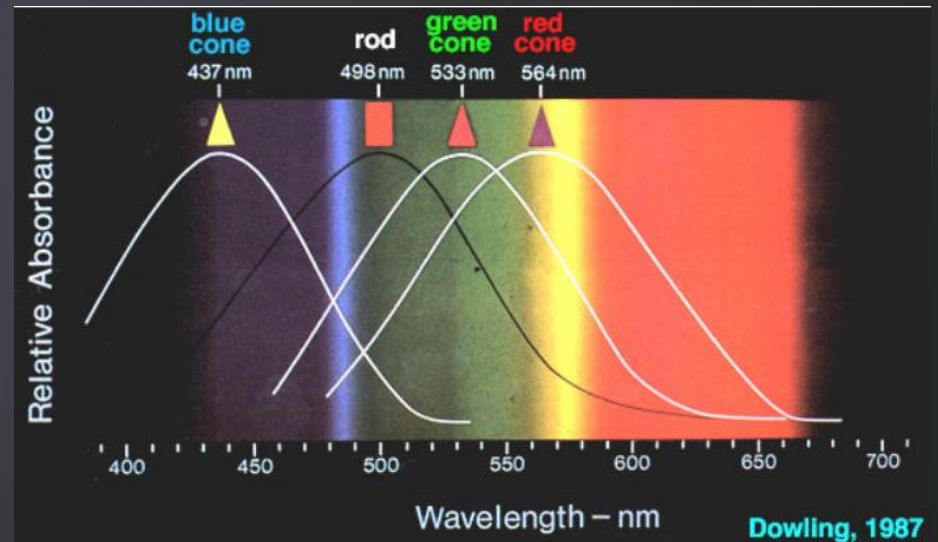


1 Quels sont les différents types d'opsine associées au rétinal?

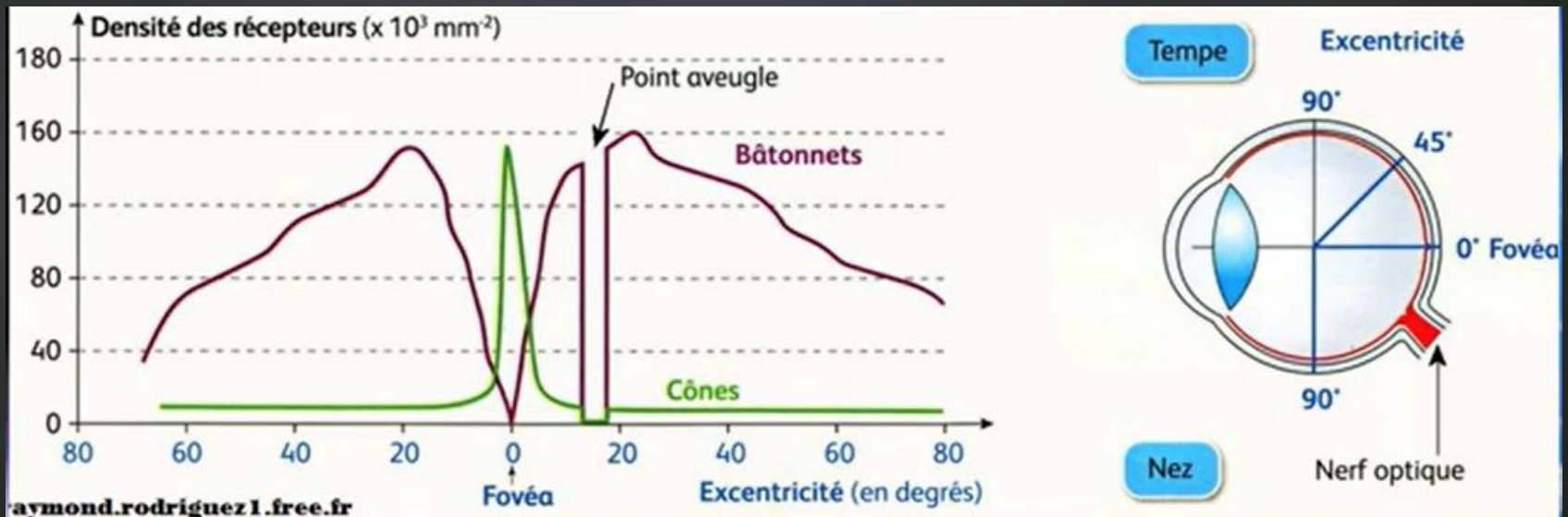
- l'opsine des bâtonnets (sensible aux faibles intensités => permet de visualiser les formes)
- L'opsine des cônes (sensibles aux fortes intensités => permet de visualiser les couleurs)
 - Opsine B ou S (Short)
 - Opsine V ou M (Middle)
 - Opsine R ou L (Long)

2 Identifiez les longueurs d'onde des photons associées à chaque opsine

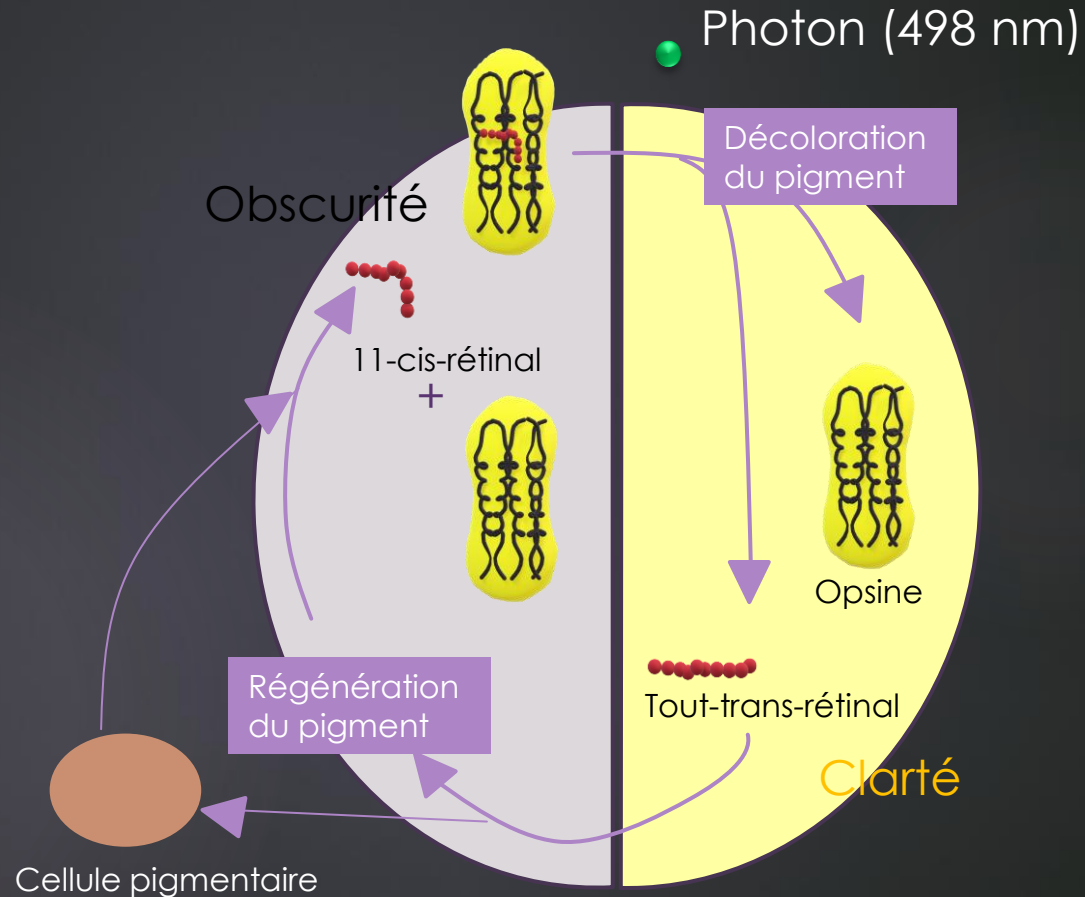
- Rhodopsine : 498
- Opsine B (Short) : 430 -440
- Opsine V ou M : 530-540
- Opsine R ou L (Long) : 560-570



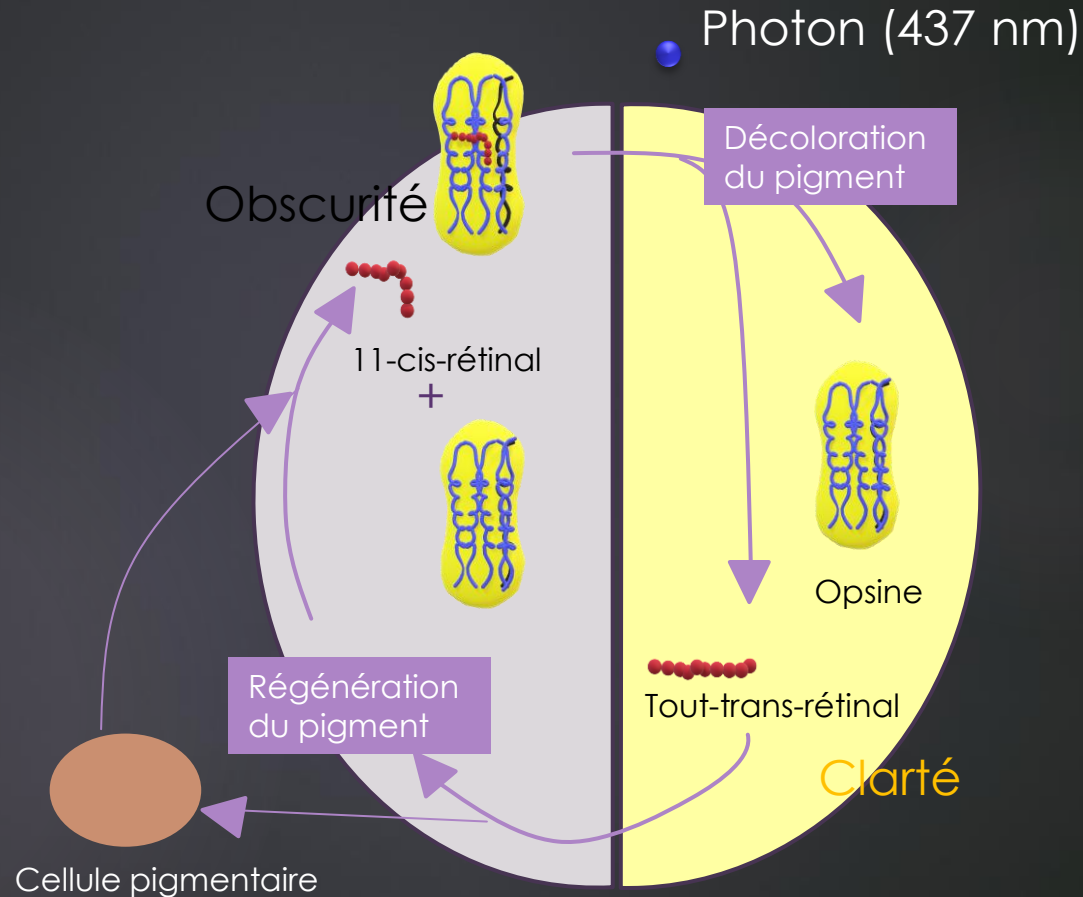
- 2 Quel zone de la rétine contient le plus de cône?
- 3 Quel zone de la rétine ne contient pas de photorécepteurs?



- Pendant l'obscurité la rhodopsine se forme et s'accumule dans les membranes des milliers de disques
- A la lumière la rhodopsine se dégrade = décoloration de la rhodopsine



- Le cycle des pigments des cônes est similaire à ceux des bâtonnets
- La principale différence se situe dans le seuil d'activation qui est + élevé que celui des bâtonnets (lumière intense)

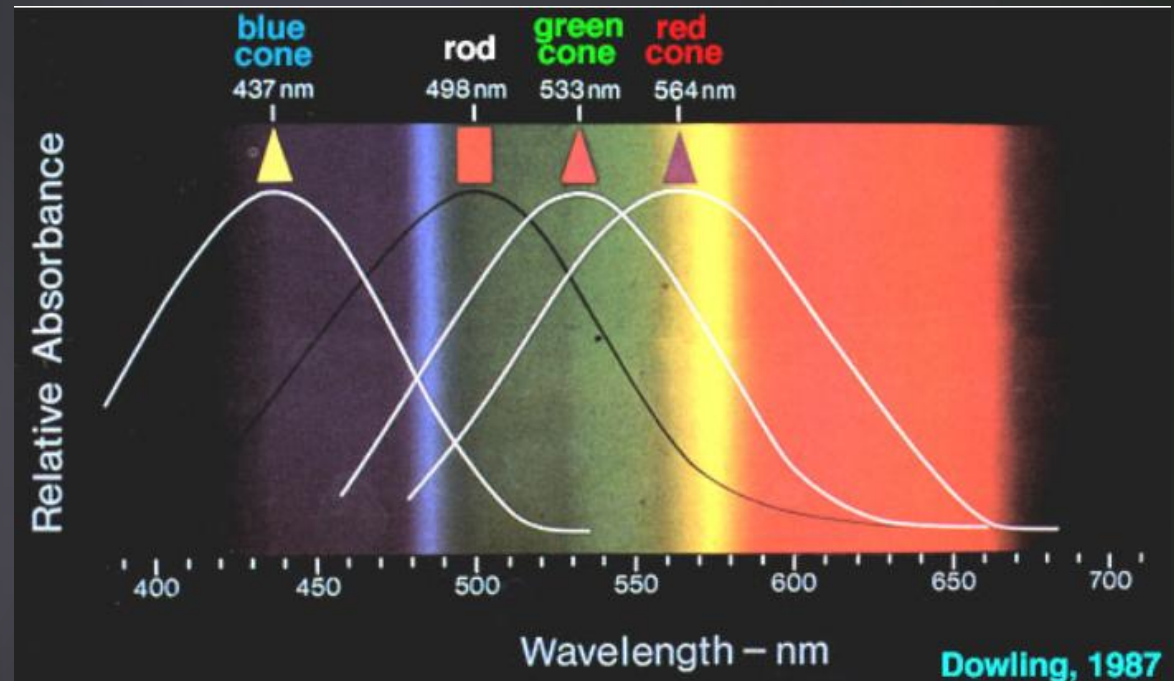


□ Les spectres d'absorption se chevauchent

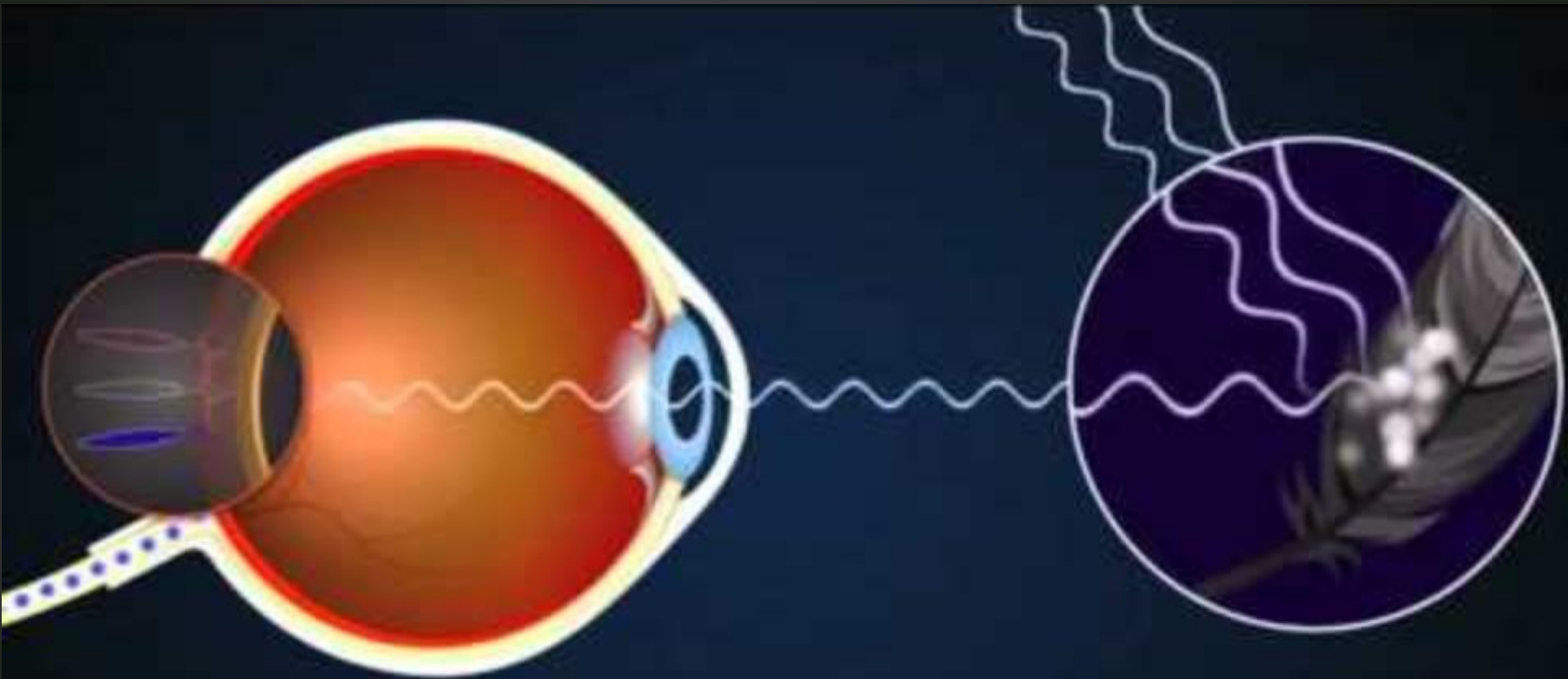
⇒ La perception des couleurs intermédiaires résulte de l'activation simultanée + ou - prononcée de plus d'un type de cônes

□ La lumière jaune stimule les cônes rouges et verts

□ Un œil trichromate est un œil normal qui perçoit les trois couleurs fondamentales du spectre : le rouge, le bleu, et le vert,



- 1 Quels sont les éléments de la lumière que nous percevons?
- 2 Les ondes qui arrivent à notre œil sont réfléchis ou absorbés?
- 3 De quoi sont constituée les ondes?
- 4 Les longueurs d'ondes courtes stimulent les cônes bleus ou rouges?
- 5 Les cônes transforment les ondes en influx nerveux?
- 6 Quelles sont les caractéristiques psychologiques de la couleur?



- 1 Quels sont les éléments de la lumière que nous percevons?



Ondes lumineuses
composées de photons

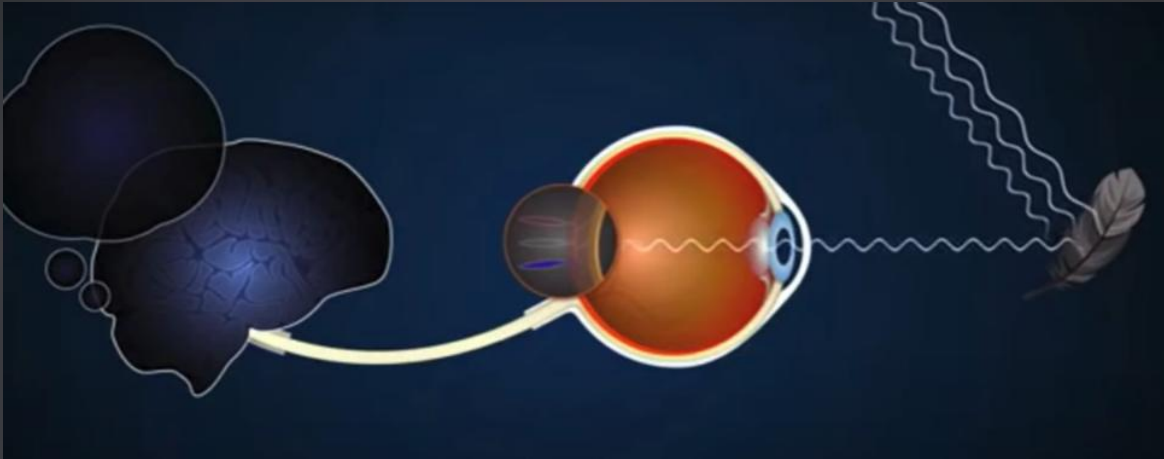
- 2 Les ondes qui arrivent à notre œil sont réfléchies ou absorbées?



3 De quoi sont constituée les ondes?

De photons

4 Les longueurs d'ondes courtes stimulent les cônes bleus ou rouges?



5 Les cônes transforment les ondes en influx nerveux?

Oui, mais à partir des neurones ganglionnaires

6

Quelles sont les caractéristiques psychologiques de la couleur?
?

SATURATION
LUMINOSITÉ
TEINTE

=

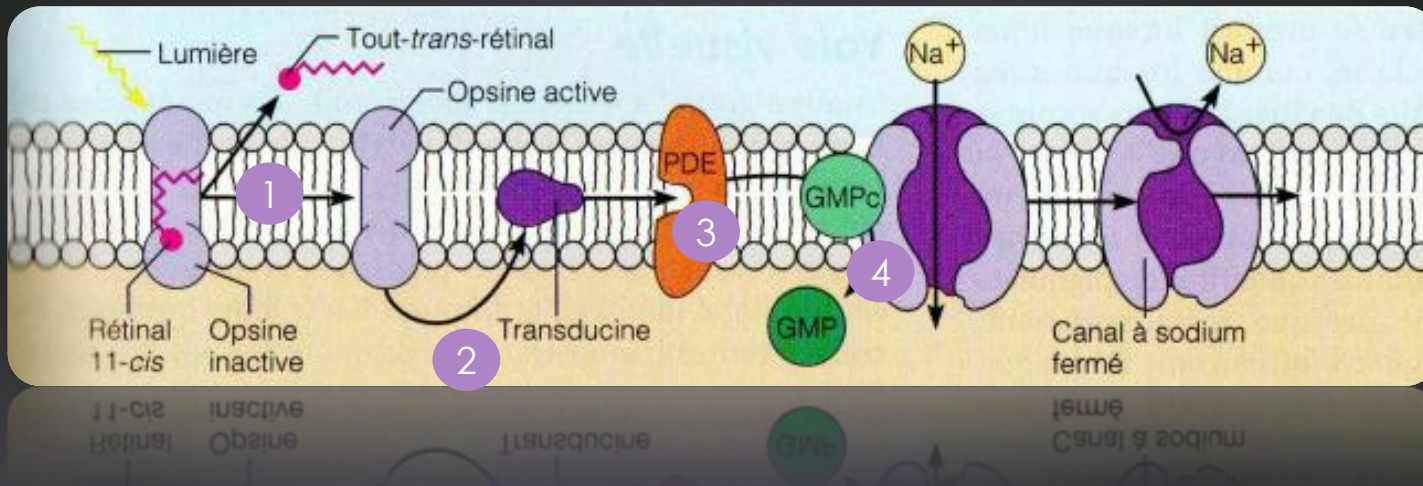
CARACTÉRISTIQUES
PSYCHOLOGIQUES
DE LA COULEUR

- Le daltonisme (achromatopsie)
- ⇒ Est due à l'absence d'un des trois cônes
- Pathologie héréditaire liée aux chromosomes X
- Il existe 7 types principaux de daltonisme (ci-joint deux exemples)

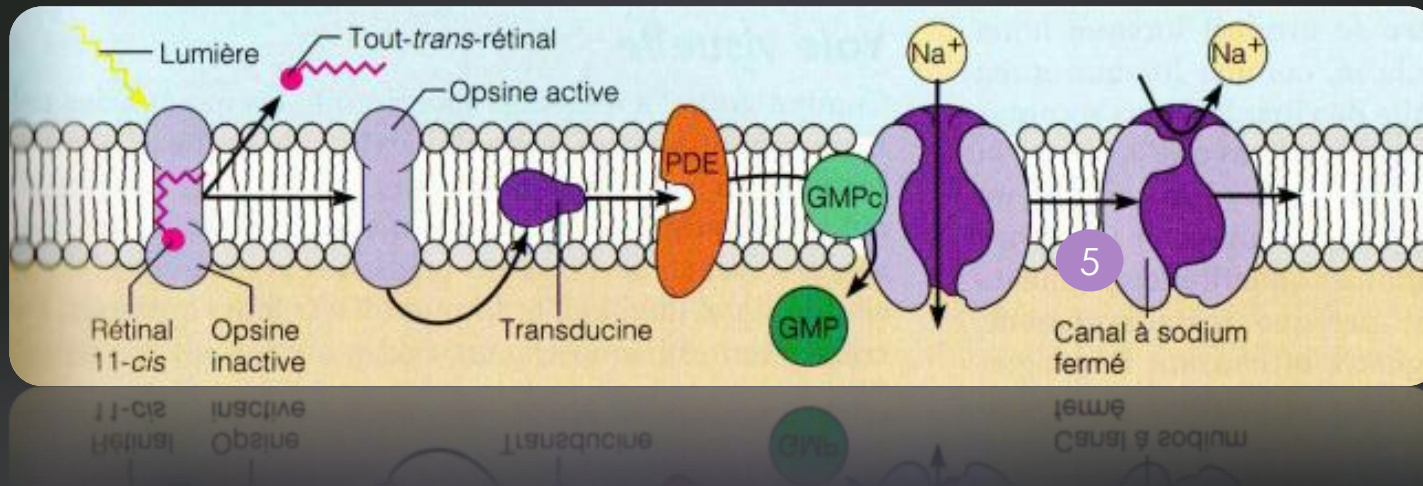


TRANSDUCTION DES PHOTORECEPTEURS

PHOTORECEPTEURS
TRANSDUCTION DES



- 1 L'énergie lumineuse induit la transformation 11-cis-rétinal en tout-trans-rétinal => l'opsine devient active
- 2 L'opsine active une protéine G, la transducine
- 3 La transducine active à son tour la phosphodiesterase (PDE)
- 4 Le PDE activé hydrolyse le GMPc en GMP => GMPc se détache des canaux à Na^+



5

Les canaux à sodium se ferme

⇒ Les Na⁺ ne peuvent plus rentrer dans la cellule

⇒ Ce qui entraîne une hyperpolarisation de la membrane qui passe de -40mV à -70 mV

⇒ L'hyperpolarisation empêche la libération de neurotransmetteurs dans les synapses des photorécepteurs avec les neurones bipolaires

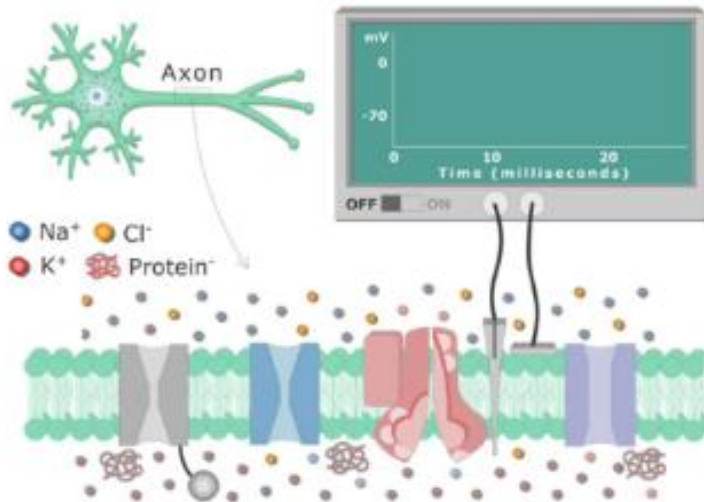
⇒ Les photorécepteurs n'engendrent pas de potentiel d'action mais un potentiel récepteur

Photoré-
cepteur

Neurone
bipolaire

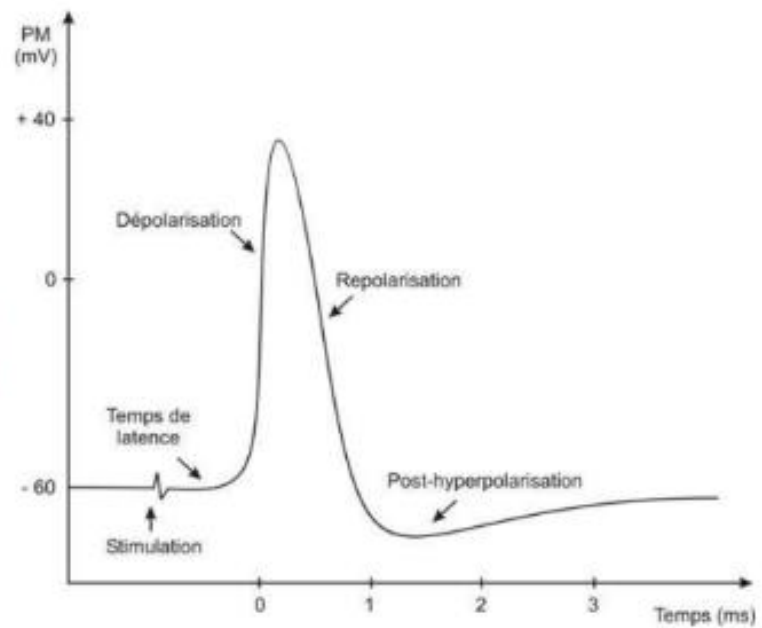






Potentiel de membrane

(peut aller de -100mV à -20mV selon les cellules).

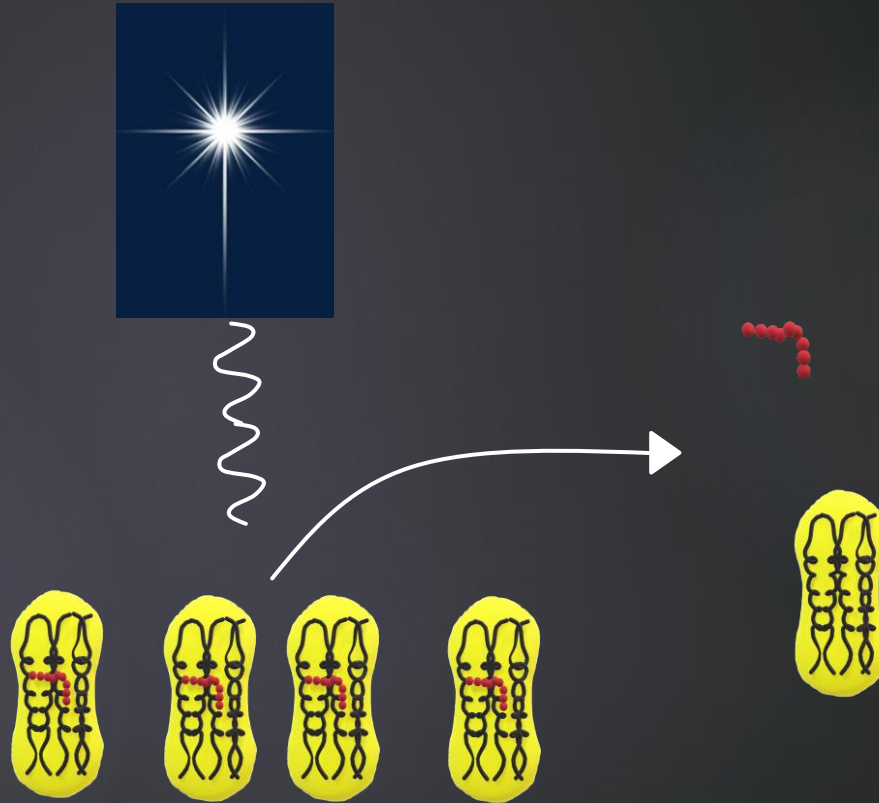


ADAPTATION A LA LUMIERE ET A L'OBSCURITE

L'OBSCURITE
LUMIERE ET A

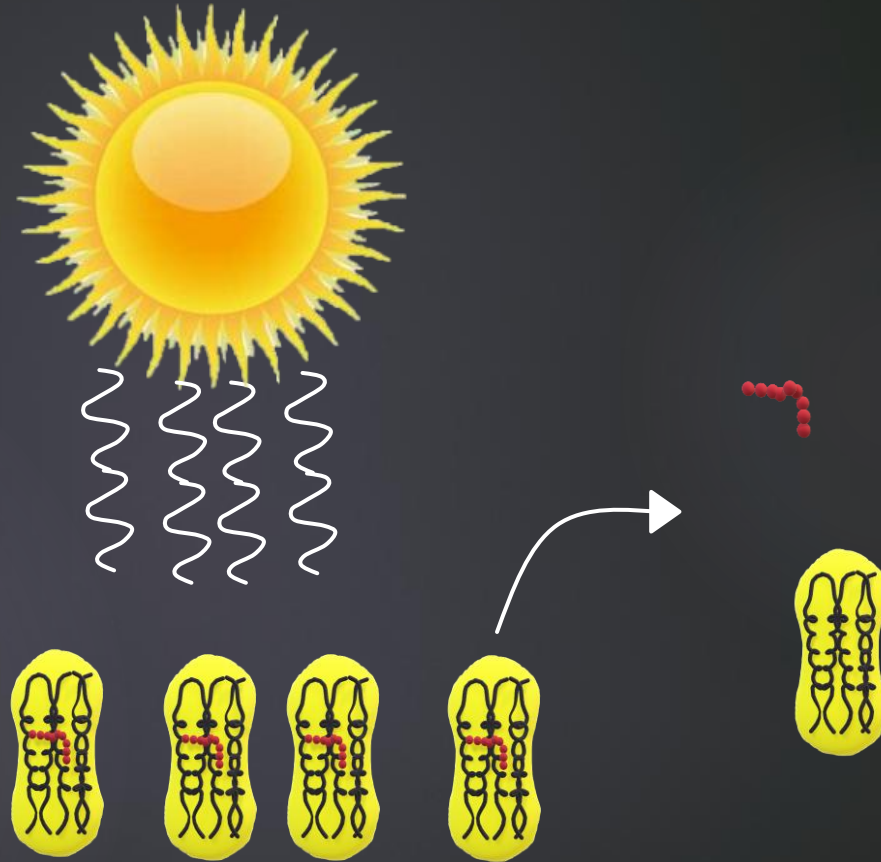
ADAPTATION A LA

► La rhodopsine est très sensible : même la lumière des étoiles décolore quelques molécules de rhodopsine



Rhodopsine

- Dans lumière intense la rhodopsine se dégrade en masse
- Les bâtonnets n'ont plus d'efficacité et les cônes prennent la relève
- La sensibilité de la rétine s'adapte automatiquement à l'intensité de la lumière



Rhodopsine

► L'adaptation à la lumière

- ❑ Elle se produit lorsque nous passons de l'obscurité à la clarté
- ❑ Se changement brusque induit un aveuglement momentané



► L'adaptation à la lumière

- Elle se produit lorsque nous passons de l'obscurité à la clarté
- Se changement brusque induit un aveuglement momentané



- 1 Les cônes et bâtonnets sont fortement stimulés
 - 2 De nombreux pigments sont dégradés => production de nombreux Signaux => aveuglement
 - 3 Des mécanismes d'adaptation se mettent en place
 - La sensibilité de la rétine décroît
 - Les neurones rétiniens inhibent les bâtonnets et active les cônes
 - 4 En 60 secondes les cônes prennent le relais
- Les couleurs s'améliore jusqu'à 5 à 10 minutes suivantes

► L'adaptation à l'obscurité

- ❑ Elle se produit lorsque nous passons de la clarté à l'obscurité
- ❑ L'adaptation à l'obscurité est beaucoup plus lente que l'adaptation à la lumière



► L'adaptation à l'obscurité

- ❑ Elle se produit lorsque nous passons de la clarté à l'obscurité
- ❑ L'adaptation à l'obscurité est beaucoup plus lente que l'adaptation à la lumière



- 1 Nos cônes cessent de fonctionner quand la lumière est faible
- 2 La lumière intense décolore les pigments des bâtonnets empêchant leur fonctionnement
- 3 La rhodopsine s'accumule et la sensibilité de la rétine augmente
- 4 Il faut de 20 à 30 minutes pour que la rhodopsine s'accumule en quantité suffisante pour la vision dans la pénombre



FIN

