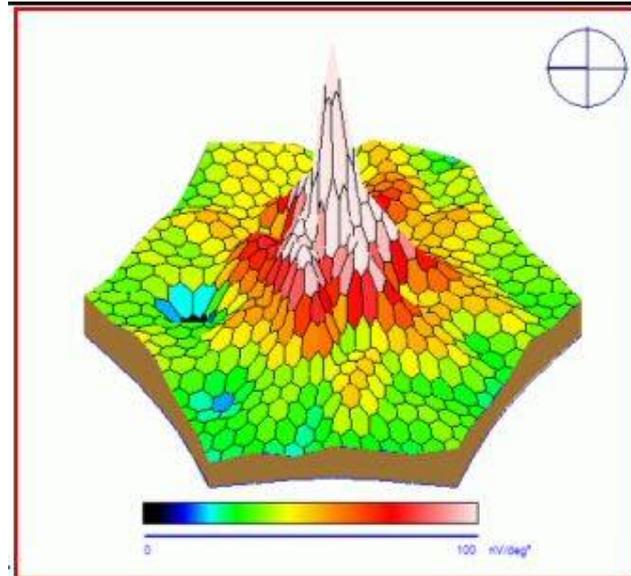




Faculté de médecine *Pierre et Marie Curie*  
Université Paris VI - Pierre et Marie Curie



Certificat  
d'Ophthalmologie

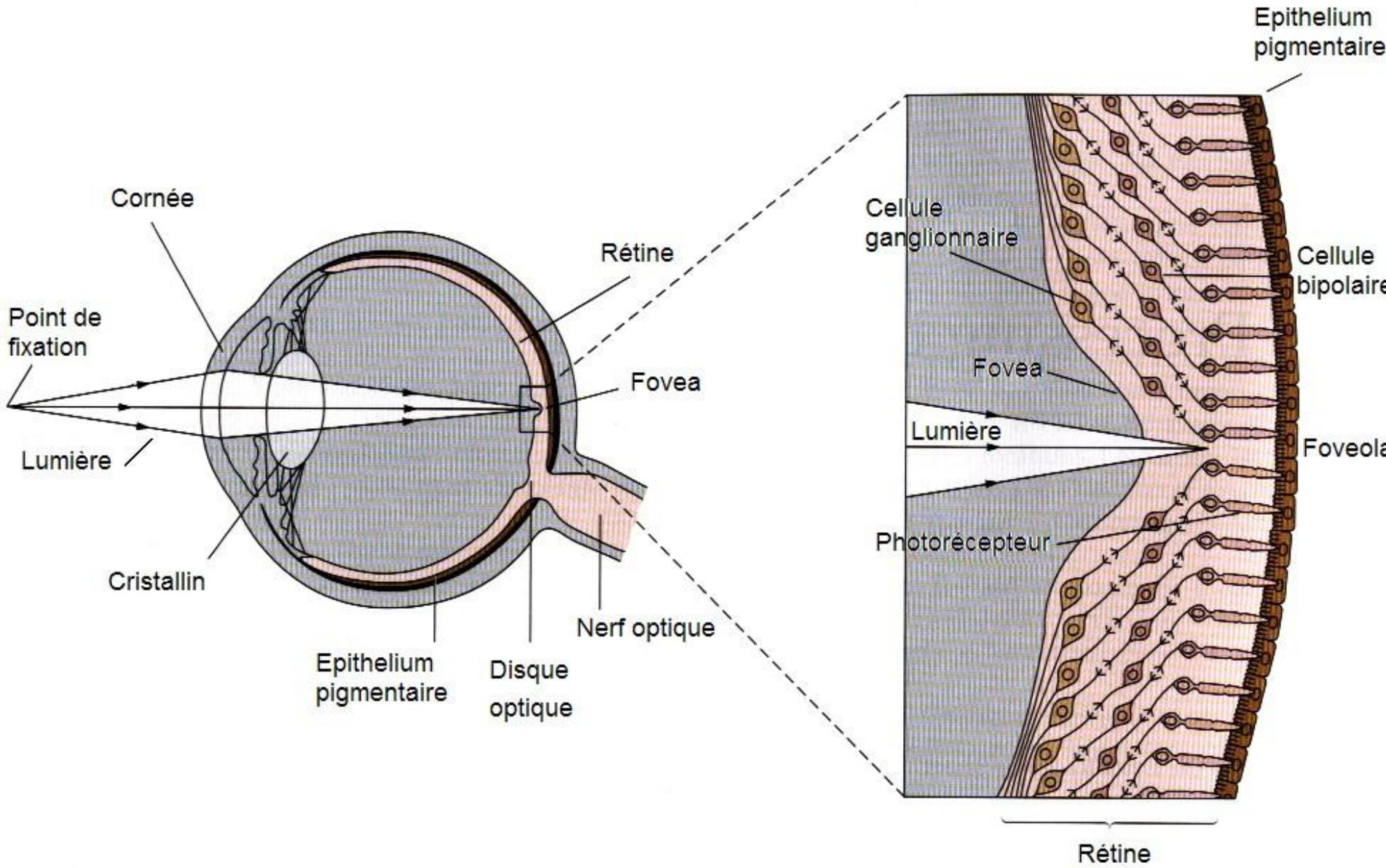


DCEM-1

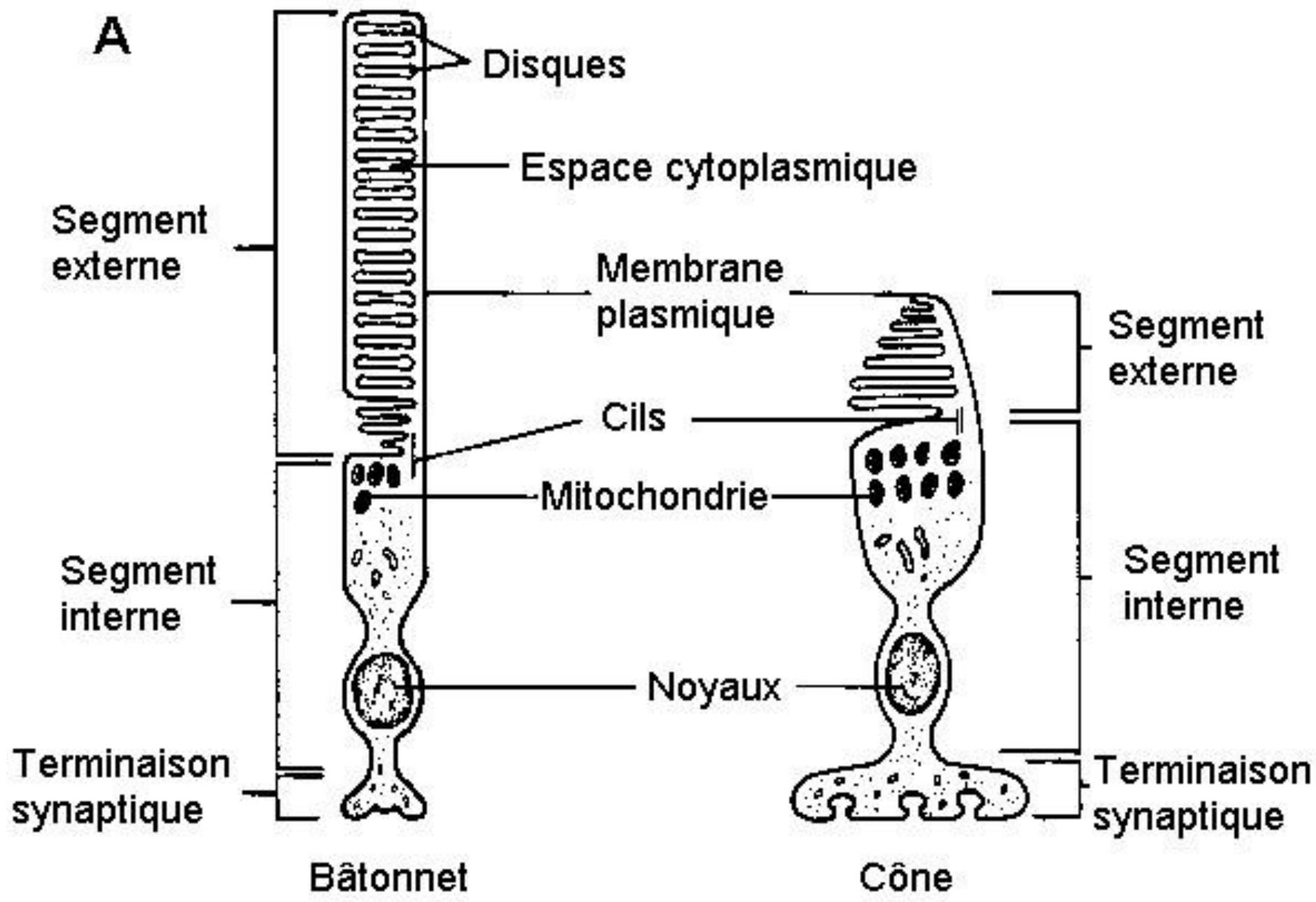
# Neurophysiologie de la rétine

*Dr Bernard Pidoux, MCU-PH*

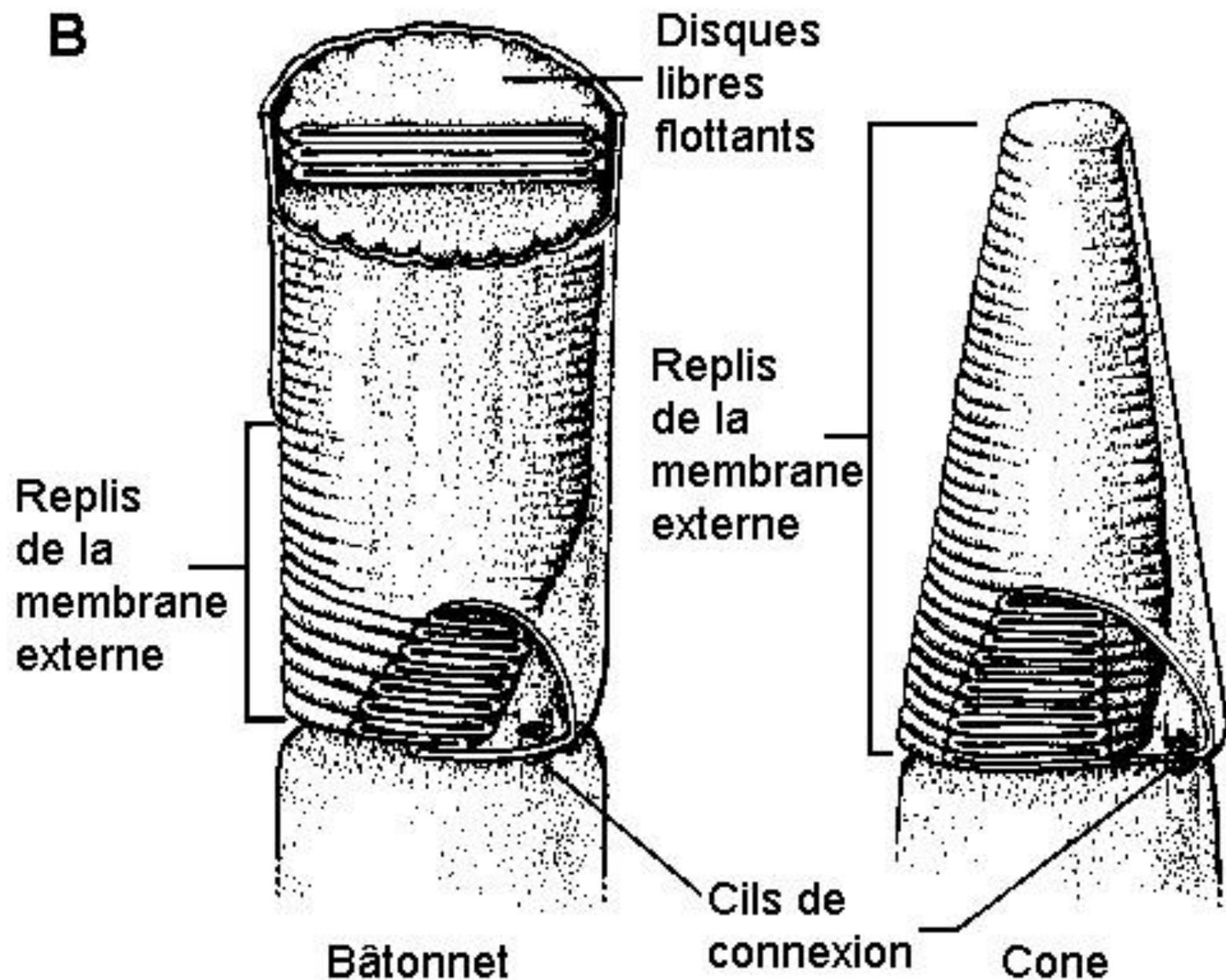
*octobre 2012*



A



**B**



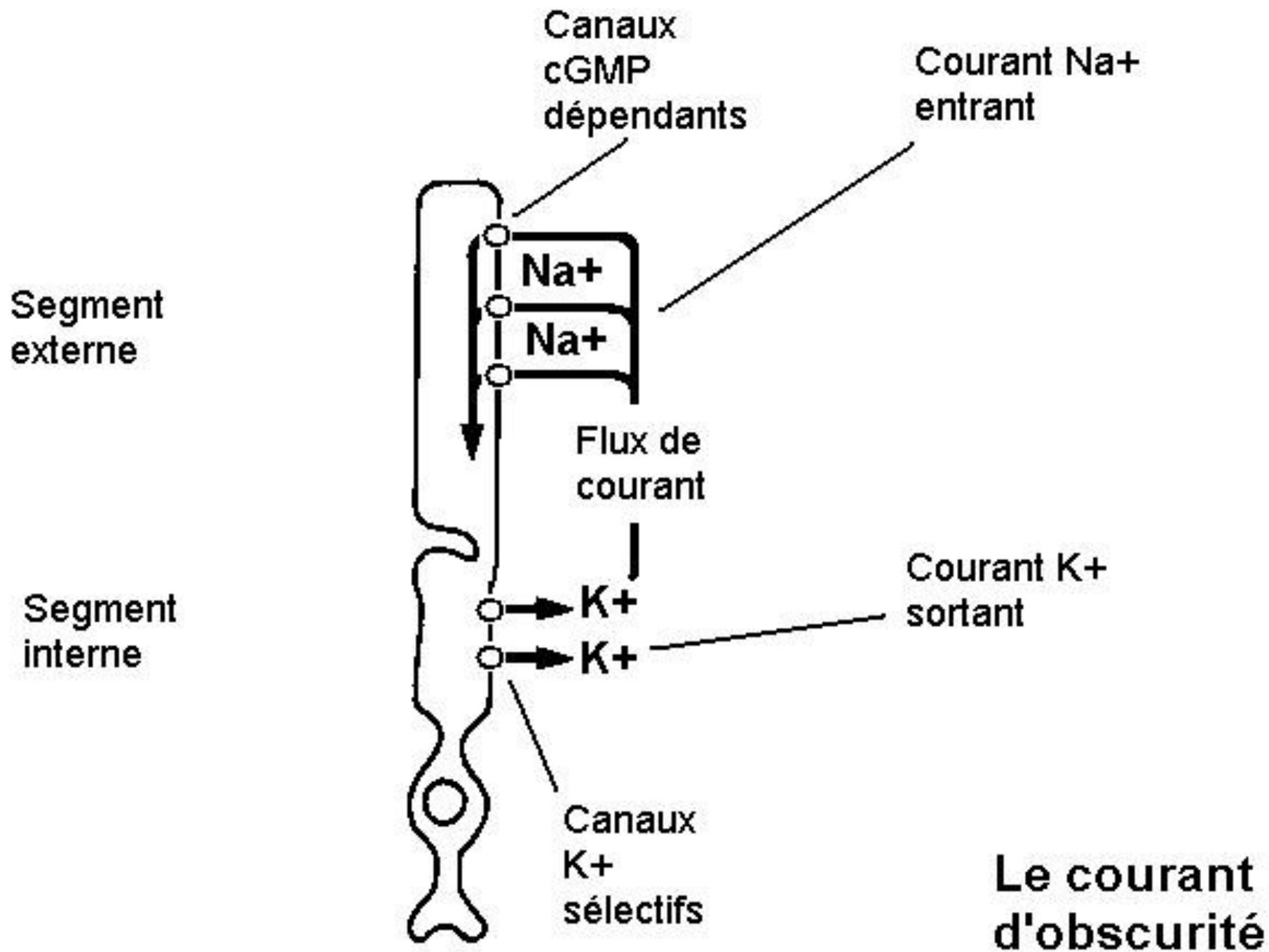
# La phototransduction

Phototransduction : opération de transformation de l'information lumineuse en signal électrique

Etape photochimique aboutissant à forte concentration à l'obscurité de

Guanosine 3'-5' monophosphate cyclique cGMP

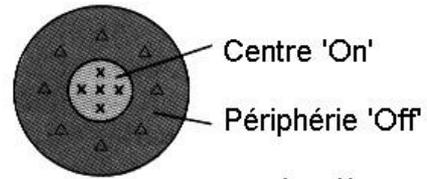
Canaux membranaires de transport ionique  $\text{Na}^+$  cGMP dépendants (ouverts lorsque la concentration du cGMP est forte = obscurité; canaux fermés à la lumière car faible concentration de cGMP )



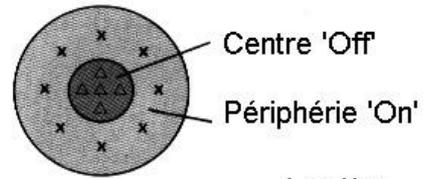
# Champ récepteur

- Définition : aire circonscrite de la rétine (et donc surface correspondante du champ visuel) dont la stimulation induit la réponse d'un Neurone Ganglionnaire (NG)
- Surface du champ globalement circulaire
- Le champ récepteur comporte deux parties :
  - Centre
  - Périphérie
- Deux types de NG selon propriétés :
  - Centre-On & périphérie Off
  - Centre-Off & périphérie On

Aire centre-On



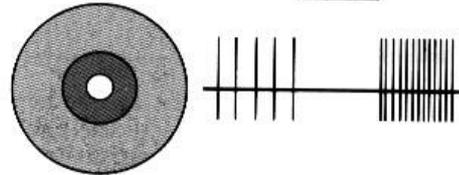
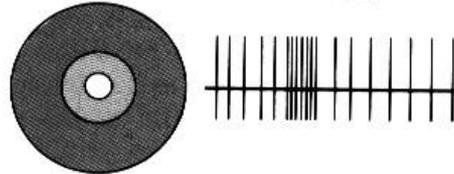
Aire centre-Off



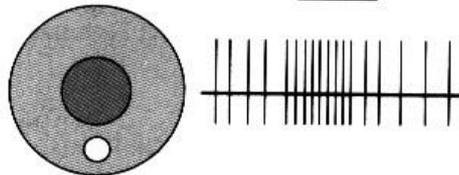
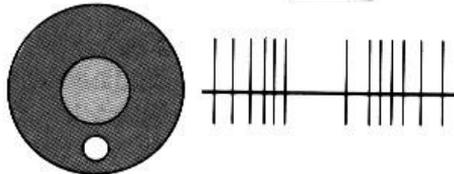
Lumière

Lumière

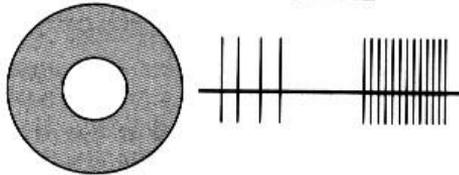
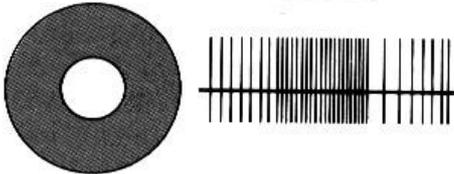
Spot central



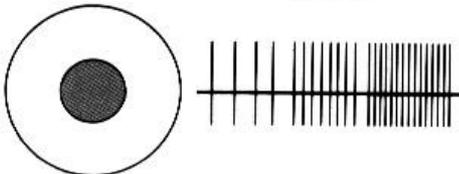
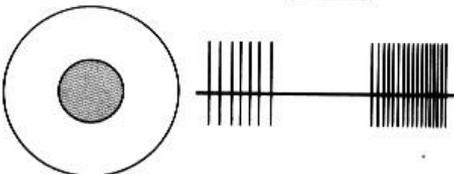
Spot périphérique



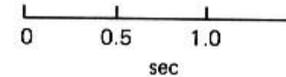
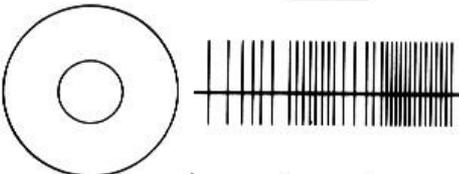
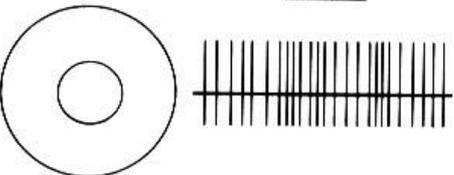
Illumination centrale



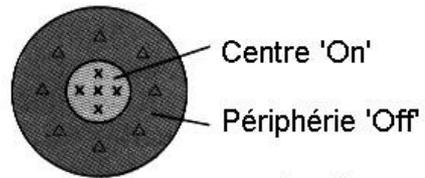
Illumination périphérique



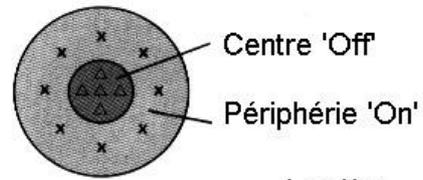
Illumination diffuse



Aire centre-On



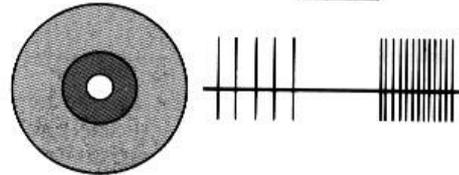
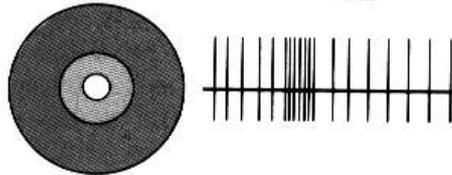
Aire centre-Off



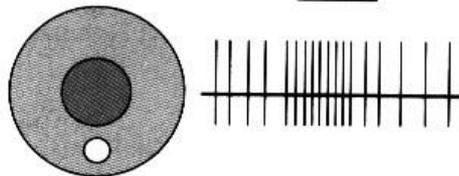
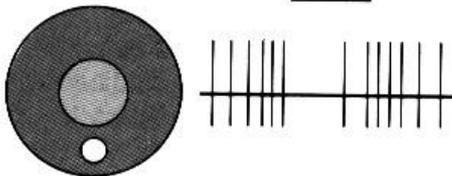
Lumière

Lumière

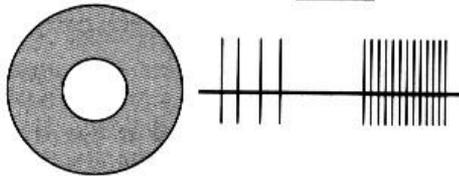
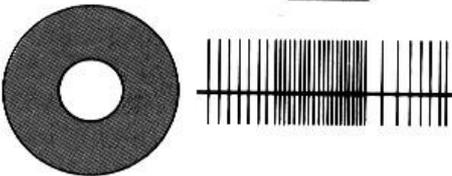
Spot central



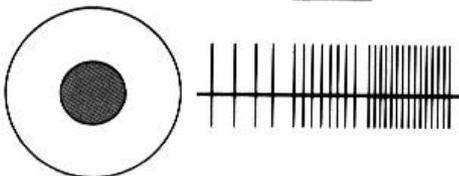
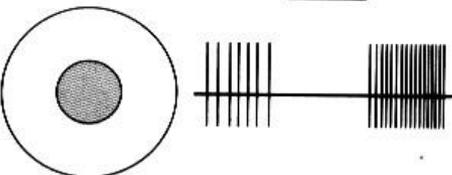
Spot périphérique



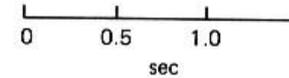
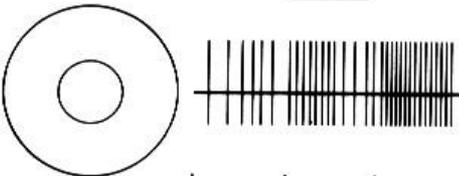
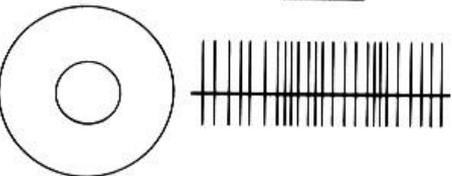
Illumination centrale



Illumination périphérique



Illumination diffuse



# Les neurones rétiniens

- Trois types d'interneurones

S'interposent entre photorécepteurs et cellules ganglionnaires :

1. cellules bipolaires;
2. cellules horizontales;
3. cellules amacrines.

# Circuits rétiniens (cônes)

Deux types de circuits

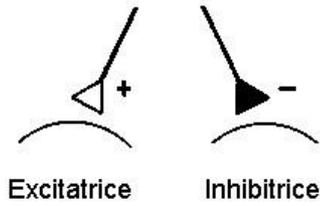
## **I - Voie directe ou verticale :**

Cônes -> cellules bipolaires -> cellules ganglionnaires

## **II - Voie indirecte ou latérale :**

Cône → cellules horizontale → cône → cellule bipolaire  
→ cellule ganglionnaire

Synapses



Dépolarisation



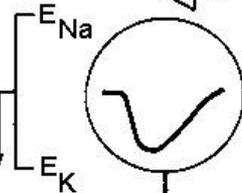
Variation du potentiel de membrane à la lumière



Hyperpolarisation

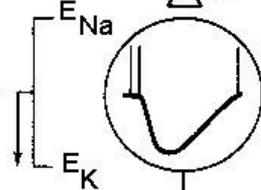
Cellule bipolaire centre-Off

Obscurité  
Lumière



Cellule ganglionnaire centre-Off

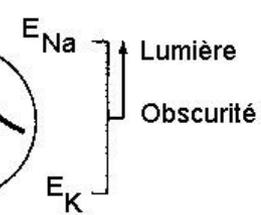
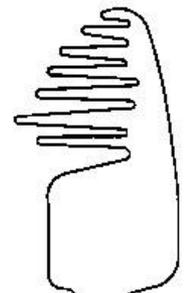
Obscurité  
Lumière



Lumière

Photorécepteur

$E_{Na}$   
Obscurité  
Lumière  
 $E_K$

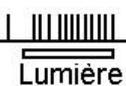


Cellule bipolaire centre-On

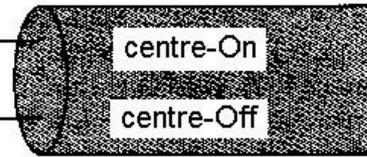
Lumière  
Obscurité

Cellule ganglionnaire centre-On

$E_{Na}$   
Lumière  
Obscurité  
 $E_K$



Lumière



Nerf optique

# Circuits rétiniens (cônes)

## Deux types de circuits

I - Voie directe ou verticale :

Cônes -> cellules bipolaires -> cellules ganglionnaires

**II - Voie indirecte ou latérale :**

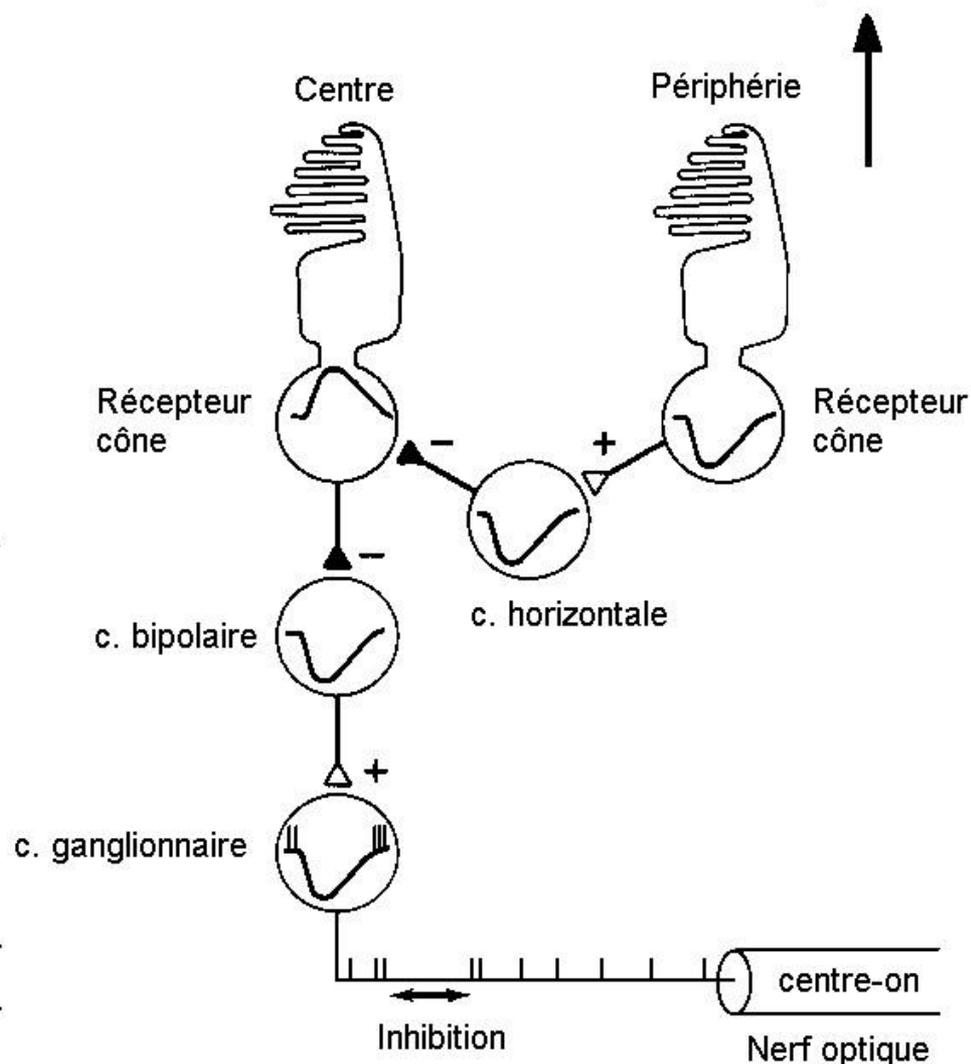
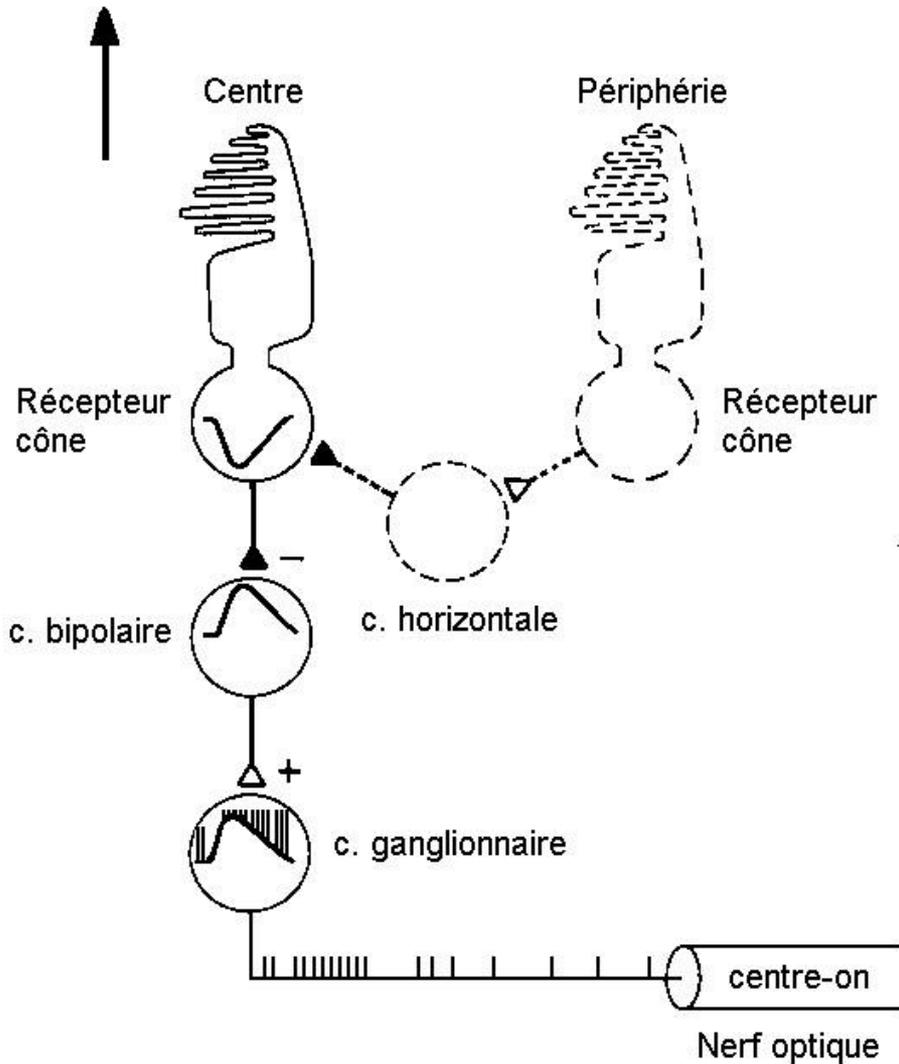
Cône → cellules horizontale → cône → cellule bipolaire

→ cellule ganglionnaire

# Antagonisme centre-périphérie

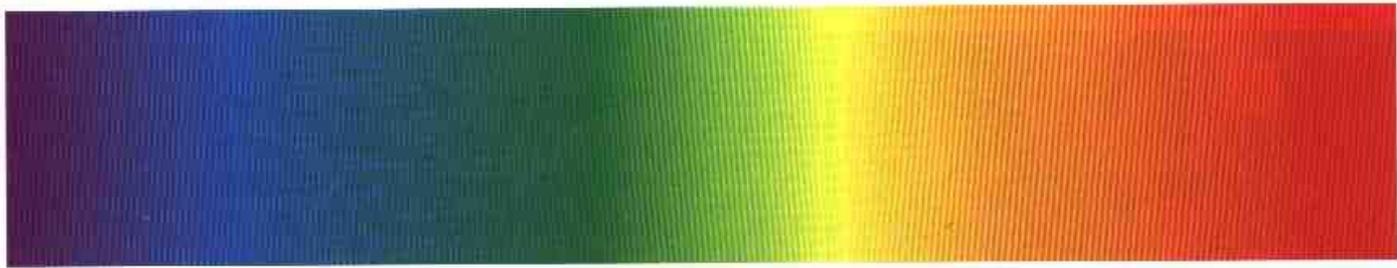
Lumière au centre du champ récepteur

Lumière à la périphérie du champ récepteur



# Les neurones rétiniens

- Neurones ganglionnaires
    - leurs axones forment le nerf optique
    - Ils transmettent l'information sous forme de potentiels d'action
- vers un noyau relais du thalamus,  
le Corps Genouillé Latéral (CGL) où ils font synapse avec d'autres neurones qui gagnent le cortex occipital.



450

500

550

600

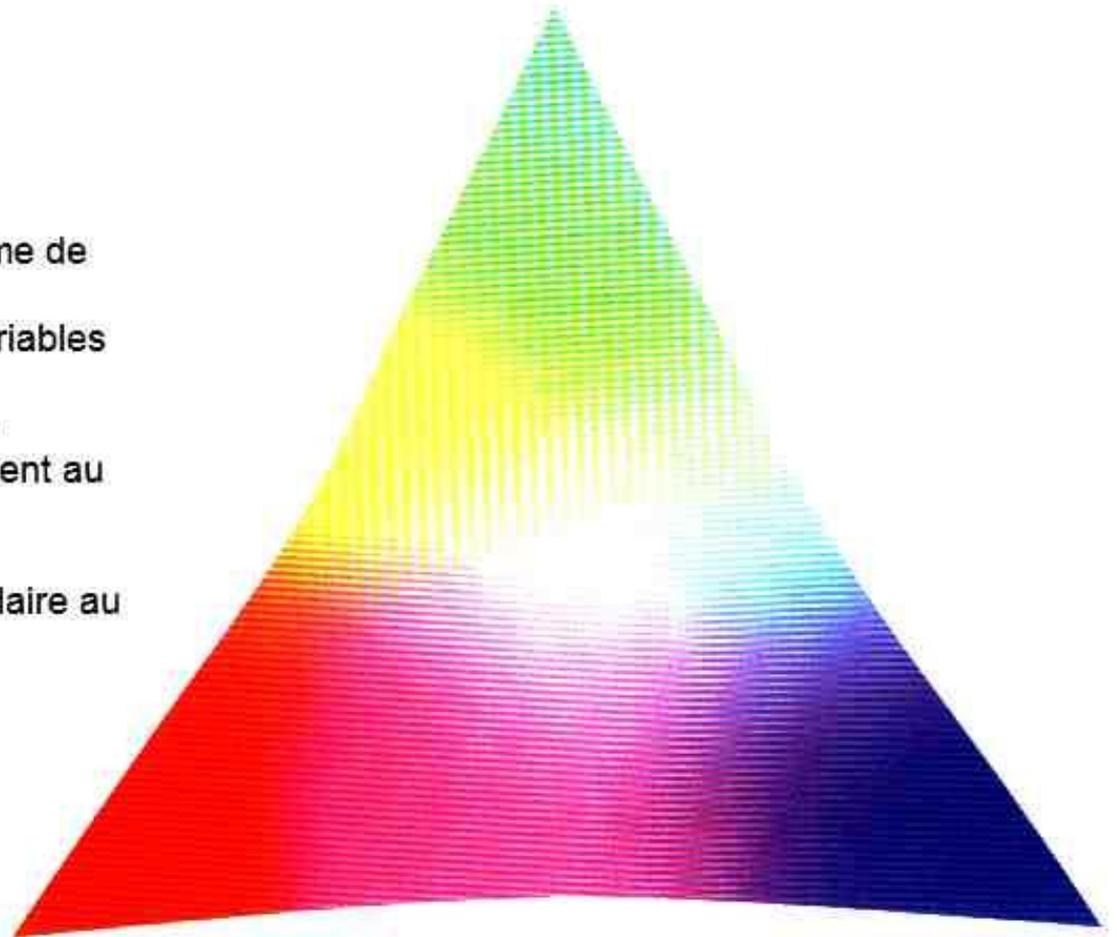
650

Longueur d'onde ( nm)

On peut synthétiser une large gamme de couleurs en mélangeant trois lumières primaires en proportion variables

Dans cette figure, les trois couleurs primaires rouge, vert et bleu ne varient au centre qu'en intensité

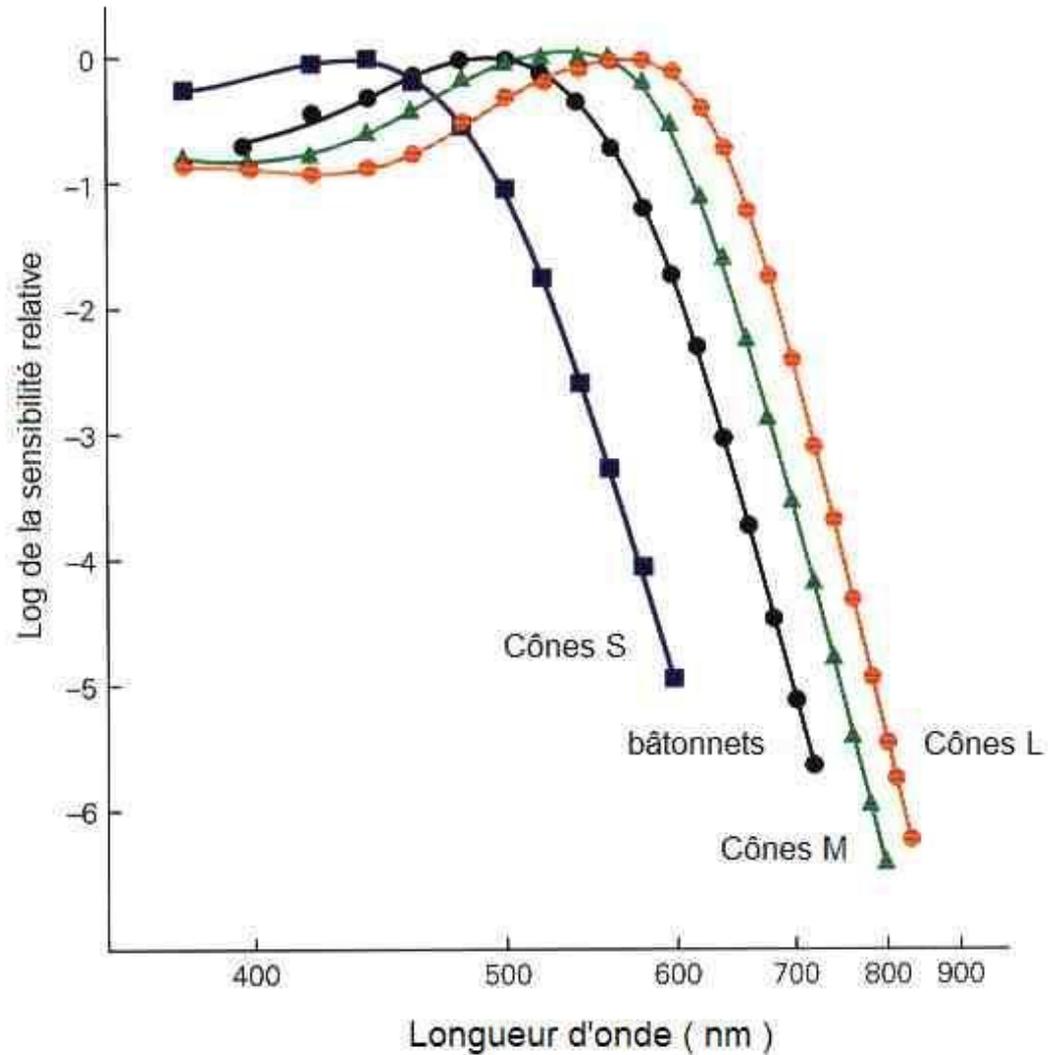
Chacune présente un gradient du claire au sombre

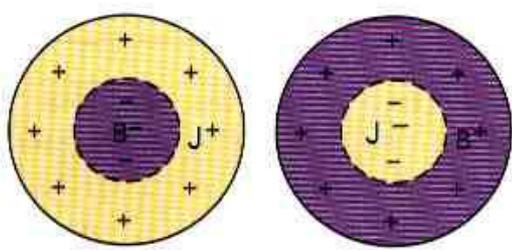
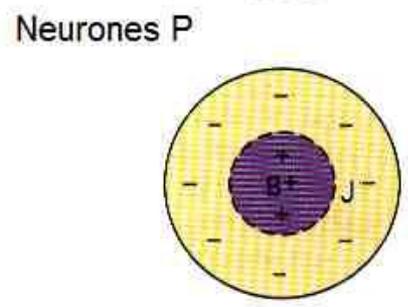
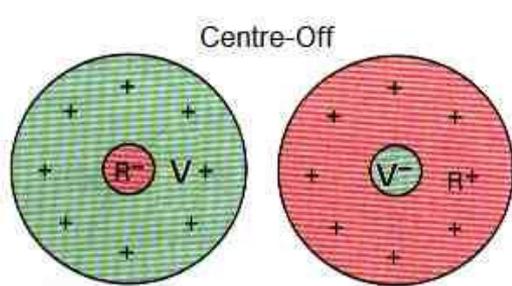
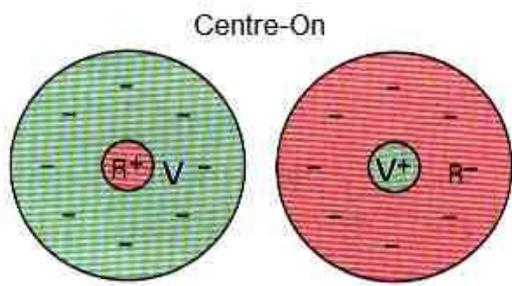
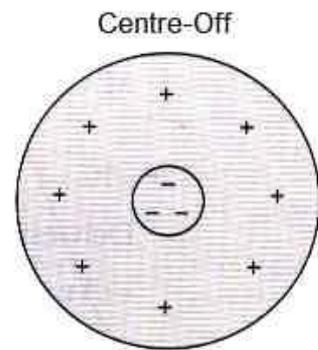
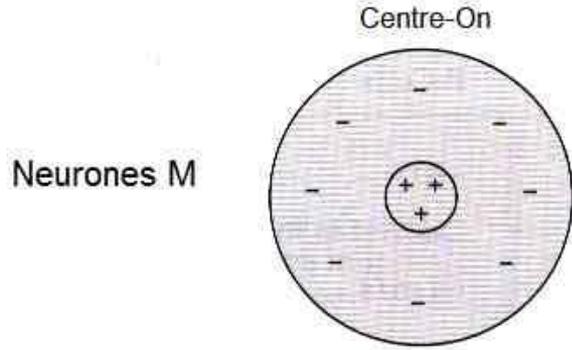


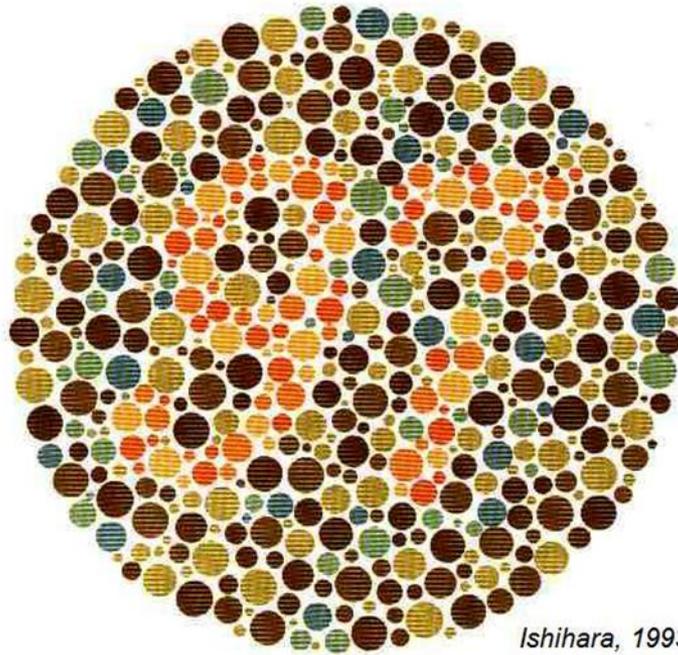
Sensibilité spectrale des trois classes de cônes et des bâtonnets

La sensibilité varie sur une large plage, elle est donc en échelle logarithmique

Les différentes classes de photorécepteurs sont sensibles à une large gamme de longueurs d'ondes qui se recoupent.







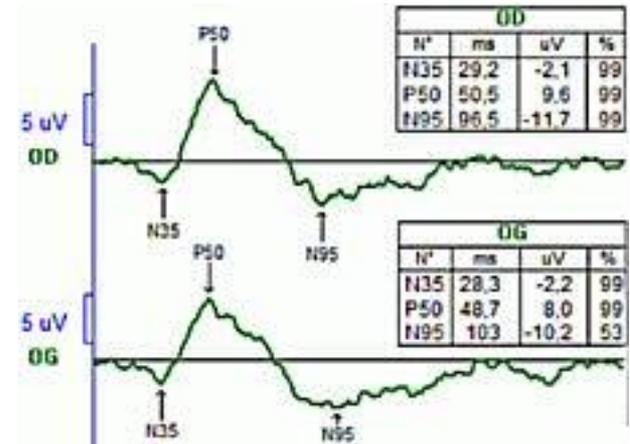
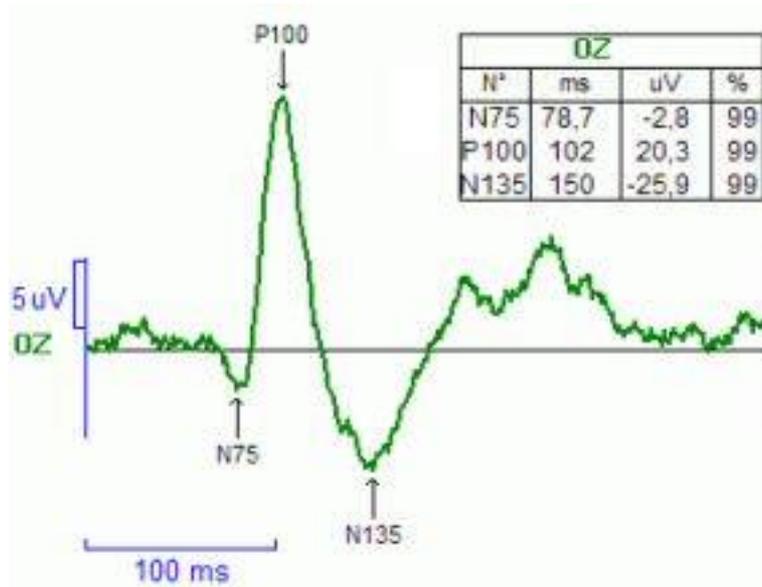
*Ishihara, 1993*

# Exploration électrophysiologique de la rétine

- Principe : stimulation lumineuse – enregistrement du potentiel rétinocornéen.
- Enregistrement moyenné du signal : l'Electro-Rétino-Gramme (ERG)
- Matériel : stimulation au flash ou multifocale – enregistrement à l'aide d'électrodes de contact posées sur la rétine.



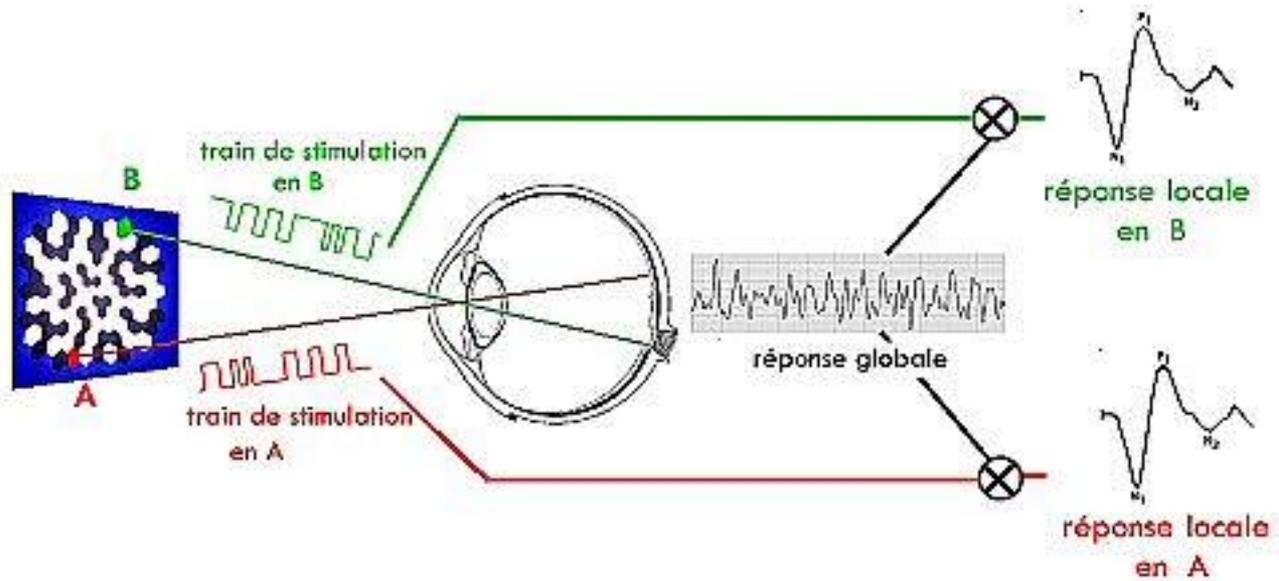
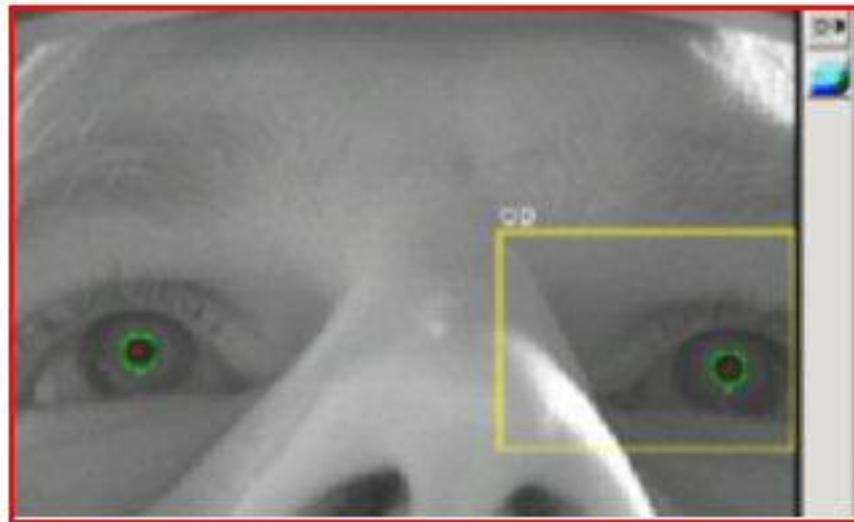
# Potentiel Evoqué Visuel par inversion de patron (damier noir & blanc) et ERG classique par stimulation au flash



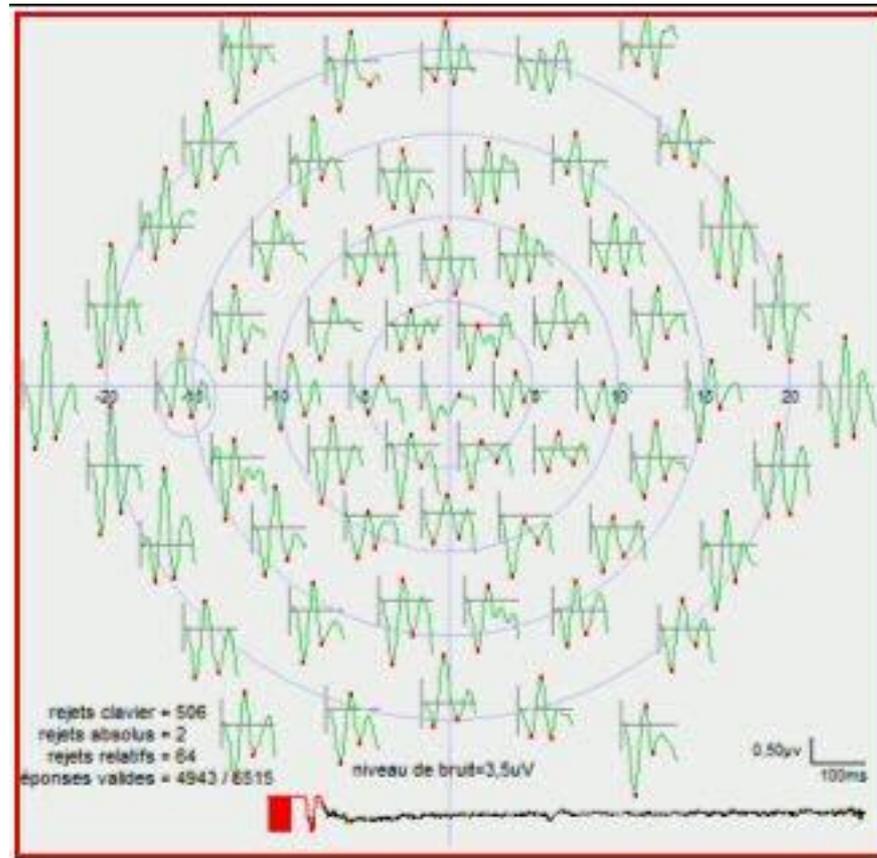
# Principe de l'ERG Multifocal

Cet examen permet de réaliser une carte des réponses Electro Rétino Graphiques locales (multifocal ERG, mfERG). Le stimulateur visuel génère une matrice de 16 à 217 zones qui sont stimulées indépendamment par des flashes. La réponse ERG globale est enregistrée avec une seule électrode. Les réponses locales sont calculées au moyen de la corrélation inverse entre cette réponse ERG globale et la séquence de stimulation.

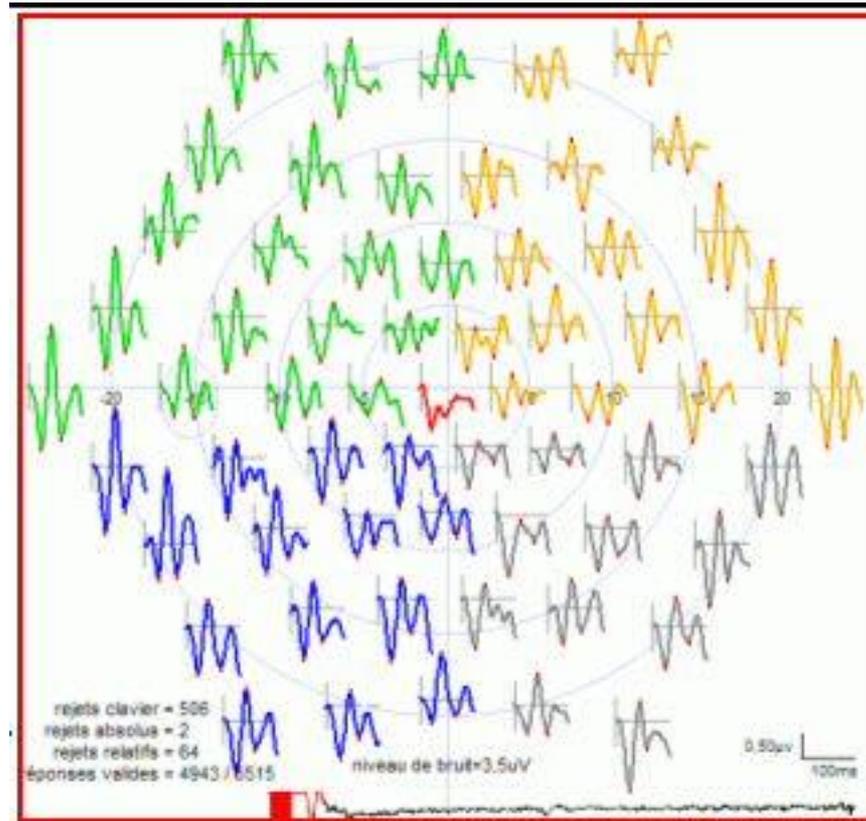




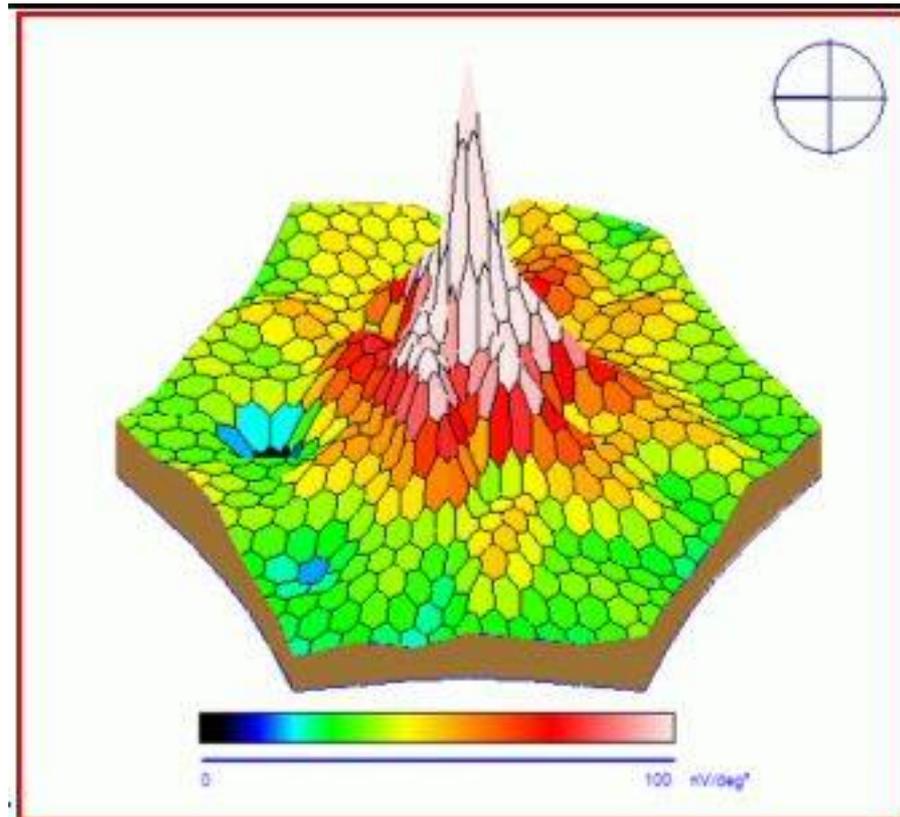
# Cartographie 2D des réponses ERG locales



# Cartographie 2D des réponses ERG locales



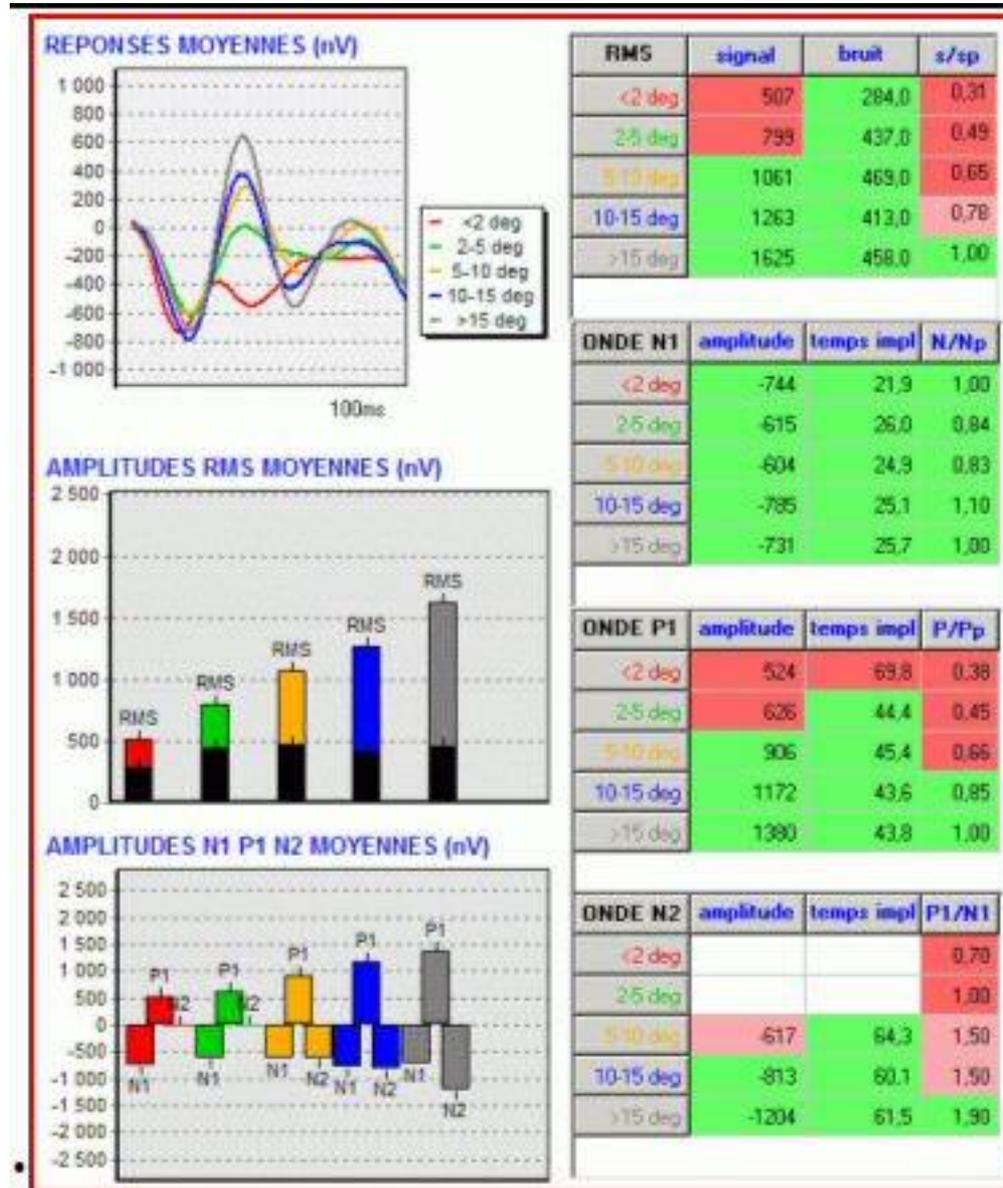
# Cartographie 3D des réponses ERG locales



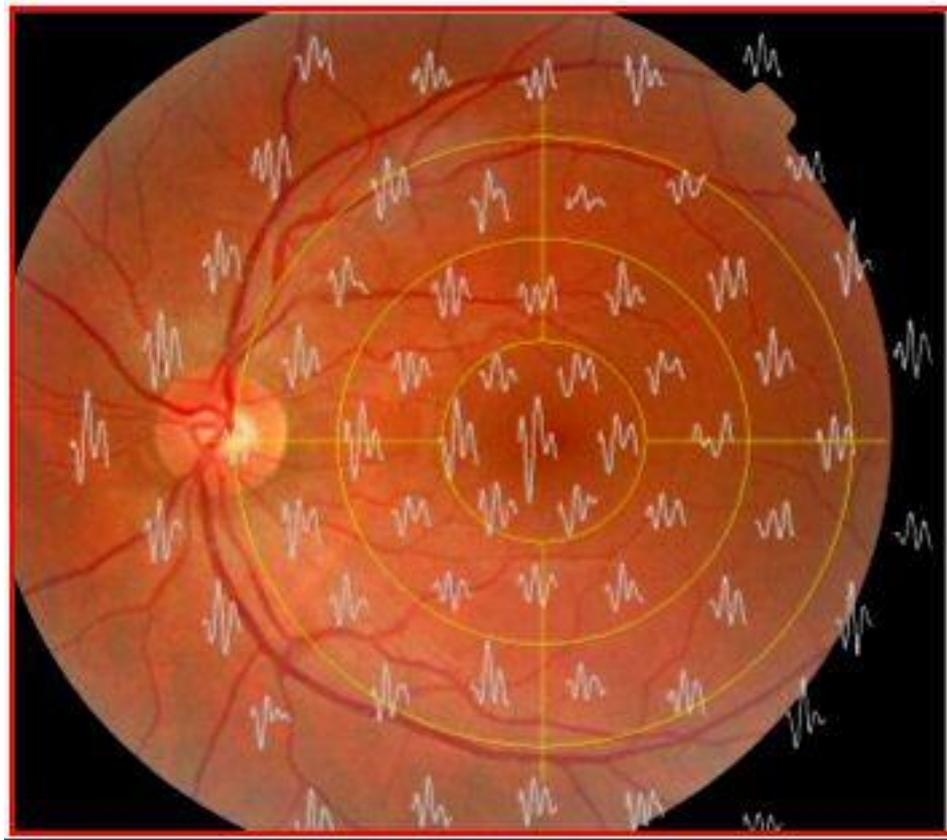
# ERG mf

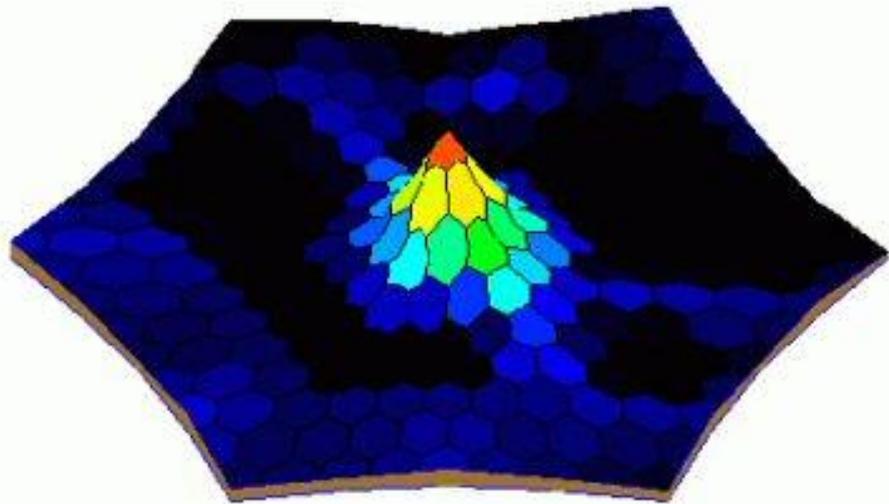
## Index Quantitatifs

Le programme compare les résultats d'analyse dans une zone particulière avec celles d'une base de données multicentriques corrigées selon l'âge. Les mesures quantitatives d'amplitudes et les temps en dehors des valeurs normales sont codés en couleur (vert = normal, rouge = anormal, rose = limite). Le programme fait en plus une comparaison entre les réponses centrale et périphérique ce qui améliore significativement la détection des altérations centrales (quand la périphérie est normale) et une comparaison des amplitudes de P1 et N1 pour distinguer entre les altérations des photorécepteurs et celle des couches internes de la rétine.

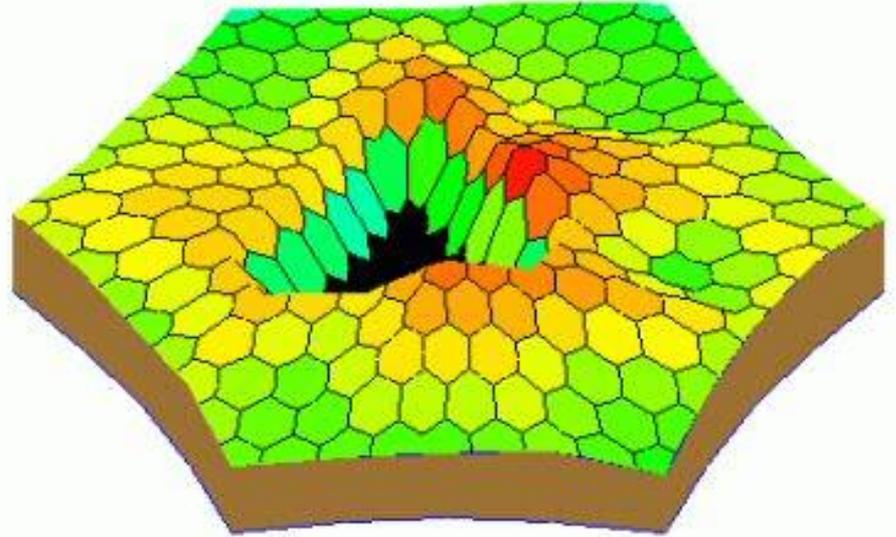


## Superposition de l'ERG multifocal et du fond d'oeil

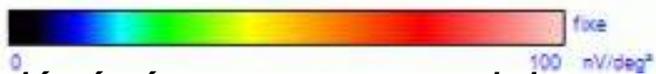
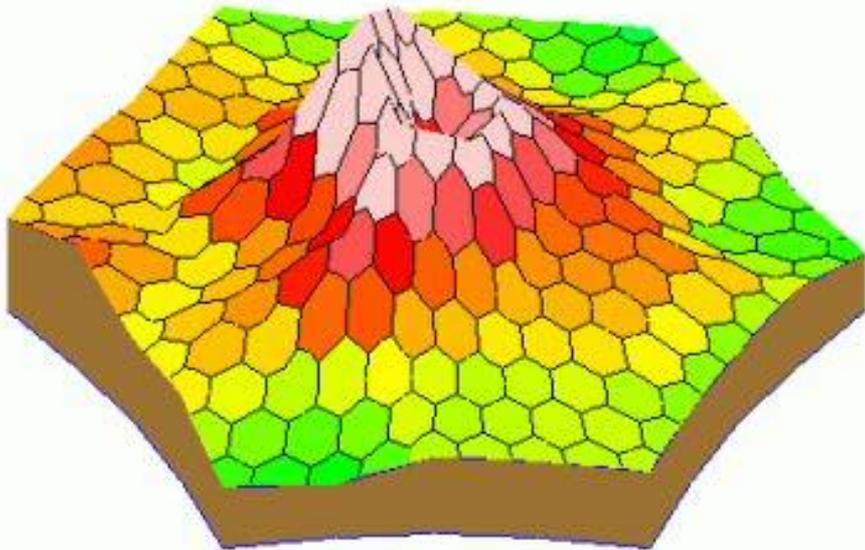




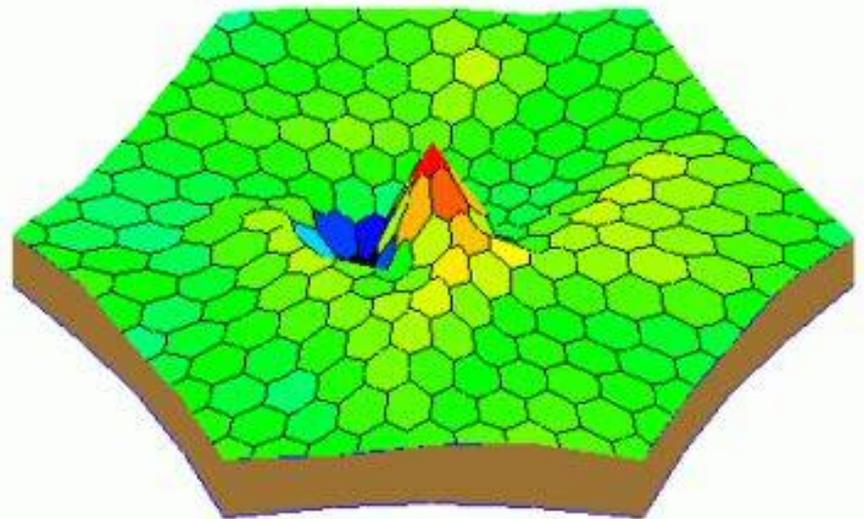
*rétinite pigmentaire*



*maladie de Stargardt*



*dégénérescence maculaire*



*intoxication chloroquine*



*Faculté de médecine Pierre et Marie Curie*  
Université Paris VI - Pierre et Marie Curie

Images et texte du cours sont disponibles sur le site  
du laboratoire de Physiologie

<http://www.physio.chups.jussieu.fr/>

Chapitres : Programme des enseignements

DCEM1

Certificat d'ophtalmologie