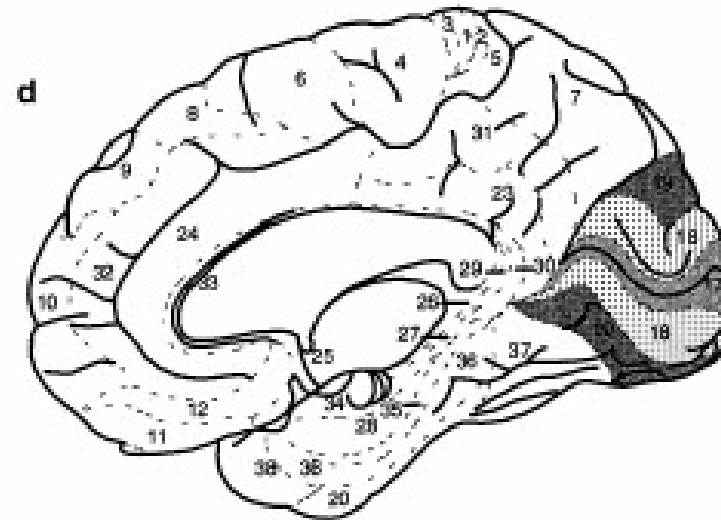
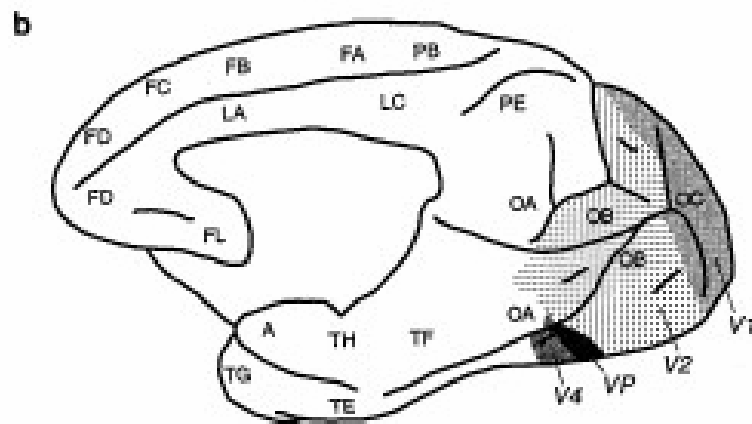
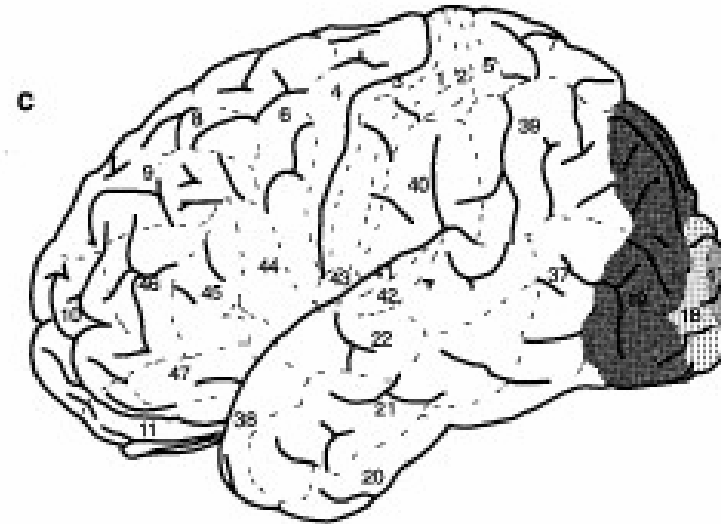
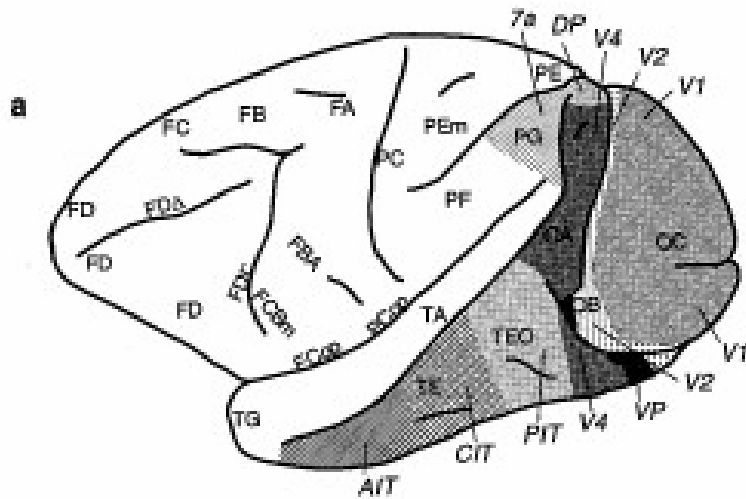


# *LE SYSTEME VISUEL*

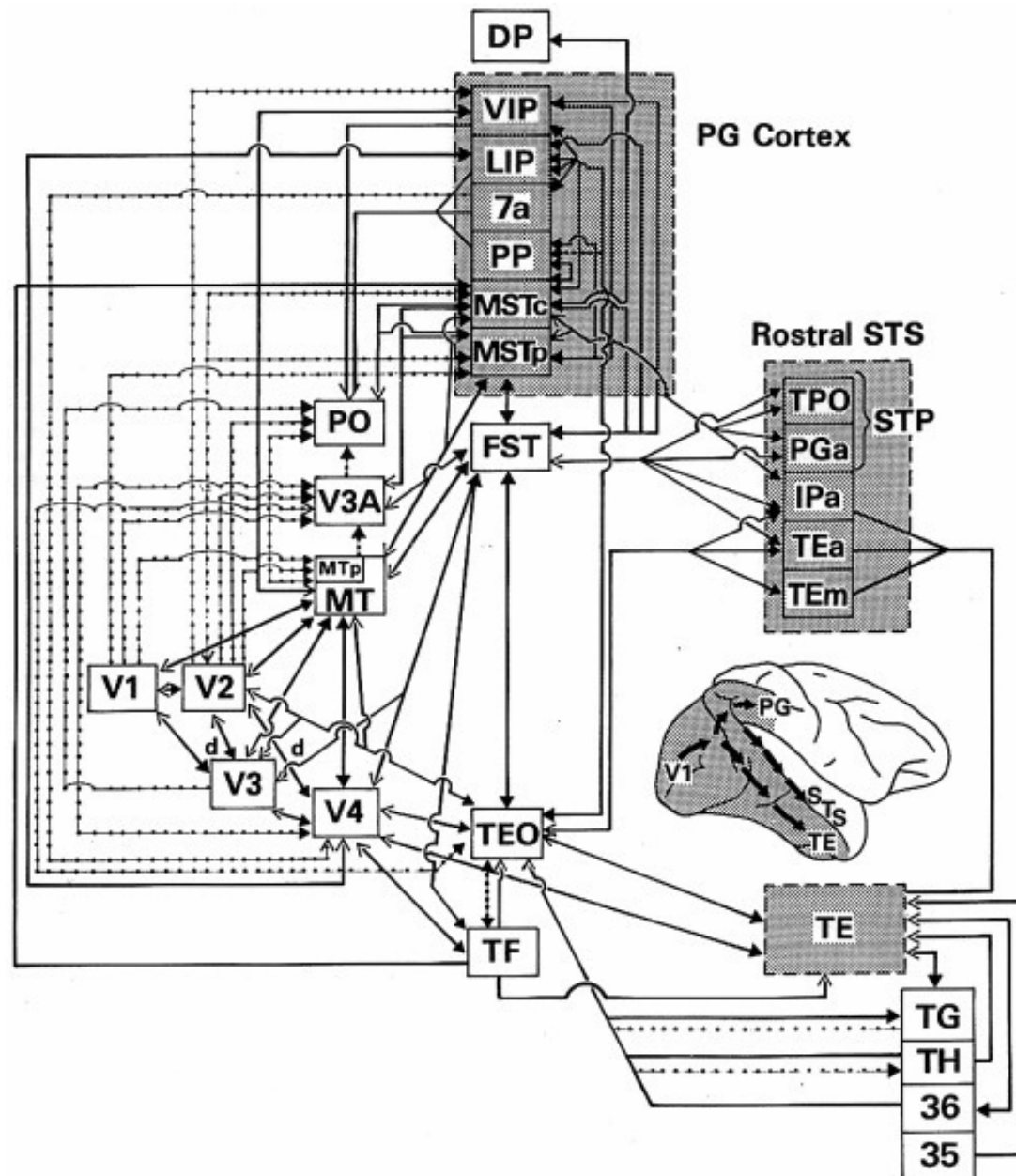
*La vision* : sens prédominant  
chez la plupart des primates diurnes



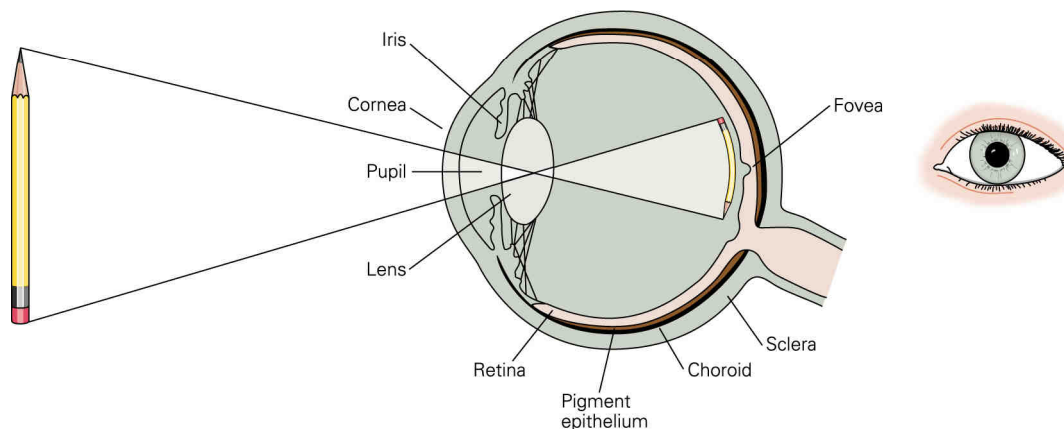
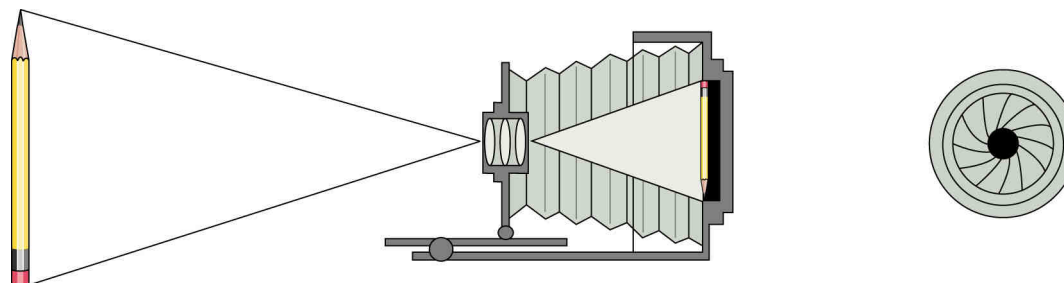
*Cerveau de macaque*

*Cerveau humain*

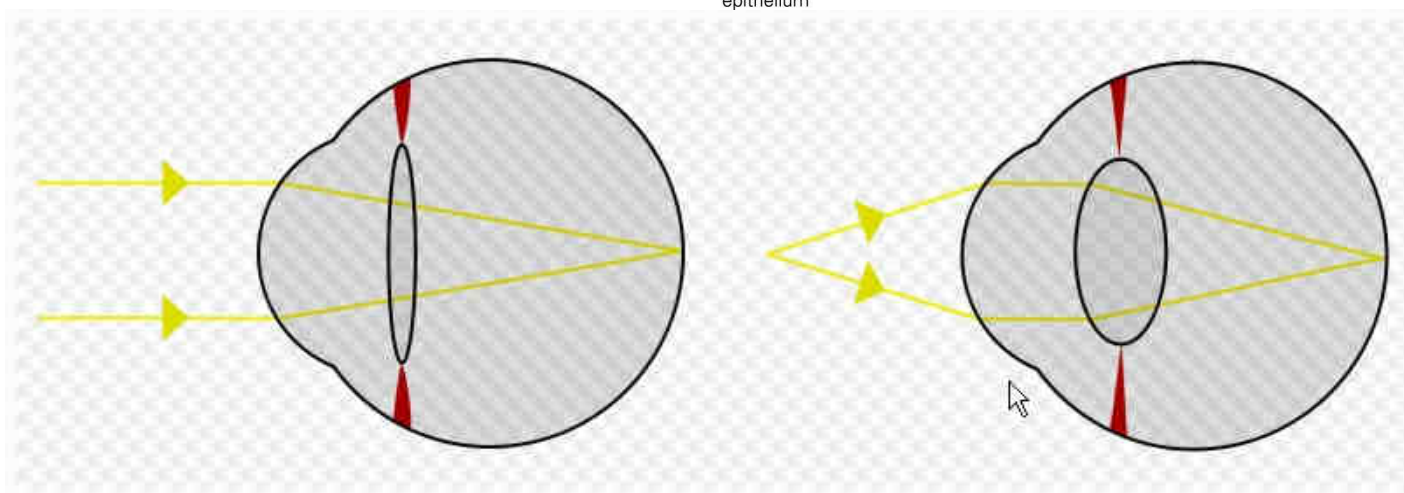
*Le système visuel*, un des modèles de prédilection pour la compréhension du fonctionnement du cerveau



# *L'oeil*



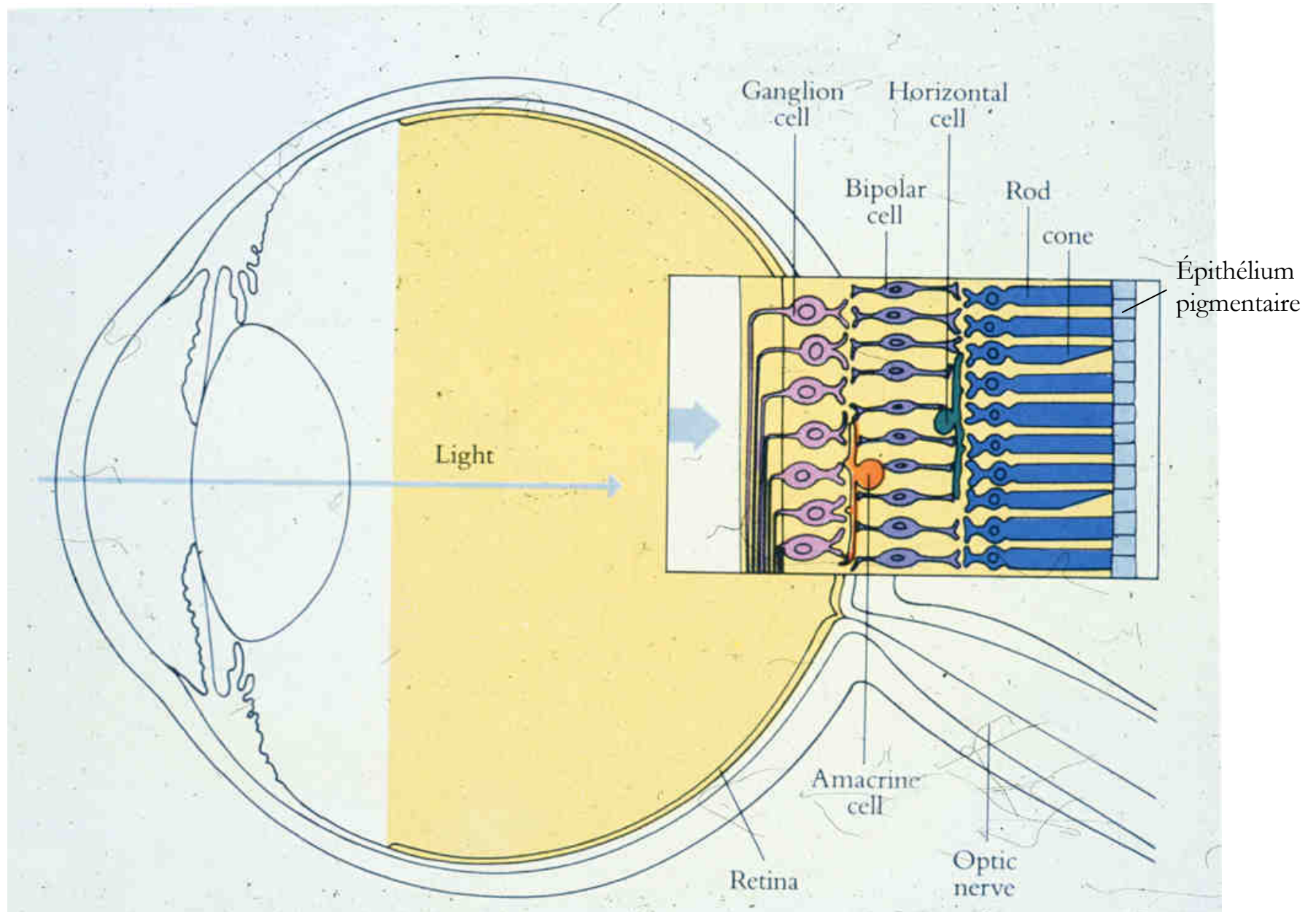
Vision à l'infini



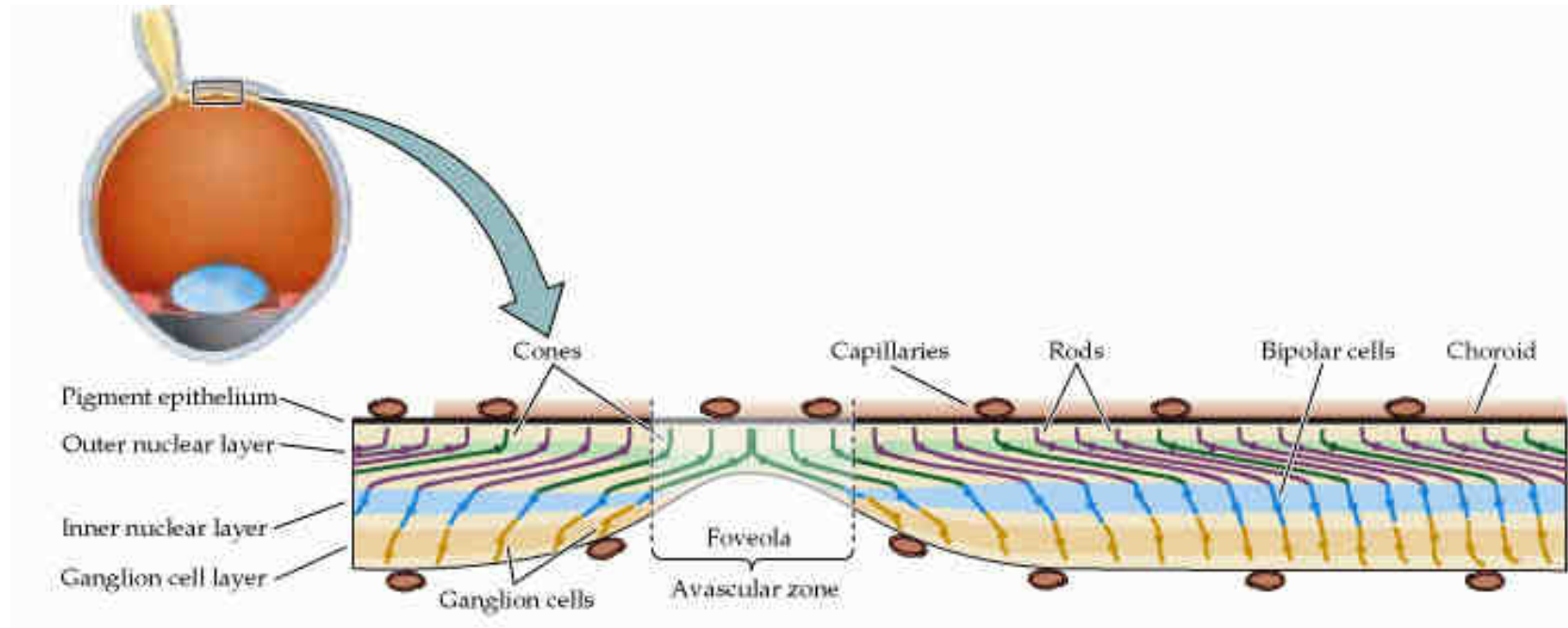
Vision proche

Œil = système optique : cornée, humeur aqueuse, cristallin, humeur vitrée

# *La rétine*



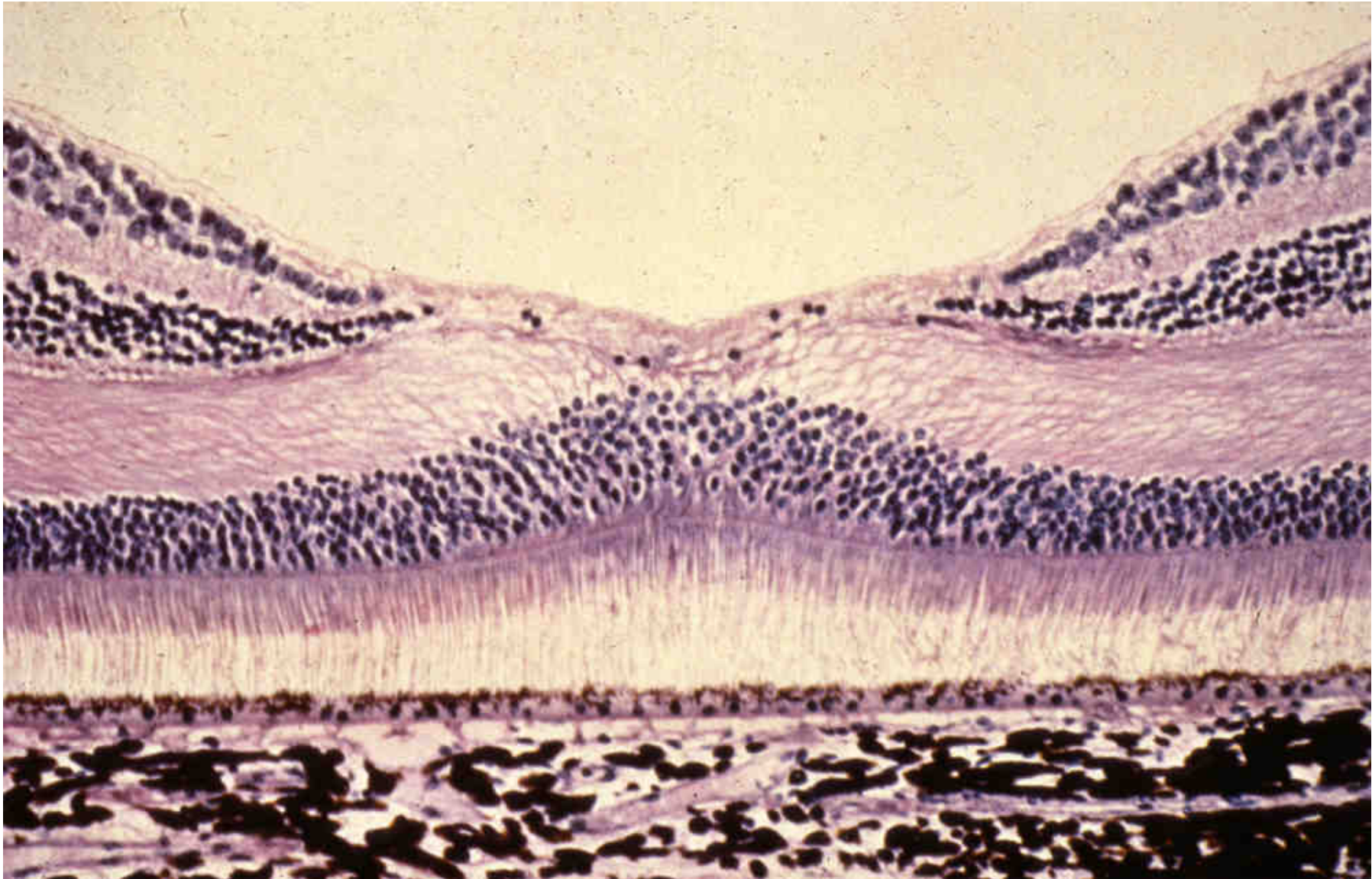
# *La rétine*



- L'acuité visuelle est maximale dans la région centrale du champ visuel, qui correspond sur la rétine à la **fovéa** (haute densité de cônes), et plus encore, au niveau de la **fovéola**
- Acuité visuelle : 0.93 millimetres à 1 mètre



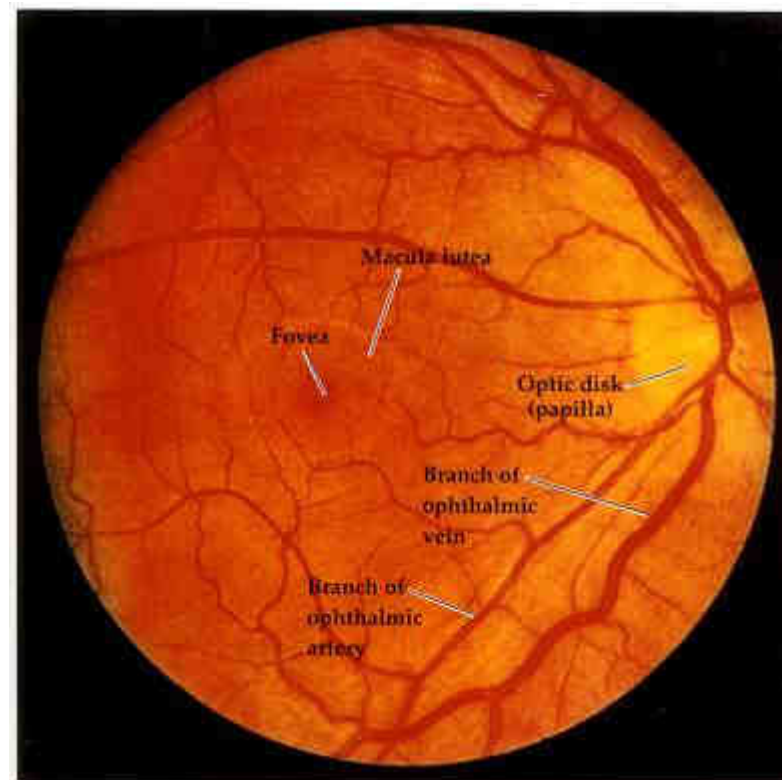
## *La rétine*



Structure avasculaire de la fovéola

# *La rétine*

L'acuité visuelle est nulle dans une petite zone proche du centre du champ visuel (*tâche aveugle*) qui correspond sur la rétine au point de départ du nerf optique, dépourvu de photorécepteurs.





Cartographeur sa tâche

aveugle

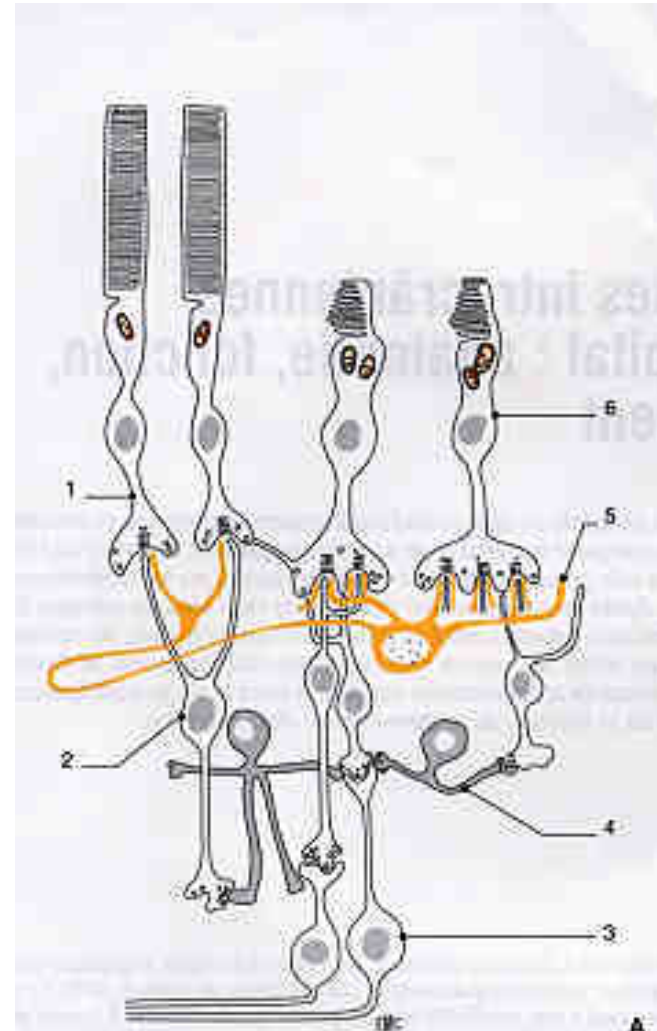
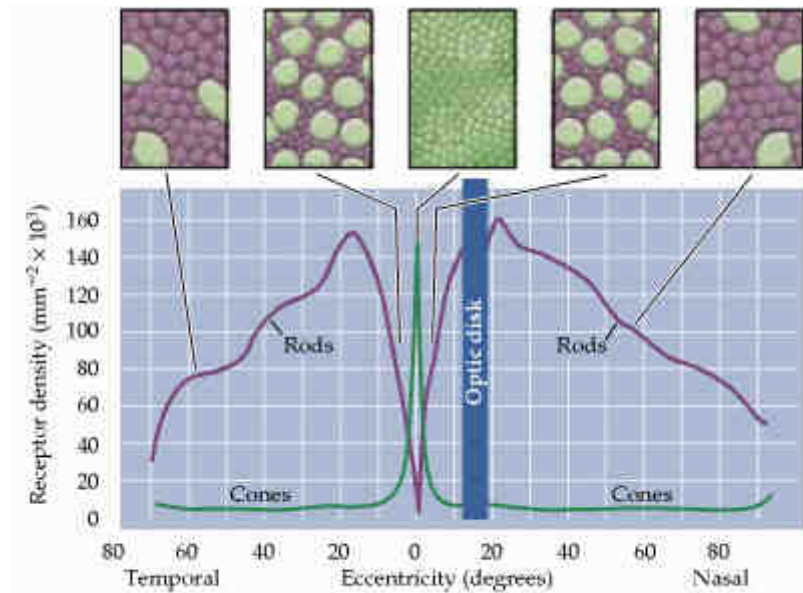


*Nous ne sommes pas conscients de l'existence de la **tâche aveugle**, car celle-ci est de petite taille et, de plus, elle correspond à une portion du champ visuel qui se trouve dans le champ visuel de l'autre œil.*

*Nous serons par contre tout à fait conscients d'un **scotome central** (i.e. portion du champ visuel dont le traitement est aboli au niveau d'une partie du cortex visuel primaire, par exemple).*

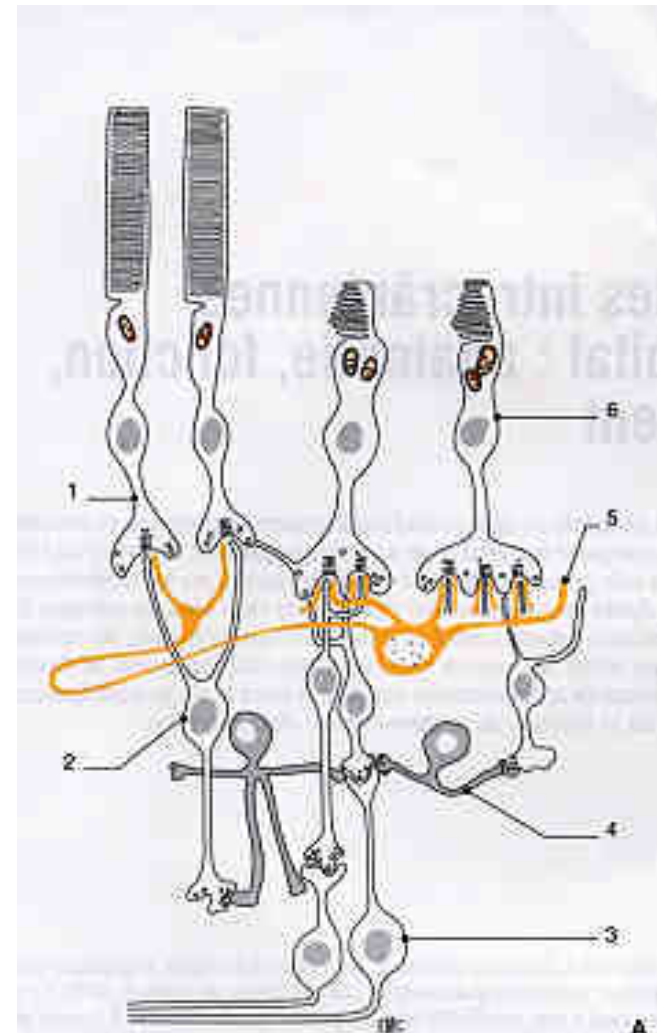
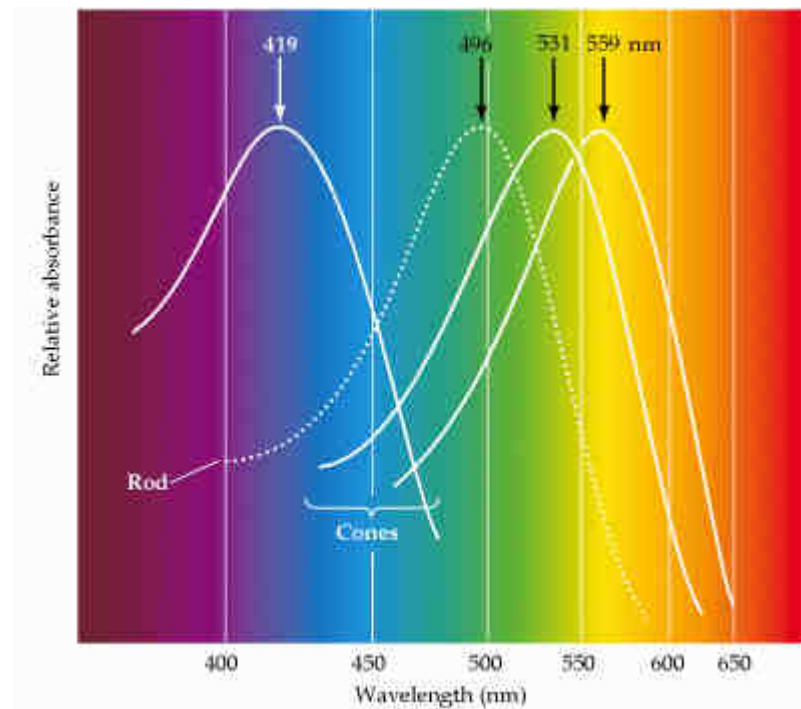
# Cônes et bâtonnets

- Bâtonnets, densité maximale en périphérie
- Cônes, densité maximale au centre



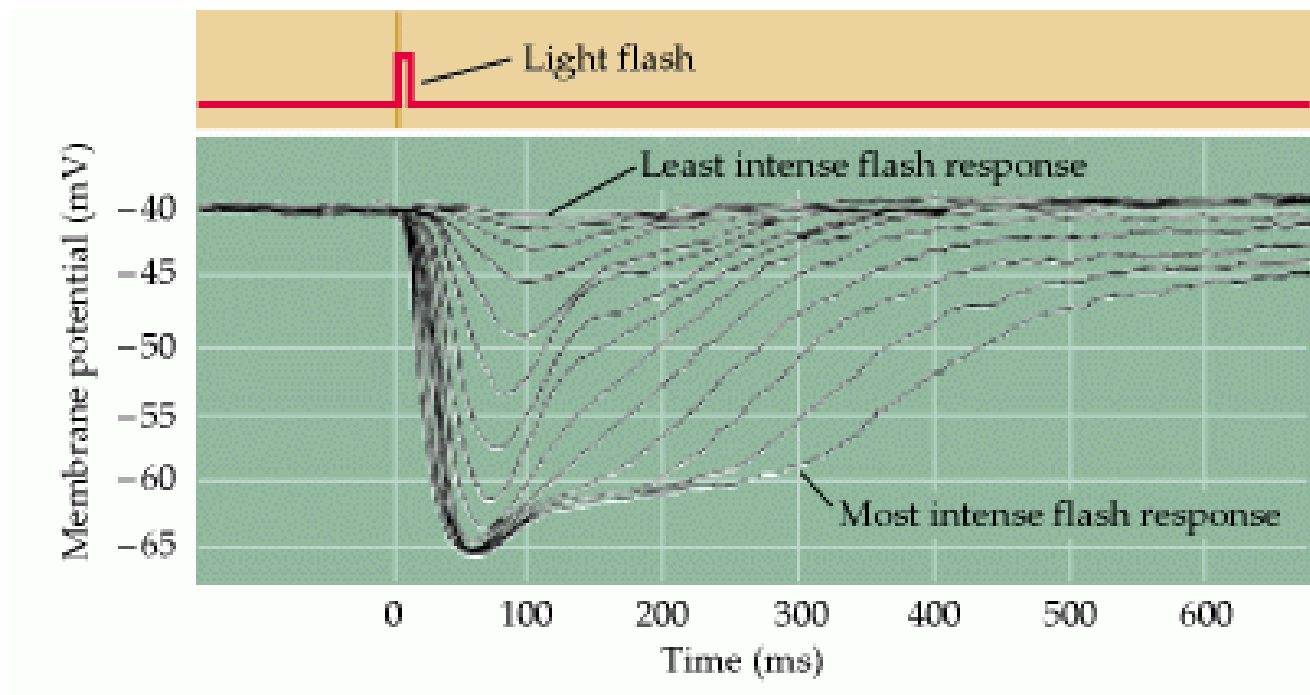
# *Cônes et bâtonnets*

- Bâtonnets, vision en noir et blanc, à très faibles luminosités (rod opsines)
- Cônes, vision en couleur (cône opsines)
  - Cônes bleu (longueurs d'ondes courtes)
  - Cônes vert (moyennes)
  - Cônes rouge (longues)



## *Cônes et bâtonnets*

Ces cellules effectuent une *phototransduction* de signal : énergie lumineuse (photon) transformée en signal électrique aux niveaux des photorécepteurs



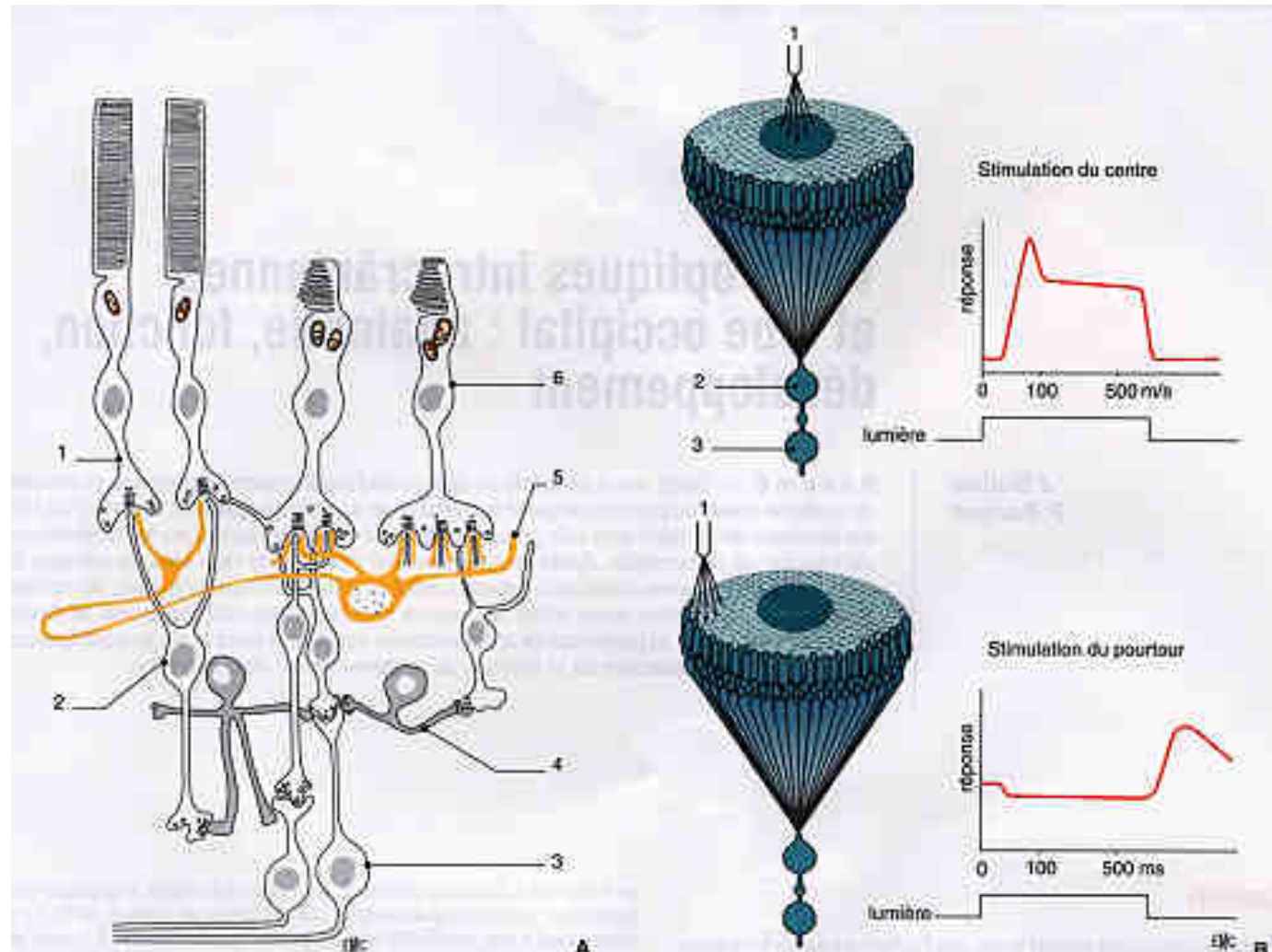
Hyperpolarisation de la membrane cellulaire d'un cône suite à des stimulations par flashes lumineux d'intensité croissante – enregistrements intracellulaires

# Les cellules ganglionnaires rétiniennes

- 1ers *champs récepteurs visuels* (sensibilité à la couleur, au mouvement ...): cellules bipolaires et ganglionnaires
- Connectivité latérale: cellules amacrines et horizontales



Rétine = premier niveau du traitement de l'information visuelle

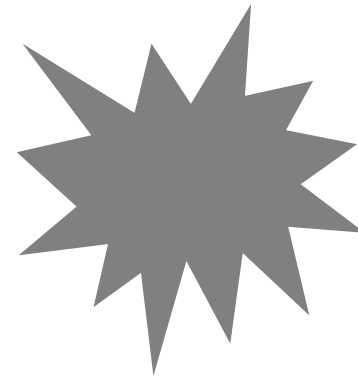
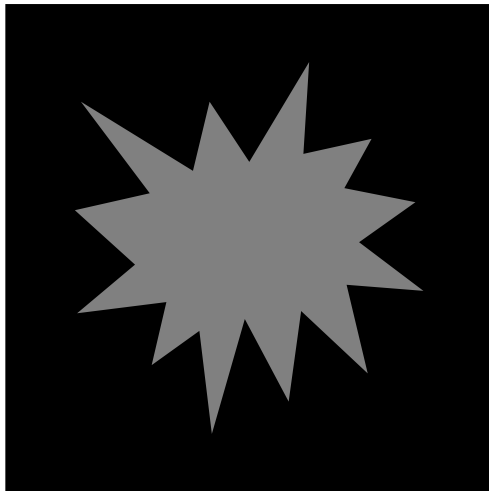


*Champ récepteur visuel*: portion de l'espace à laquelle le neurone répond lorsqu'elle est stimulée



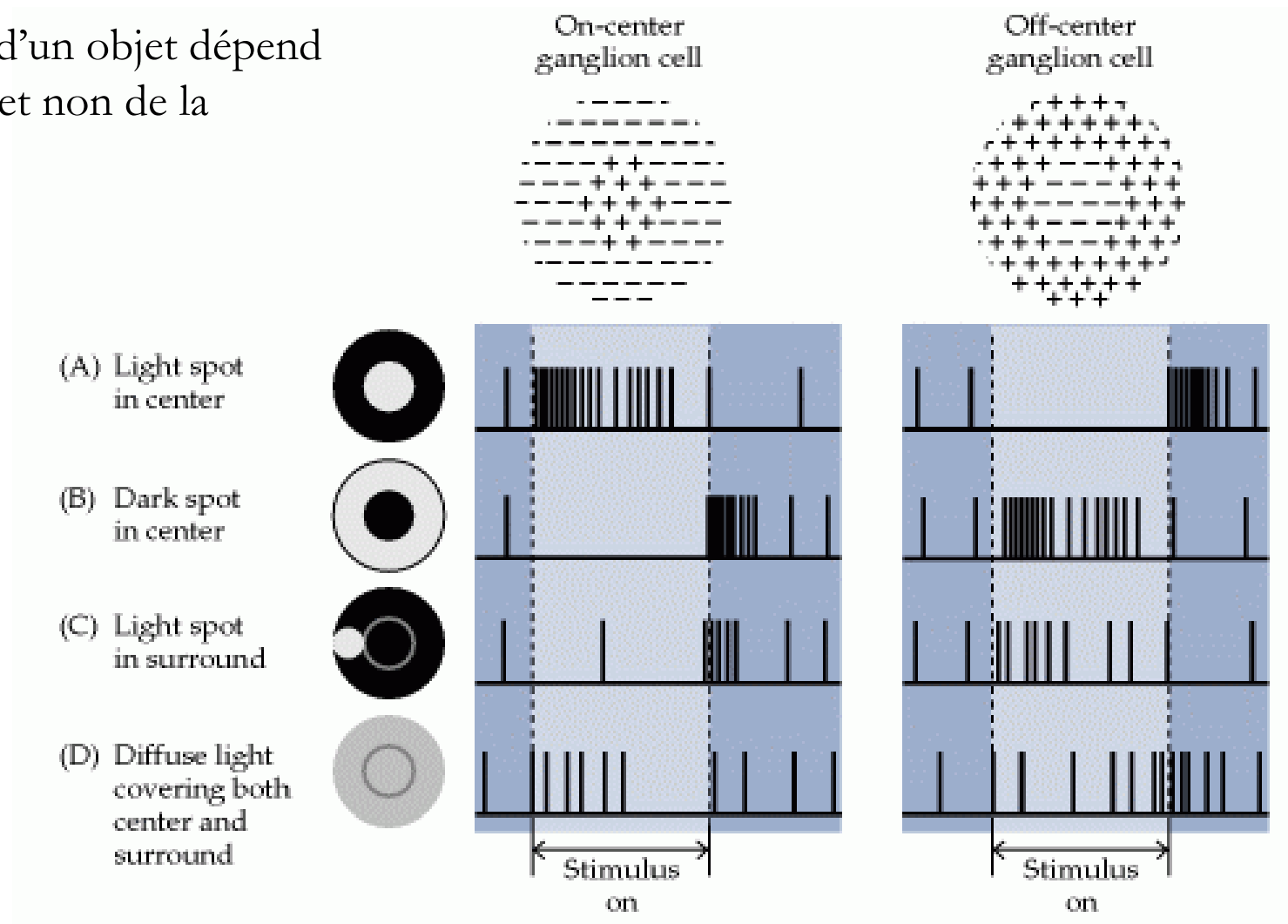
# *Les cellules ganglionnaires rétiniennes*

L'apparence d'un objet dépend du contraste  
et non de la luminosité



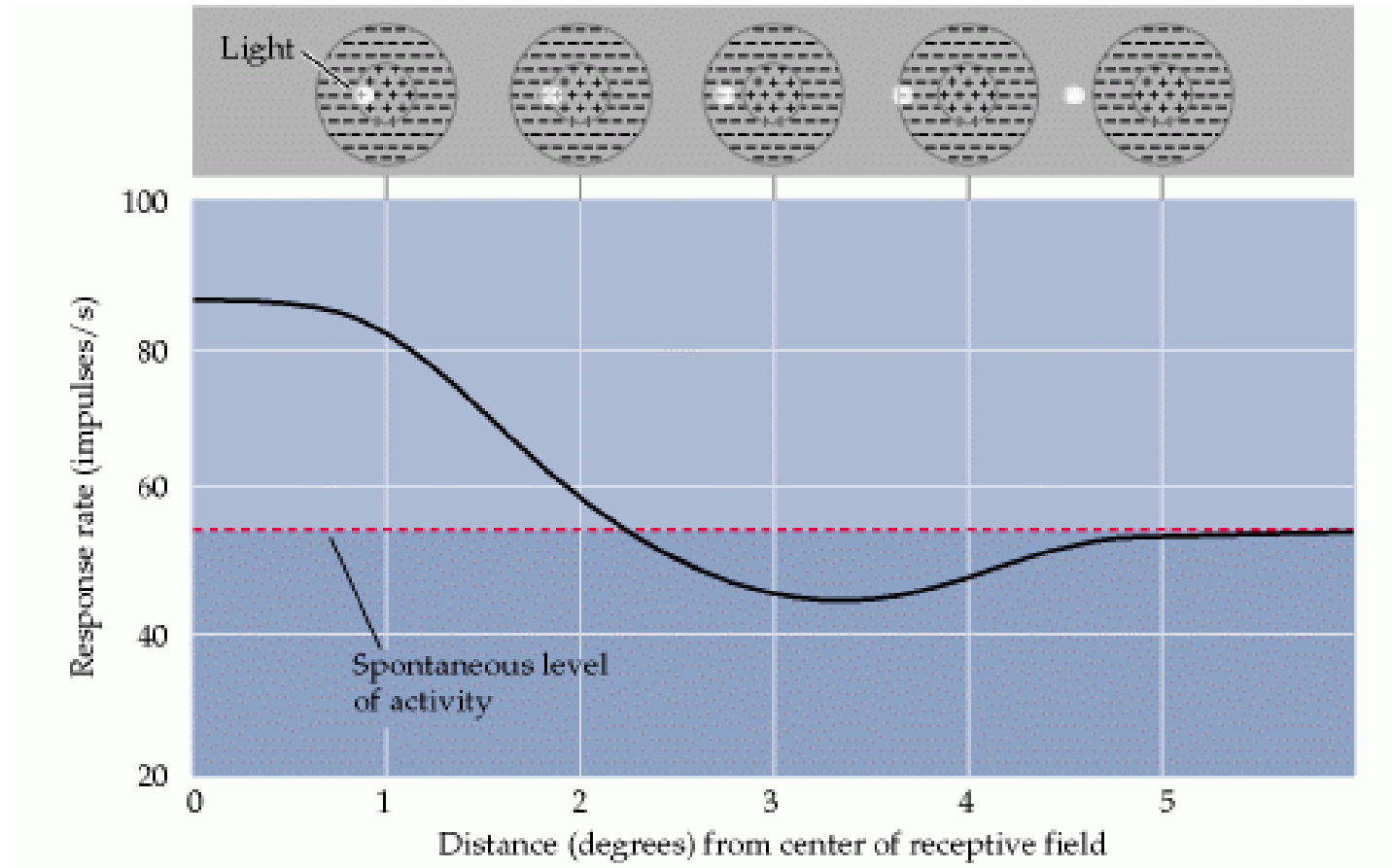
# *Les cellules ganglionnaires rétiniennes*

L'apparence d'un objet dépend du contraste et non de la luminosité



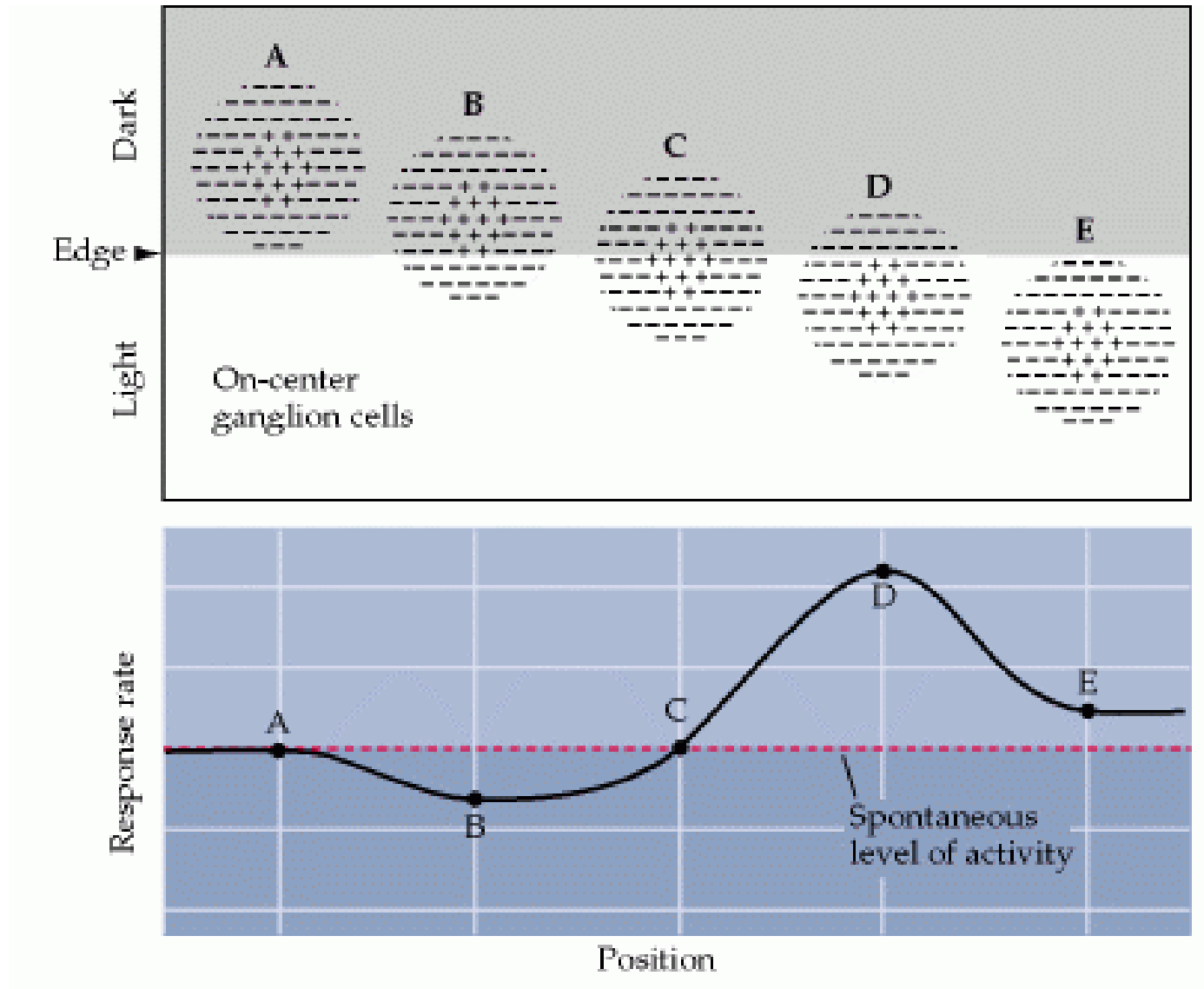
*L'inhibition pharmacologique des cellules ganglionnaires ON : déficit de détection des objets clairs sur fond sombre et pas de l'inverse*

# *Les cellules ganglionnaires rétiniennes*



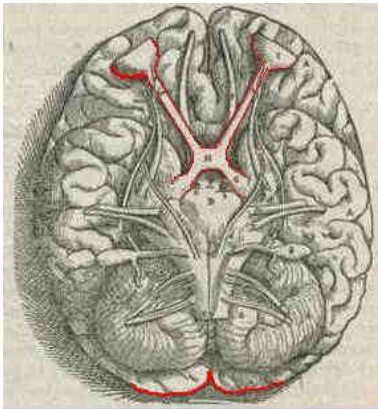
Réponse d'une cellule ganglionnaire au déplacement d'un faisceau lumineux dans son champ récepteur

# *Les cellules ganglionnaires rétiniennes*



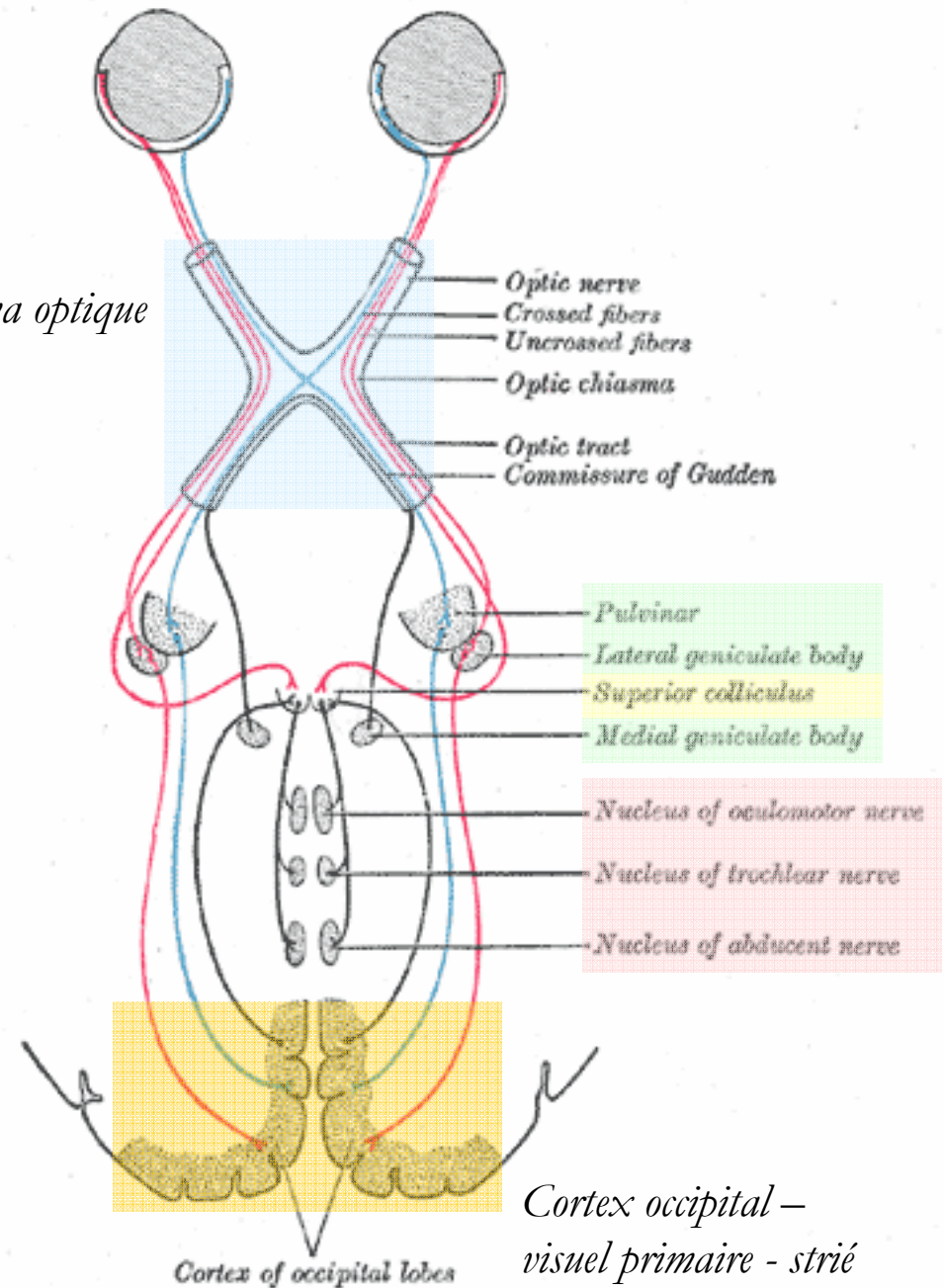
Codage d'une frontière de luminosité par une population de cellules ganglionnaires

# Après la rétine



Vésale, 1543

## Chiasma optique



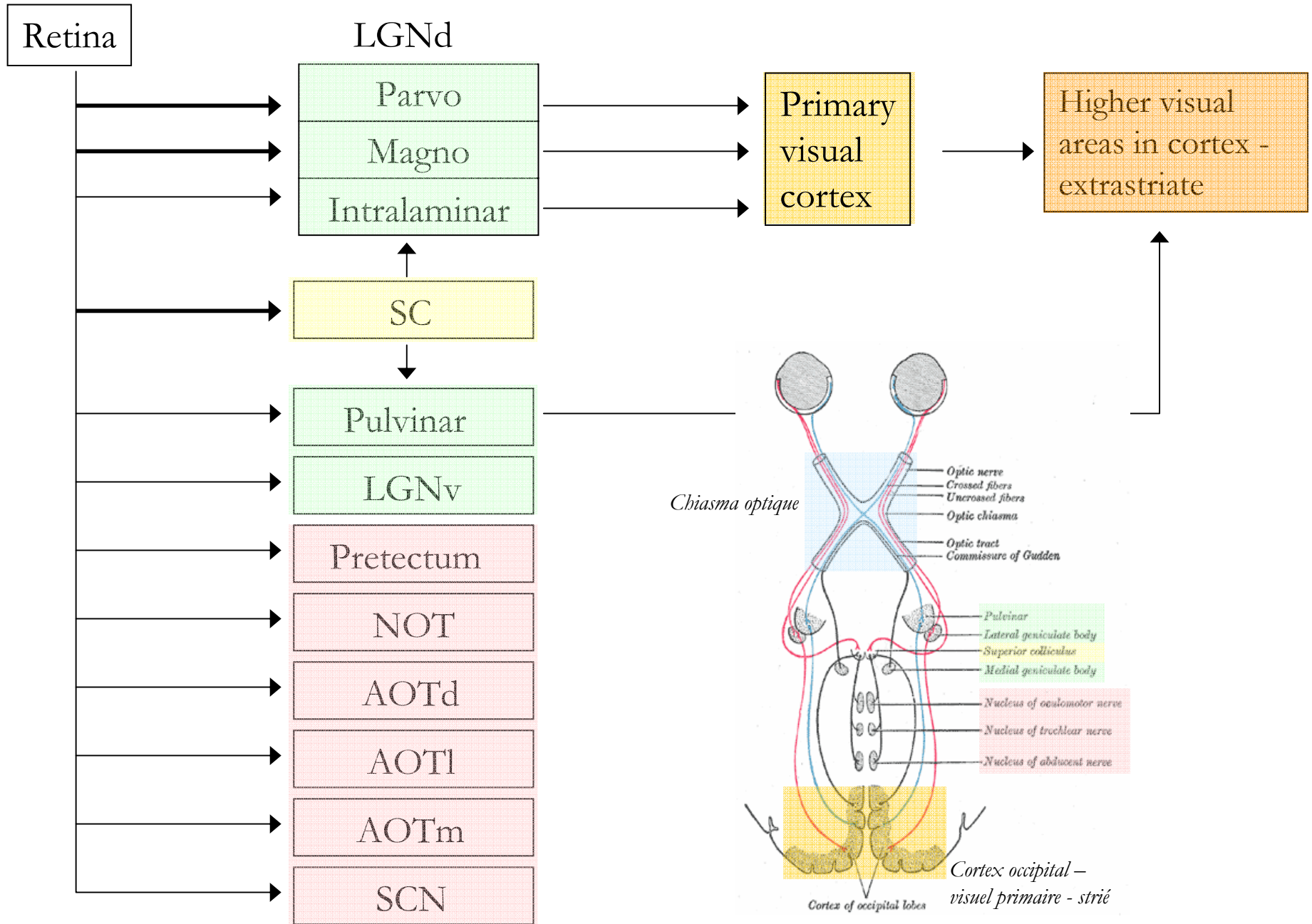
**Thalamus** : ensemble de noyaux sous-corticaux, « The thalamus is believed to relay information selectively to various parts of the cortex, as one thalamic point may reach one or several regions in the cortex »

**Colliculus** : structure sous-corticale, « the colliculus as a whole is thought to help orient the head and eyes toward something seen and heard »

**Superior C.** is involved in the generation of saccadic eye movements and eye-head coordination

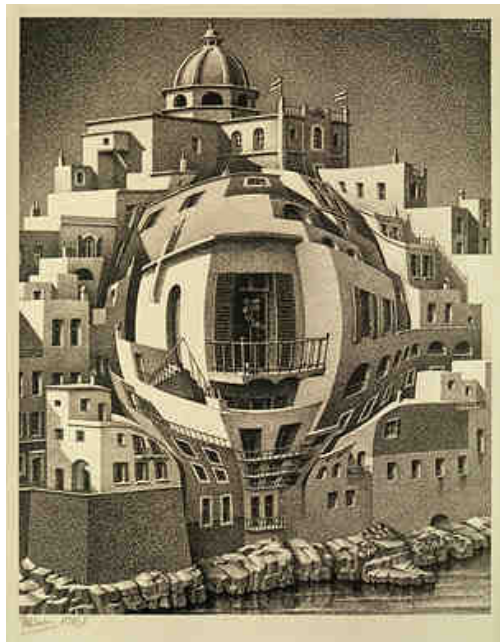
**Pretectum** : structure du tronc cérébral, « it receives binocular input from the eyes and is involved with the pupillary light reflex »





# *Le noyau géniculé latéral (LGN)*

Représentation visuotopique du champ rétinien, avec forte magnification de la région fovéale

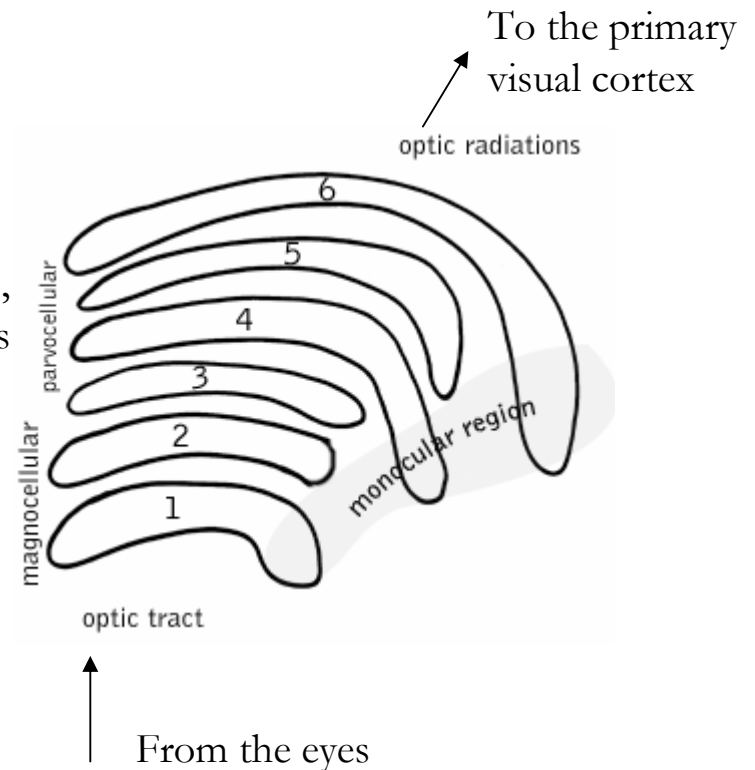


Organisation lamellaire:

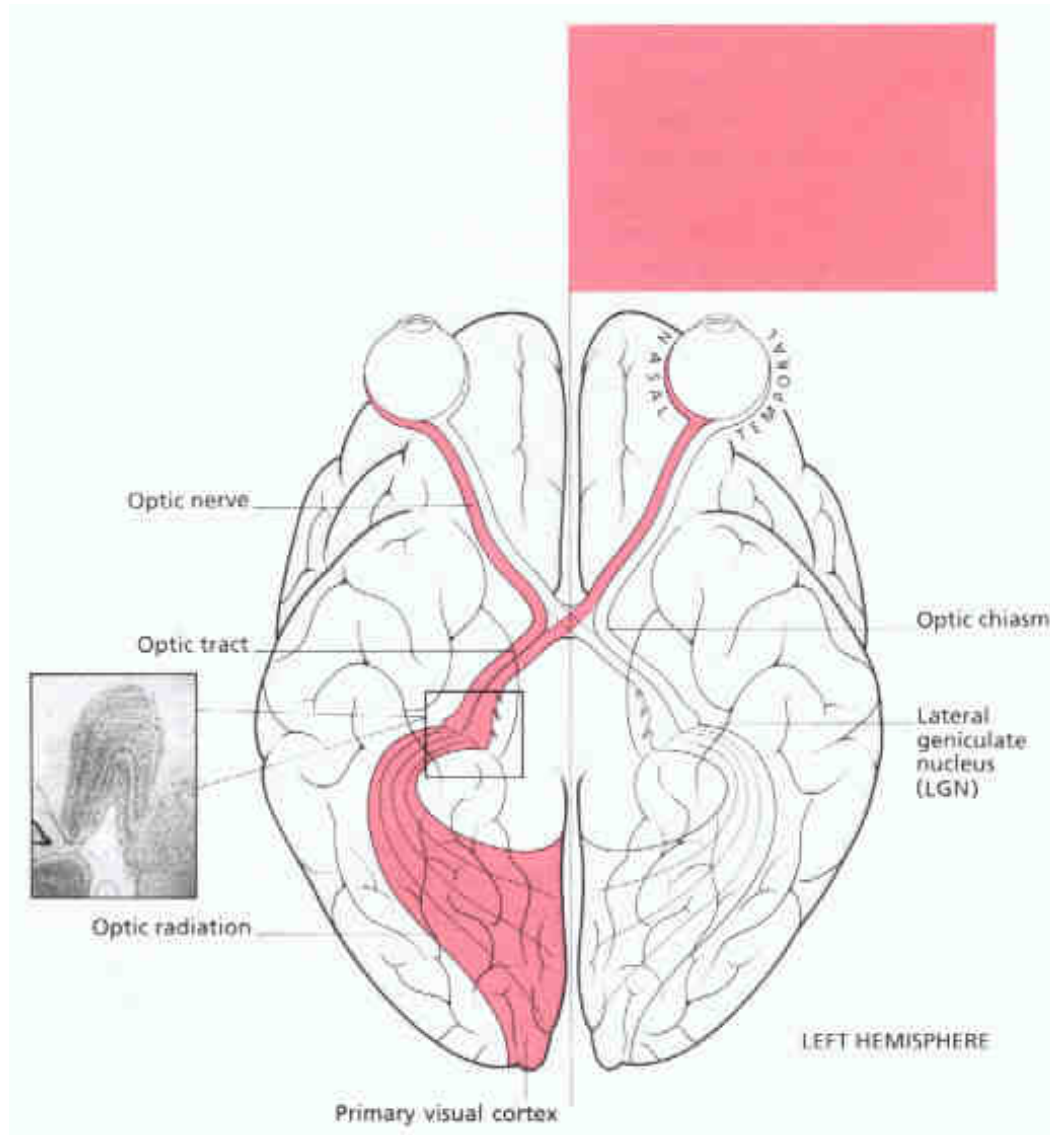
- couches 1 et 2 “magnocellulaires”, 3-6 “parvocellulaires”.
- Alternance des fibres issues des champs rétiniens ipsilatéral (directes) et contralatéral (croisées).

Color, details,  
long latencies

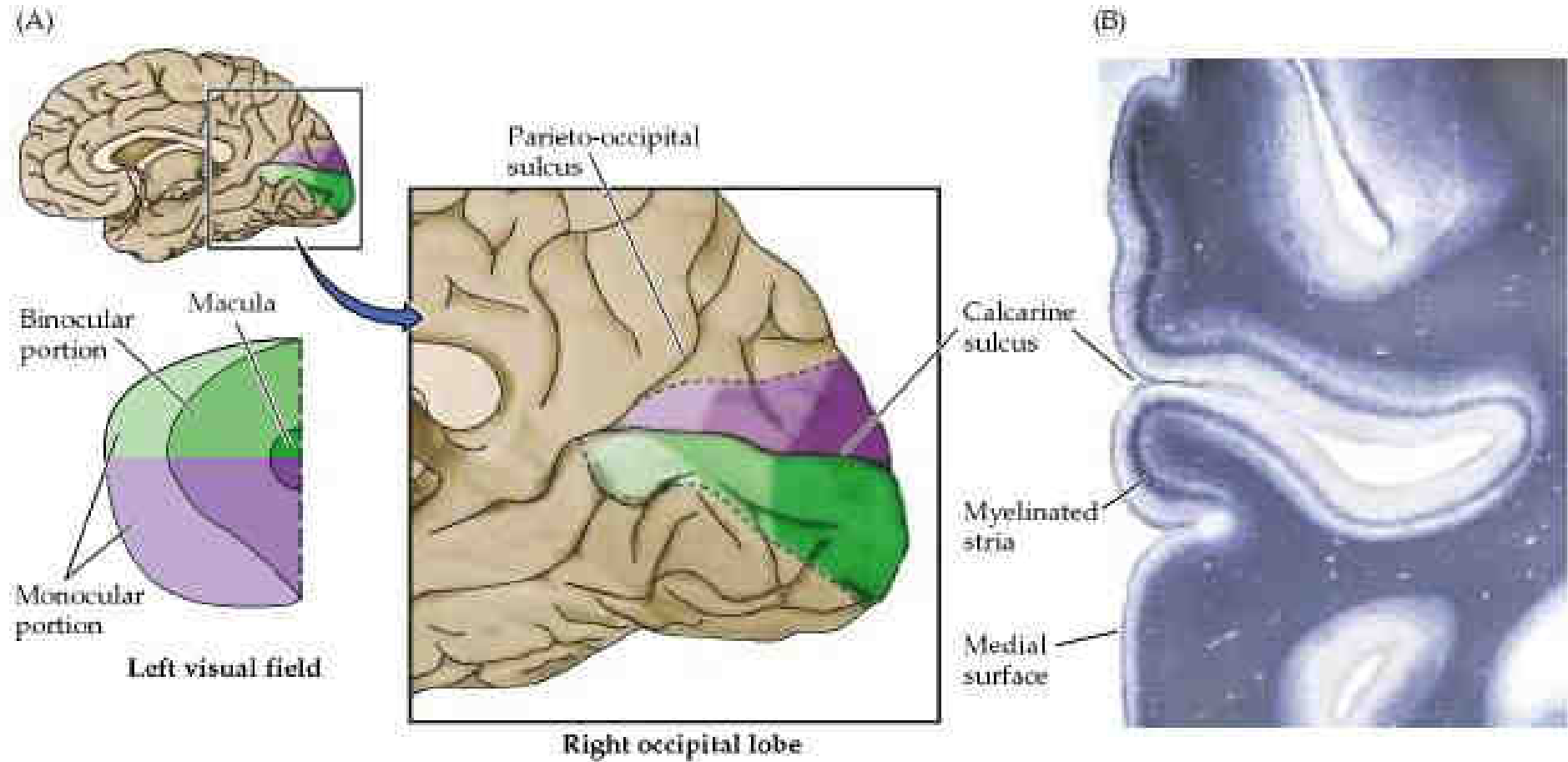
Motion, depth,  
short latencies



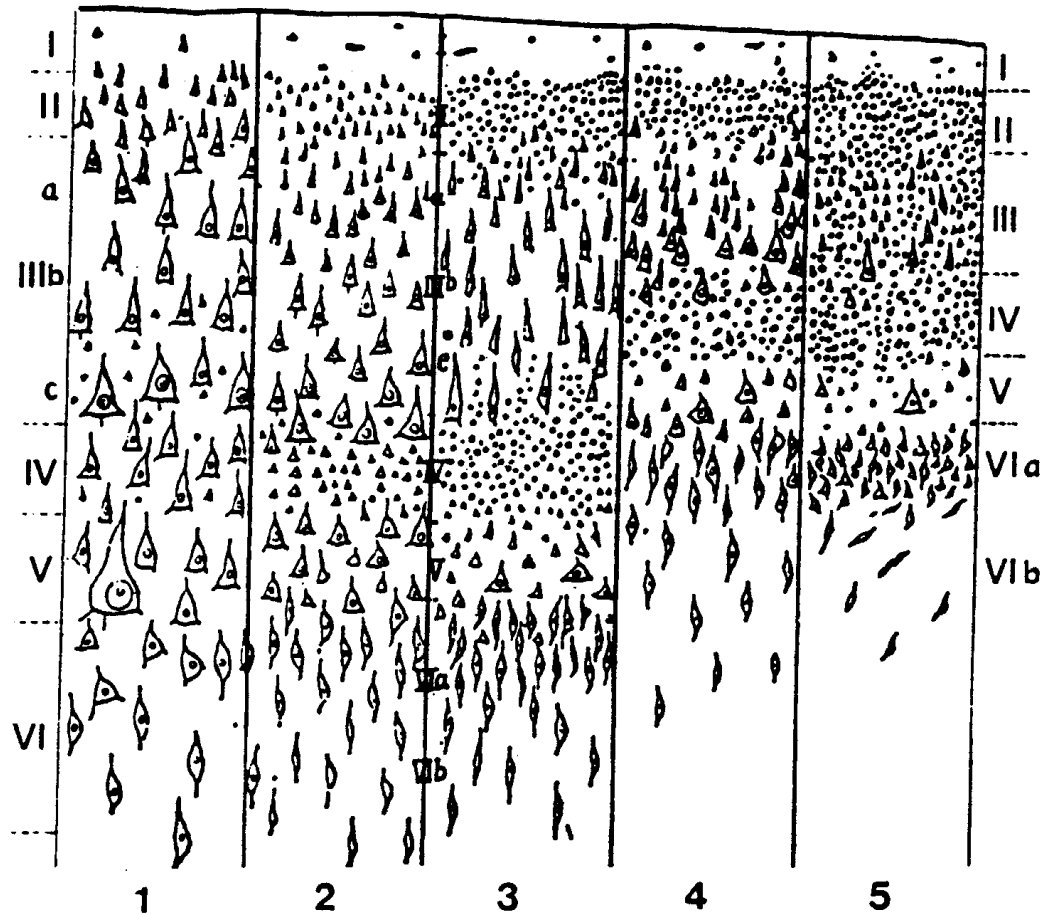
# *Le noyau géniculé latéral (LGN)*



# *Cortex visuel primaire – cortex strié (V1)*



# *Cortex visuel primaire – cortex strié (V1)*

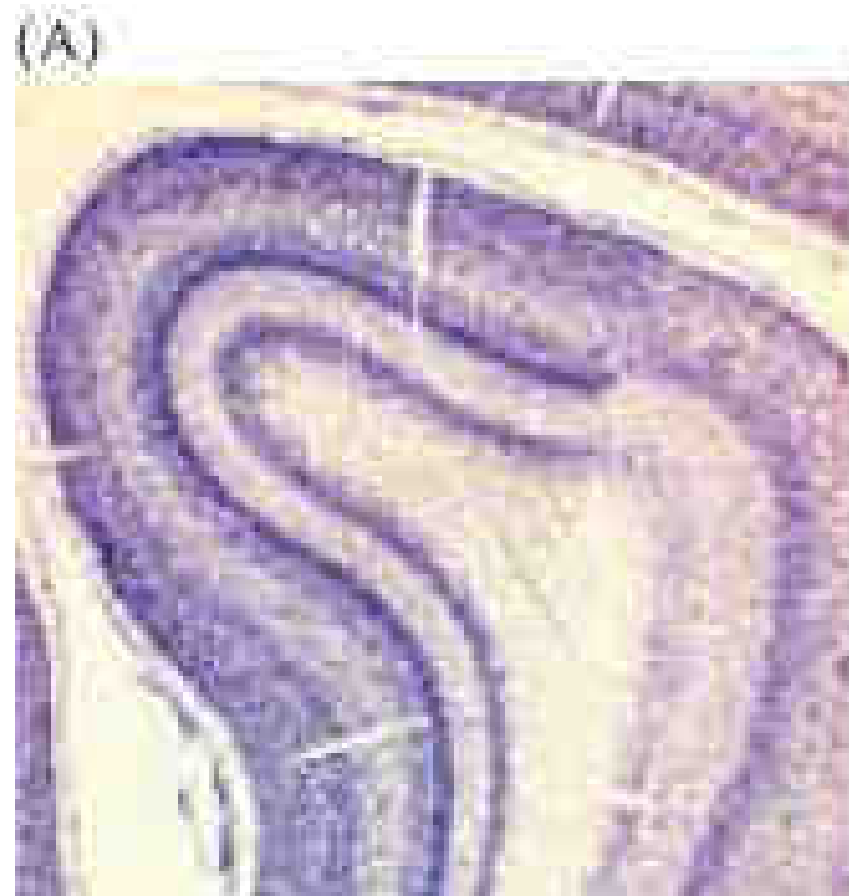


- I couche moléculaire
- II couche granulaire externe
- III couche pyramidale externe
- IV couche granulaire interne
- V couche pyramidale interne
- VI couche multiforme

- 1. cortex de type agrulaire
- 2. cortex de type frontal
- 3. cortex de type pariétal
- 4. cortex de type polaire
- 5. cortex de type granulaire

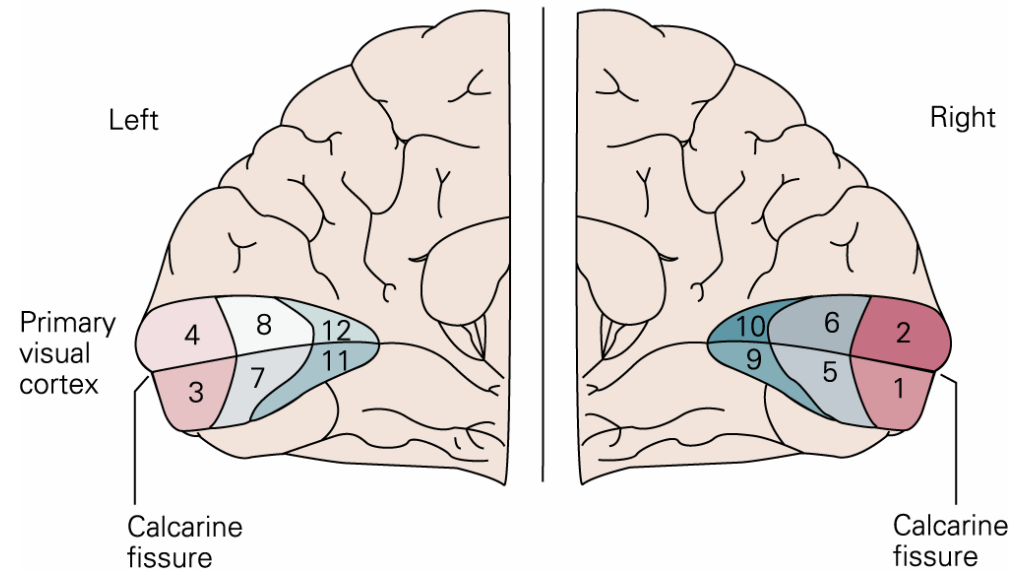
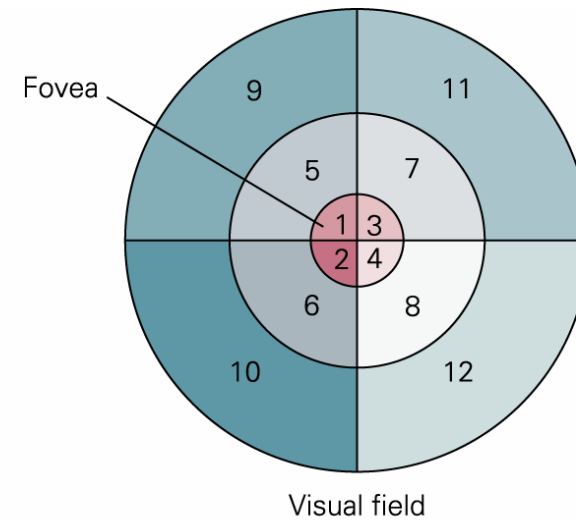
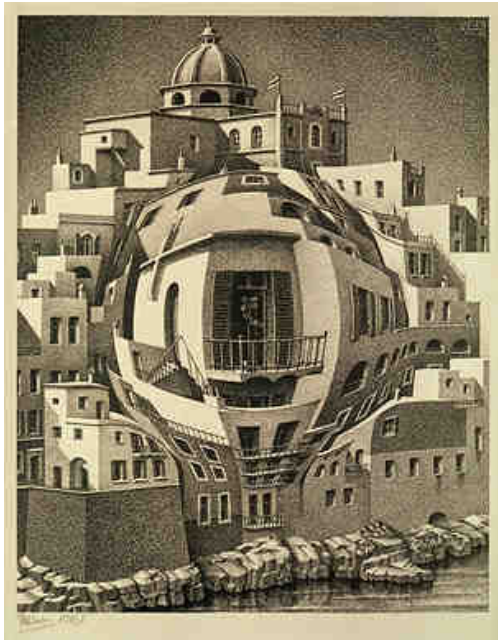


*Cortex visuel primaire – cortex strié (V1)*

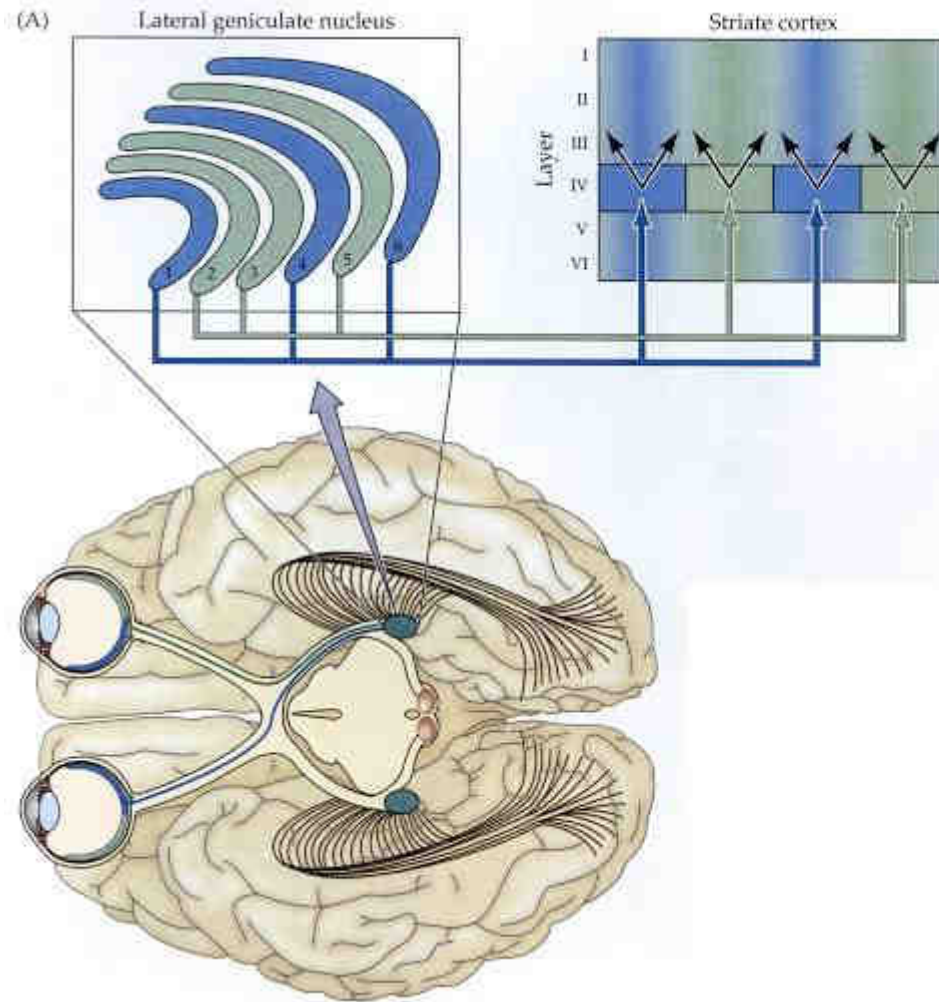


# *Cortex visuel primaire – cortex strié (V1)*

Représentation visuotopique du champ rétinien, avec forte magnification de la région fovéale

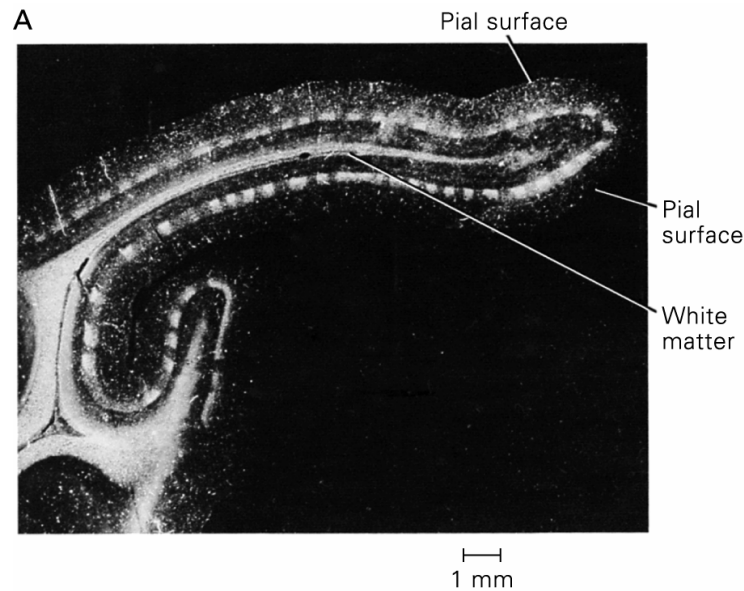


# *Cortex visuel primaire – cortex strié (V1)*

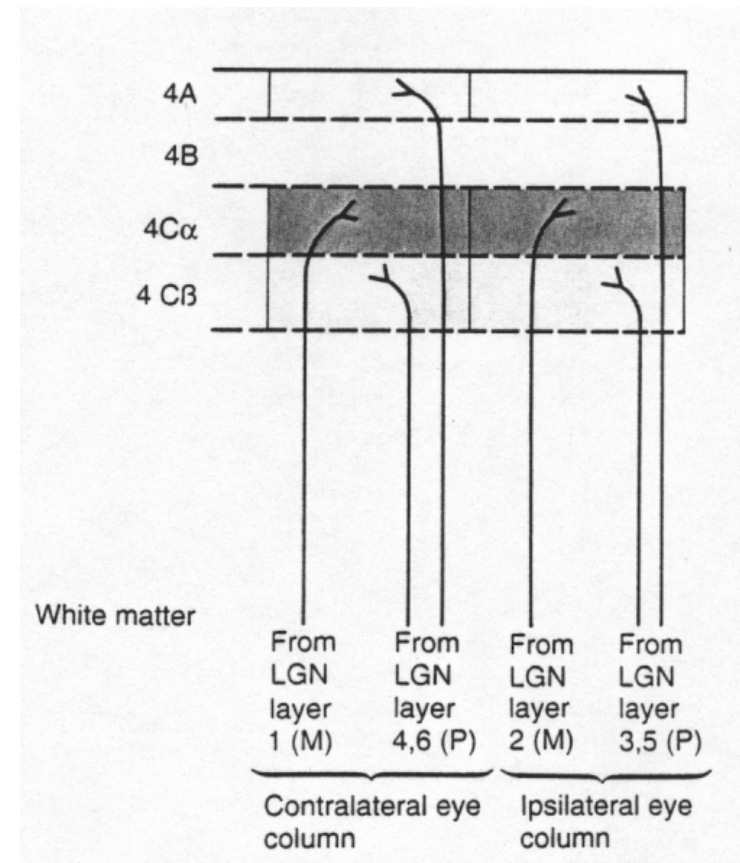


# *Cortex visuel primaire – cortex strié (V1)*

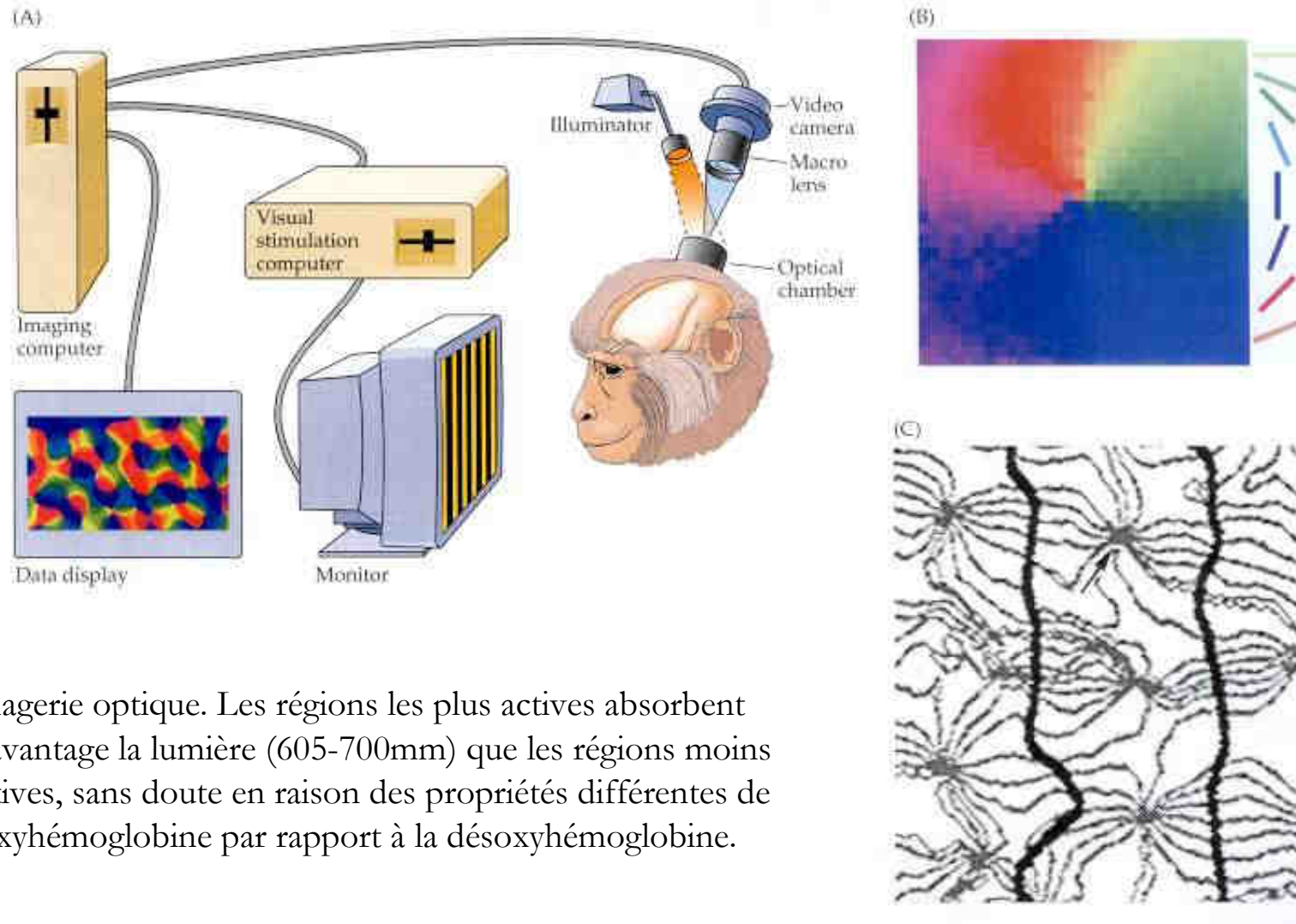
Organisation en colonnes dans V1: disparité binoculaire



Autoradiographie 2 semaine après injection de métabolites radioactifs dans la rétine ipsilatérale



# *Cortex visuel primaire – cortex strié (V1)*

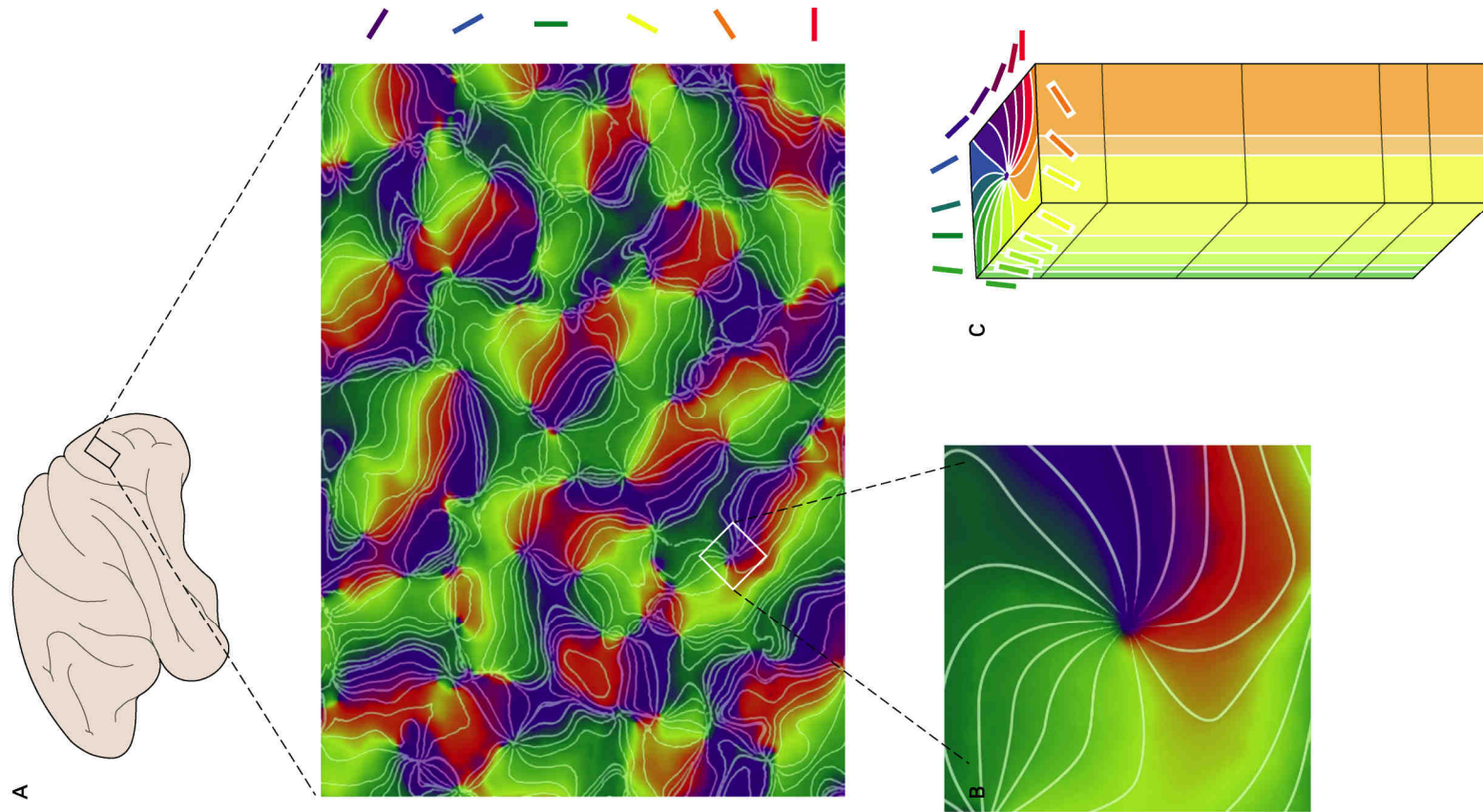


Imagerie optique. Les régions les plus actives absorbent d'avantage la lumière (605-700nm) que les régions moins actives, sans doute en raison des propriétés différentes de l'oxyhémoglobine par rapport à la désoxyhémoglobine.



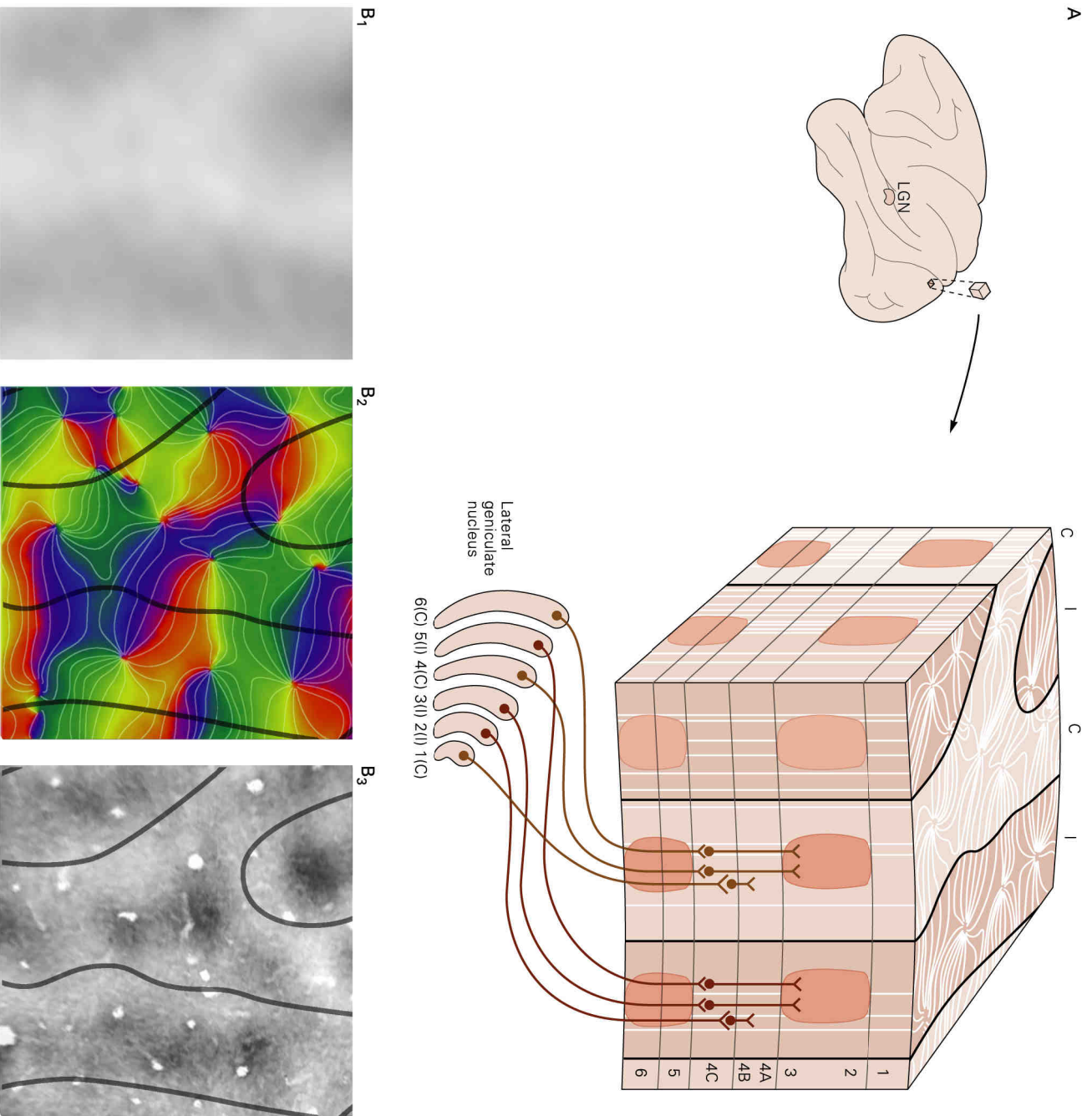
# *Cortex visuel primaire – cortex strié (V1)*

Organisation en colonnes dans V1: codage de l'orientation



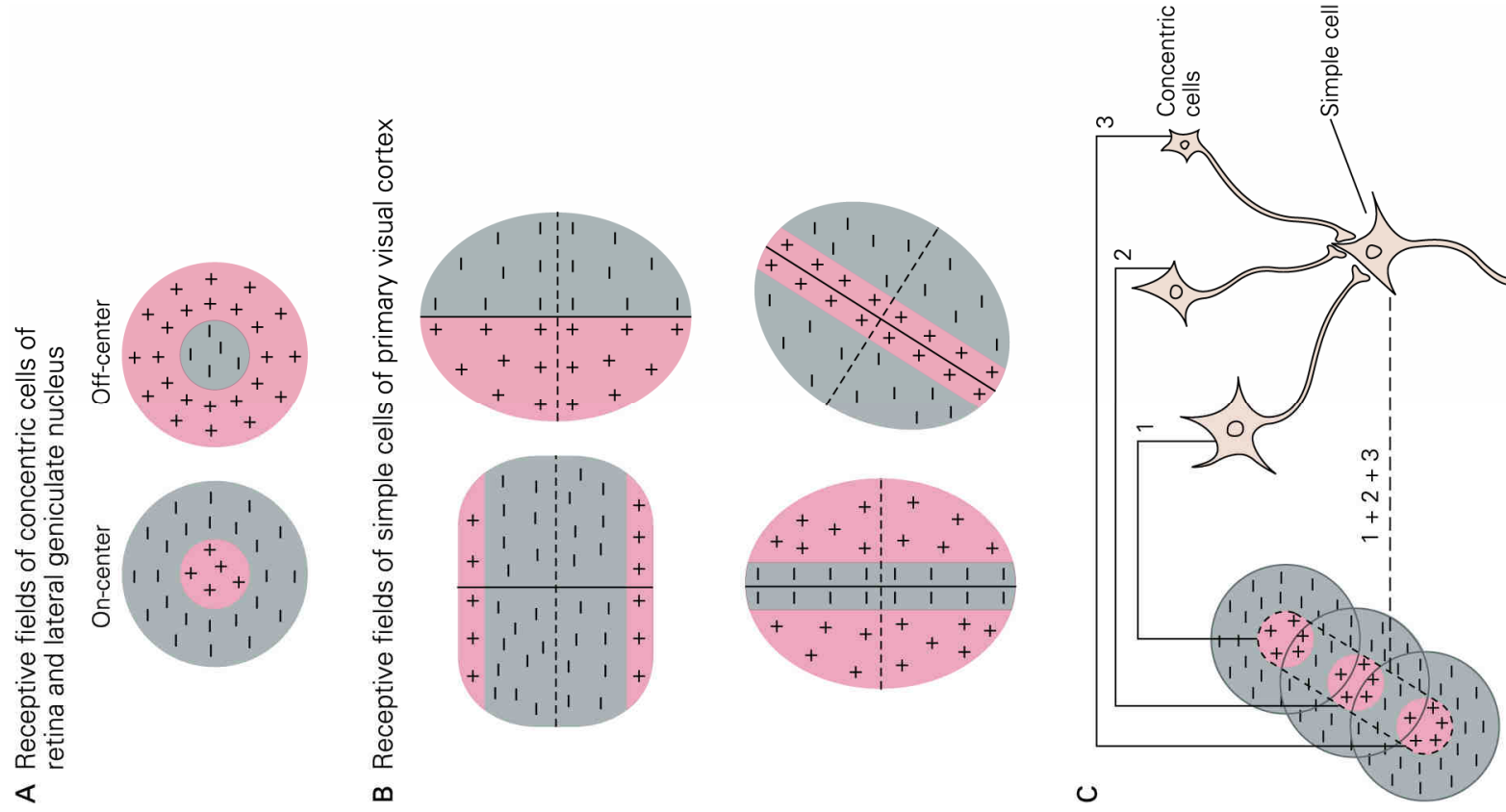
# *Cortex visuel primaire – cortex strié (V1)*

Organisation en hypercolonnes dans V1:  
orientation x disparité



# *Cortex visuel primaire – cortex strié (V1)*

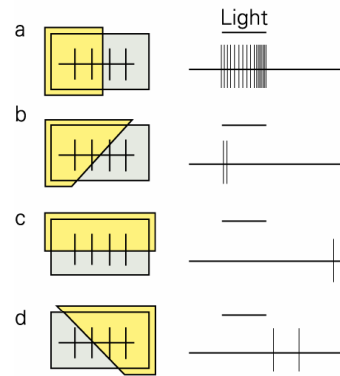
Cellules simples (Hubel et Wiesel) :



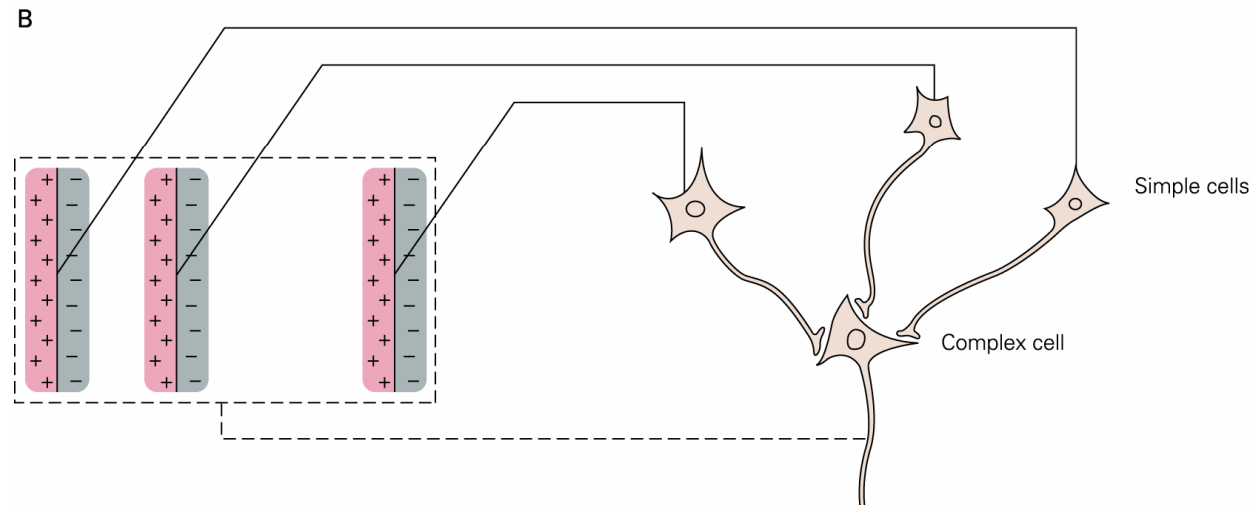
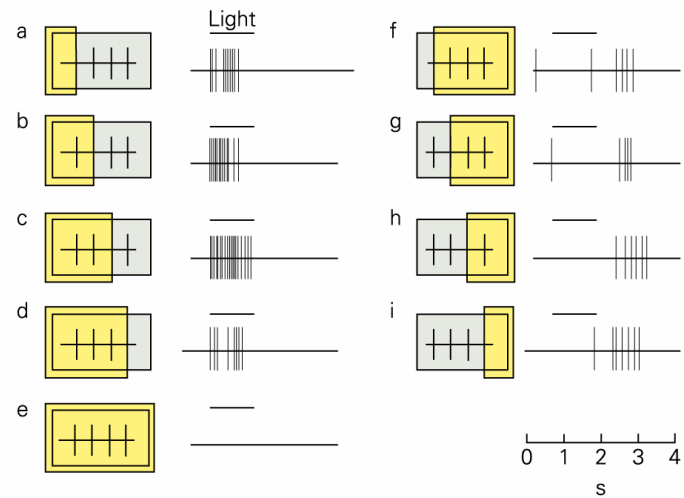
# Cortex visuel primaire – cortex strié (V1)

Cellules simples (Hubel et Wiesel) :

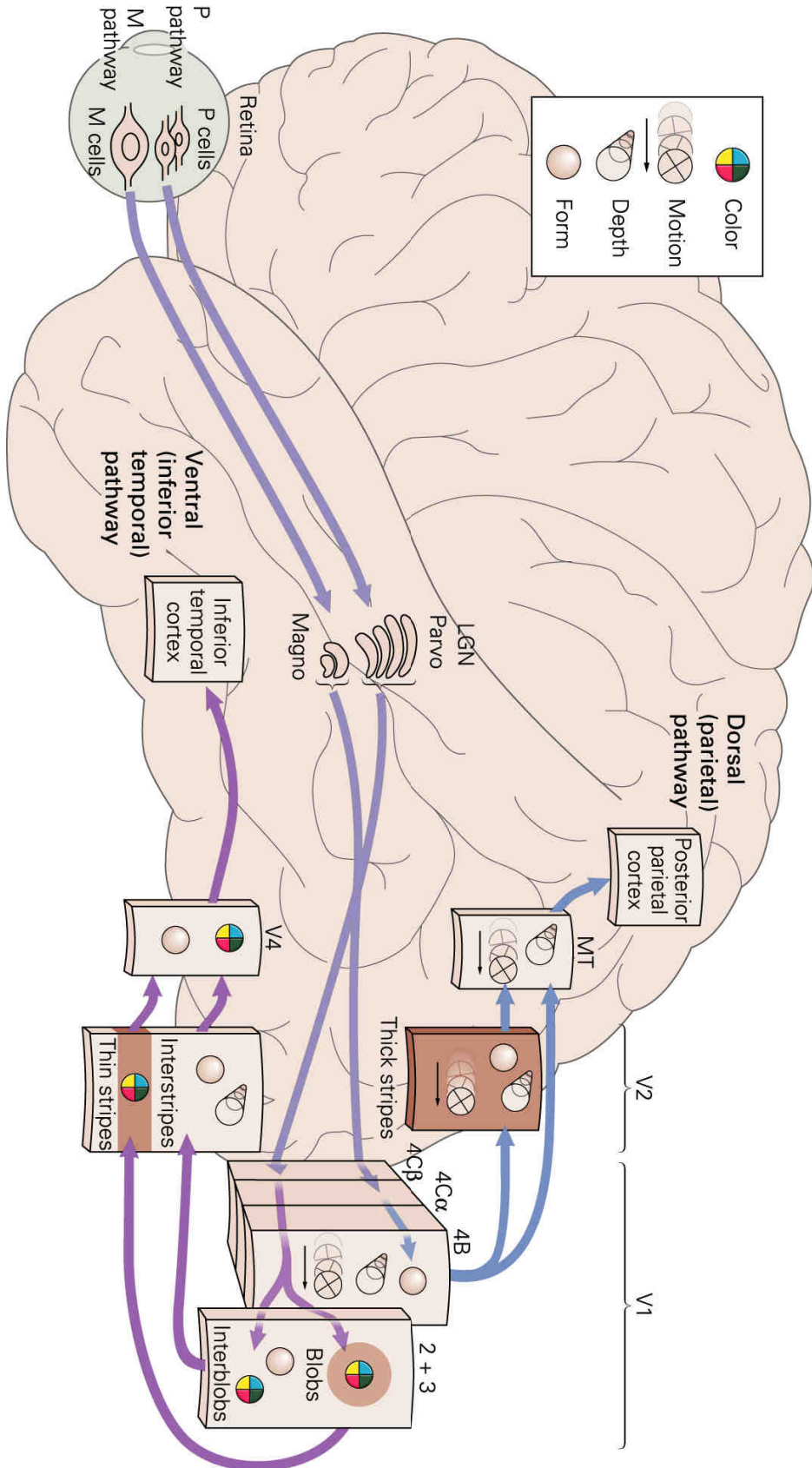
A<sub>1</sub> Response to orientation of stimulus



A<sub>2</sub> Response to position of stimulus



# Spécialisation progressive dans le traitement de l'information visuelle

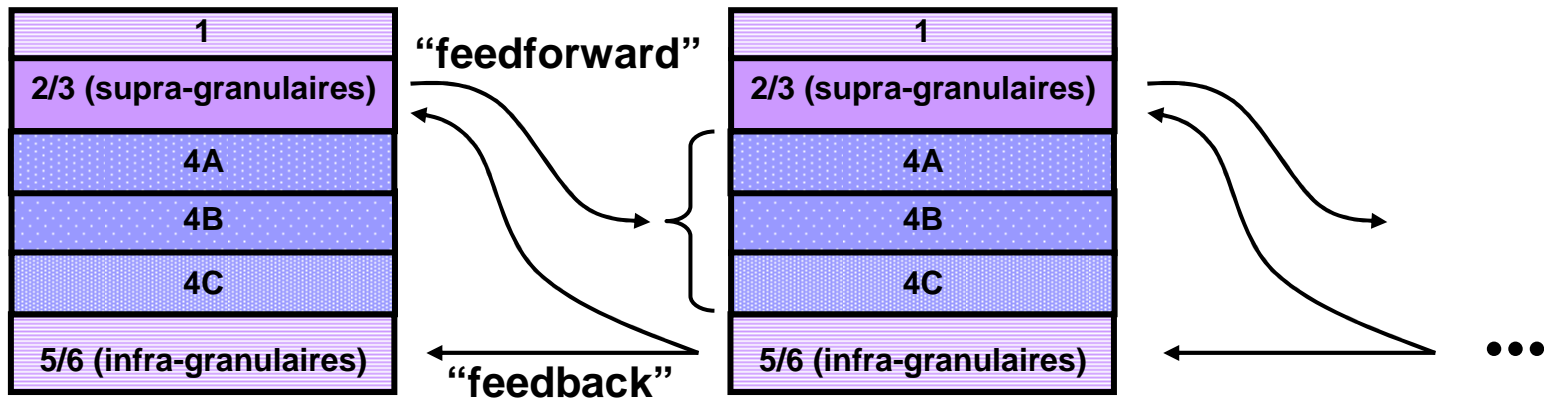


*Cortex visuel extrastrié*

# *Cortex visuel extrastrié*

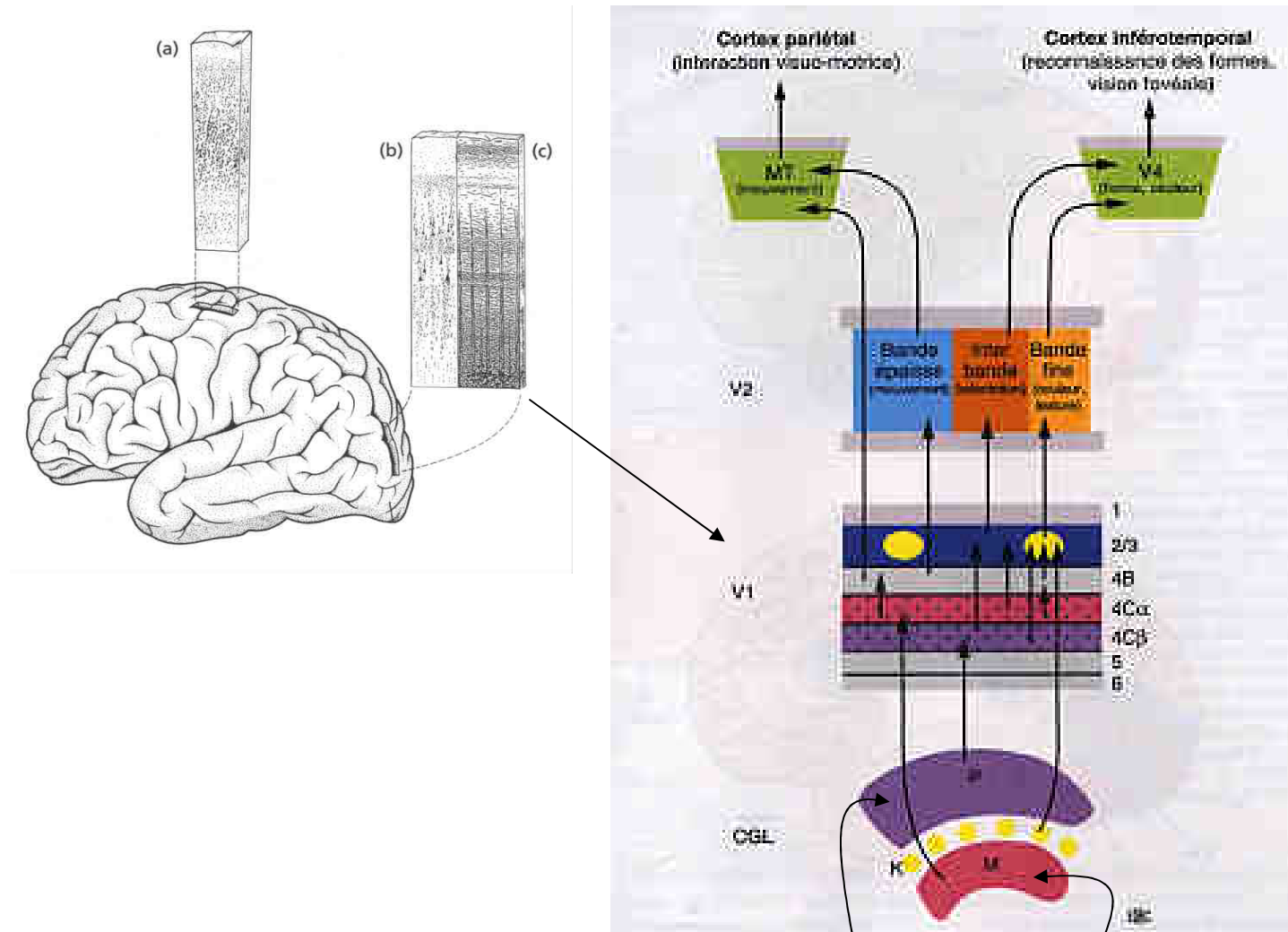
*Organisation laminaire des connexions  
entre les différentes aires visuelles*

niveau inférieur vers niveau supérieur





# Cortex visuel extrastrié



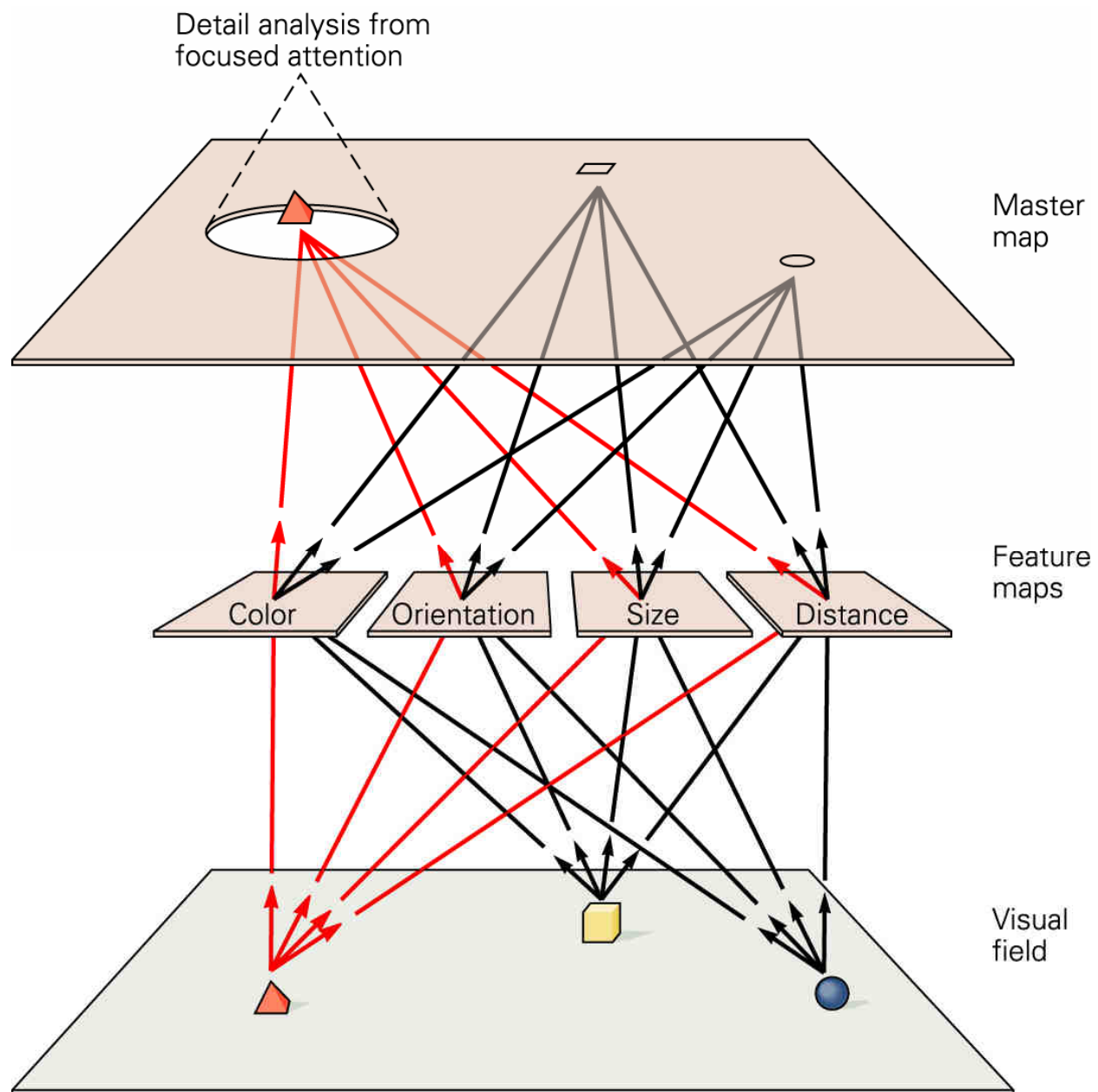
rétine

Cellules ganglionnaires P

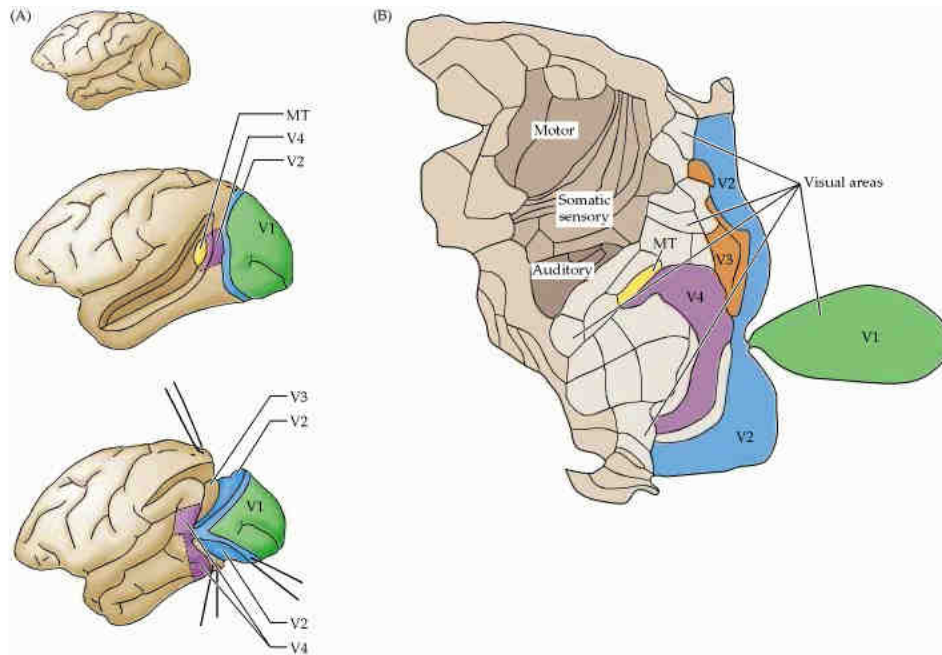
Cellules ganglionnaires M



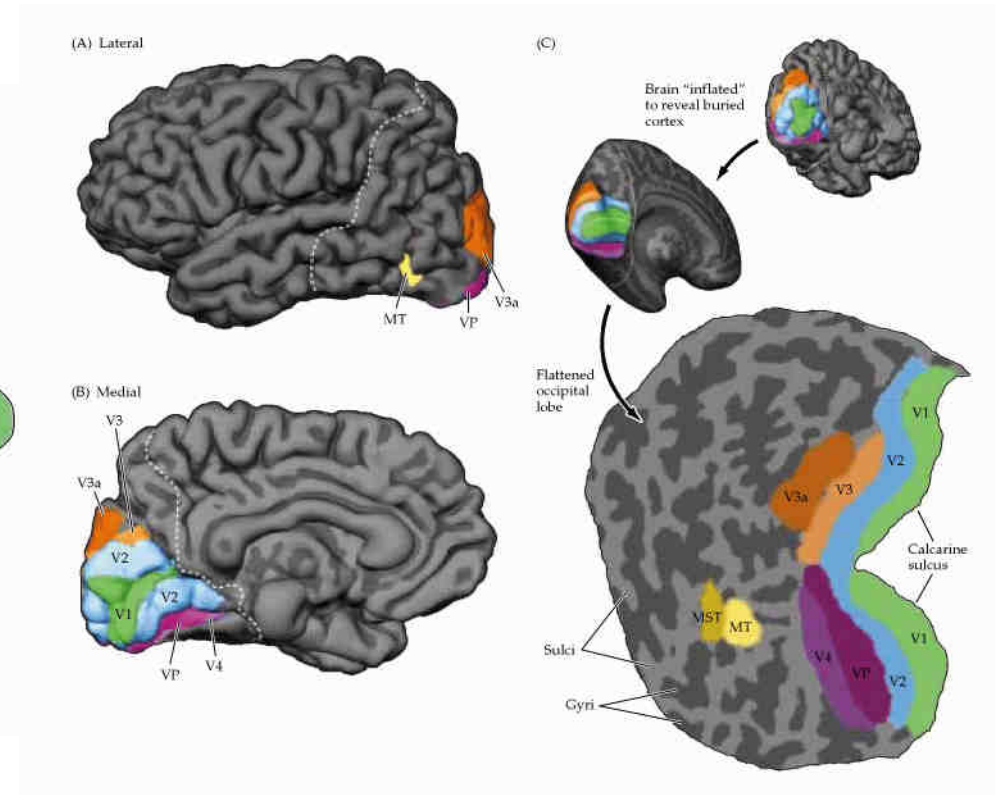
# *Cortex visual extrastríe*



# Cortex visuel extrastrié

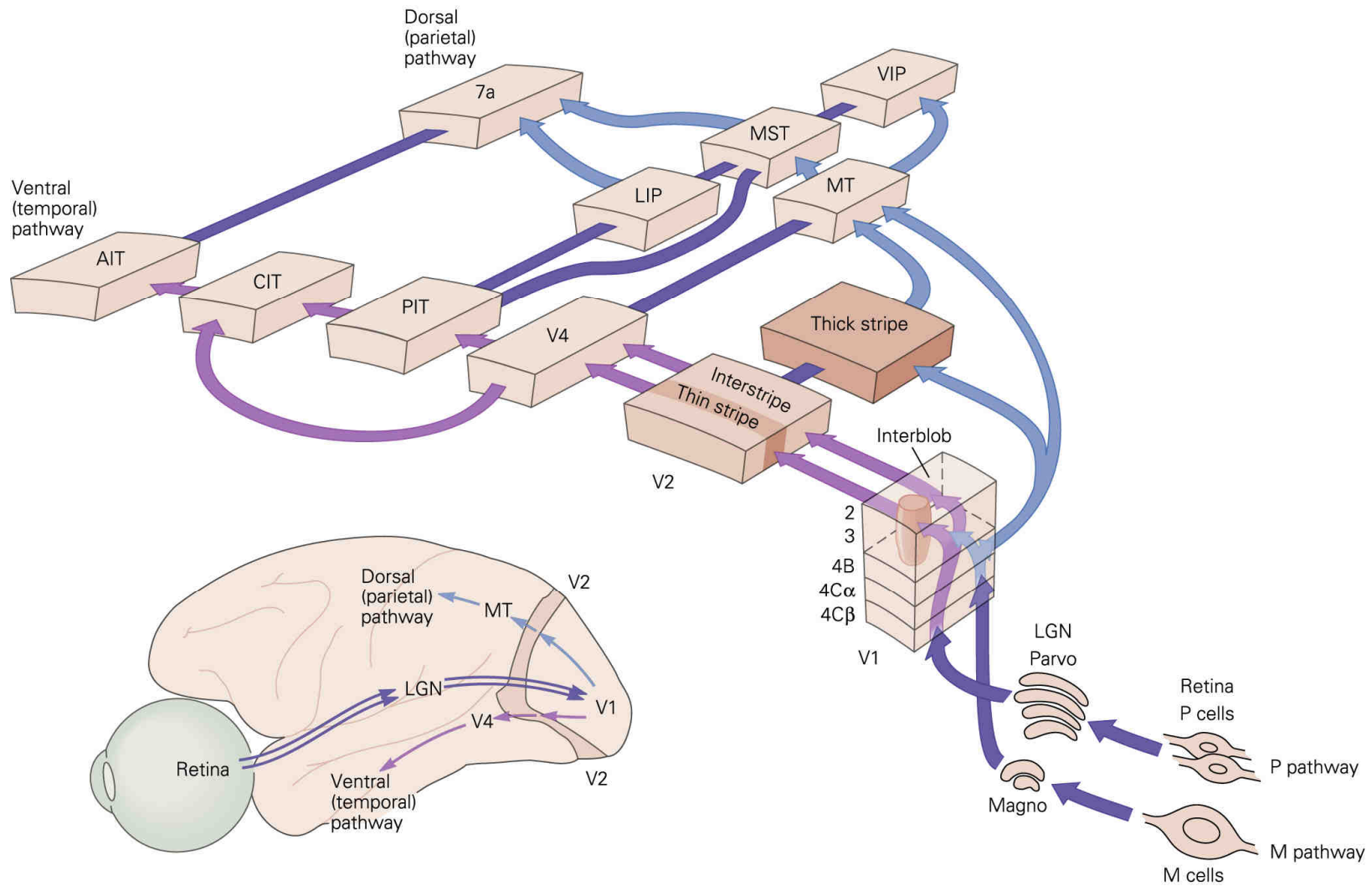


*Cerveau de macaque*



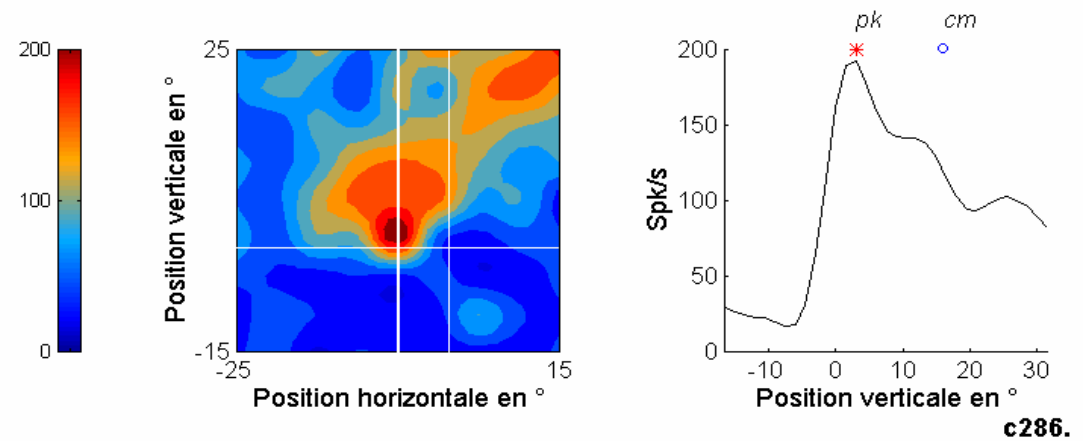
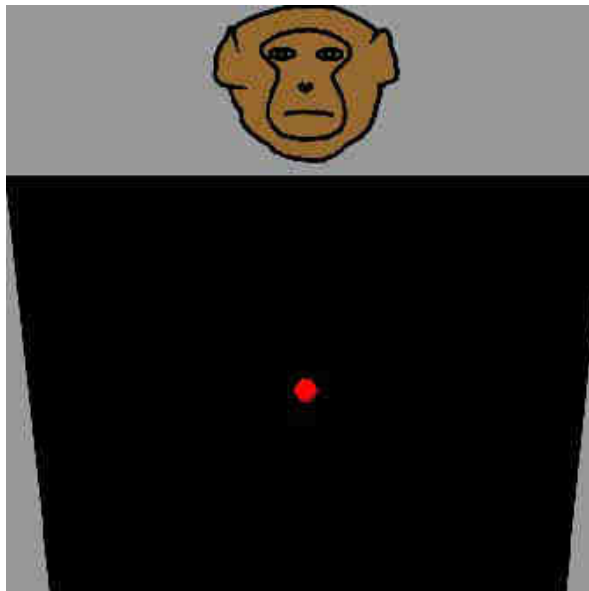
*Cerveau de singe*

# *Cortex visuel extrastrié*



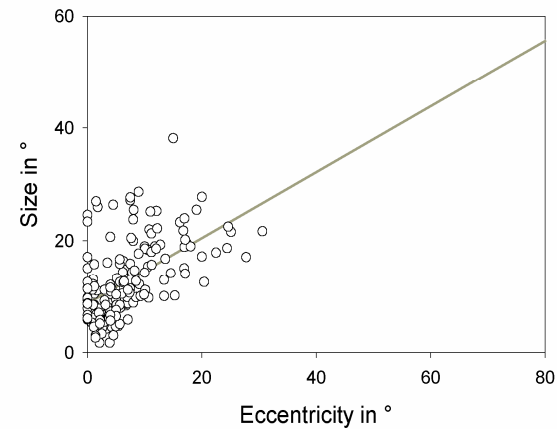
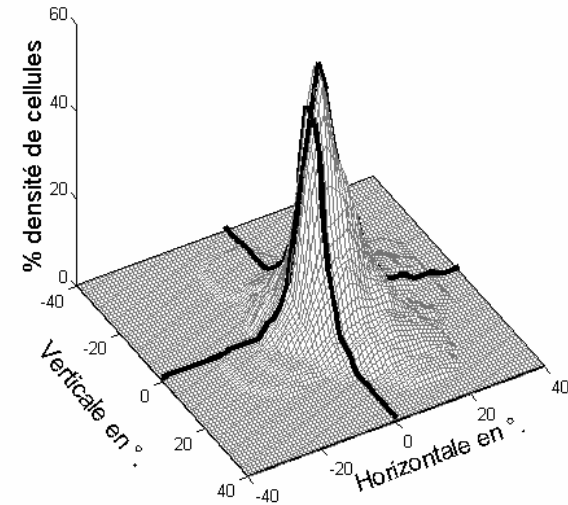
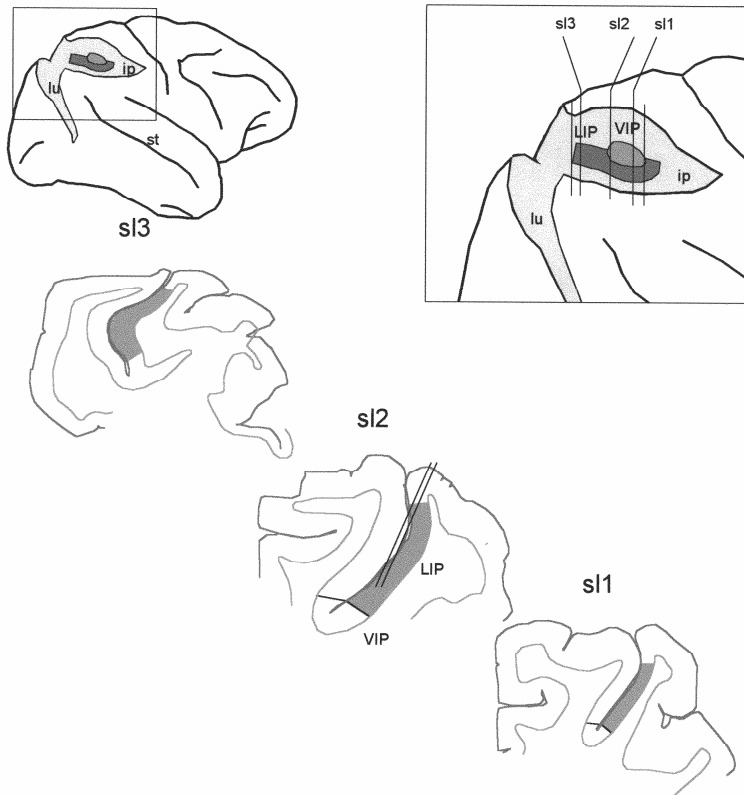
Voie dorsale et voie ventrale du traitement de l'information visuelle

# *Cortex visuel extrastrié*



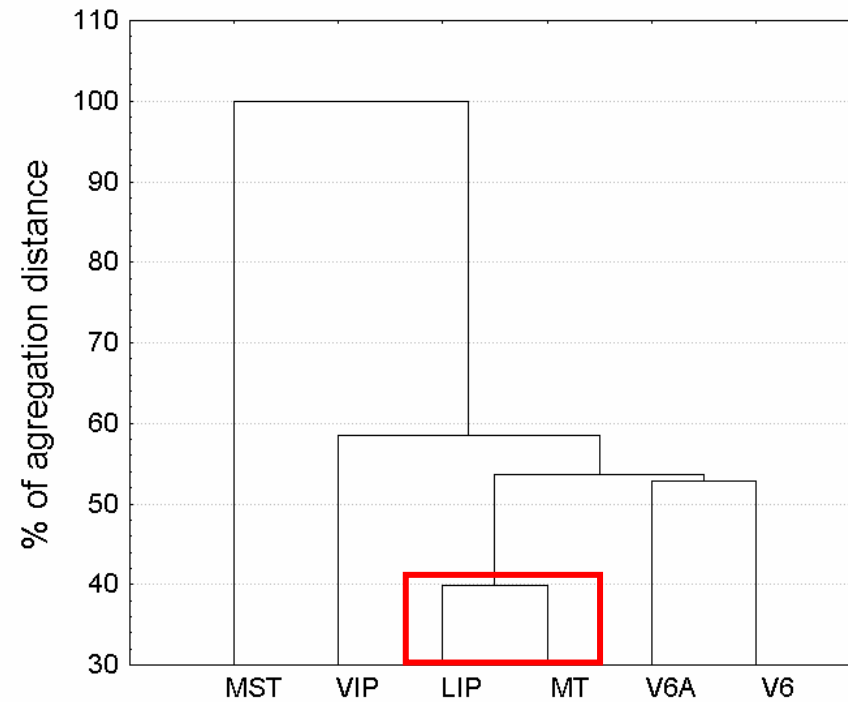
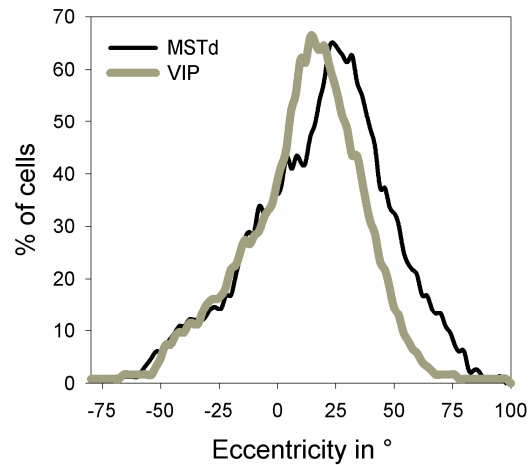
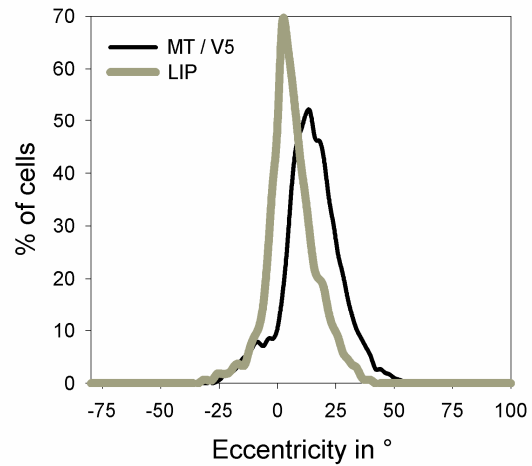
Représentation du champ visuel dans une aire corticale :  
mesure des champs récepteurs

# *Cortex visuel extrastrié*



Représentation du champ visuel dans une aire corticale:  
données de population

# *Cortex visuel extrastrié*



Représentation du champ visuel dans une aire corticale :  
données de population

## *Cortex visuel extrastrié*

### Le cortex visuel extra-strié:

- Les aires visuelles deviennent plus petites.
- Les connexions sont moins uniformes.
- Les champs récepteurs deviennent plus grands.
- La topographie du champ visuel subit des distorsions, est incomplète, désordonnée ou absente.
- Les frontières deviennent plus difficiles à identifier.
- *Les réponses neuronales deviennent plus spécialisées, plus complexes, plus sensibles aux variables comportementales.*

Quelle est la taille minimale d'une aire visuelle?

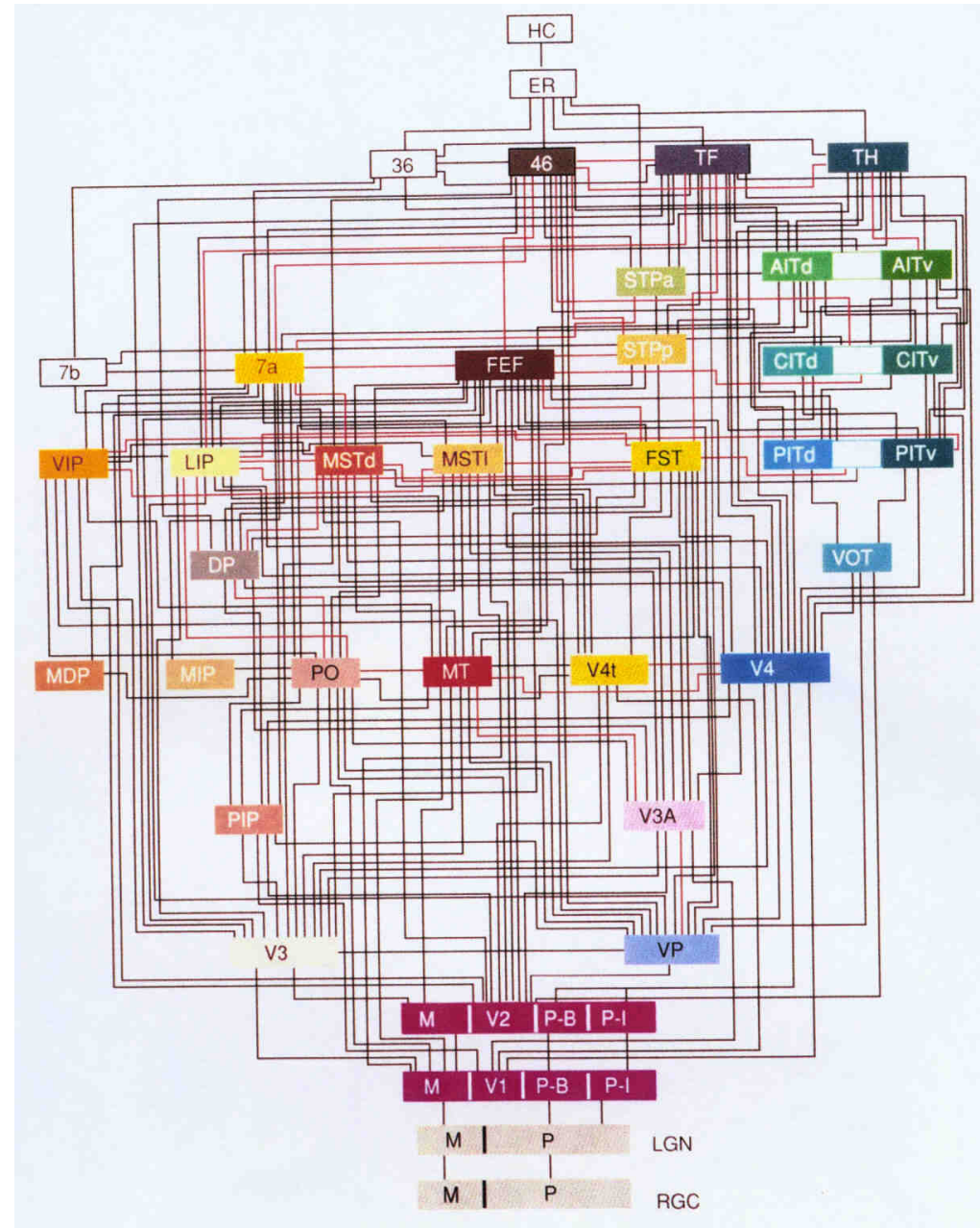
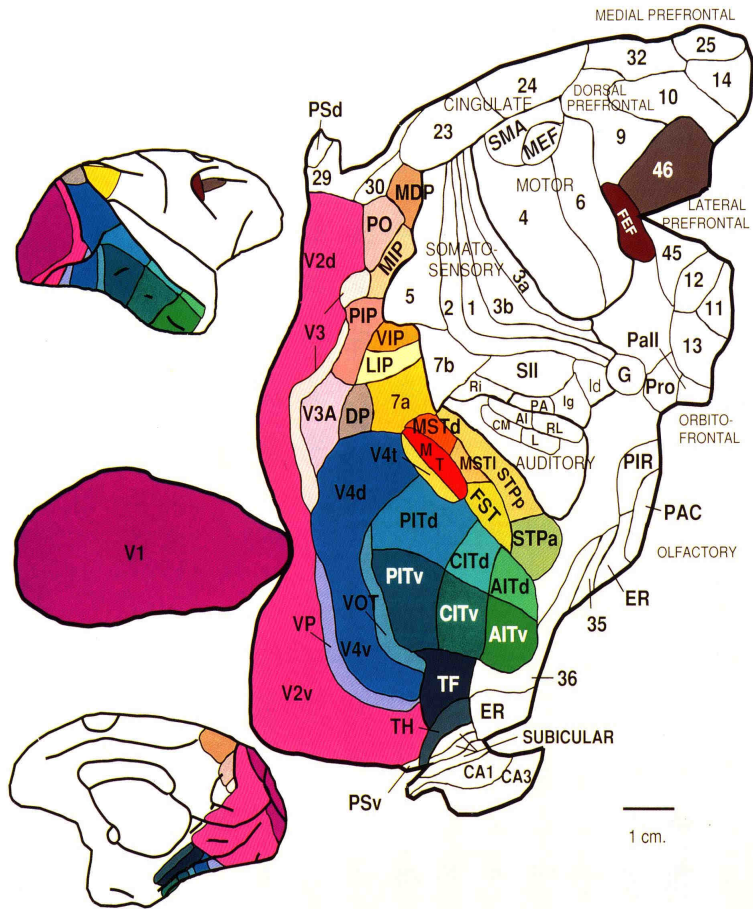
Quel est le degré maximum de spécialisation fonctionnelle?

Comment définir une aire visuelle en l'absence de repères et de topographie visuelle?

Quand le concept d'aire cesse-t-il d'être une description adéquate de l'organisation corticale?

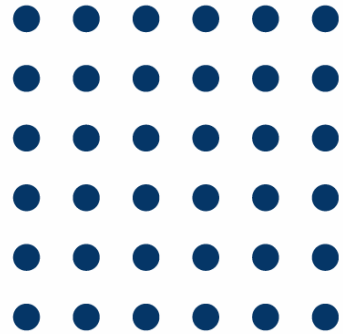


# Cortex visual extrastríe

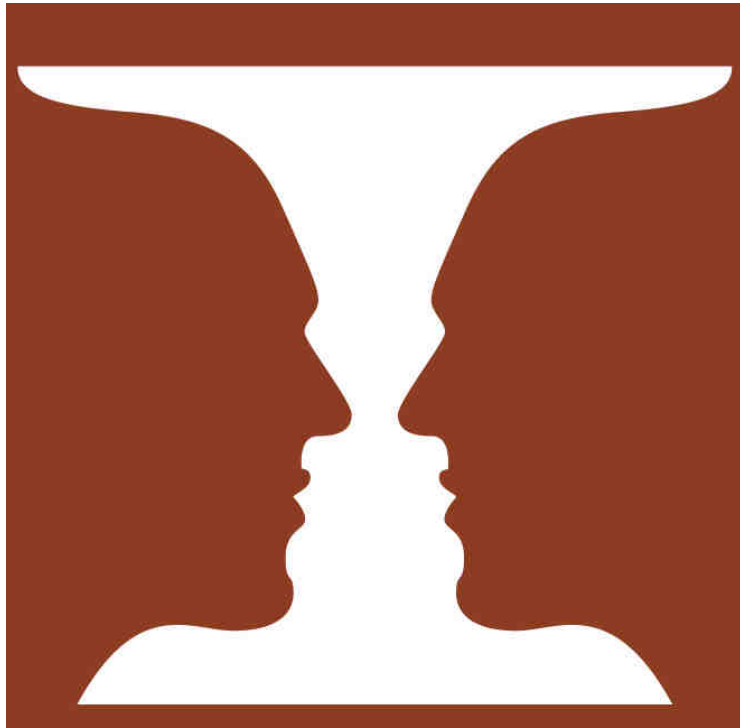


# *La perception : processus inférentiel - liage*

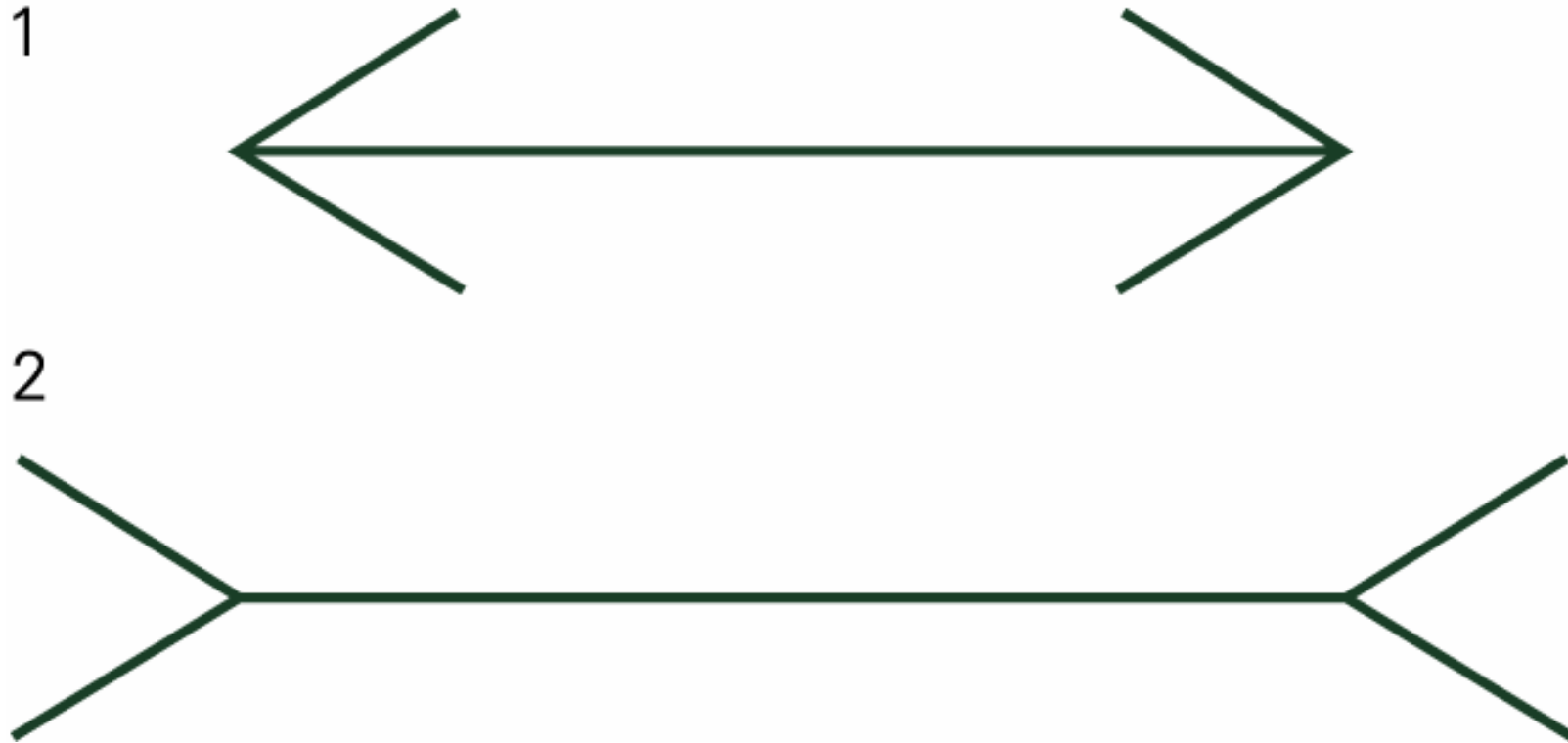
A Ambiguous pattern



*La perception : processus inférentiel -  
discrimination figure/fond*

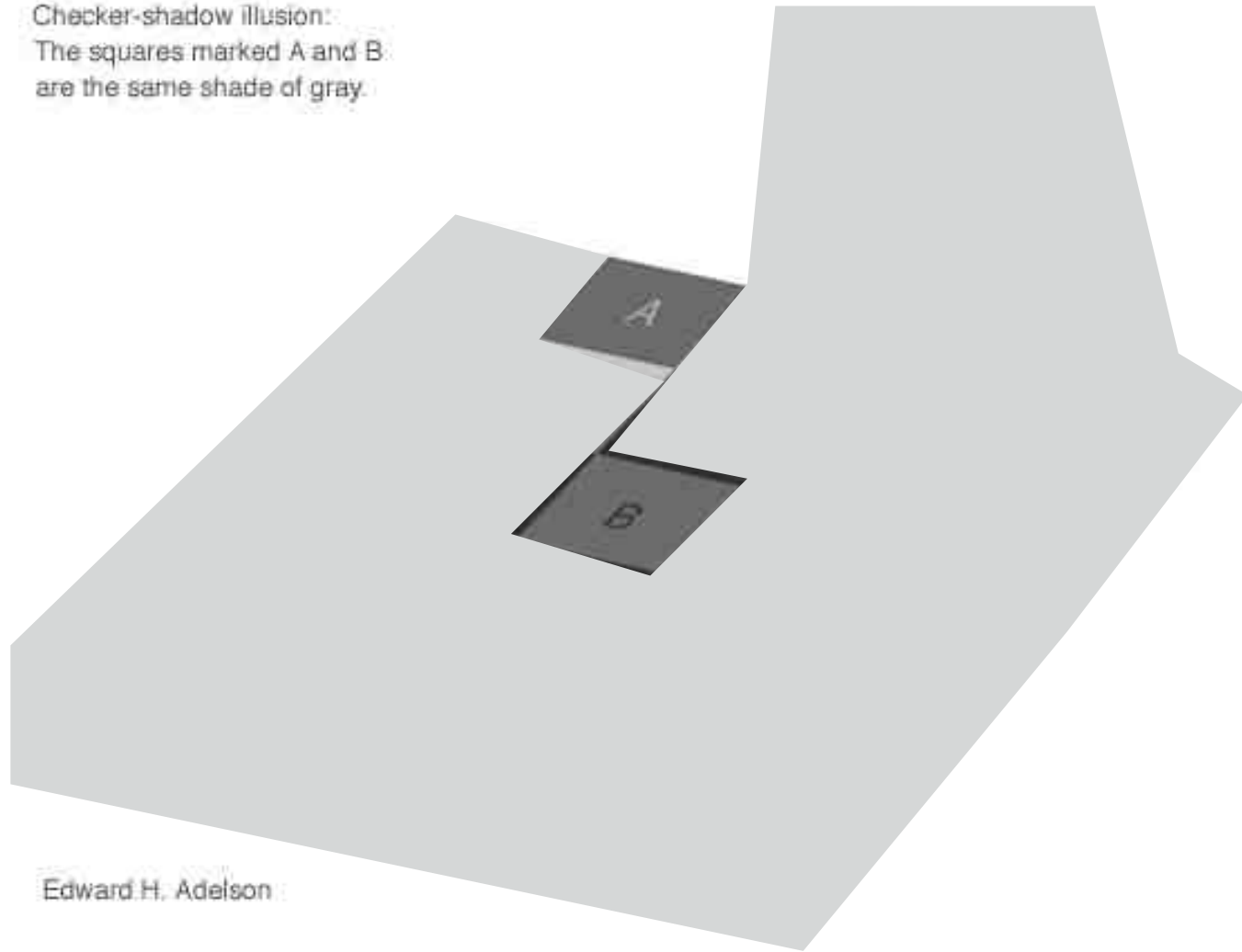


*La perception : processus inférentiel -  
distance*



# *La perception : processus inférentiel - luminosité*

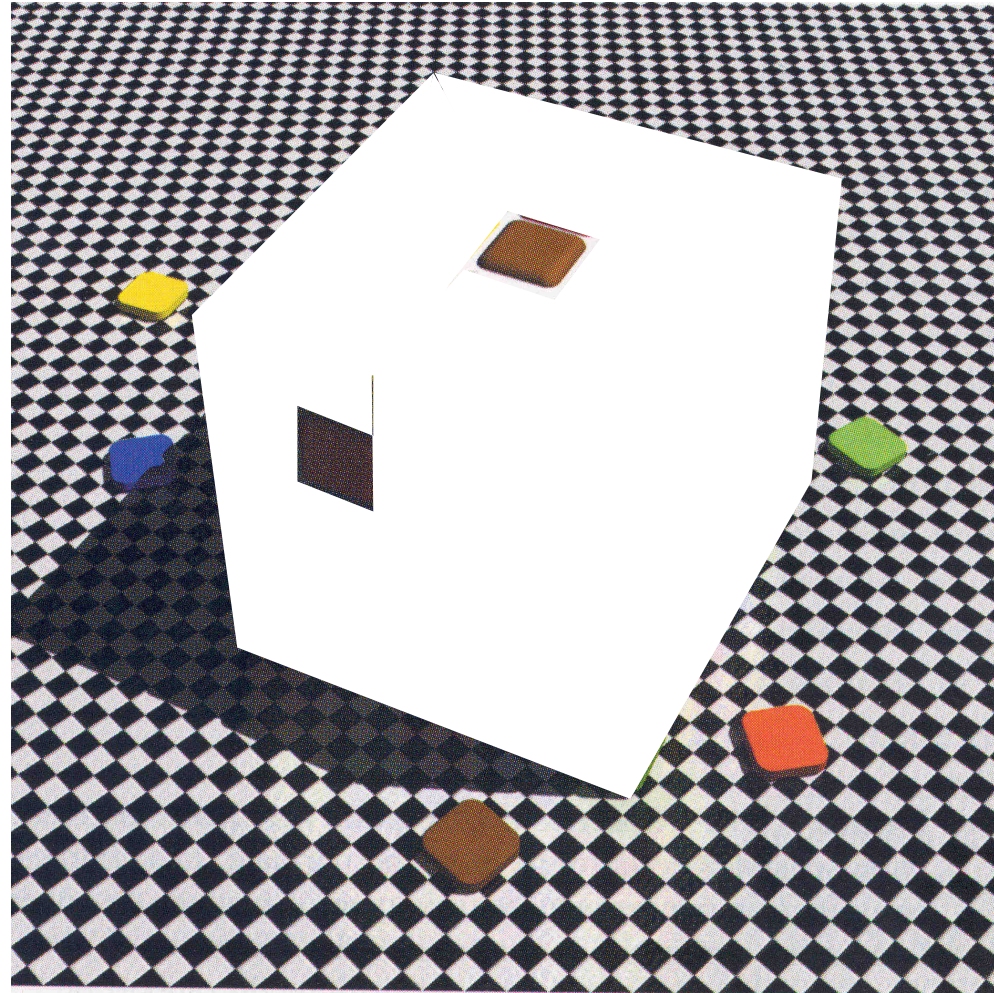
Checker-shadow illusion:  
The squares marked A and B  
are the same shade of gray.



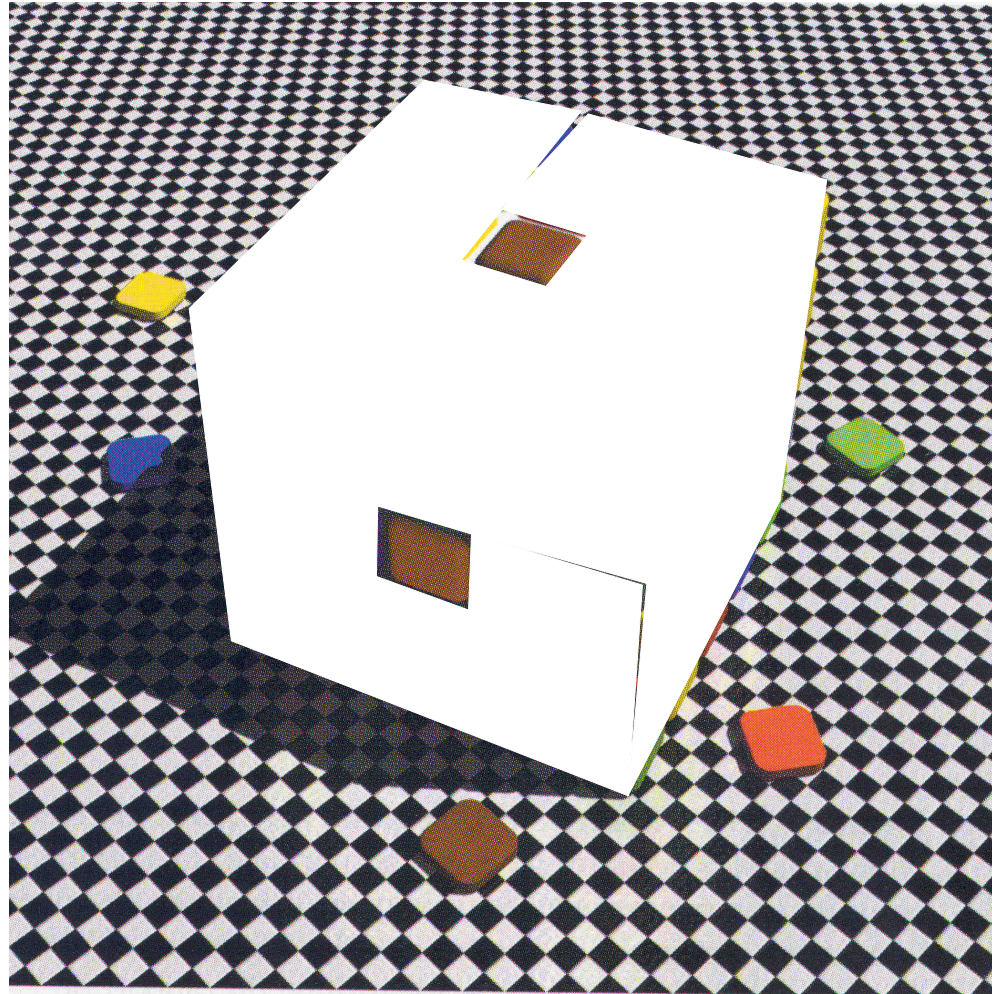
Edward H. Adelson



*La perception : processus inférentiel - couleur*



*La perception : processus inférentiel - couleur*





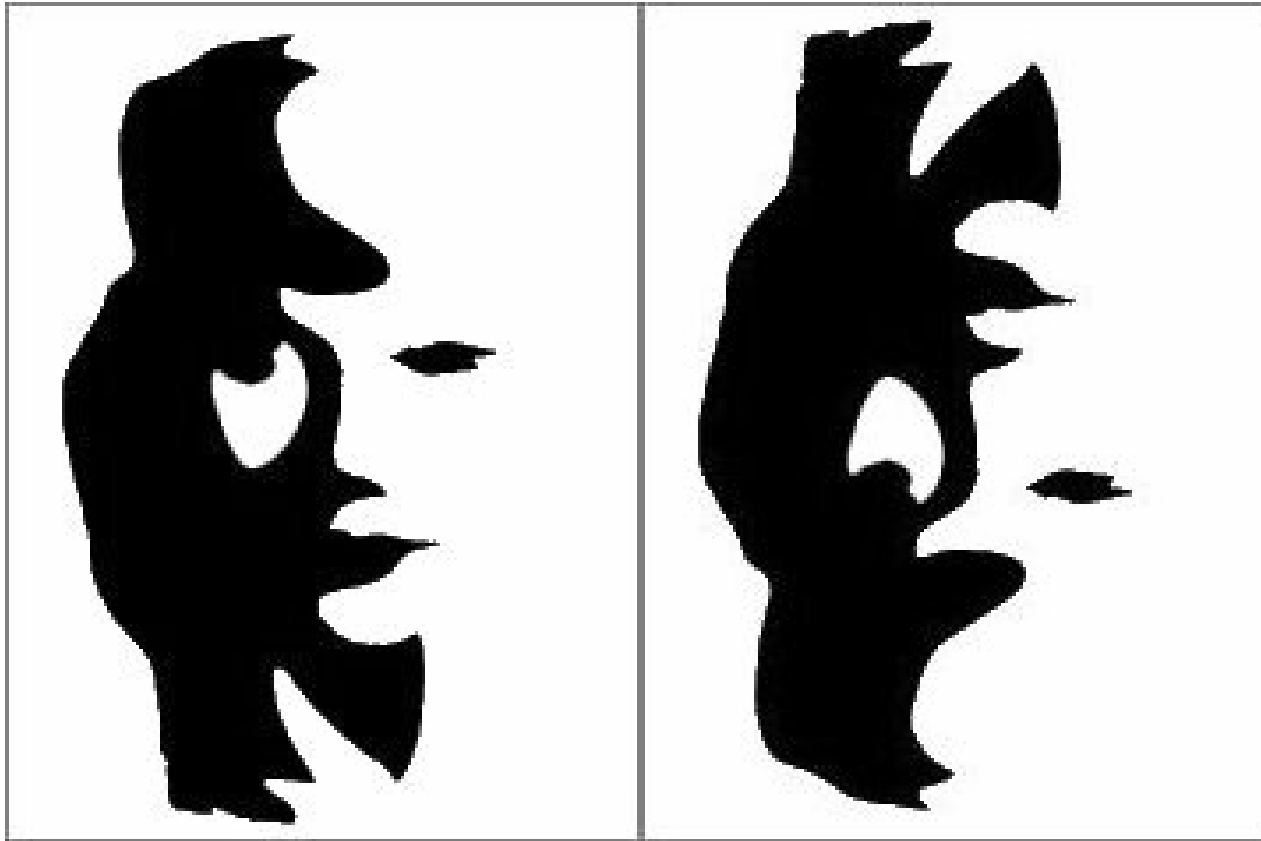
*La perception : processus inférentiel –  
connaissance a priori*



*La perception : processus inférentiel –  
connaissance a priori*



*La perception : processus inférentiel –  
connaissance a priori*



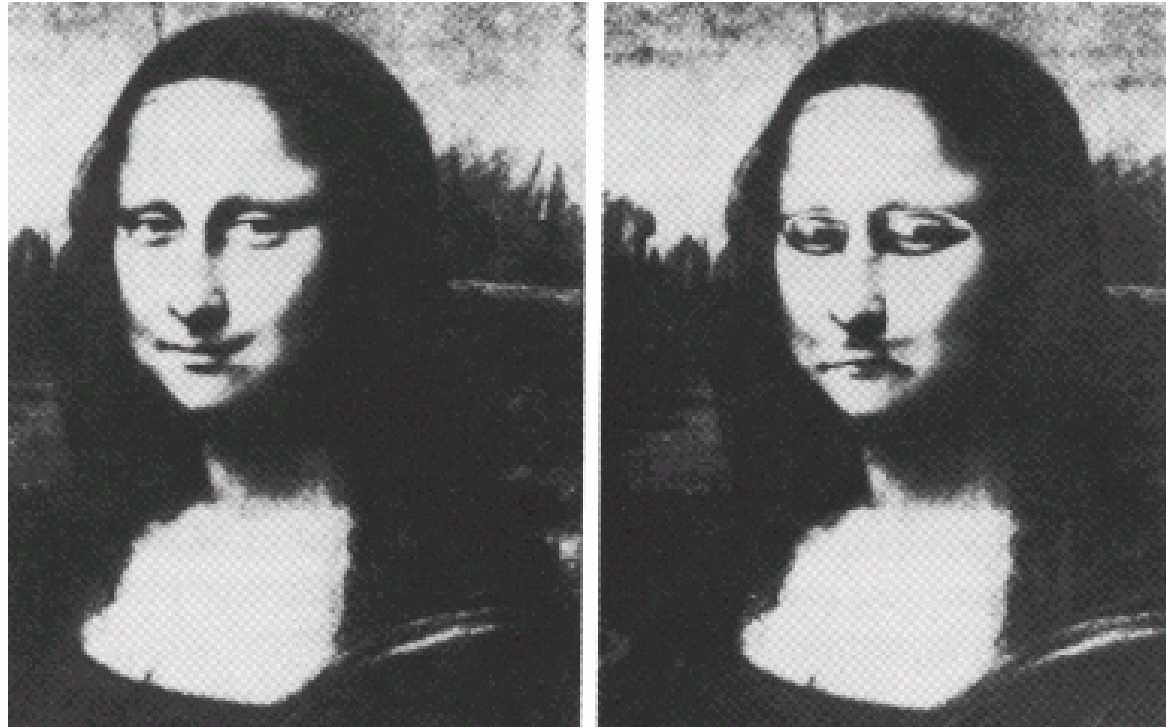
*La perception : processus inférentiel –  
constance de taille*



*La perception : processus inférentiel –  
contexte et configuration*



*La perception : processus inférentiel –  
contexte et configuration*



*Problèmes perceptifs difficiles :  
détection de contours*



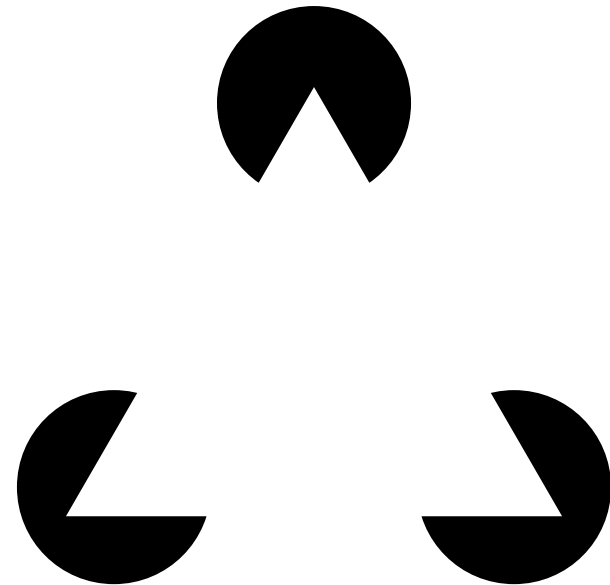


*Problèmes perceptifs difficiles :  
détection de contours*

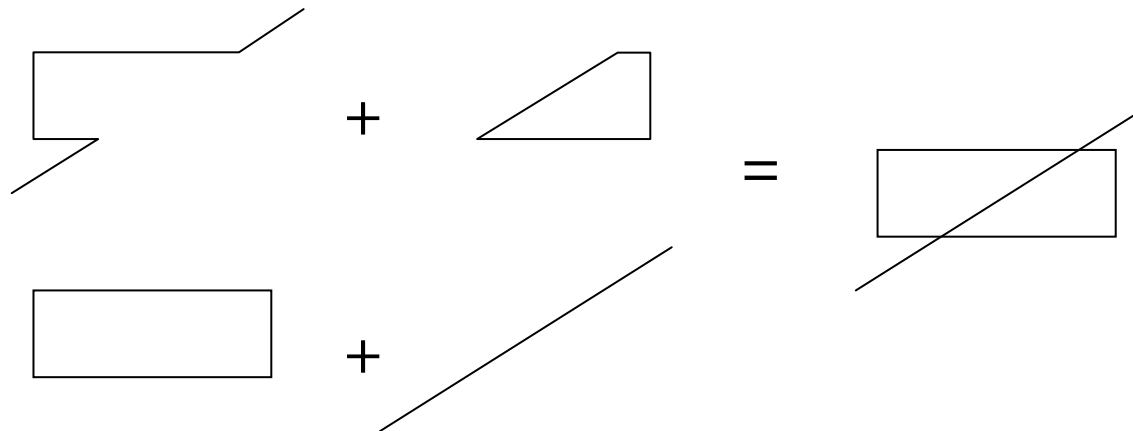
**A-**



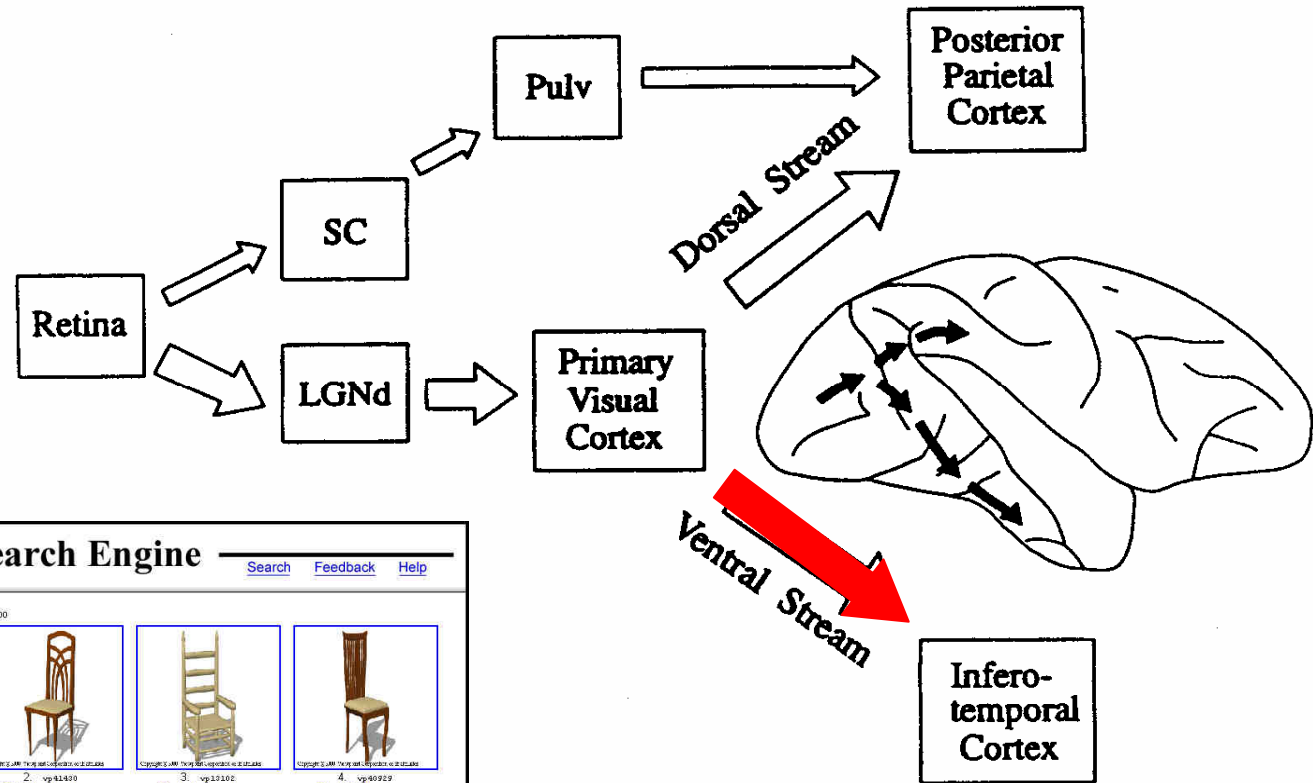
**C-**



**B-**



# Voie ventrale : codage des formes



**3D Model Search Engine**

3d Sketch 2d Sketch File Compare Search Feedback Help

Keywords:

Side View

Undo Clear













Front View

Undo Clear

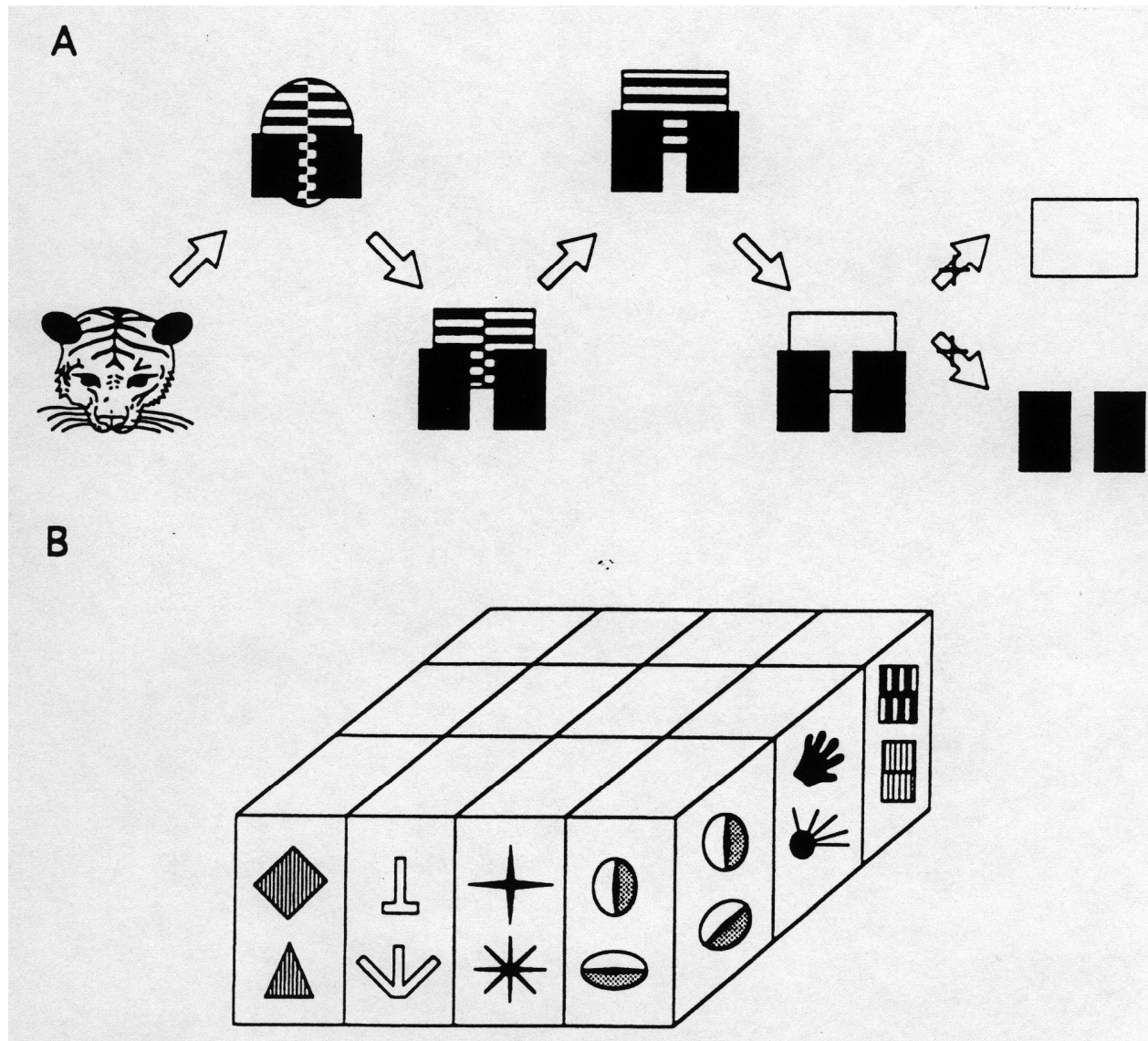
Top View

Undo Clear

Head page (13 - 24) number of results: 100

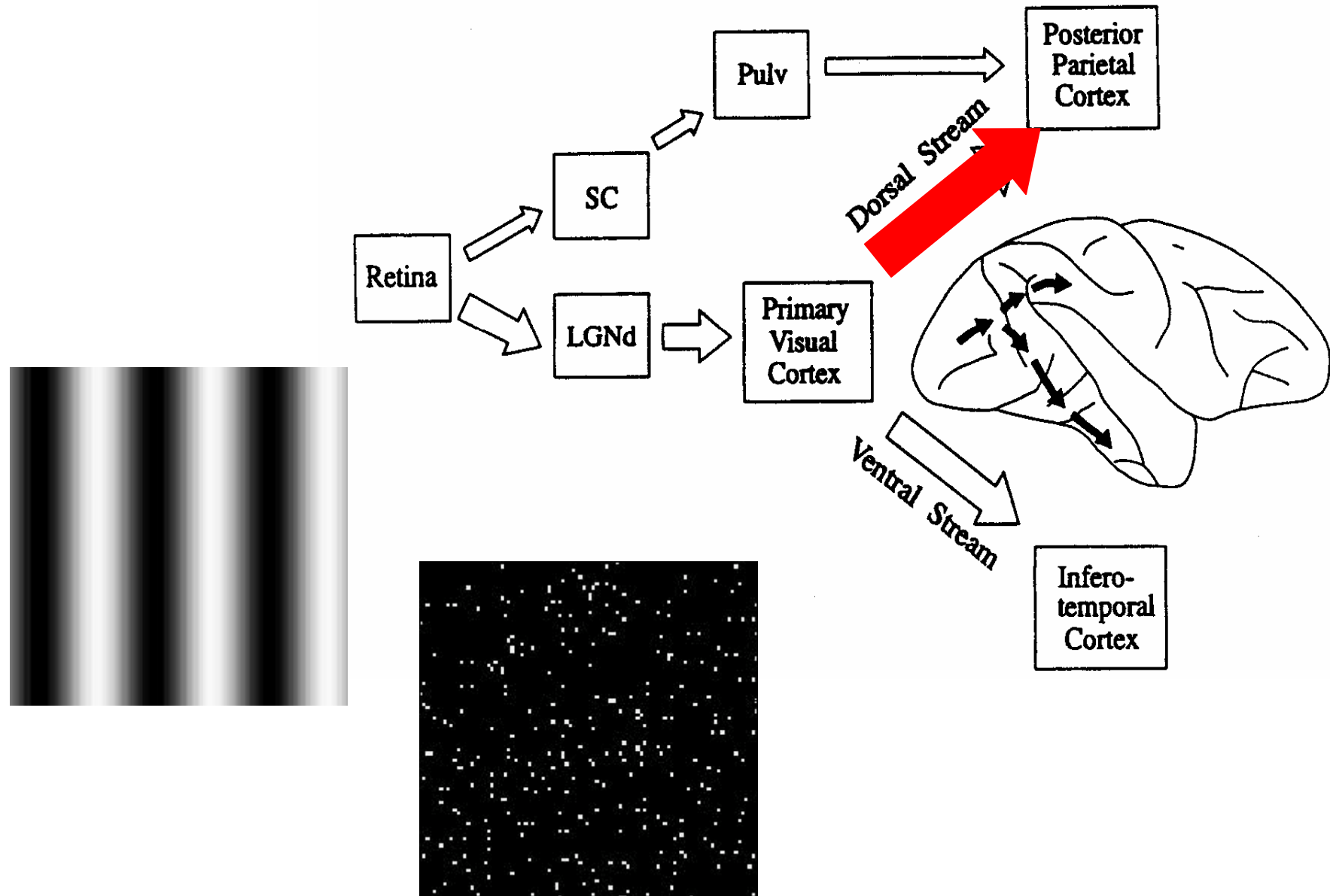
 1. vsp409200 <a href="#">Find similar shape</a>	 2. vsp412400 <a href="#">Find similar shape</a>	 3. vsp321002 <a href="#">Find similar shape</a>	 4. vsp409200 <a href="#">Find similar shape</a>
 5. vsp412000 <a href="#">Find similar shape</a>	 6. vsp412400 <a href="#">Find similar shape</a>	 7. vsp260001 <a href="#">Find similar shape</a>	 8. vsp260000 <a href="#">Find similar shape</a>
 9. vsp412000 <a href="#">Find similar shape</a>	 10. vsp160002 <a href="#">Find similar shape</a>	 11. vsp212006 <a href="#">Find similar shape</a>	 12. vsp70040 <a href="#">Find similar shape</a>

# *Voie ventrale : codage des formes*



Bibliothèque de formes primitives dans l'inféro-temporal

# *Voie dorsale : codage du mouvement*



# *Voie dorsale : codage du mouvement*

## *LGN, V1*

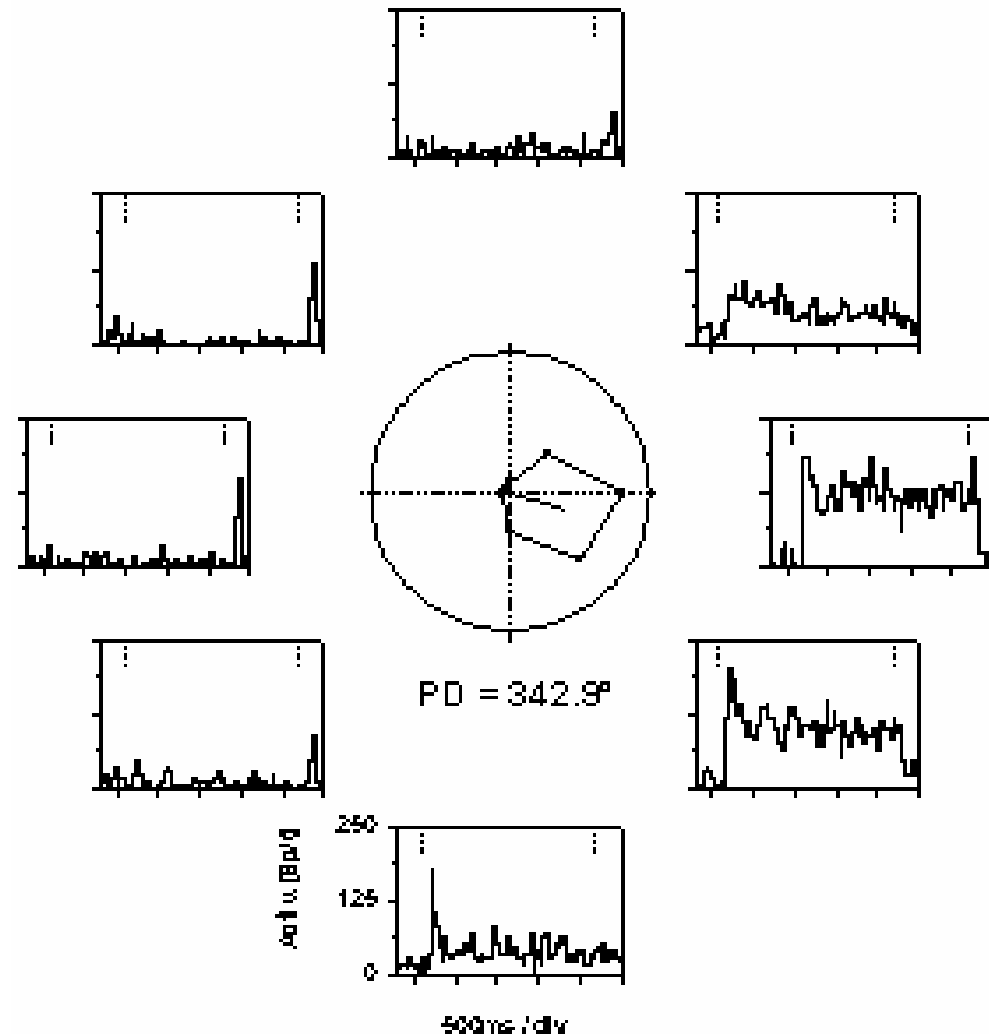
### Linear planar motion

Hiérarchie dans le traitement du mouvement:

1. Analyse locale de la direction 2D (LGN, V1)

2. Intégration pour l'analyse du mouvement de patterns complexes 2D (MT)

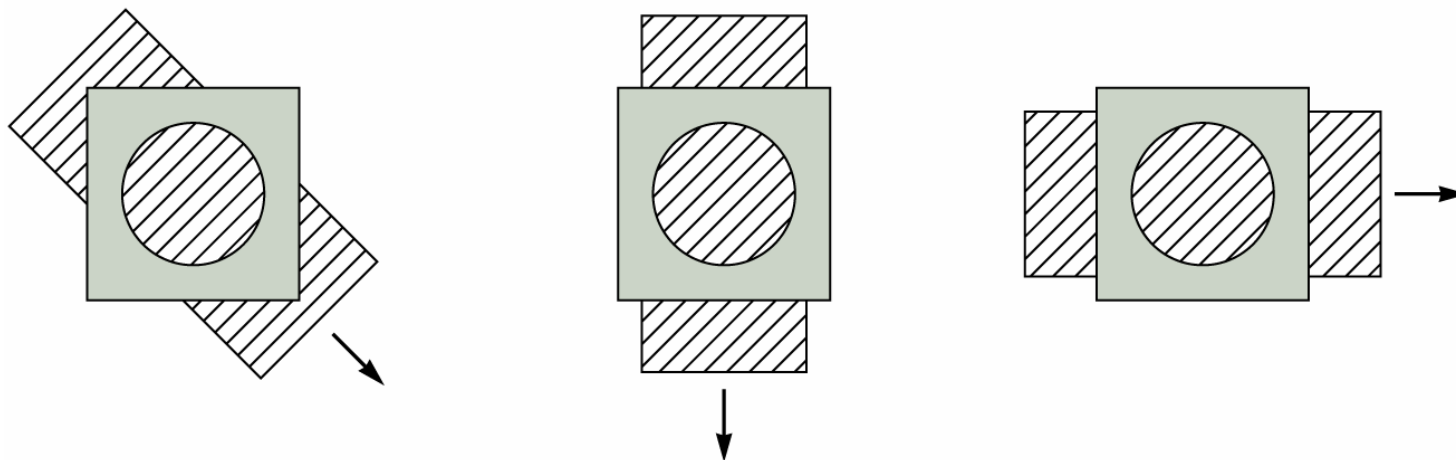
3. Intégration pour l'analyse 3D (MST, VIP)



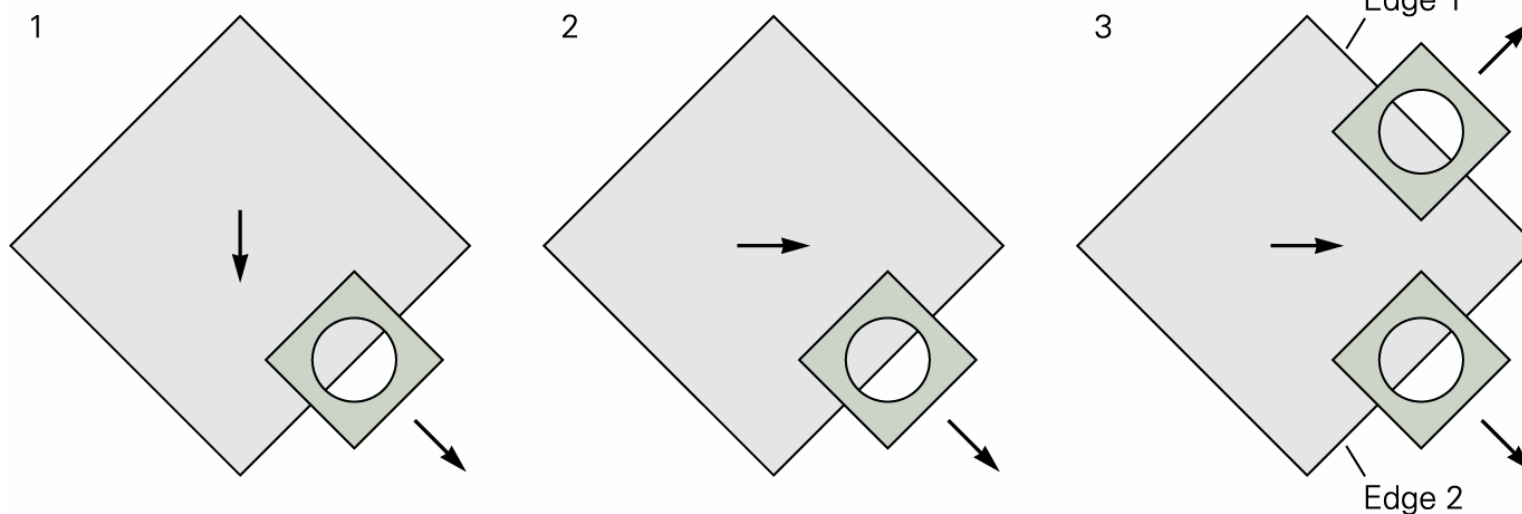
# *Voie dorsale : codage du mouvement*

*LGN, V1*

A Aperture problem



B Proposed solution



Le problème de « l'ouverture » (aperture)

# Voie dorsale : codage du mouvement

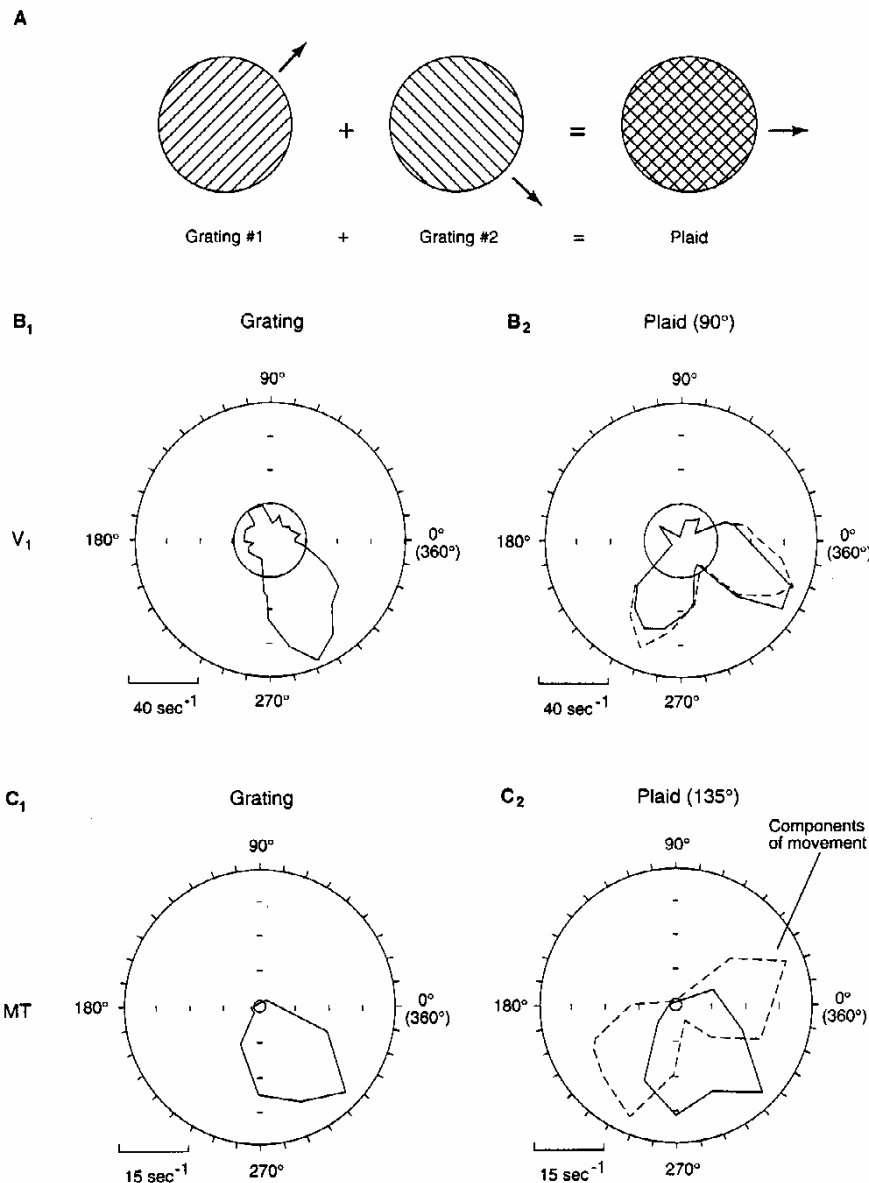
## MT

Hiérarchie de traitement du mouvement:

1. Analyse locale de la direction 2D (LGN, V1)

2. Intégration pour l'analyse du mouvement de patterns complexes 2D (MT)

3. Intégration pour l'analyse 3D (MST, VIP)





# *Voie dorsale : codage du mouvement*

## *MST, VIP*

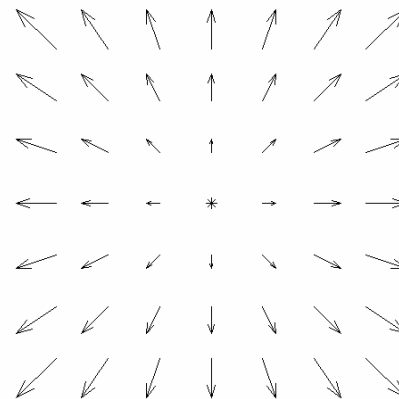
Hiérarchie de traitement du mouvement:

1. Analyse locale de la direction 2D (LGN, V1)

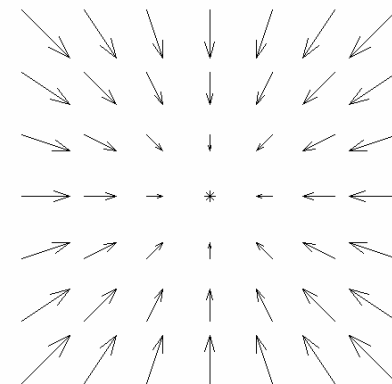
2. Intégration pour l'analyse du mouvement de patterns complexes 2D (MT)

3. Intégration pour l'analyse 3D (MST, VIP)

**Expansion**

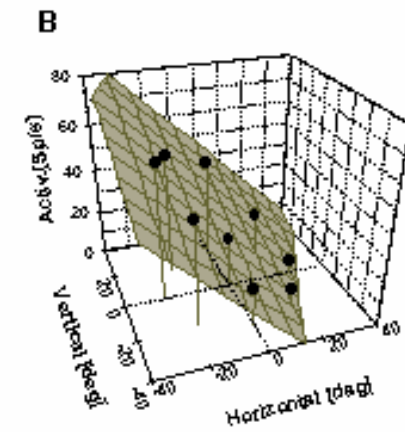
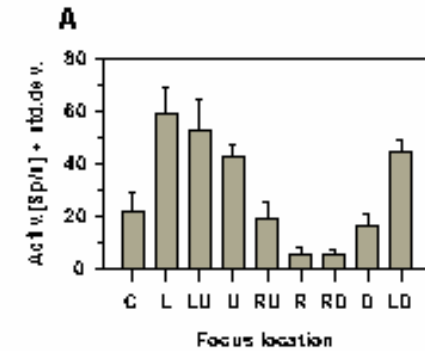
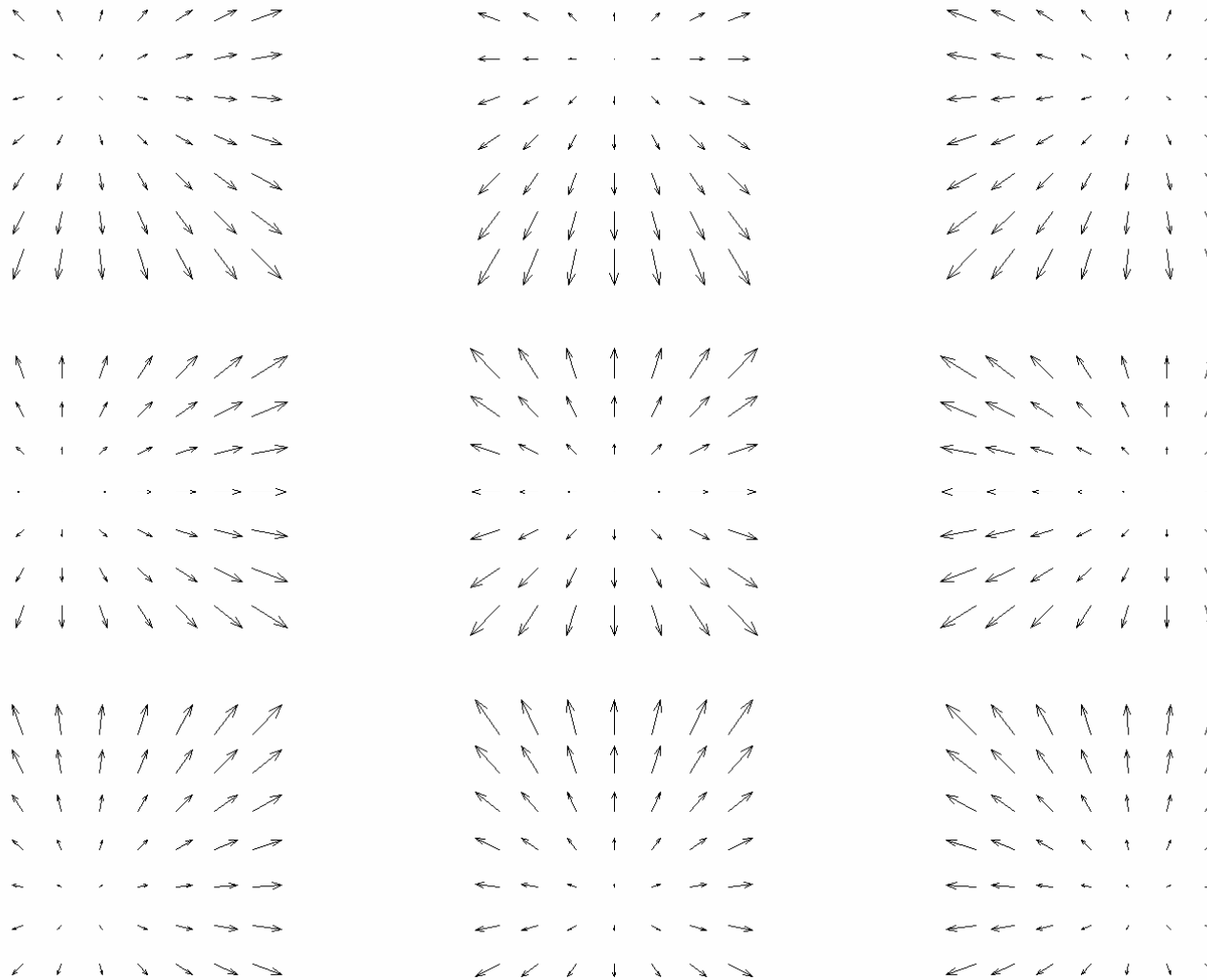


**Contraction**



# *Voie dorsale : codage du mouvement*

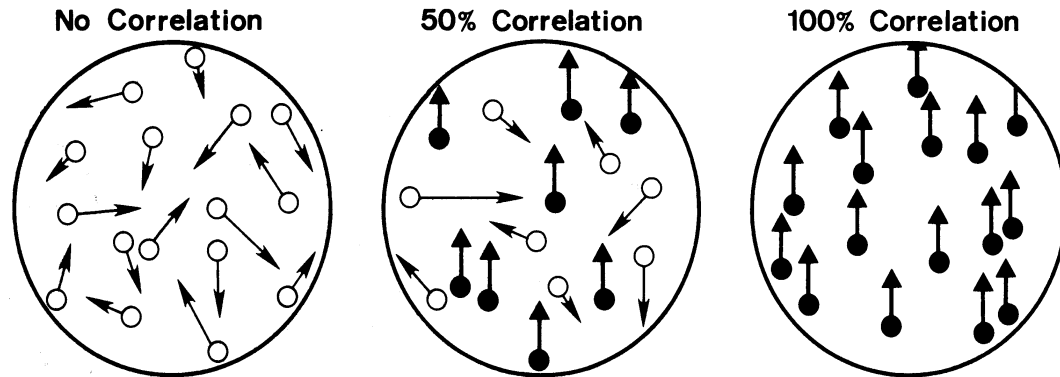
## *MST, VIP*



Codage de la singularité d'un flux optique radial :  
détection du "heading"

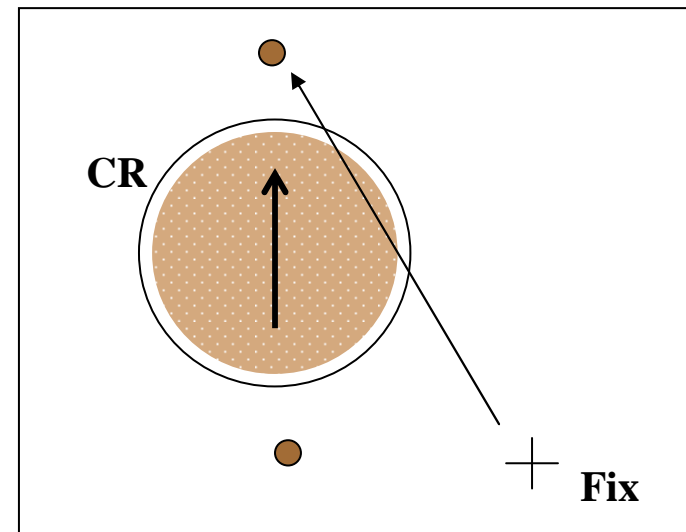
# *Voie dorsale : codage du mouvement*

## *Jugement perceptif dans MT*



Introduction de cohérence dans un nuage de points en mouvement aléatoire

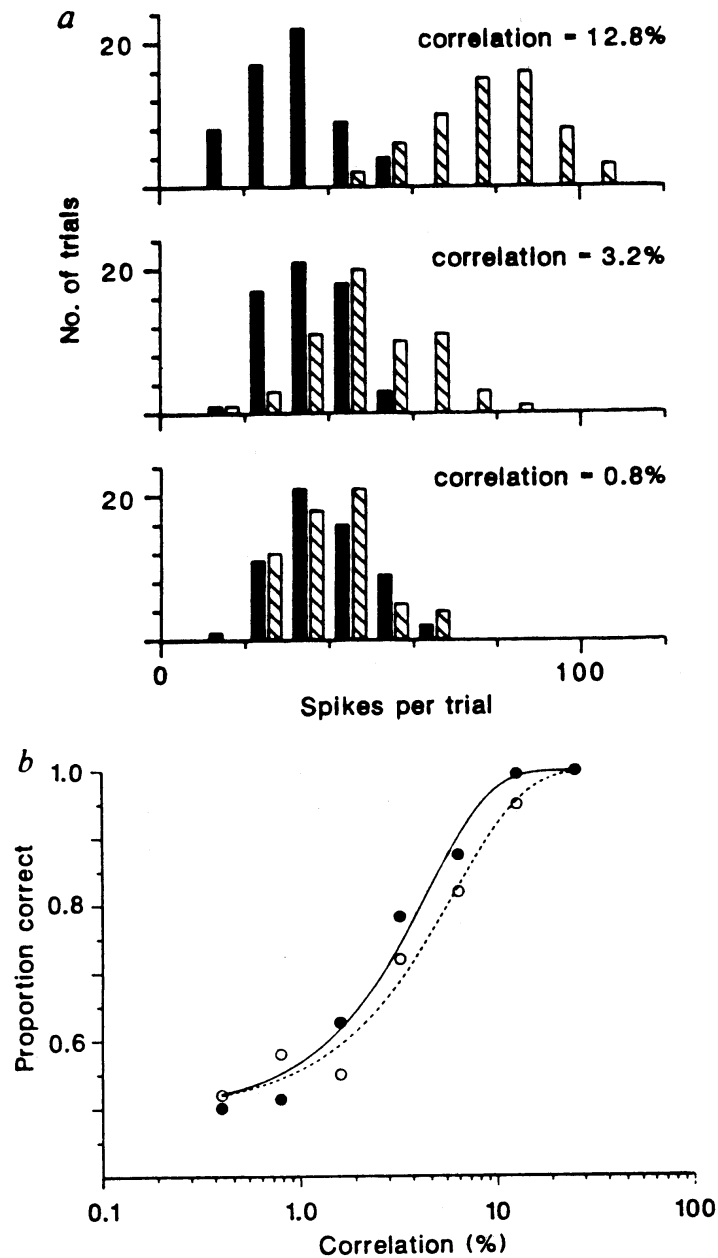
Le singe manifeste sa perception à l'aide d'une saccade oculaire: vers le point en haut et à droite du stimulus si le mouvement est vers le haut et la droite, et vers le point en bas et à gauche si le mouvement est vers le bas et la gauche. Le stimulus est centré sur le champ récepteur (CR) du neurone enregistré.



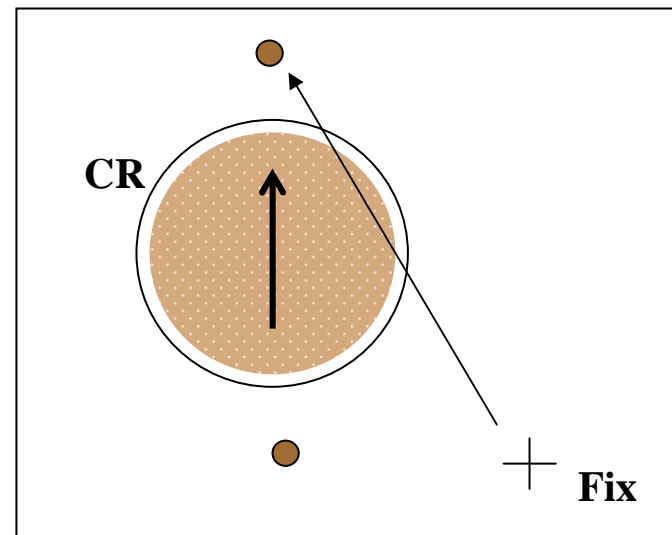
*Activité neuronale dans l'aire MT et jugement perceptif*

# *Voie dorsale : codage du mouvement*

## *Jugement perceptif dans MT*



La courbe de performance de l'animal en fonction du degré de cohérence dans le stimulus (trait et symboles pleins) ressemble à la courbe de sensibilité au même stimulus des neurones de l'aire MT (trait pointillé et symboles vides)



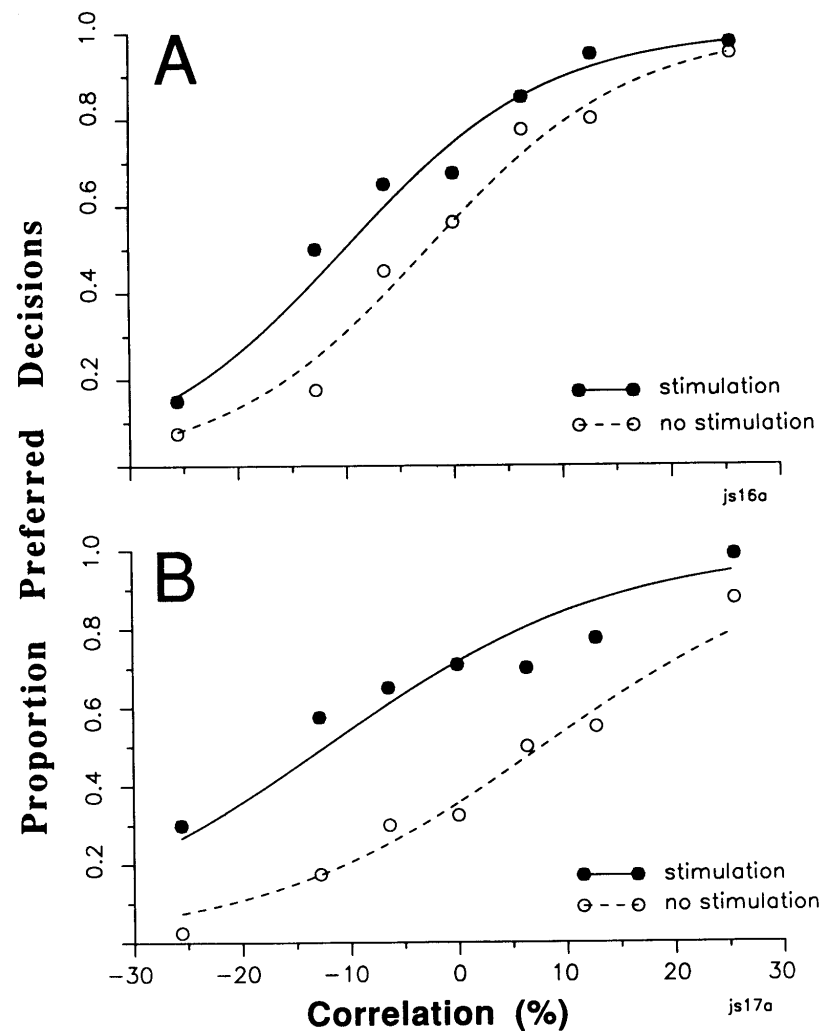
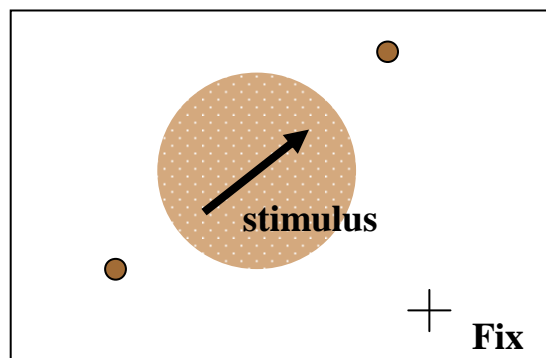
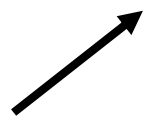
# Voie dorsale : codage du mouvement

## Jugement perceptif dans MT

Les neurones de l'aire MT sont organisés en colonnes de direction.

La *microstimulation* d'une colonne biaise la décision perceptive dans la direction codée par la colonne (trait et symboles pleins) comparativement à une situation de contrôle sans stimulation (trait pointillé et symboles vides).

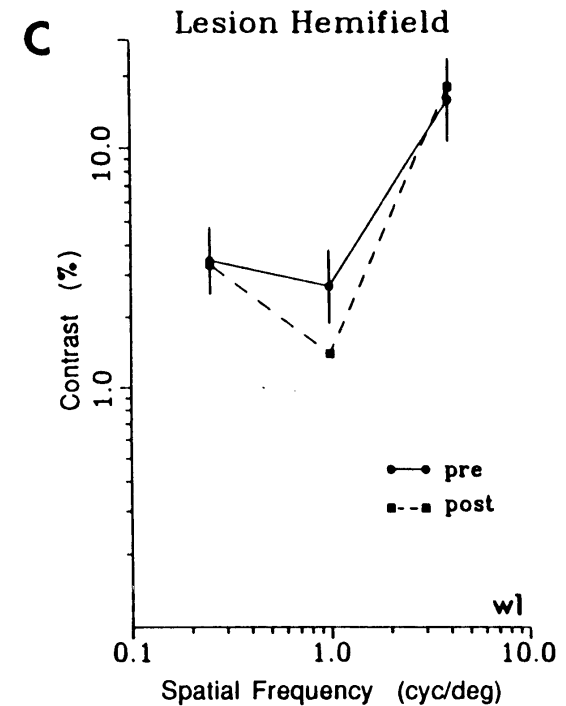
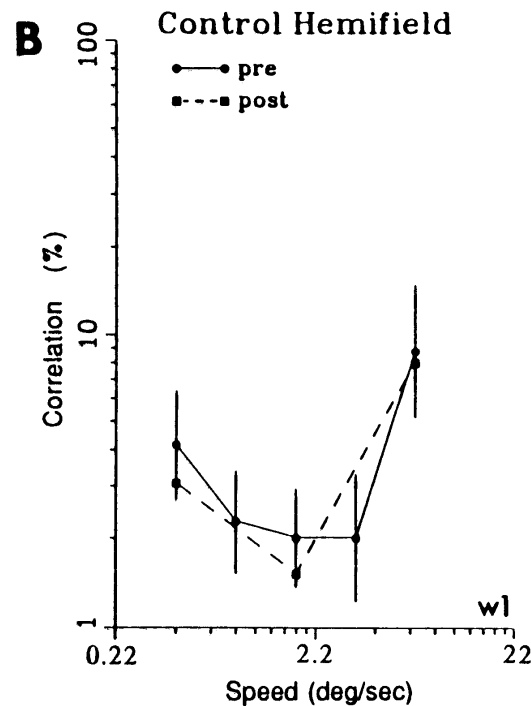
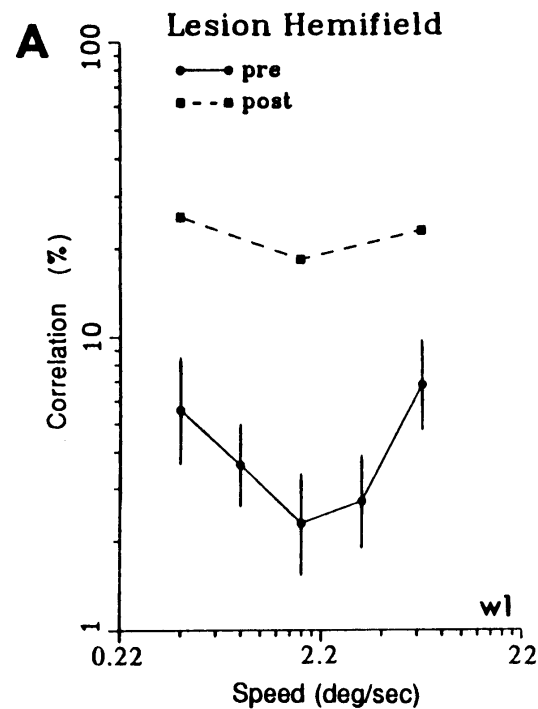
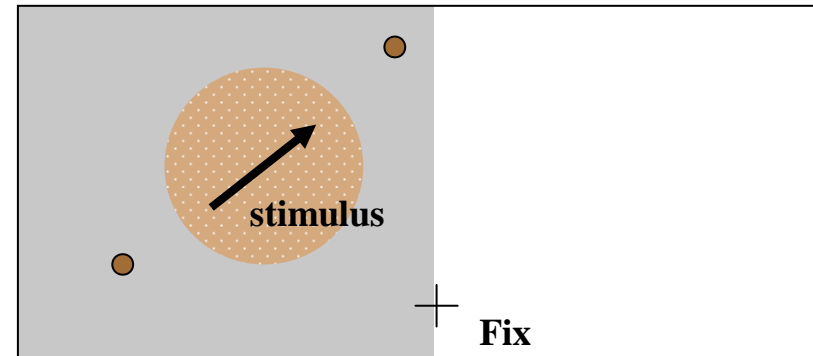
direction codée dans la colonne:



# Voie dorsale : codage du mouvement

## Jugement perceptif dans MT

Durant *l'inactivation* de l'aire MT (trait pointillé) les seuils de discrimination de cohérence sont élevés sélectivement dans l'hémichamp contralatéral (A). Il n'y a pas d'effet sur la sensibilité au contraste (C).

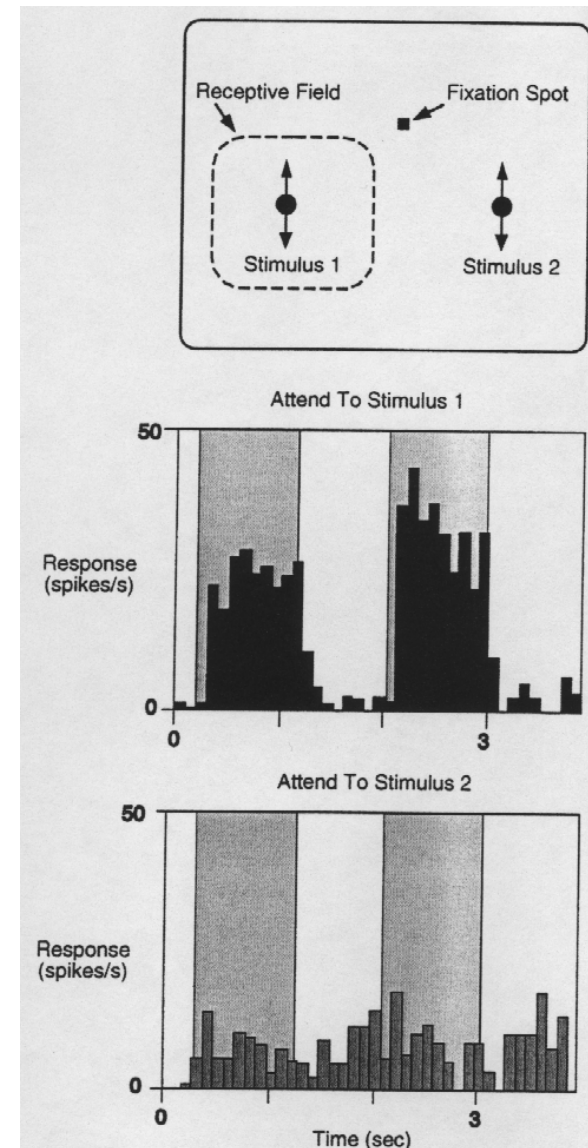


# *Voie dorsale : codage du mouvement*

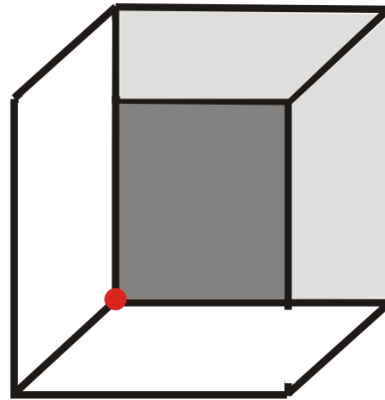
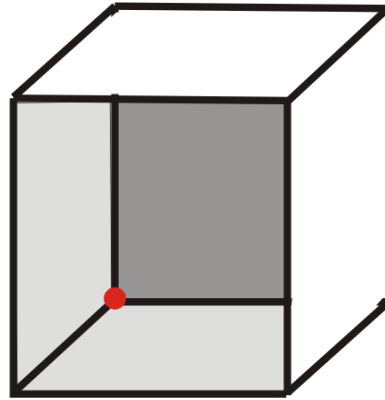
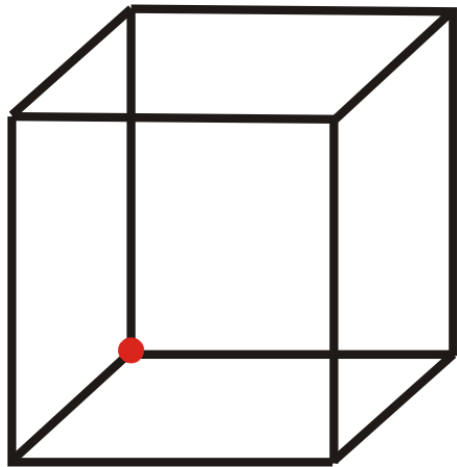
## *Attention sélective dans MT*

*Effet de l'attention sur les neurones de l'aire MT:*

- L'animal doit relâcher une manette quand le stimulus en mouvement change de vitesse
- 2 stimuli, un dans le CR, l'autre à l'extérieur du CR
- Un indice préalable lui indique quel est le stimulus pertinent







# Percevoir des formes dans le mouvement

