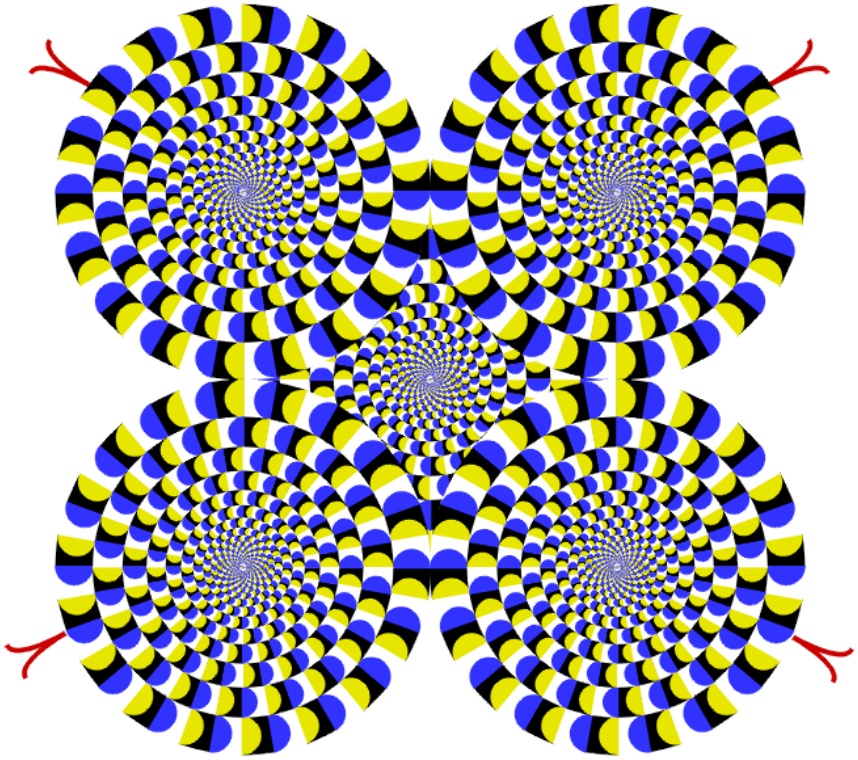


Yves Rossetti, CNRL
INSERM, Equipe Impact

ifé INSTITUT FRANÇAIS DE L'ÉDUCATION
MÉDIATION DES SAVOIRS

La Vision

1. Psychophysique

Différentes qualités visuelles: lumière, acuité, couleurs, mouvement, profondeur, …

Seuil absolu : quelques photons seulement !
(seulement dans une petite zone de la rétine, proche fovéa)

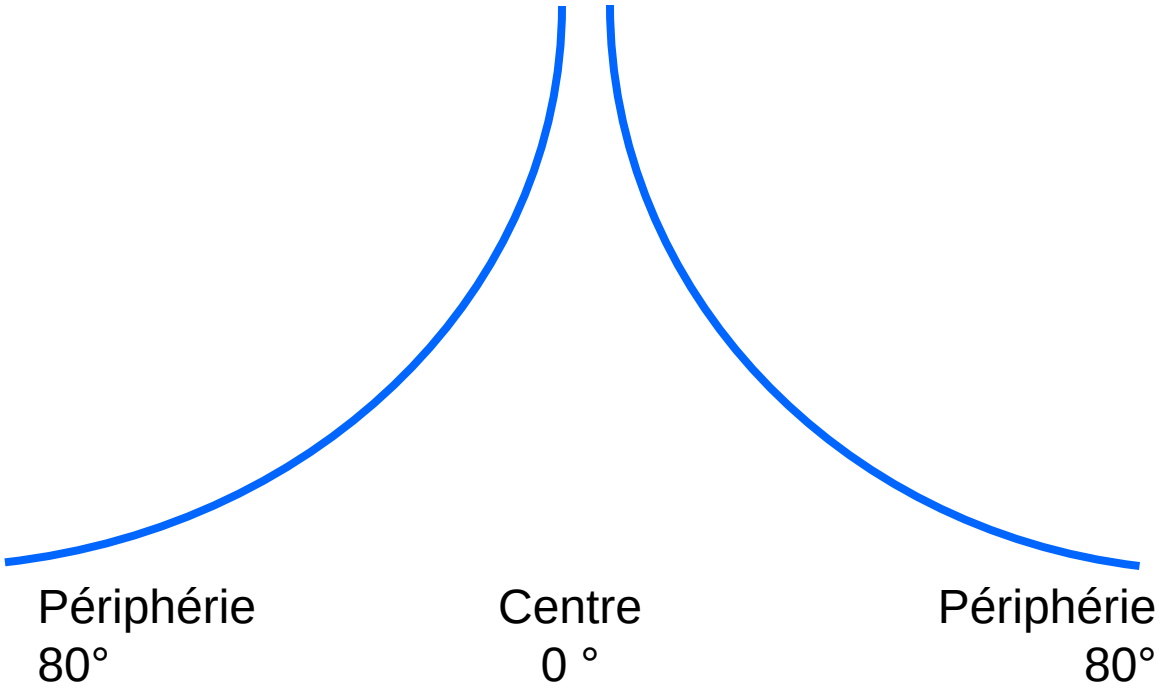
Seuil différentiel : l'œil humain peut distinguer env. 40 niveaux de gris.

Relativité: excentricité rétinienne (selon les qualités visuelles)
conditions lumineuses (vision photopique et scotopique)
phénomènes d'adaptation (e.g. à l'obscurité)
le cerveau crée de l'information (e.g. Marriotte)

NB: l'acuité mesurée habituellement est un pouvoir séparateur (seuil différentiel)

Acuité visuelle

= pouvoir séparateur



Excentricité rétinienne

Résolution temporelle

faible: télévision et écrans = 60 Hz!

Une image toutes les 45 ms suffit à donner l'impression de continuité!

(réflexe myotatique < 25 ms!)

Longueur d'onde

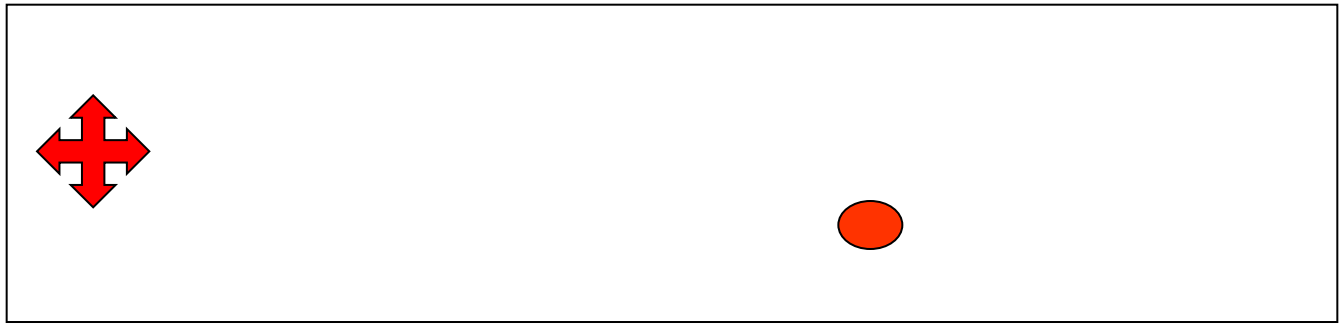
L'homme peut percevoir 200 nuances colorées

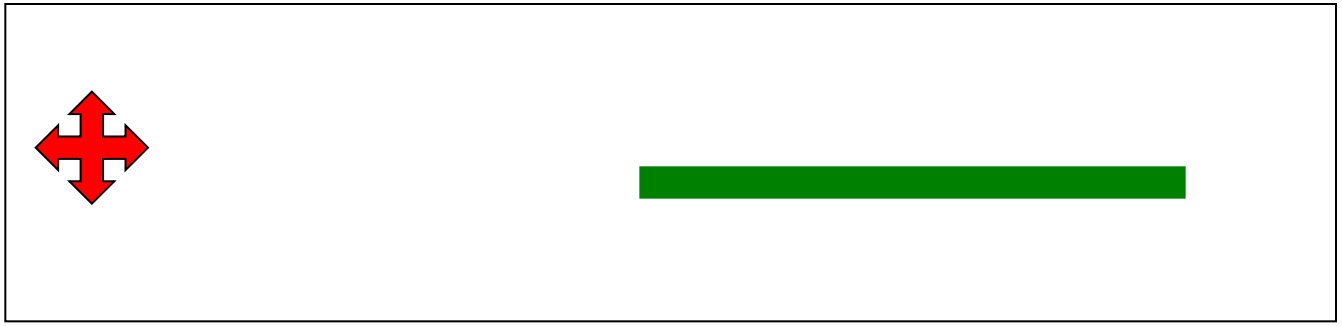
continuité des longueurs d'onde, mais fractionnées par les récepteurs rétiniens (cônes) et le réseau neuronal rétinien, et interprétées comme des couleurs.

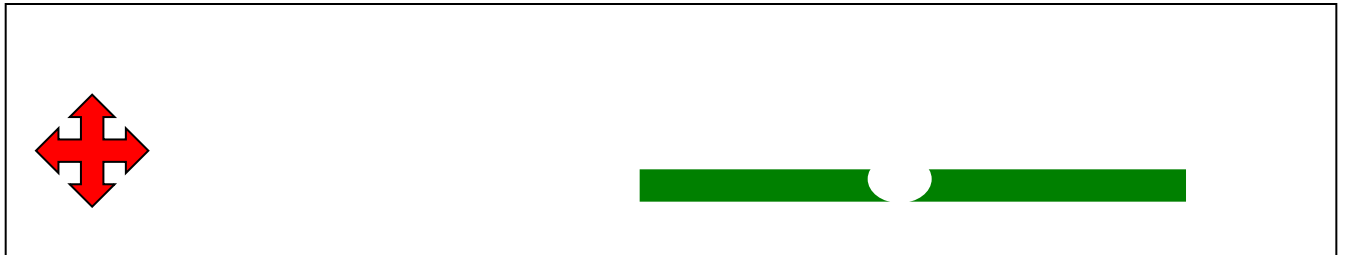
La couleur n'existe pas à l'extérieur du SNC

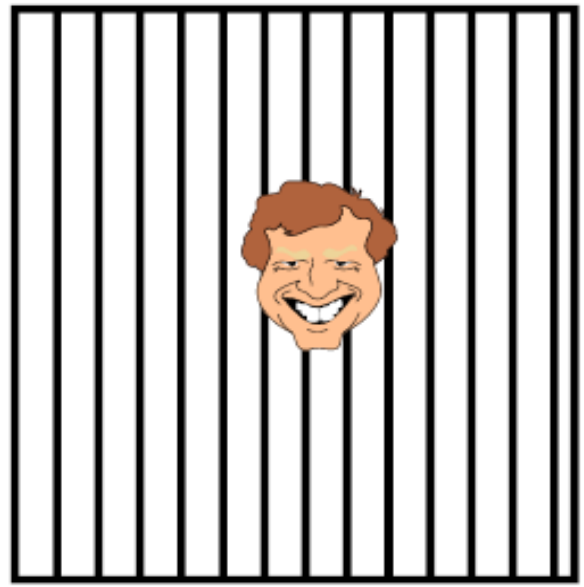
La tâche aveugle: expérience de Mariotte (10 deg à 10 deg)

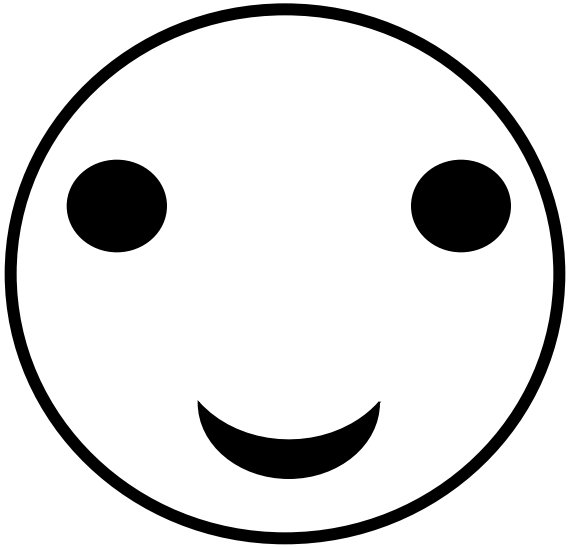
Ne regarder qu'avec l'œil droit

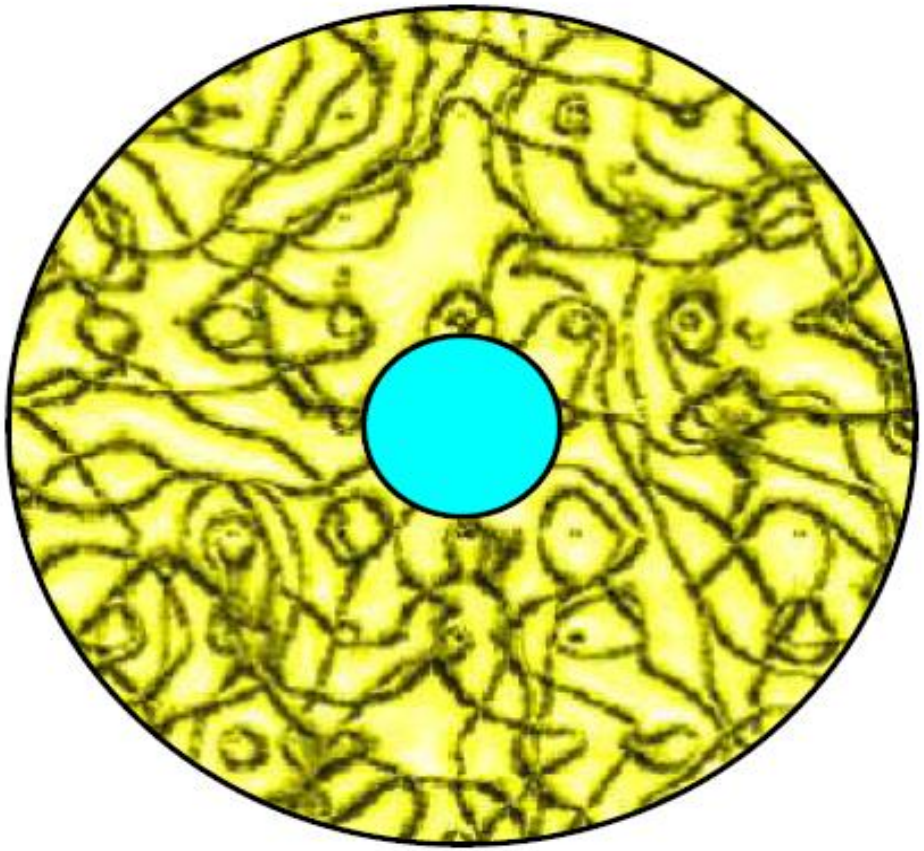






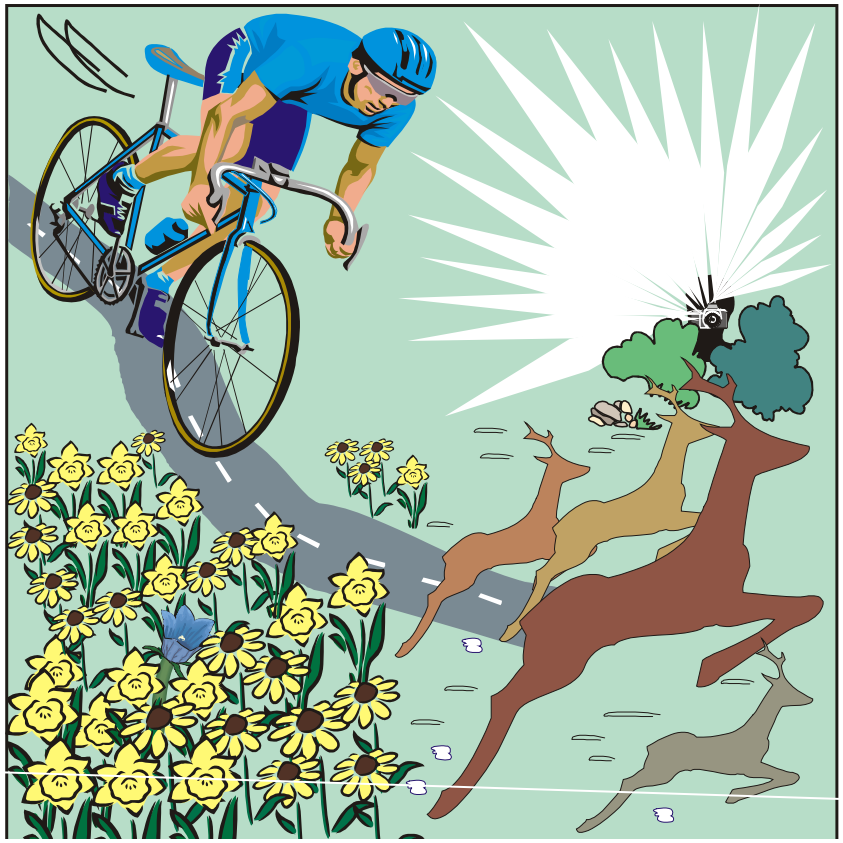






The brain even fills in complex textures.

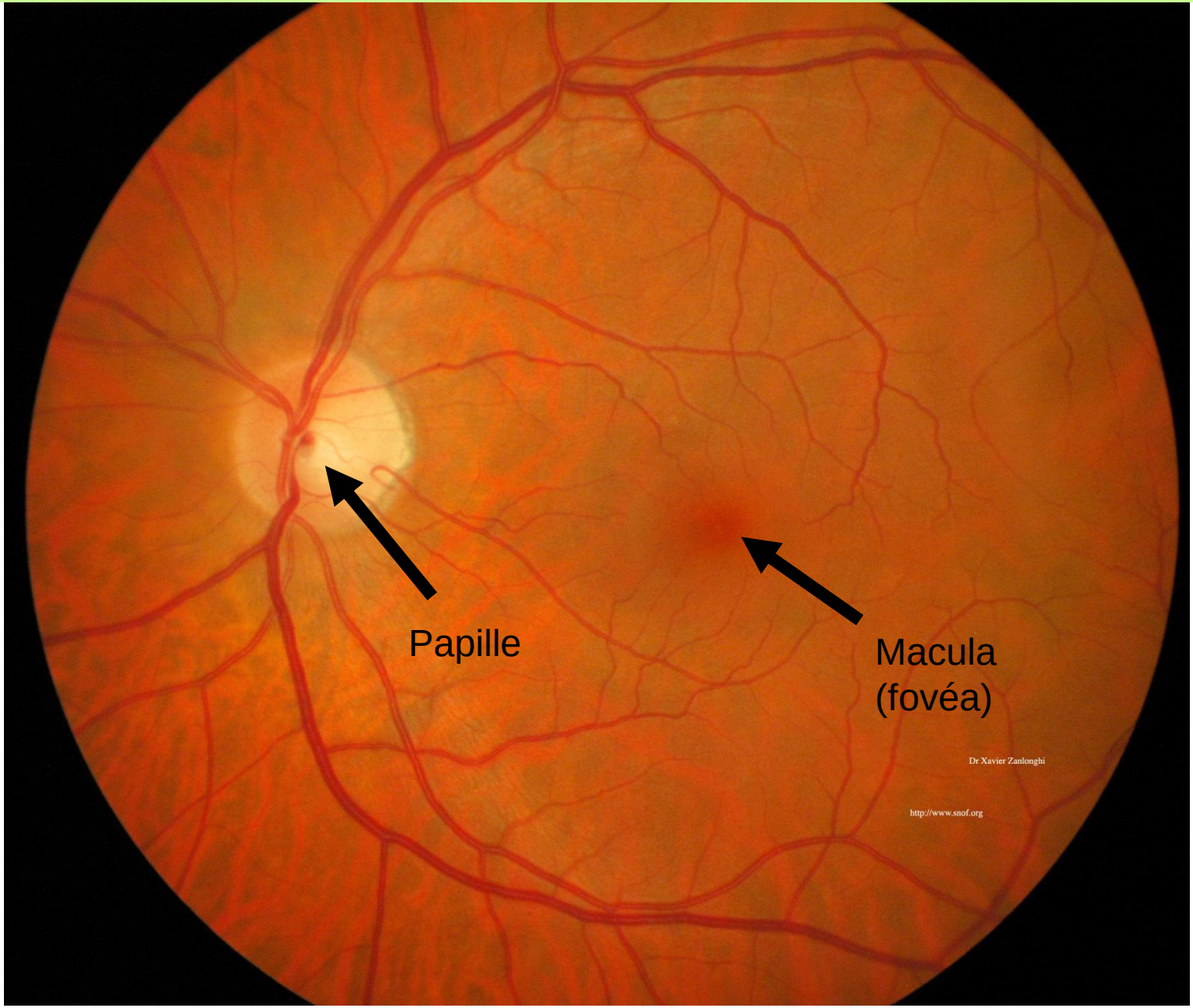
This illustrates an important principle. The brain often fills in information that is missing. It makes things up the best it can.



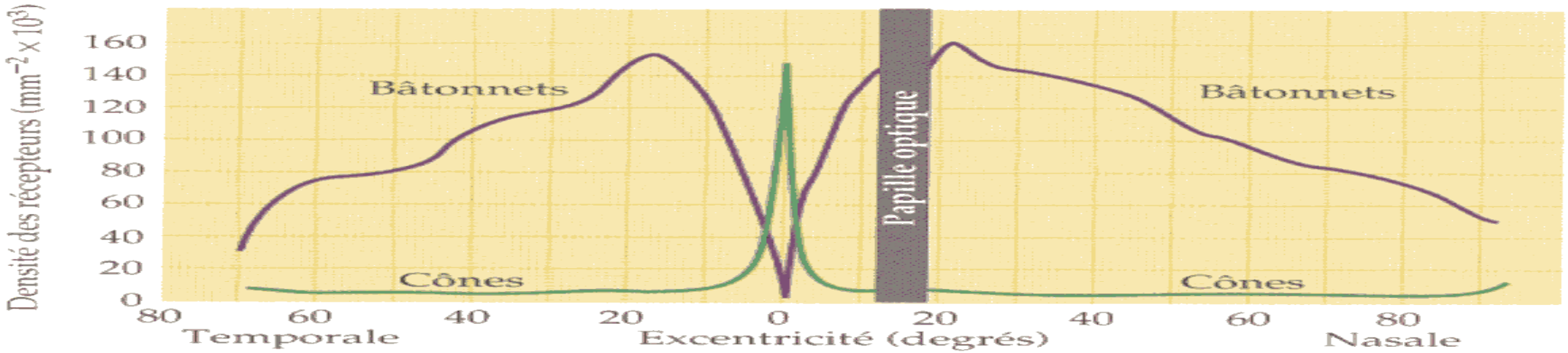
2. La rétine

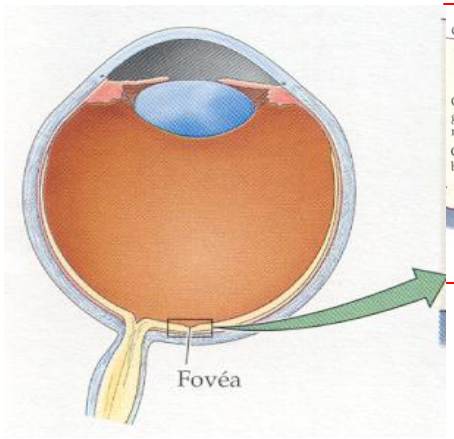
Structure
Acuités
Cellules bipolaires
Cellules ganglionnaires

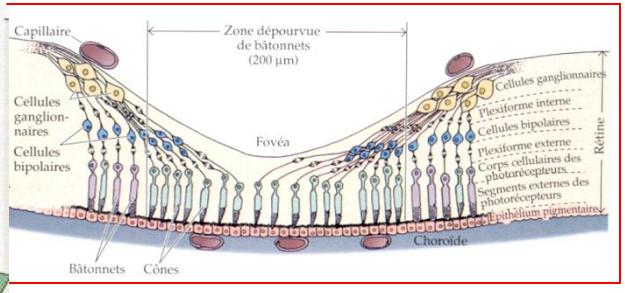
2. LA RETINE

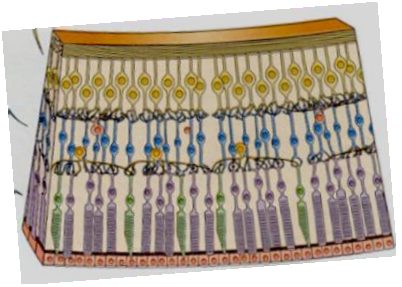


2. LA RETINE









Périphérie 80° — Centre 0 ° — Périphérie 80°

Excentricité rétinienne

2. LA RETINE

En lumière du jour,
seule la fovéa centrale
voit les détails et les couleurs

Dans l'obscurité,
seule la périphérie voit:
en noir et blanc et
avec une faible résolution.
la fovéa est aveugle

Image: Tutis Vilis

2. LA RETINE

La vision centrale

La vision centrale

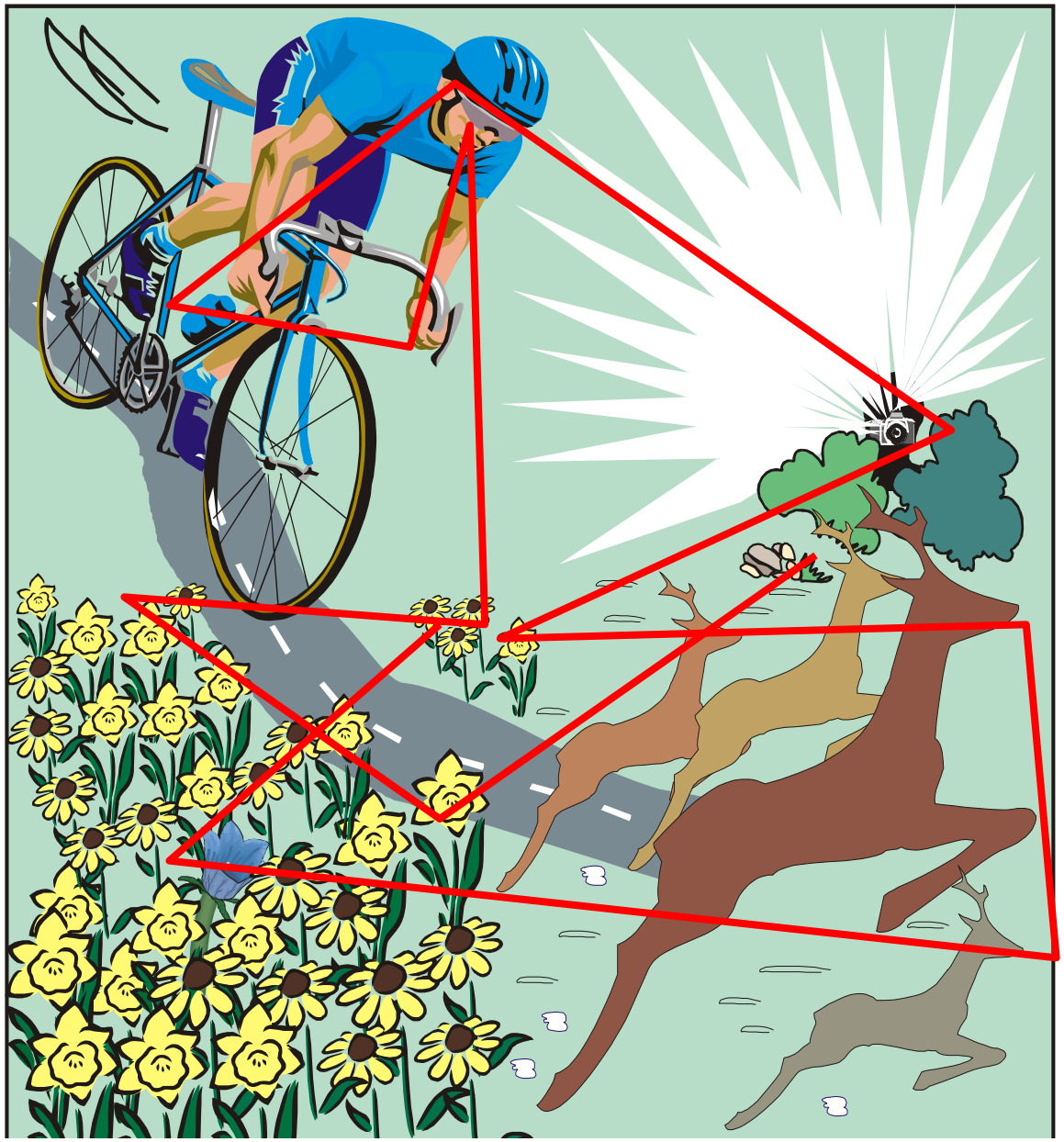
© Michel Imbert

=> Processus actifs rétiniens

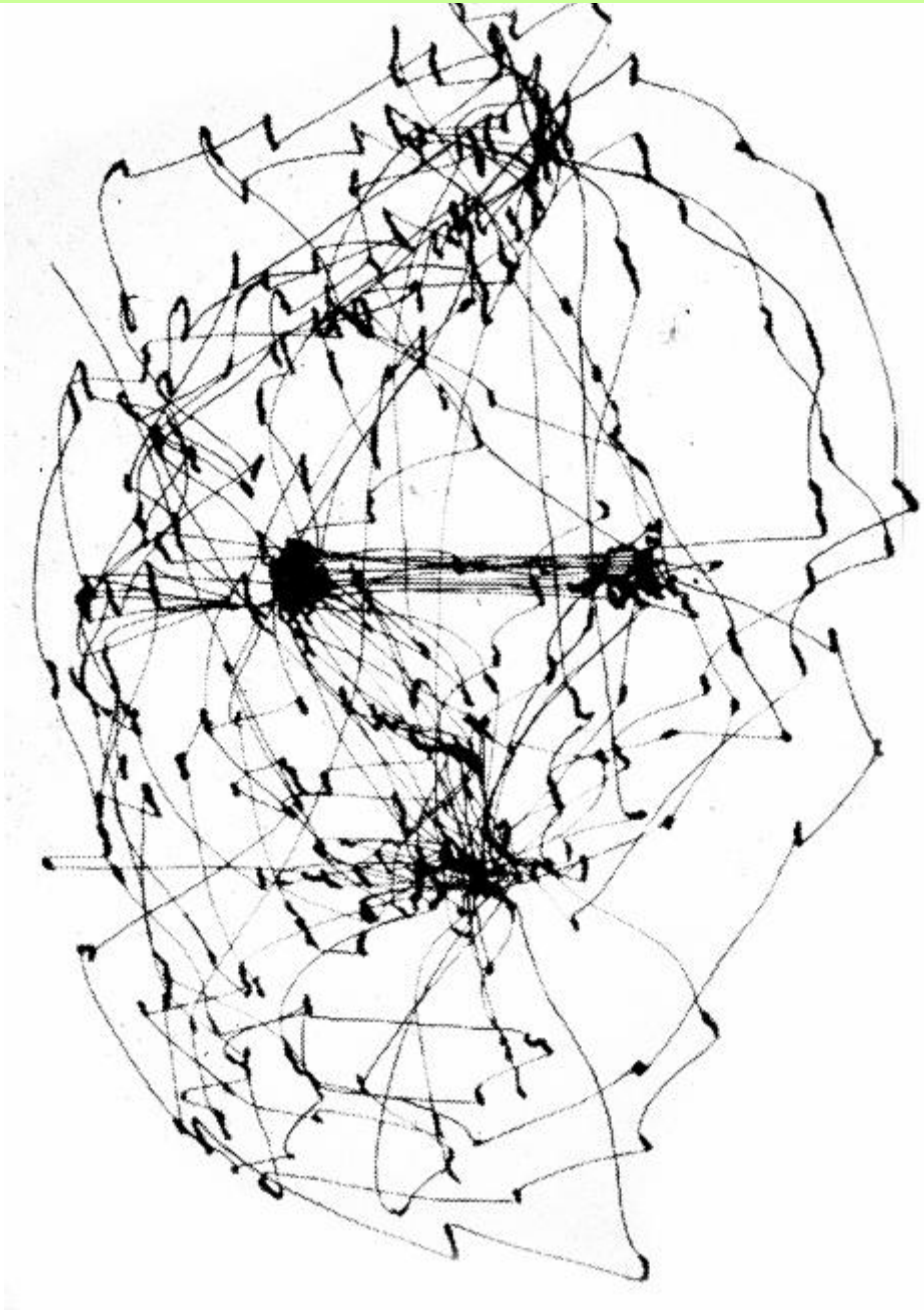
La vision centrale

La vision centrale

La vision centrale

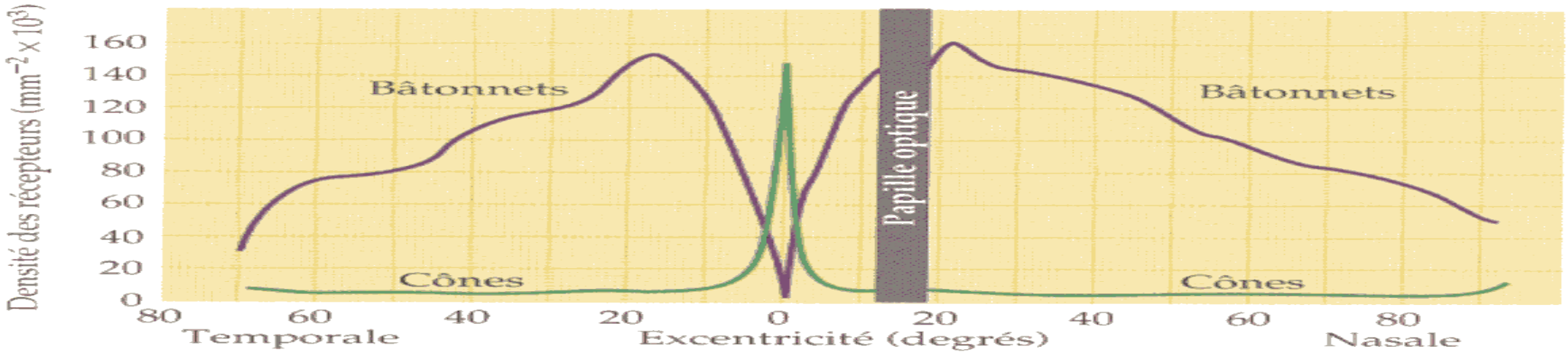


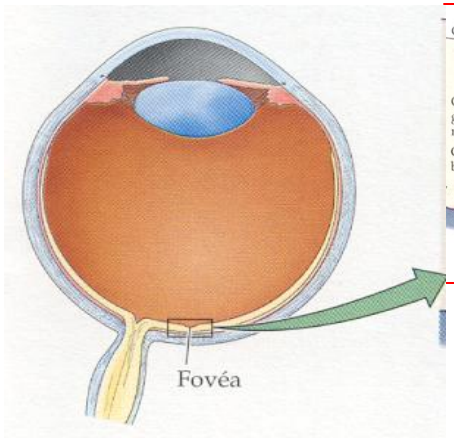
La vision centrale

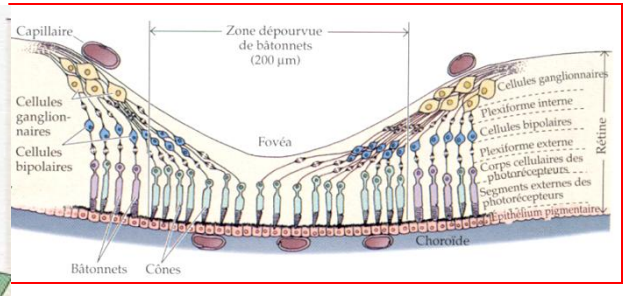


La vision périphérique

2. LA RETINE







détails

couleurs

pénombre

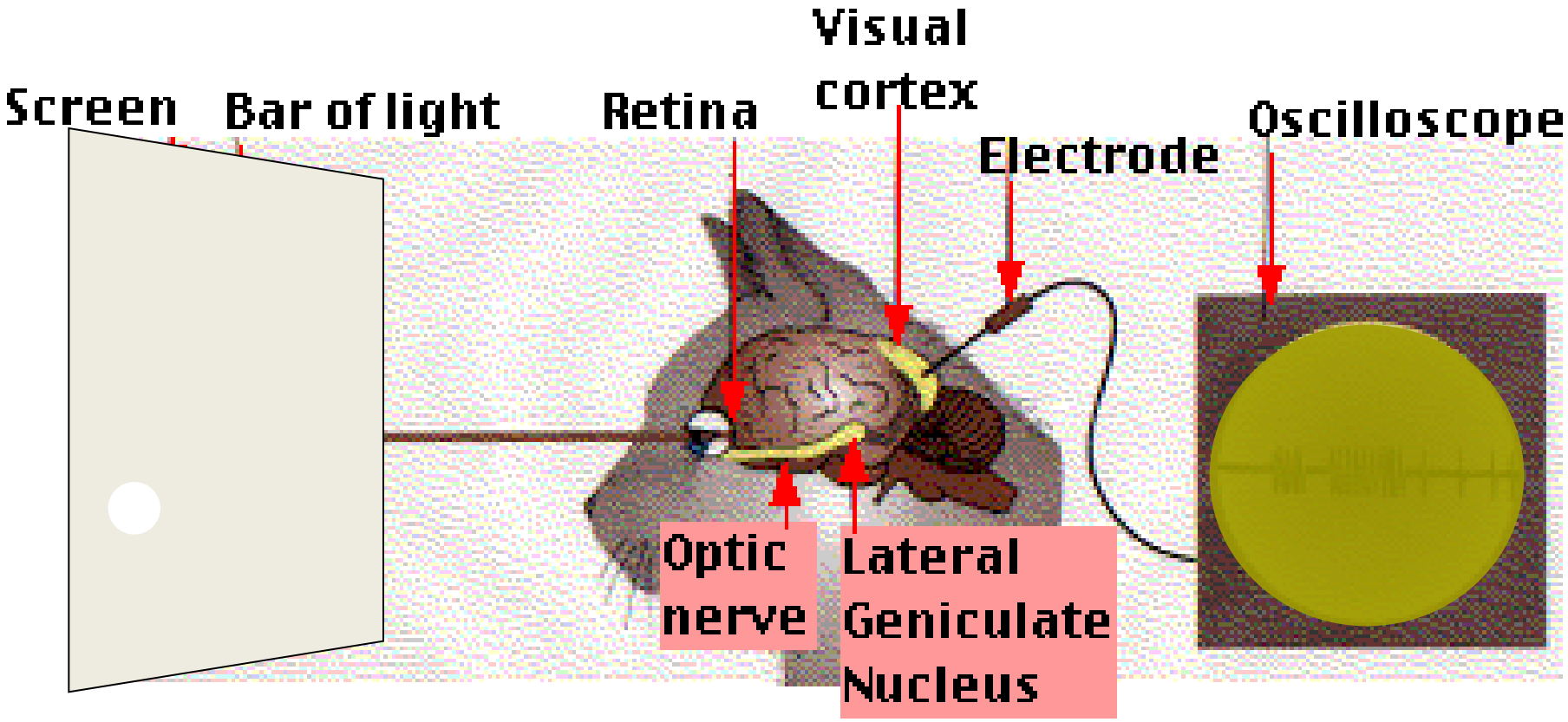
mouvement

Vision focale

et

Vision ambiante

Champs récepteurs



Champs recepteurs

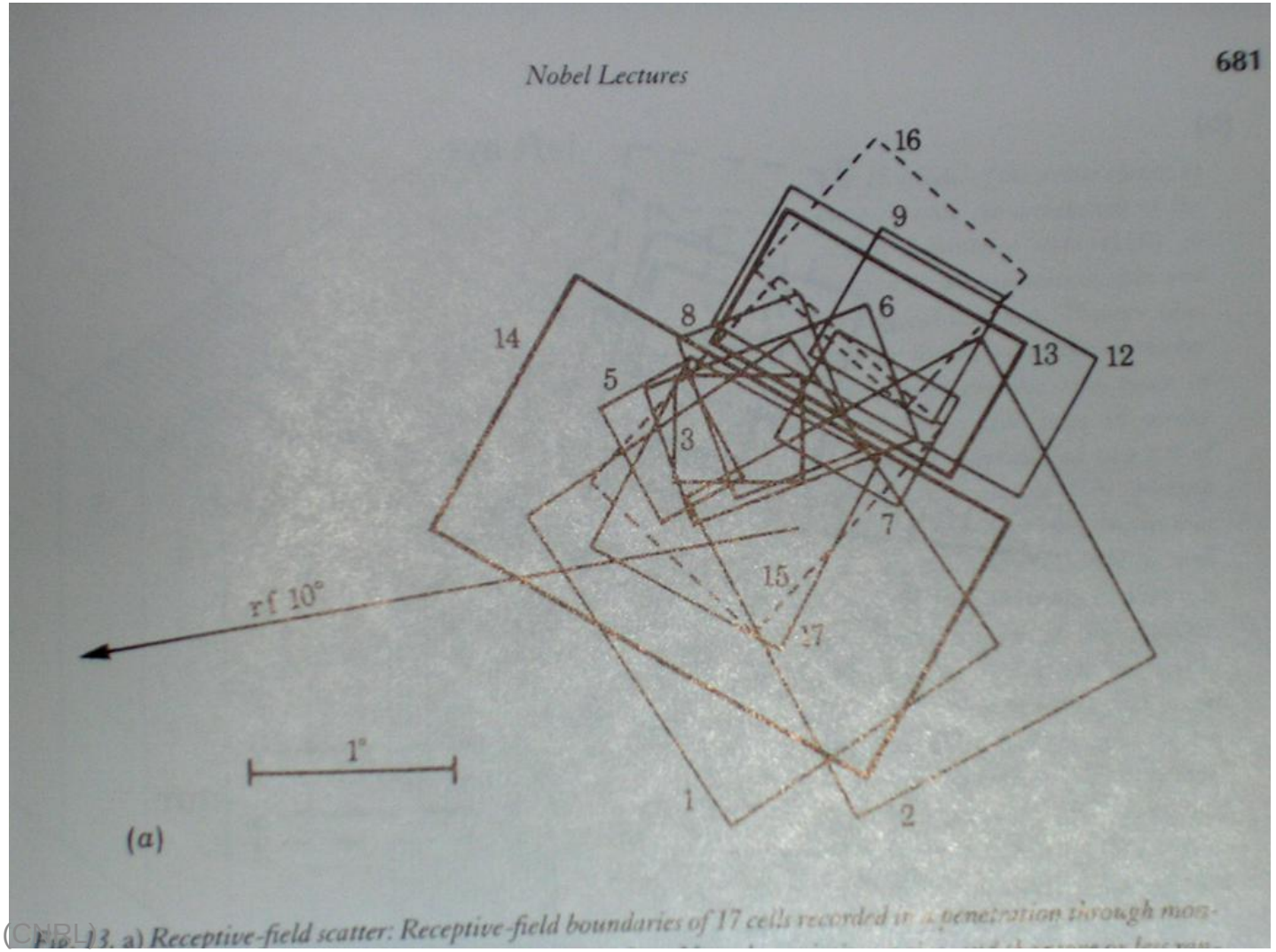
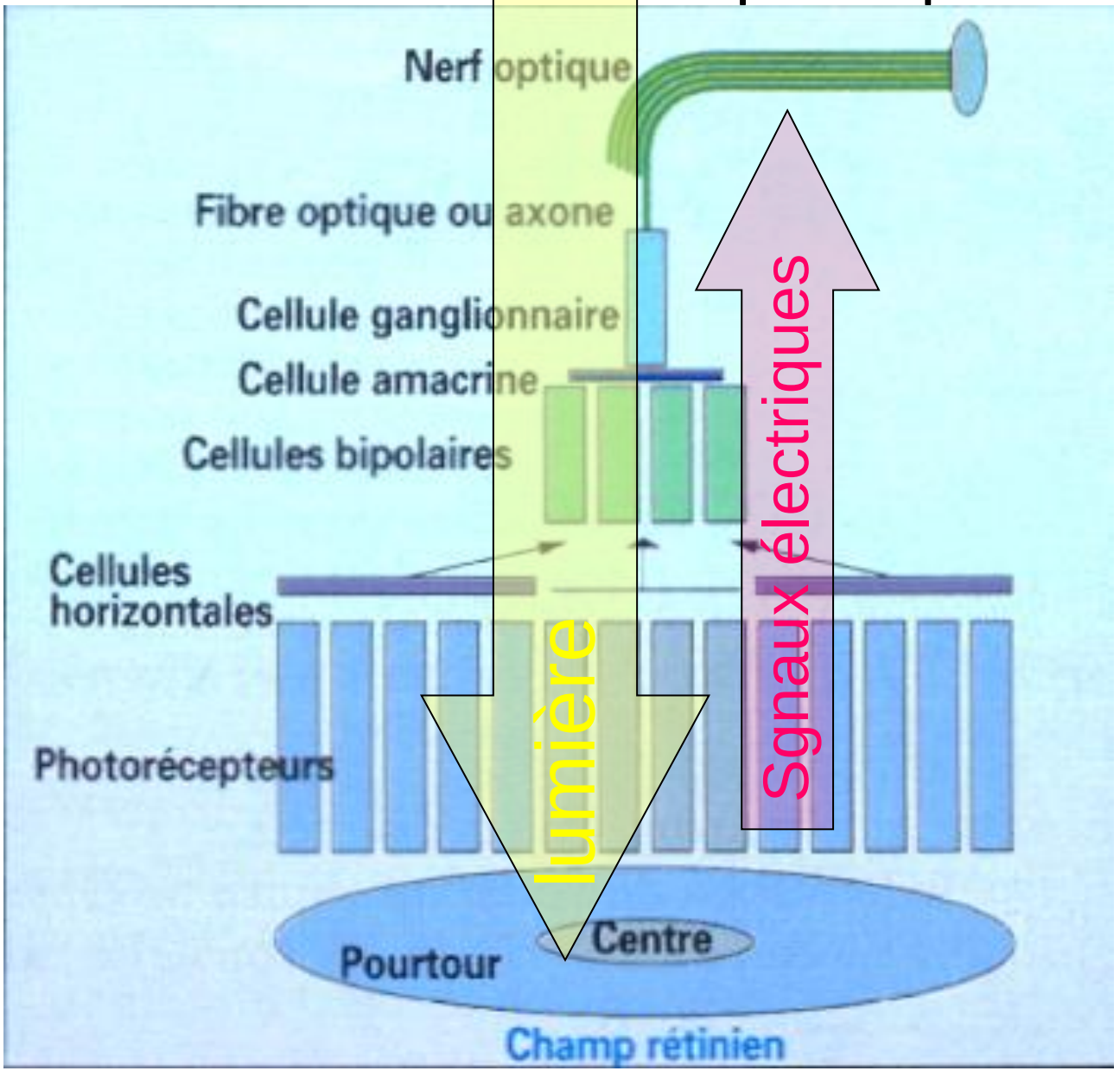
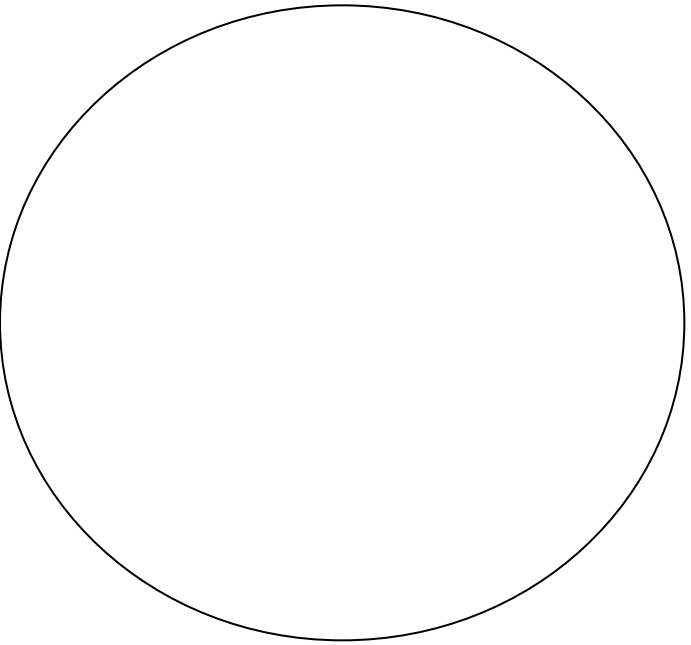


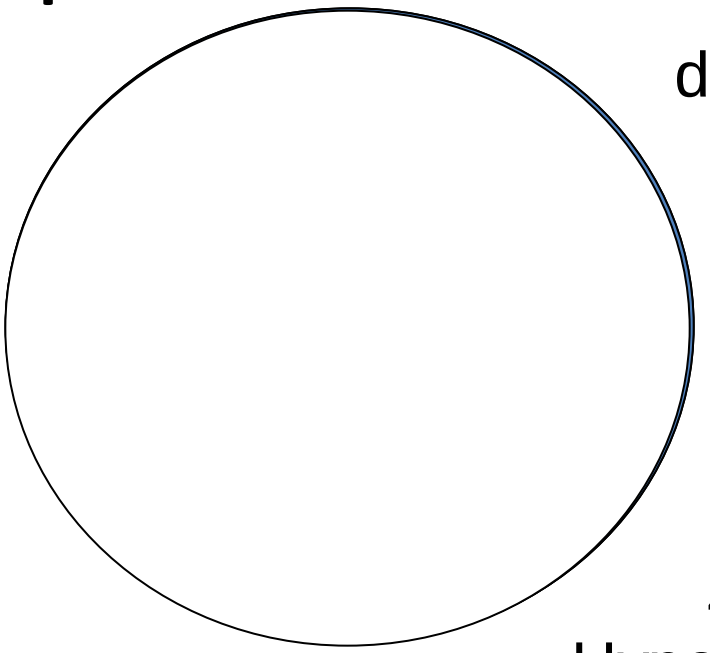
Fig. 13. a) Receptive-field scatter: Receptive-field boundaries of 17 cells recorded in a penetration through mon-

Construction d'un champ récepteur



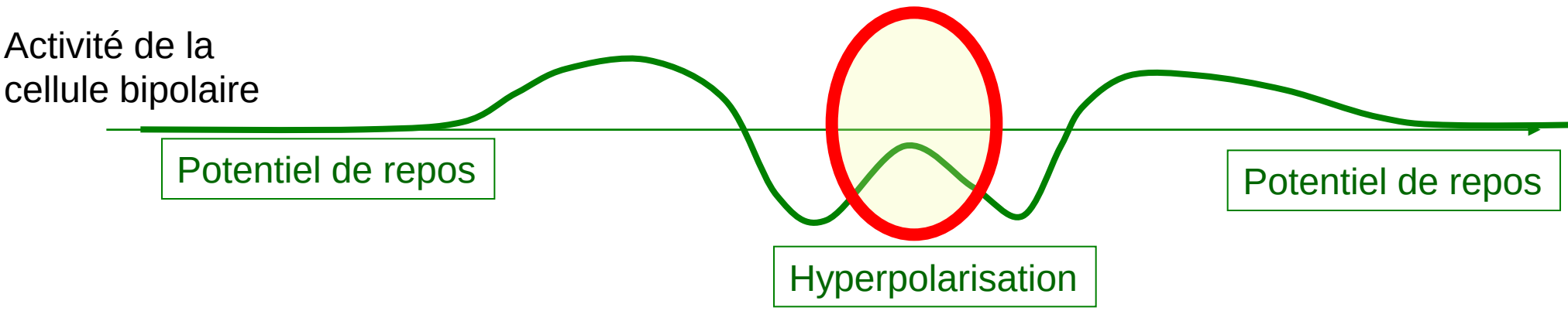
Cellule bipolaire





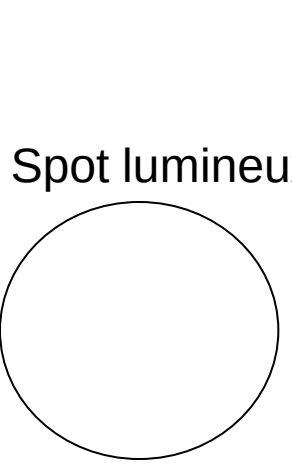
Zone D:
dépolarisation

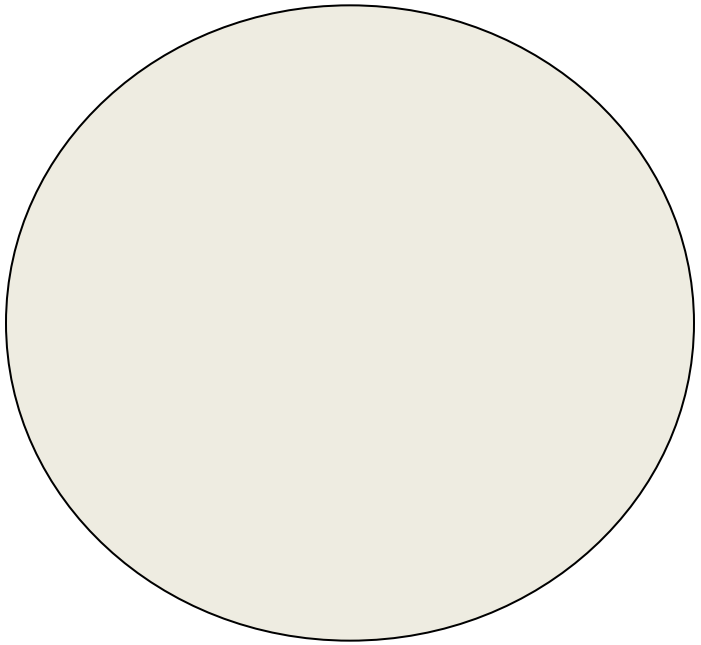
Zone H:
Hyperpolarisation



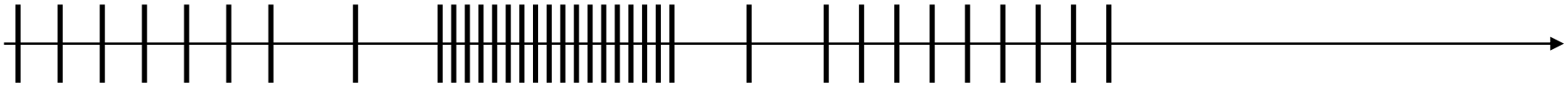
Champ récepteur: cellule ganglionaire

Spot lumineux





Activité de la cellule ganglionnaire



Fréquence de repos

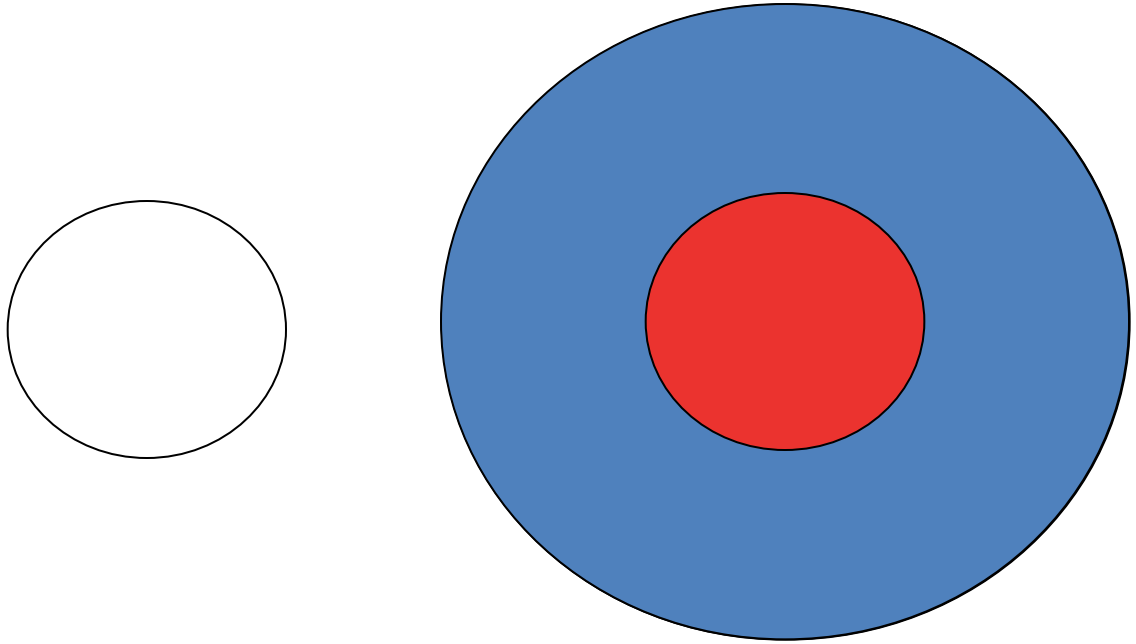
Excitation

Fréquence de repos

Inhibition

Inhibition

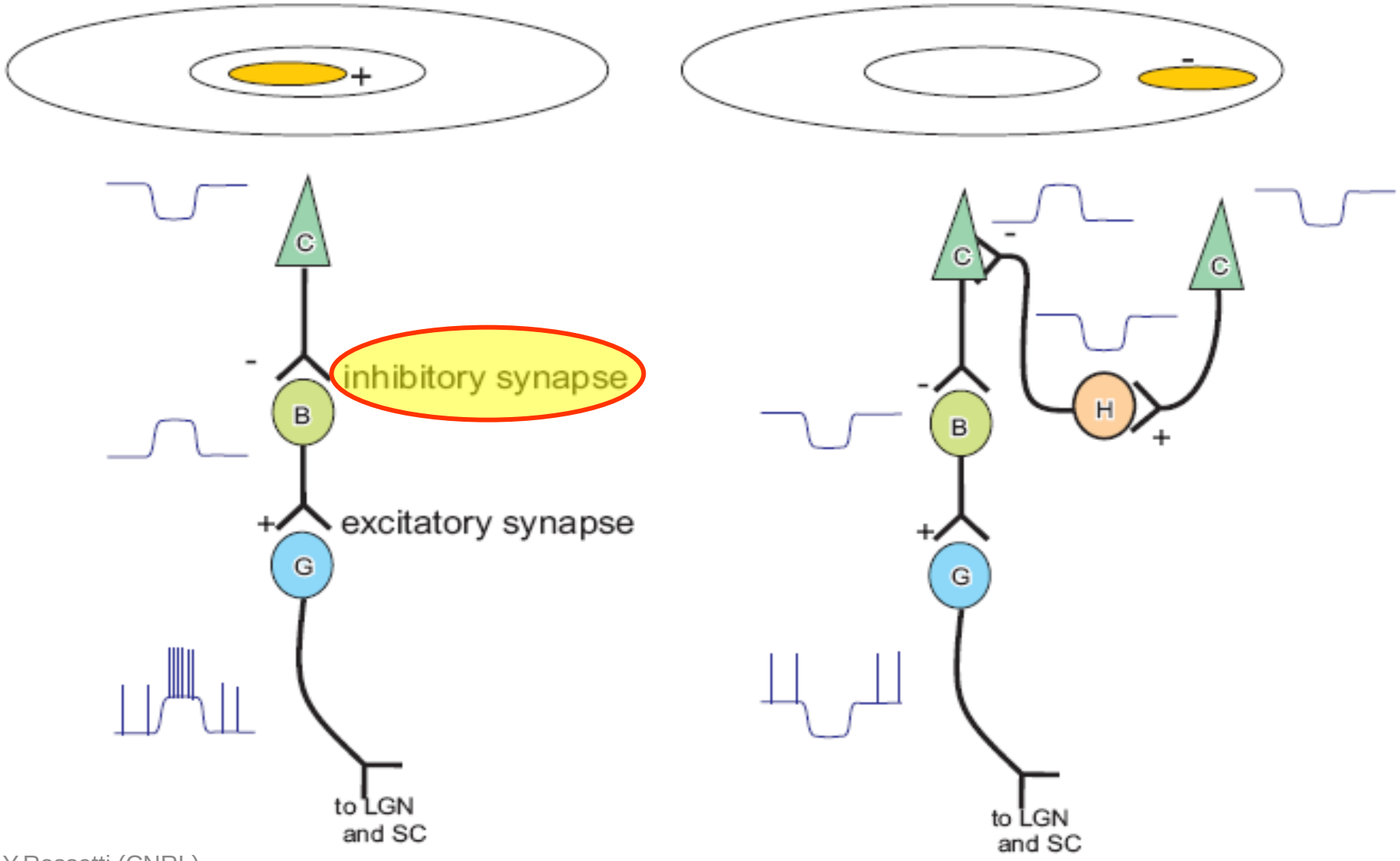
Cellule ganglionaire



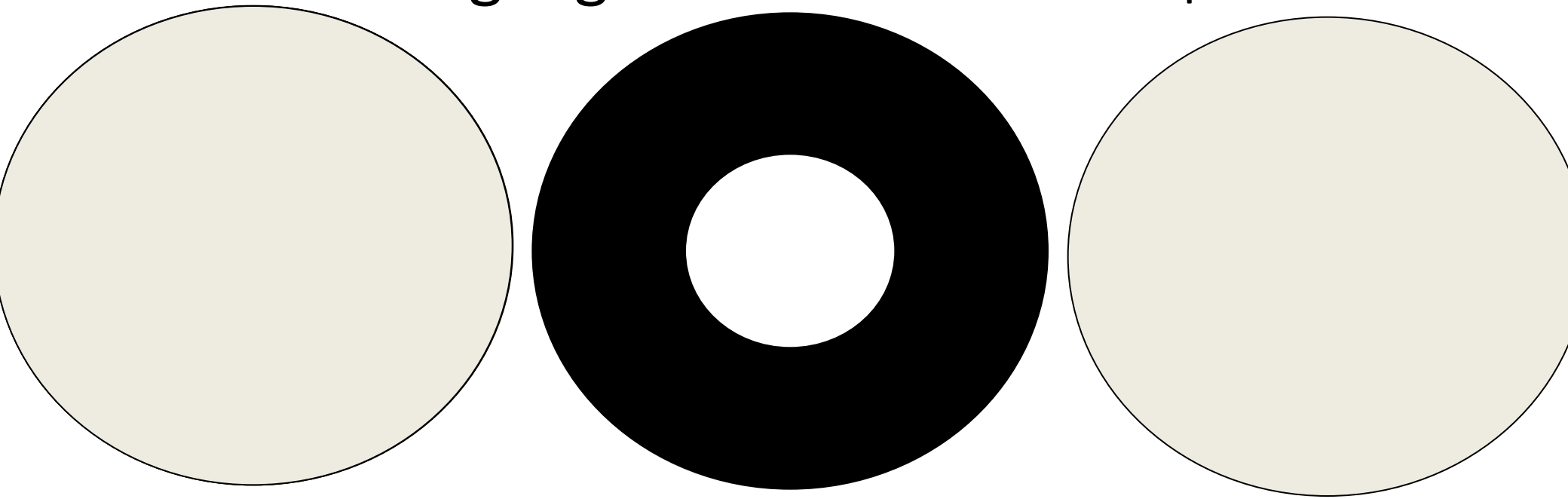
Zone D: zone ON

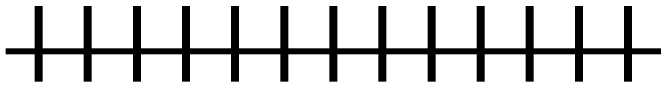
Zone H: zone OFF

Zone on et zone off



Cellule ganglionaire: contraste temporel



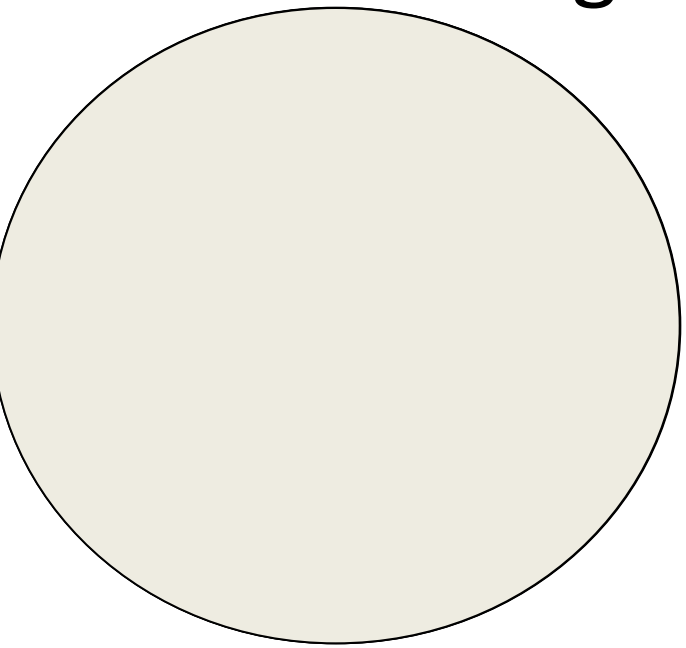


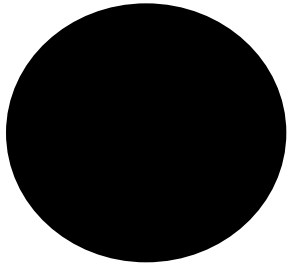
Fréquence de repos

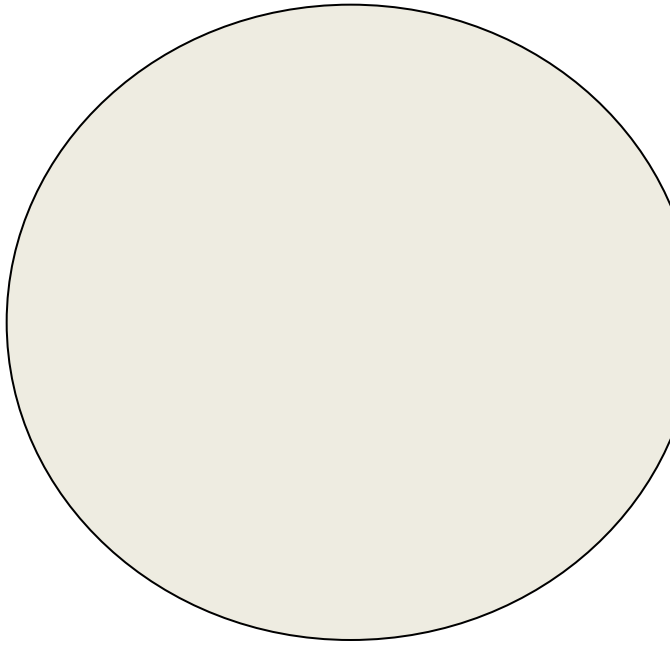
Excitation

Inhibition transitoire

Cellule ganglionaire: Contraste temporel







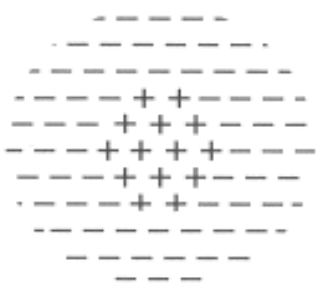
Fréquence de repos

Inhibition

Excitation transitoire

Cellules ganglionnaires

Cellule ganglionnaire
à centre ON



(A) Faisceau lumineux au centre

Deux grands types de cellules ganglionnaires

Magnocellulaire:

Résolution spatiale -
Résolution temporelle ++
Sensibilité au contraste +
Rapide

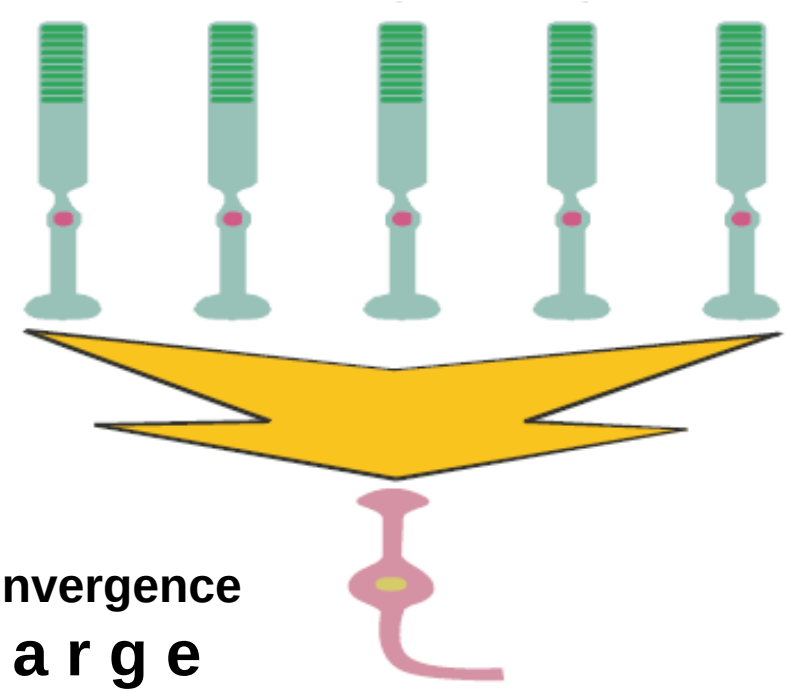
Parvocellulaire:

Résolution spatiale ++
Résolution temporelle -
Sensibilité à la couleur ++
Lent

2. LA RETINE

Pourquoi le système des cônes a t'il une meilleure acuité visuelle?

Bâtonnets (périphérie): espacés
=> Faible densité

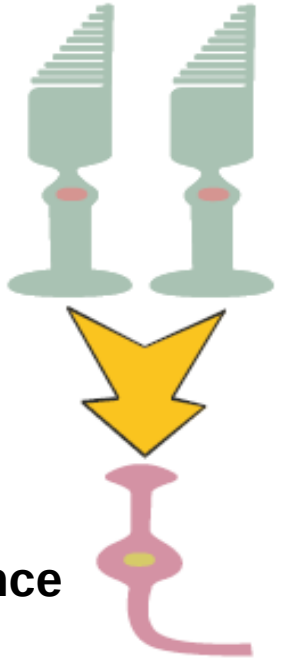


Convergence
l a r g e

La cellule ganglionnaire intègre l'information reçue par une large surface rétinienne: 3 deg

L'espacement et la convergence large sont responsables d'une faible acuité

Cones (fovéa): nombreux
=> Haute densité



Convergence
étroite

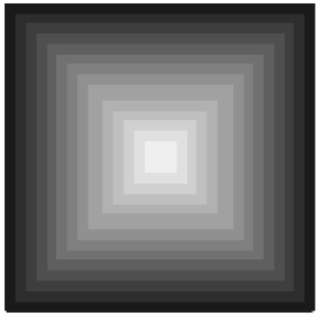
La cellule ganglionnaire intègre l'information reçue par une petite surface rétinienne: 0,03 deg

La densité et la convergence faible sont responsables d'une bonne acuité

Contraste spatial

2. LA RETINE

2. LA RETINE

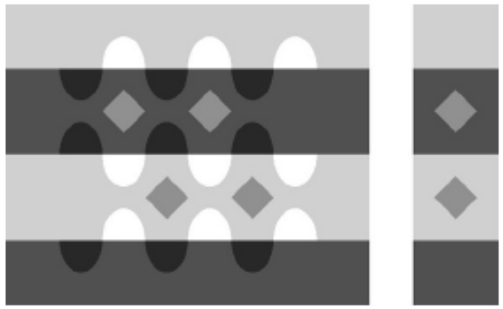


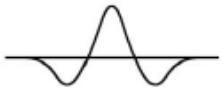
a

b

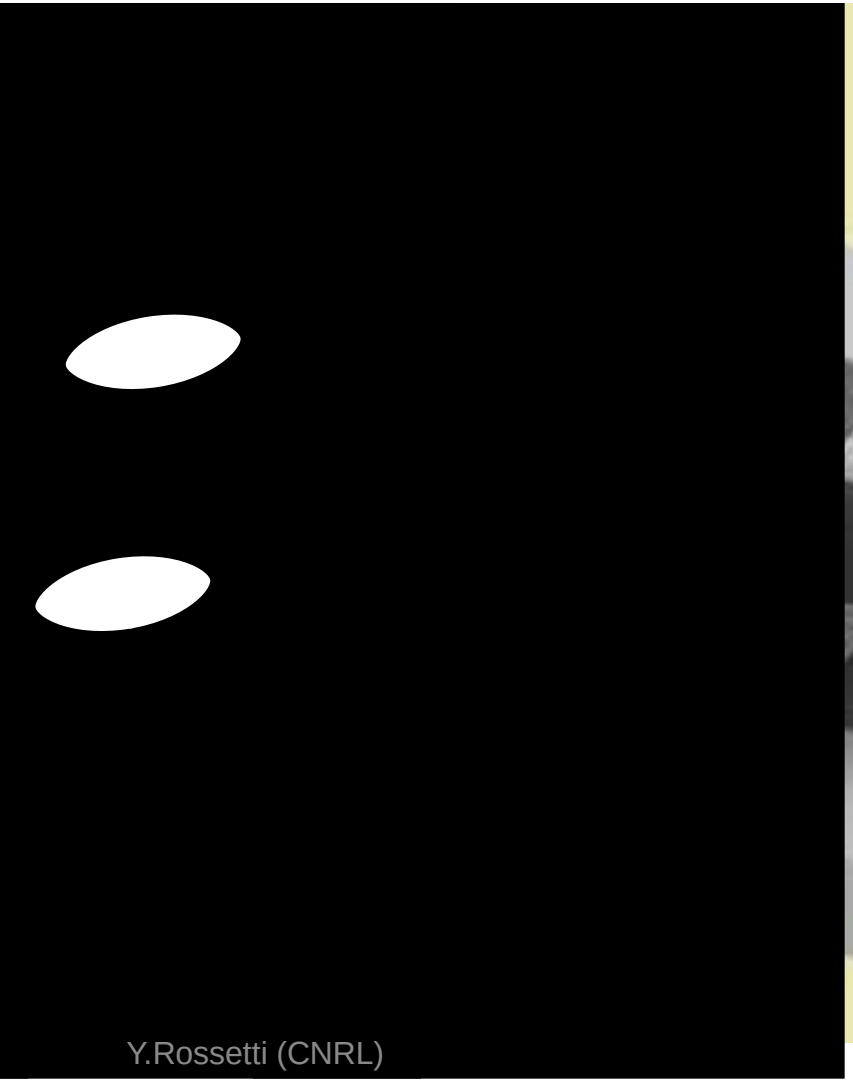
Varian

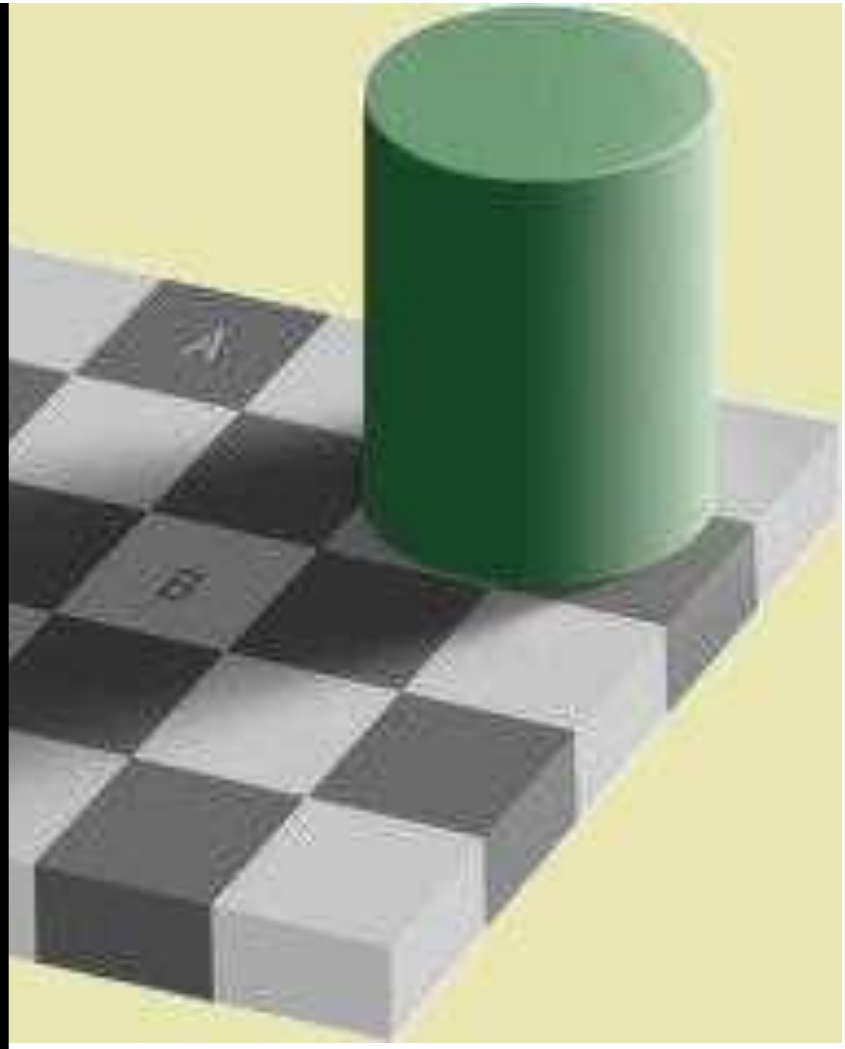
(a) Th
uniforr
half-rir
differe
two ha





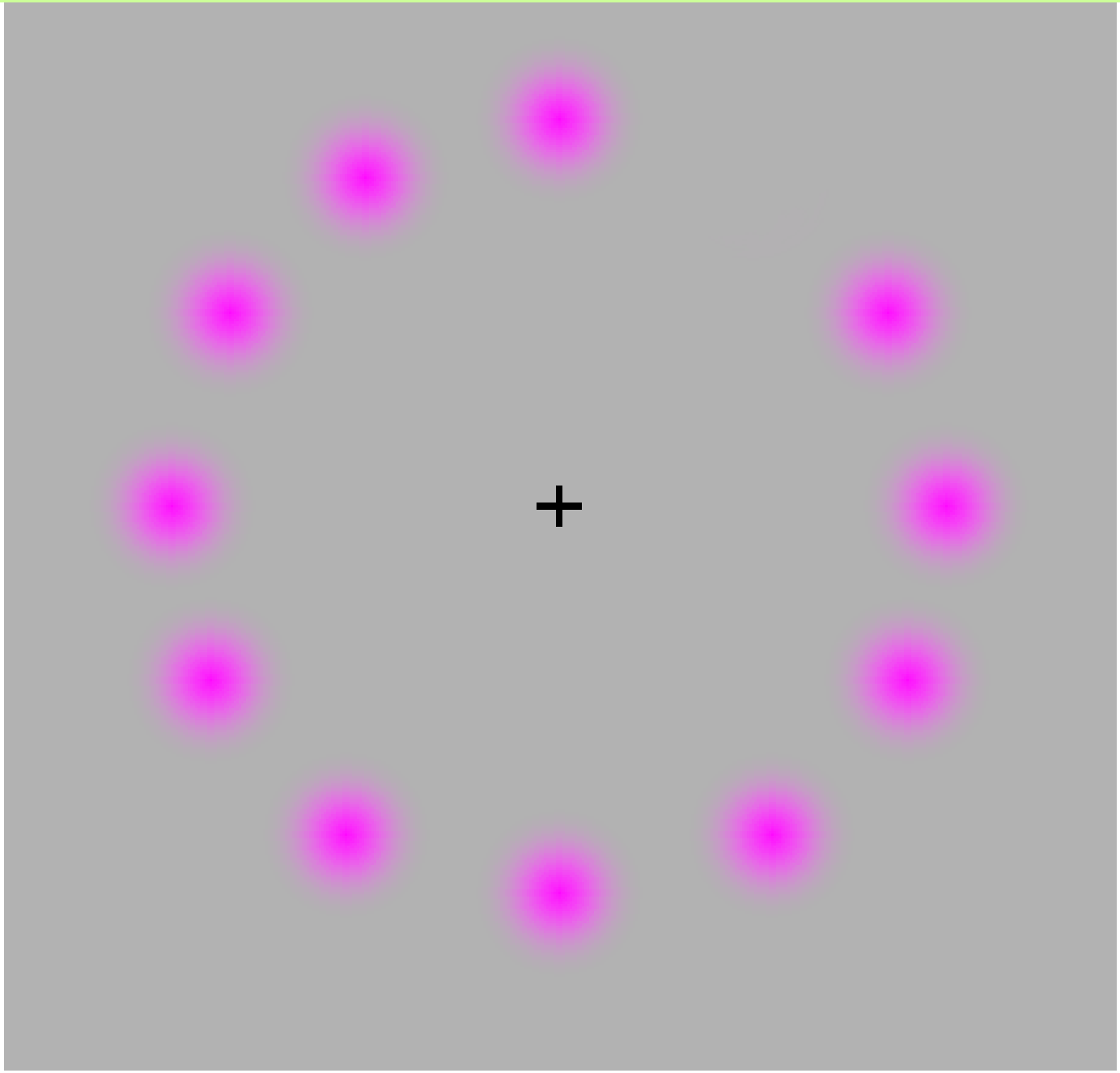
Codage par contraste





Y.Rossetti (CNRL)

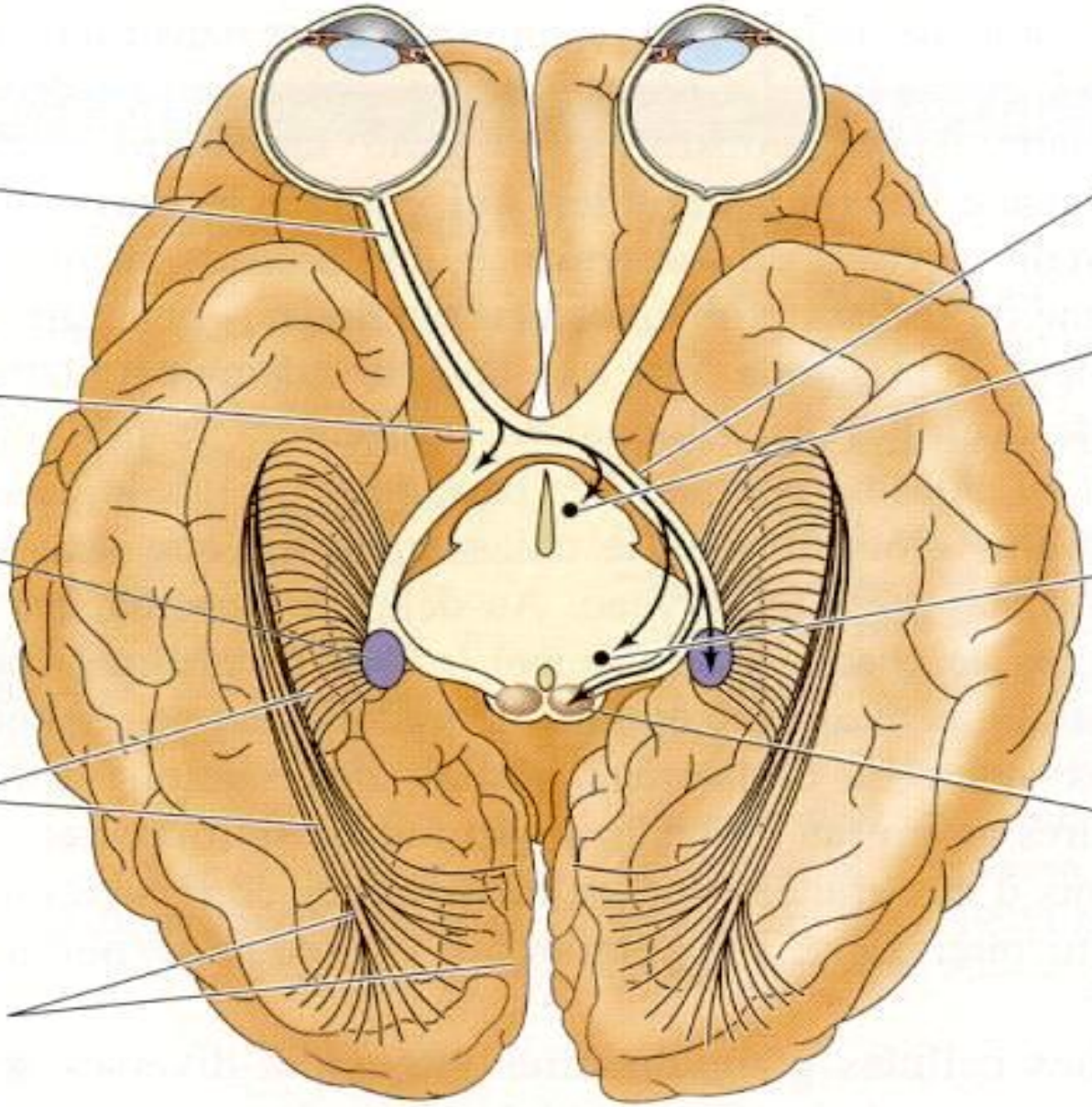
2. LA RETINE



3. Voies visuelles et optiques

- Voies retino-géniculées
- Voies géniculo-striées
- Amputations du champs visuel

Voies visuelles et optiques



Nerf optique

Chiasma optique

Corps genouillé latéral

Radiations optiques

Cortex strié

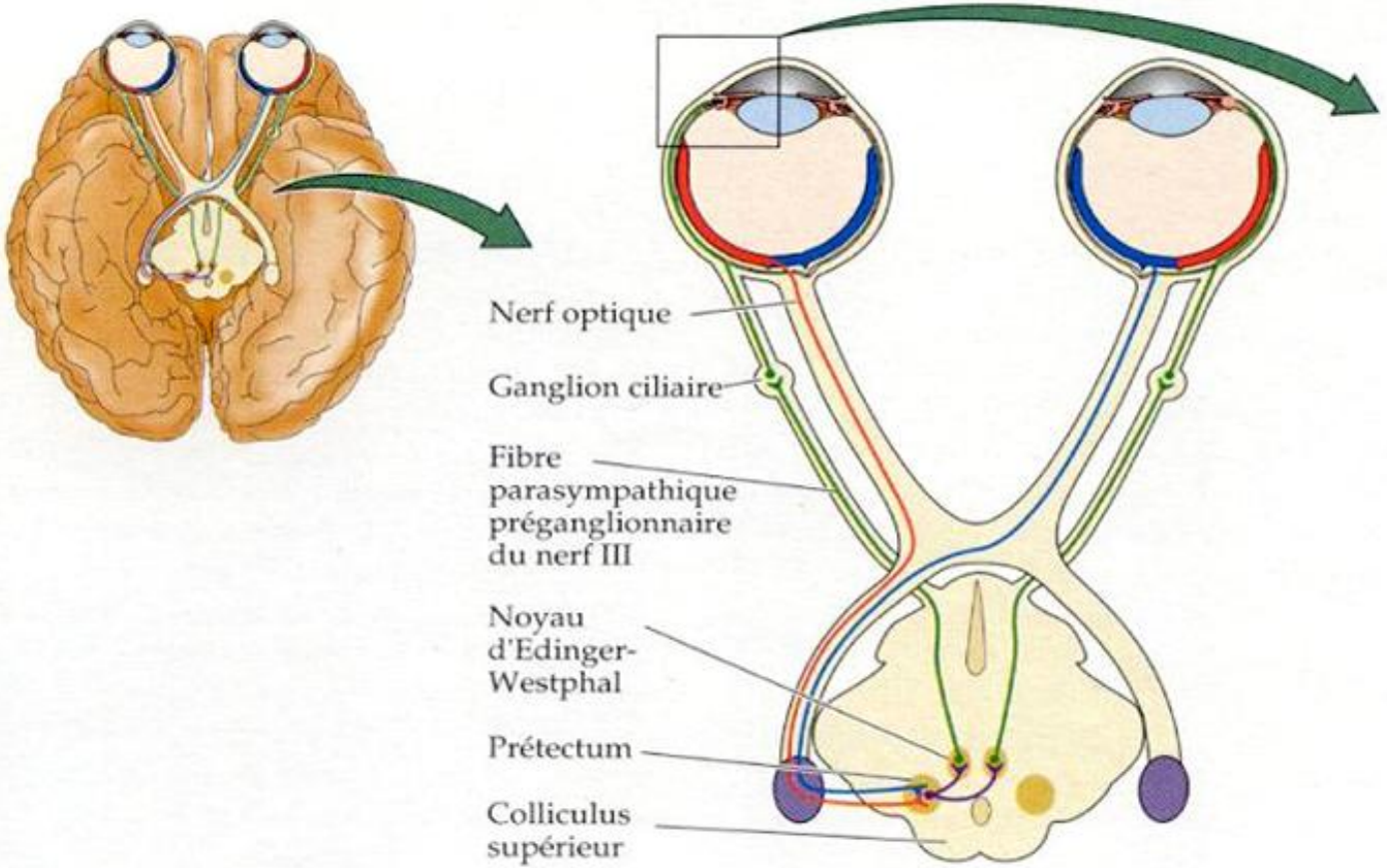
Tractus optique

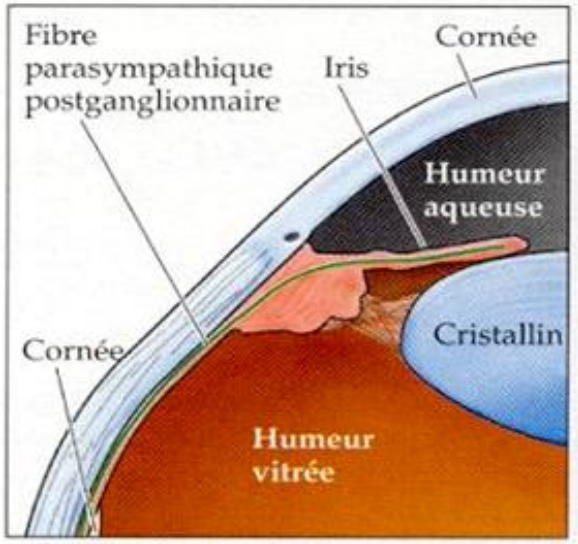
Hypothalamus : régulation des rythmes circadiens

Prétectum : contrôle réflexe de la pupille et du cristallin

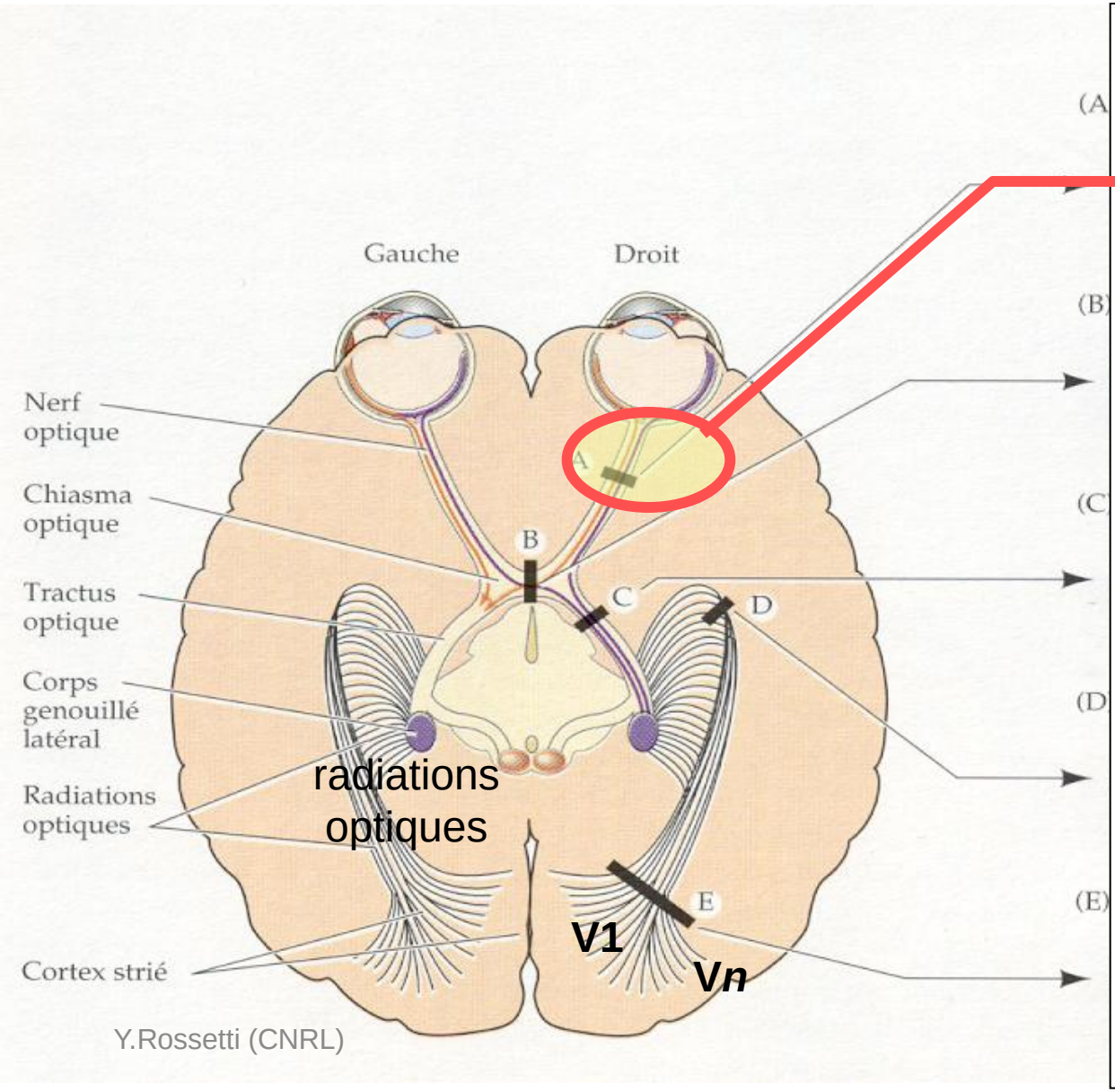
Colliculus supérieur : mouvements d'orientation des yeux et de la tête

Réflexe pupillaire

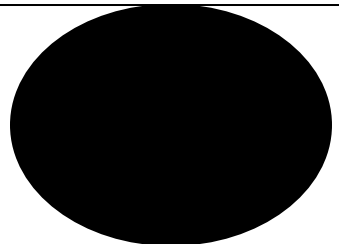




Voies visuelles et amputations du champ visuel

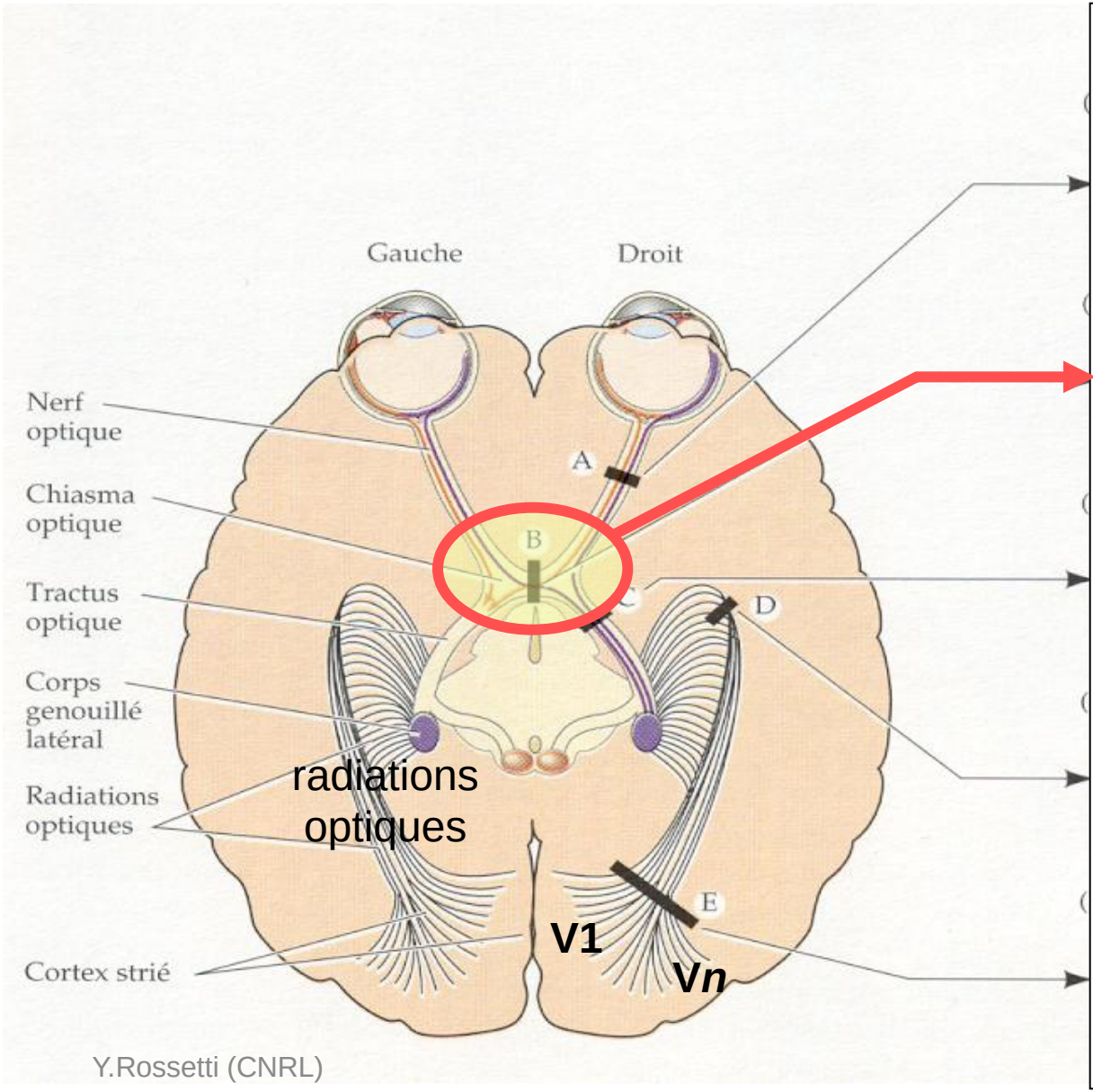


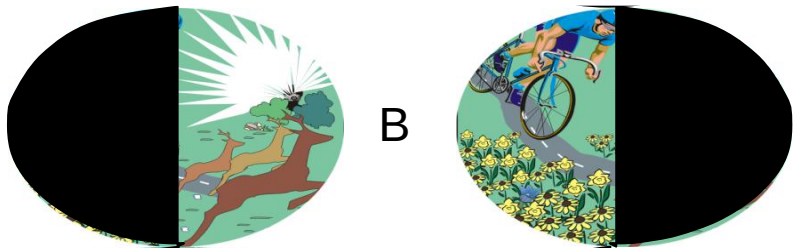
A



Cécité monoculaire

Voies visuelles et amputations du champ visuel

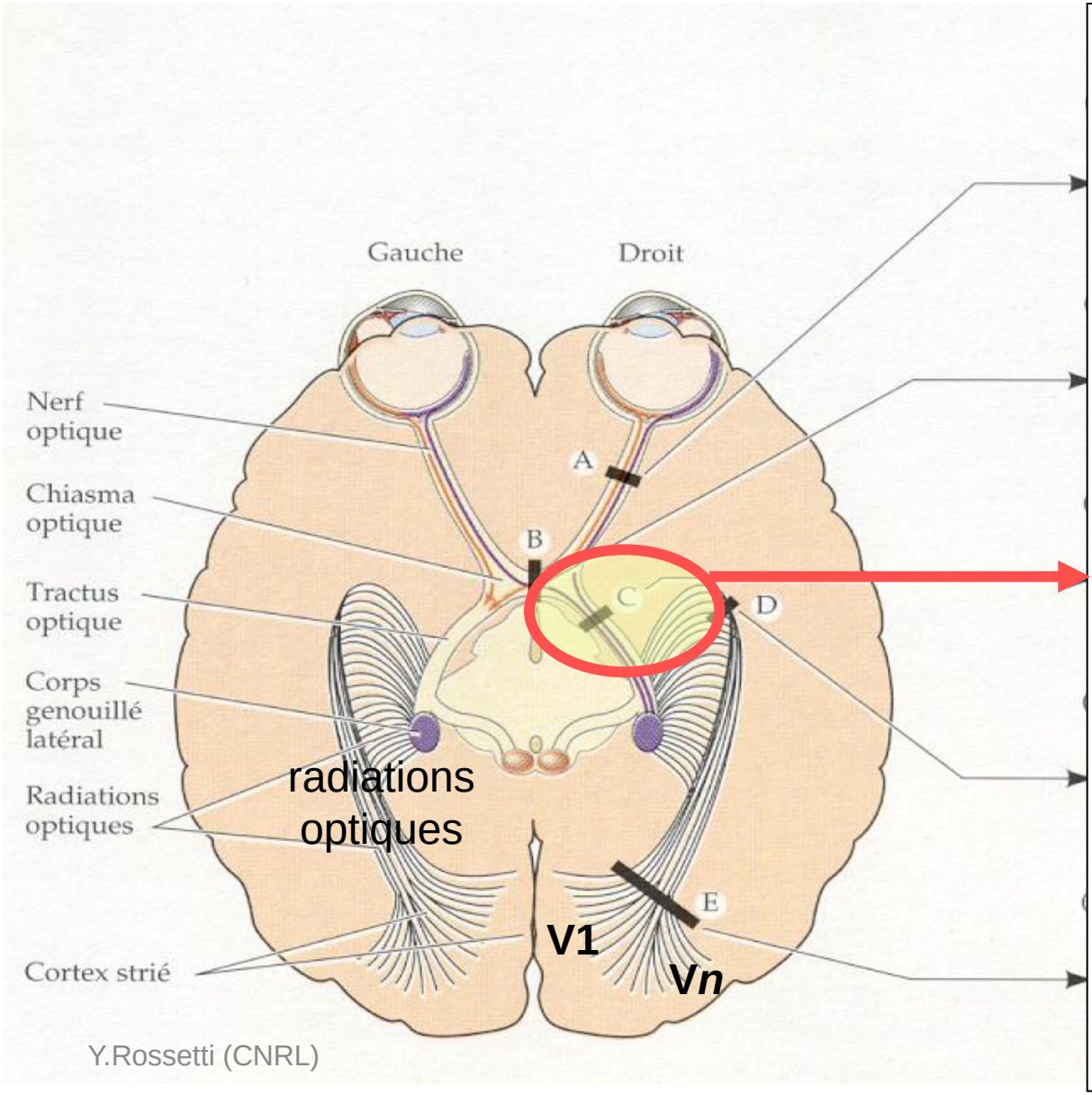


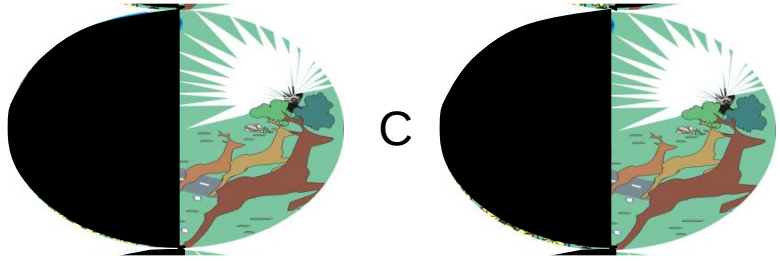


B

Hémianopsie bitemporale

Voies visuelles et amputations du champ visuel

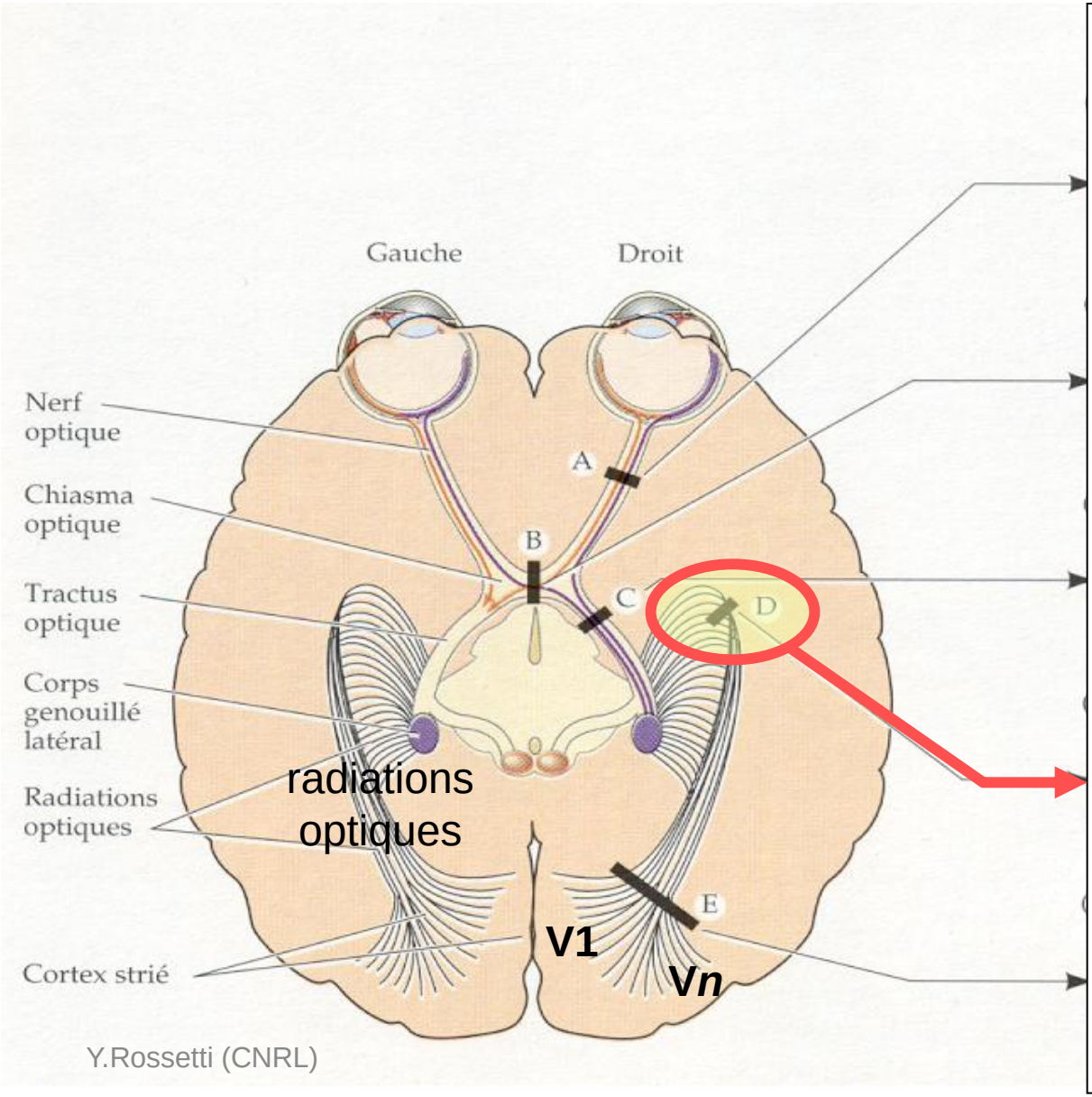


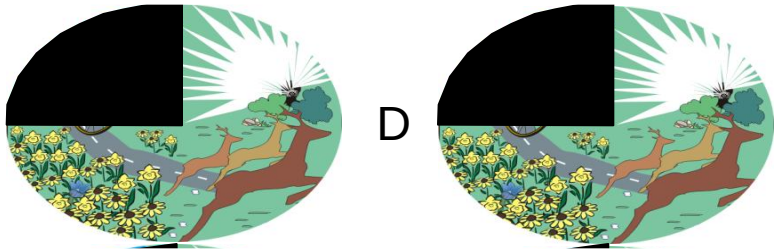


C

Hémianopsie latérale homonyme

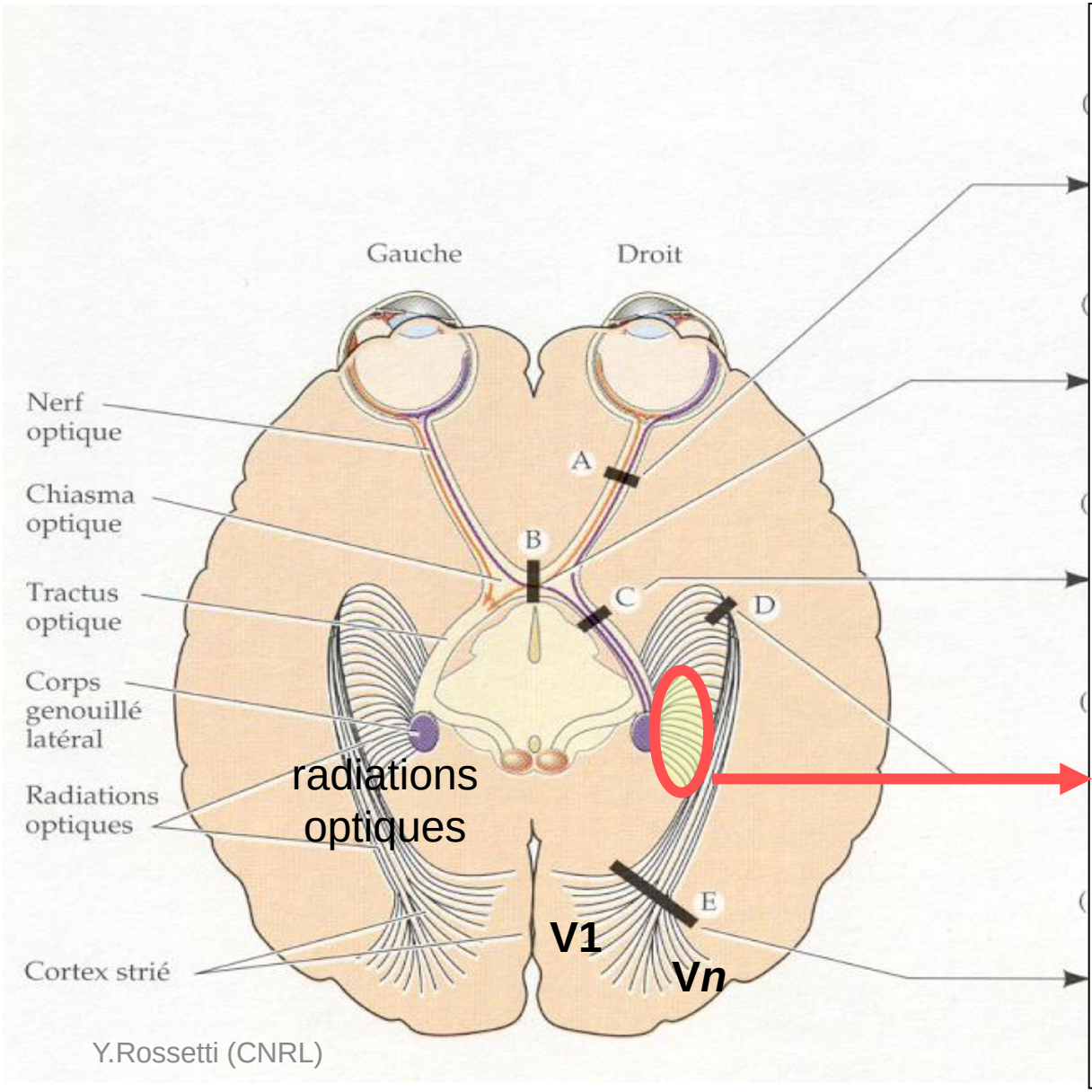
Voies visuelles et amputations du champ visuel

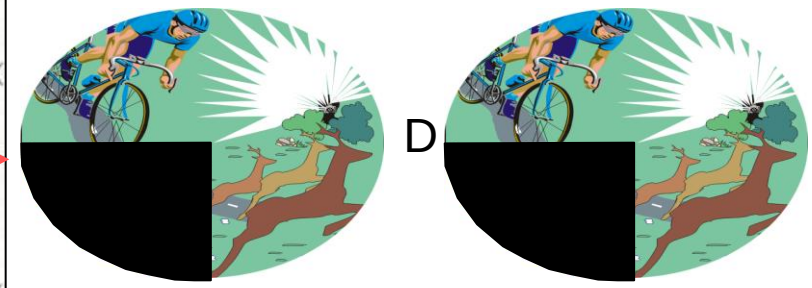




Quadranopsie latérale homonyme supérieure

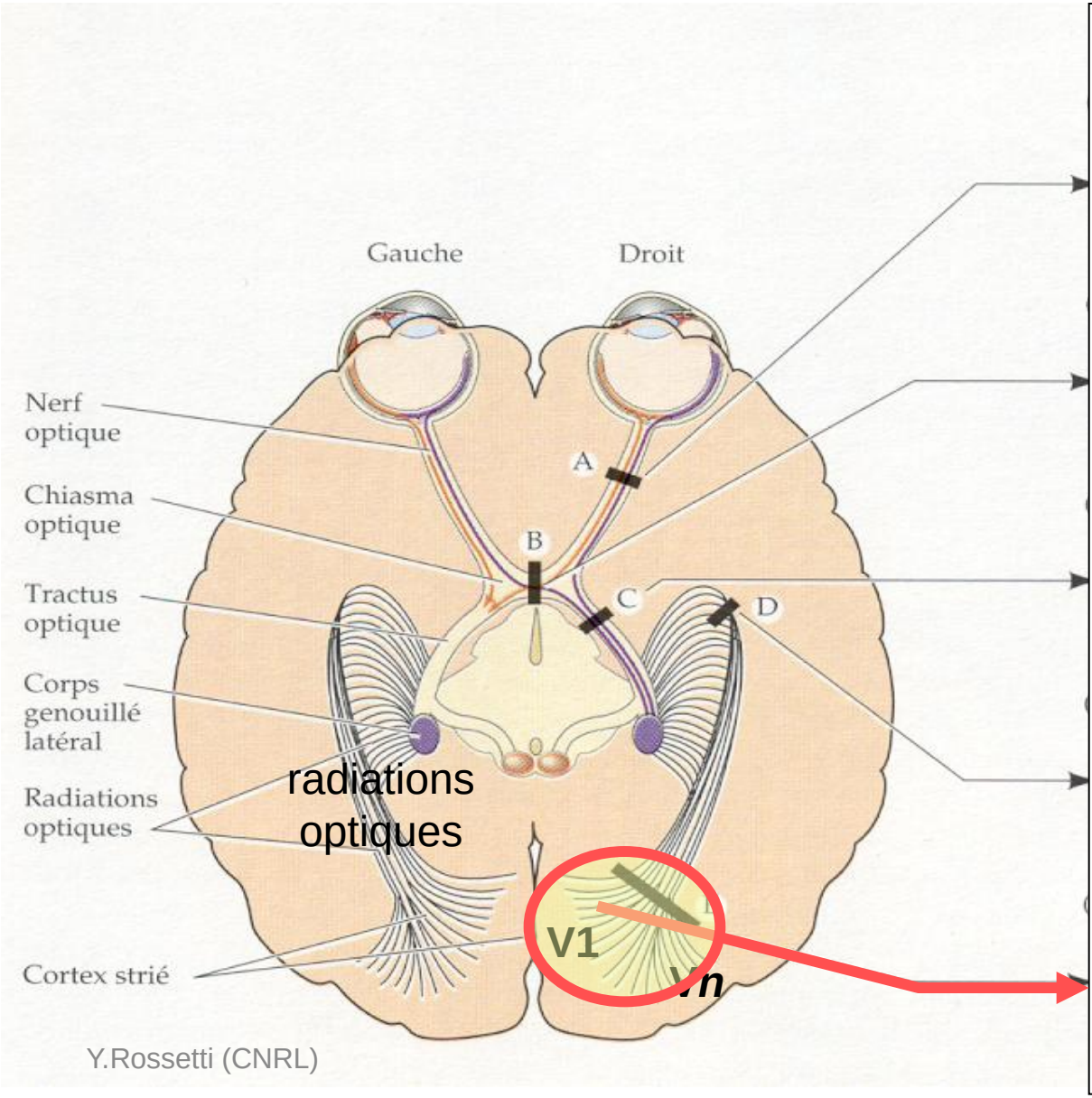
Voies visuelles et amputations du champ visuel





Quadranopsie latérale homonyme inférieure

Voies visuelles et amputations du champ visuel



Hémianopsie latérale homonyme

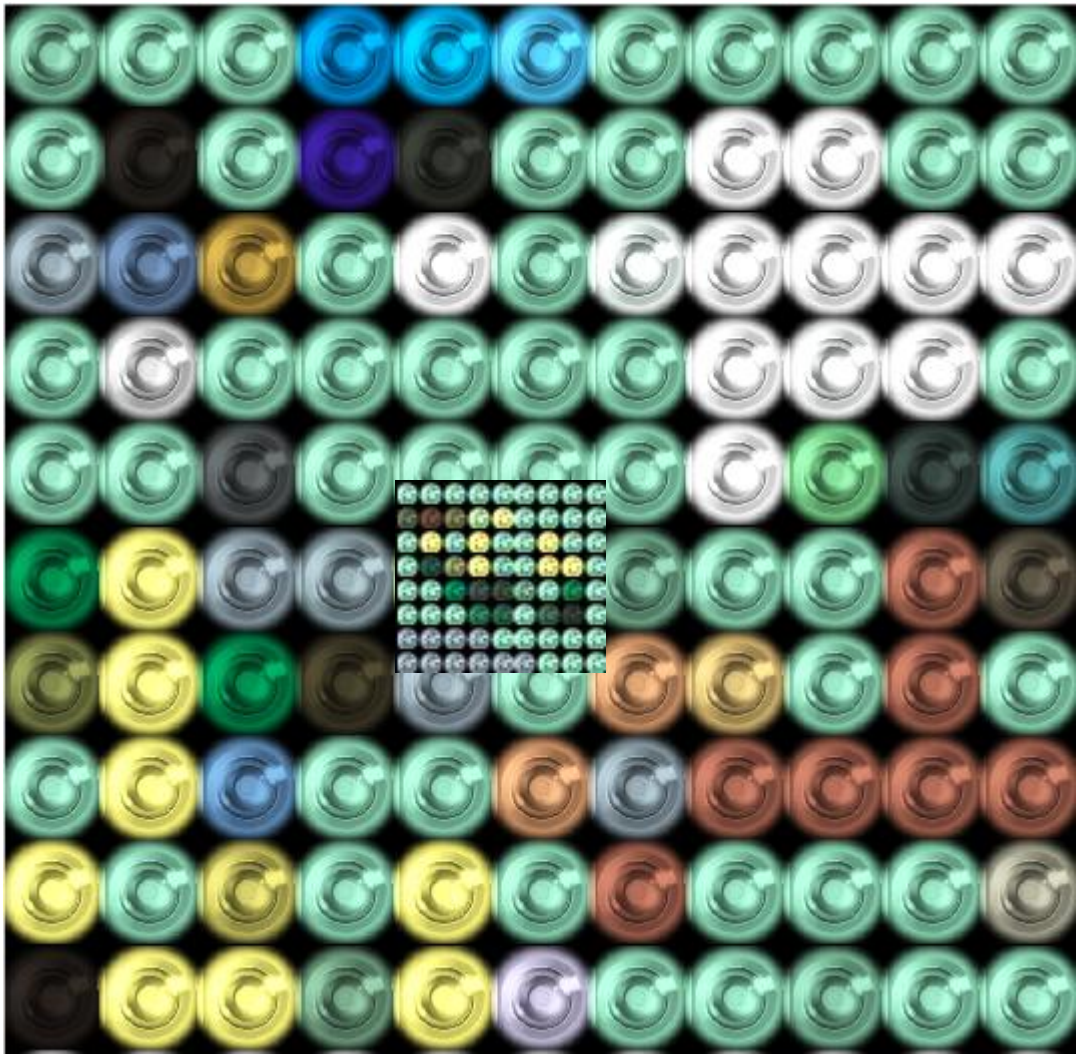
4. Entrées du cortex visuel primaire

4.1. Organisation des projections

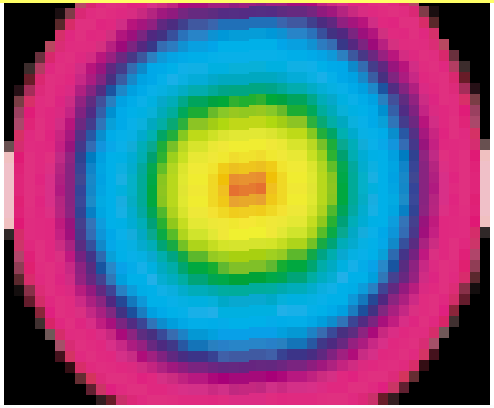
4.2. Les neurones de V1
4.2.1. Au-delà de V1: ségrégation
4.2.2. V2, V3, V4, V5, V6

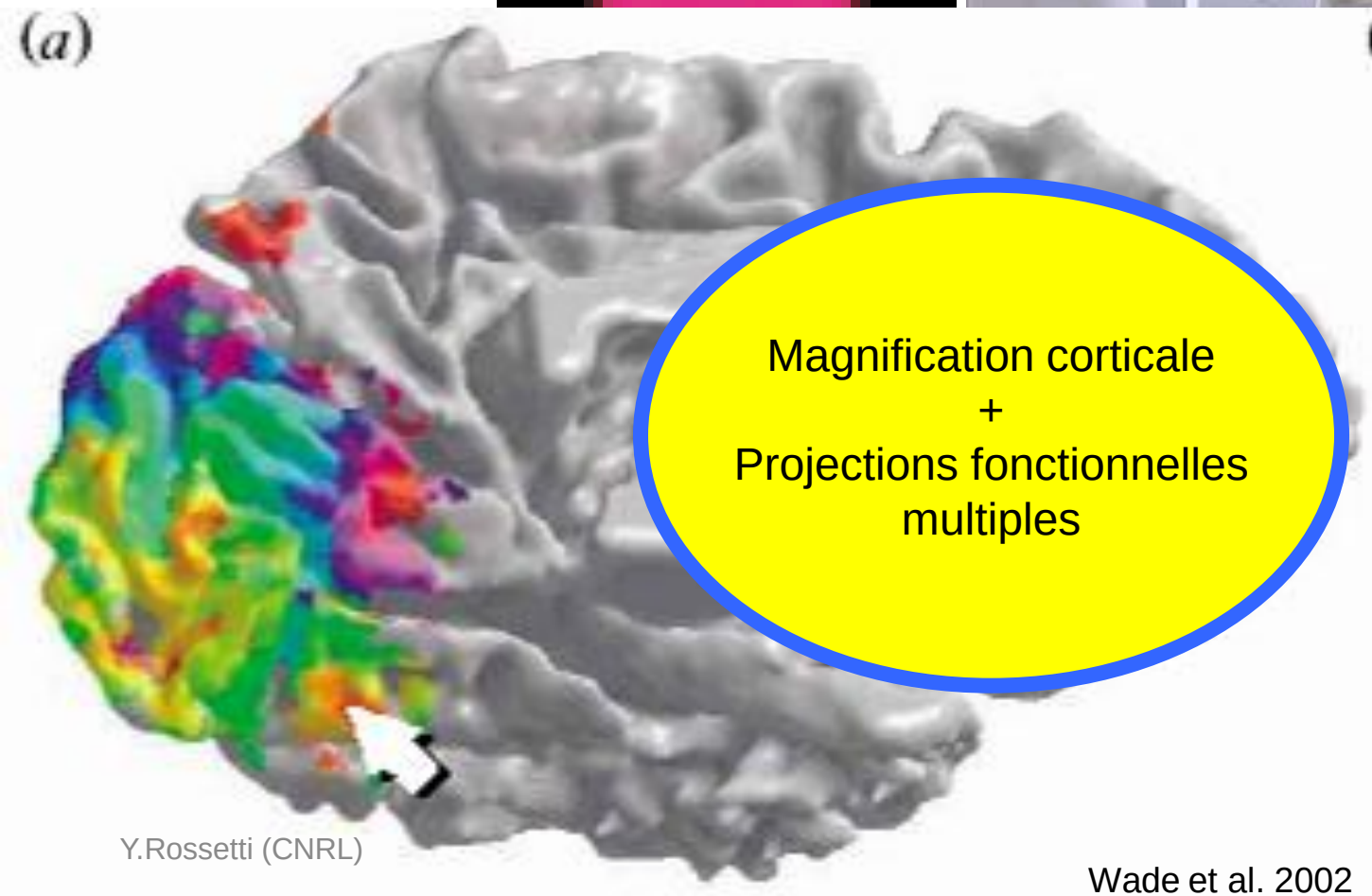
4.3. Approche neuropsychologique

4.4. Deux voies corticales

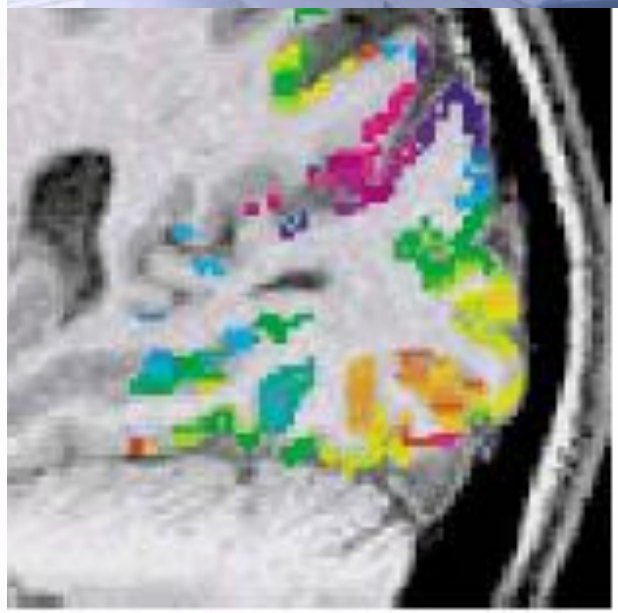


Projection corticale





Magnification corticale
+
Projections fonctionnelles multiples

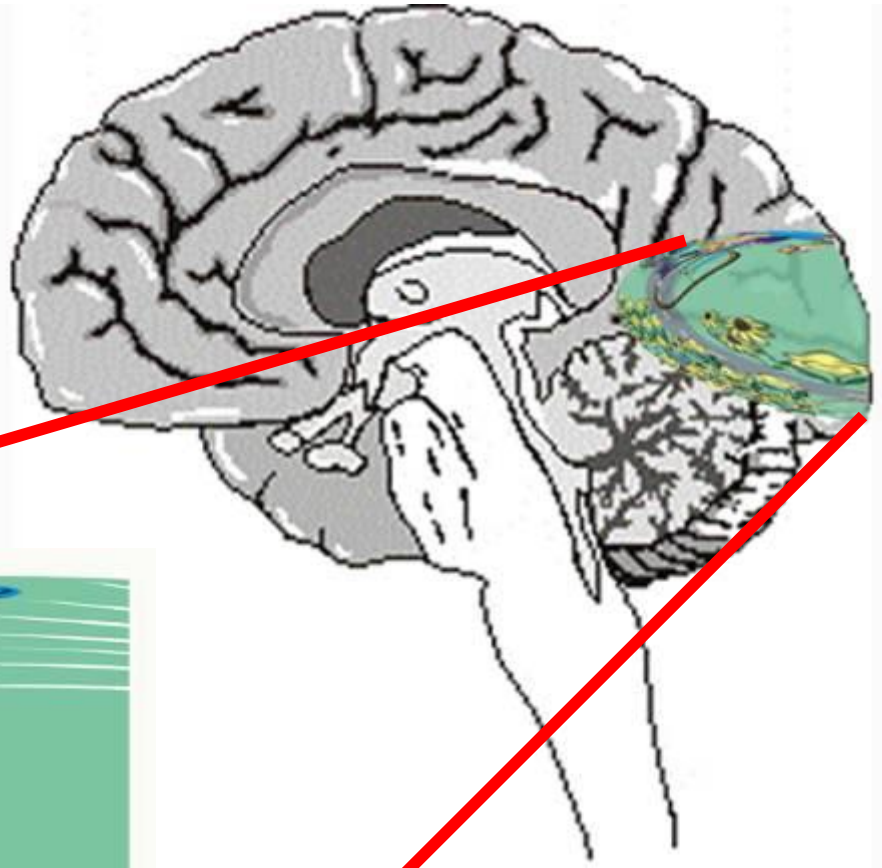


Y.Rossetti (CNRL)

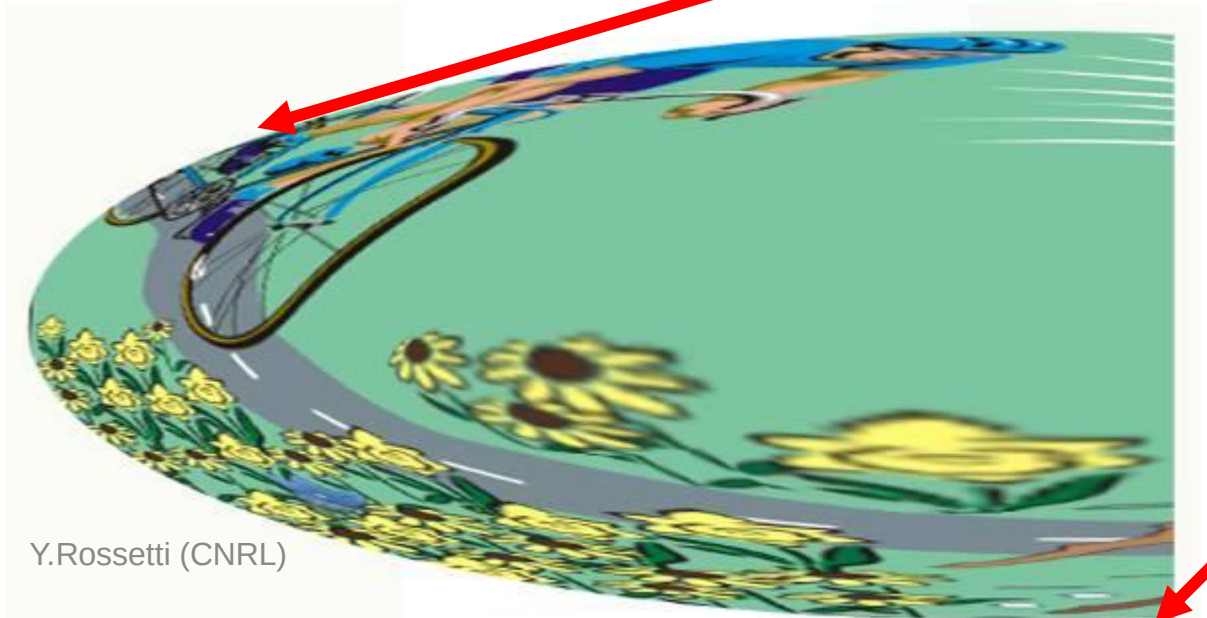
Wade et al. 2002

Magnification corticale

Hémichamp gauche



Cortex visuel droit



Y.Rossetti (CNRL)

Neurones de V1

Orientation

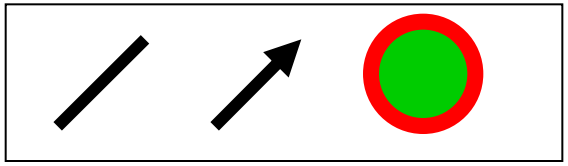
Direction du mouvement

Disparité rétinienne (binoculaires)

Longueur d’onde

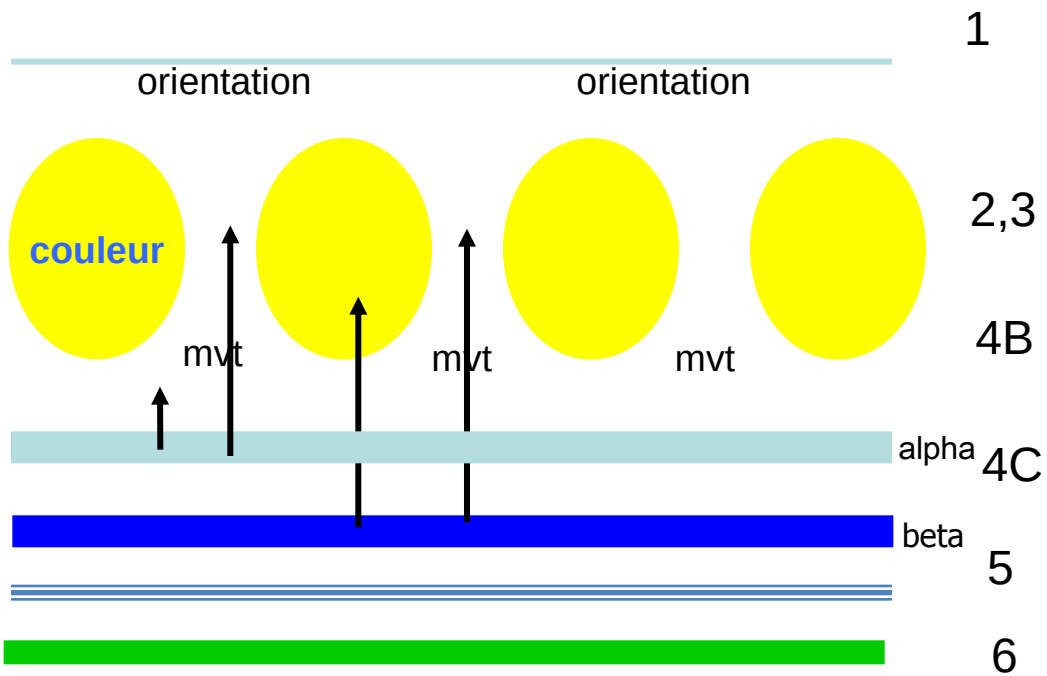
Ségrégation des informations visuelles

V1

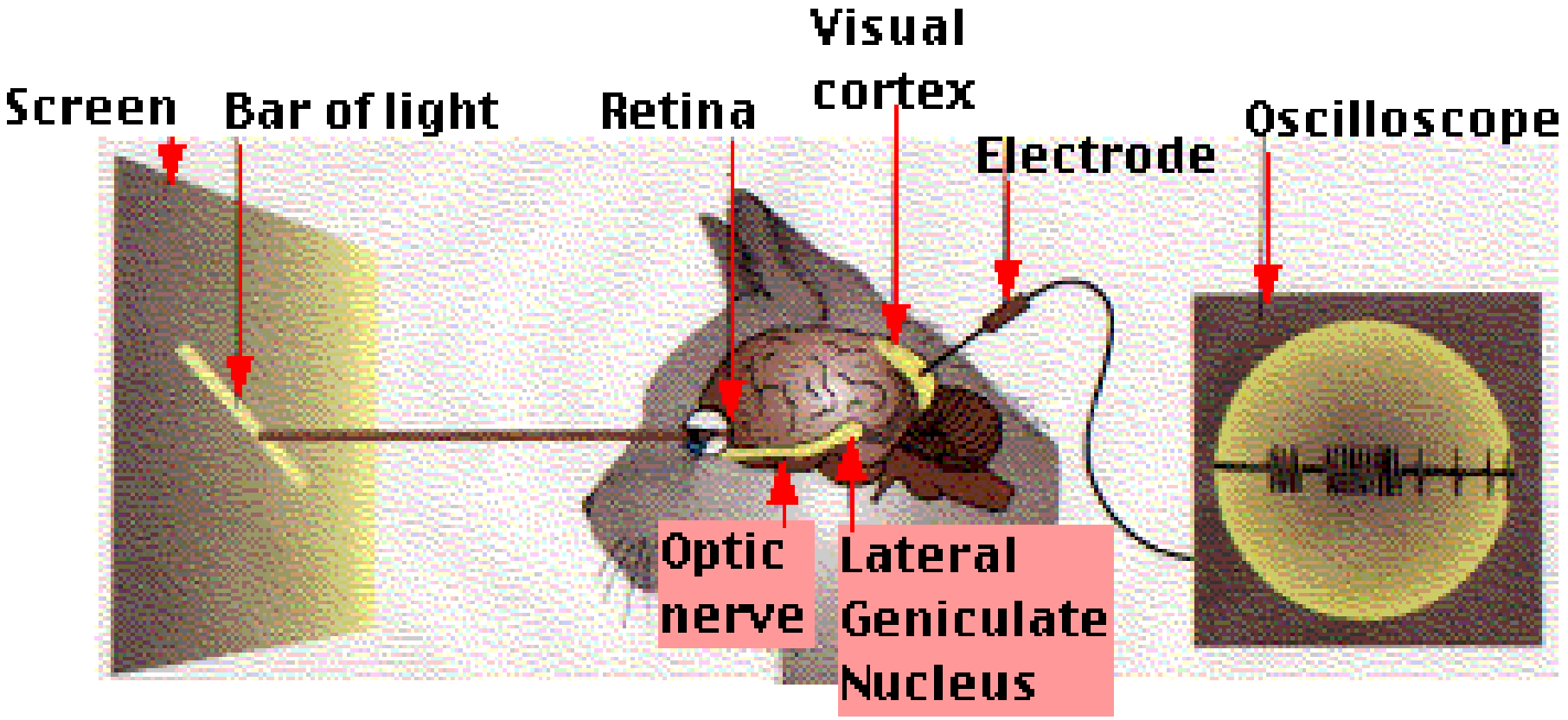


Magnocellulaire

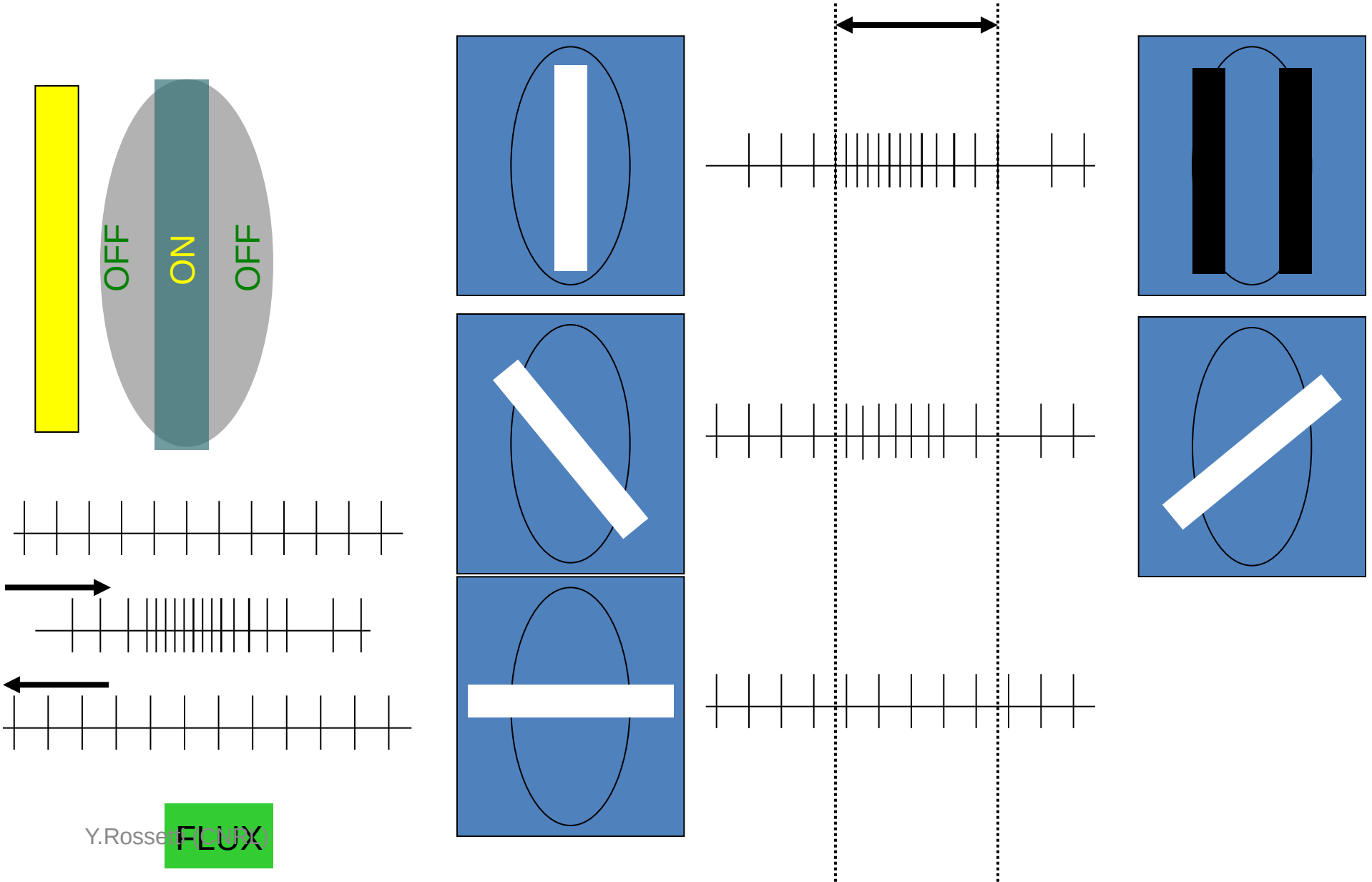
Parvocellulaire



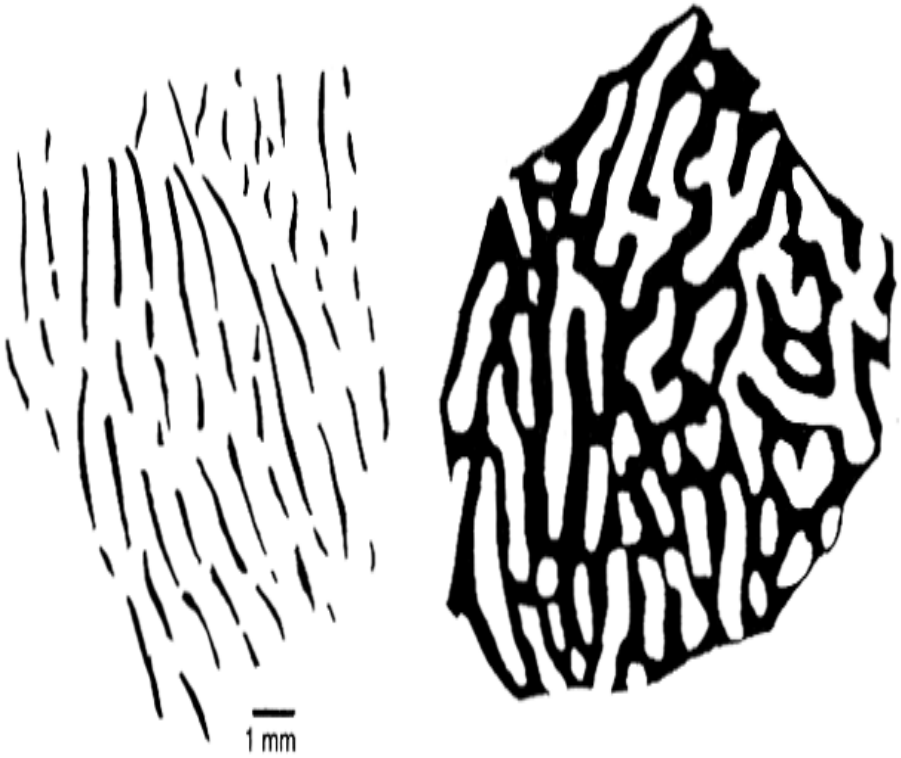
Champs récepteurs

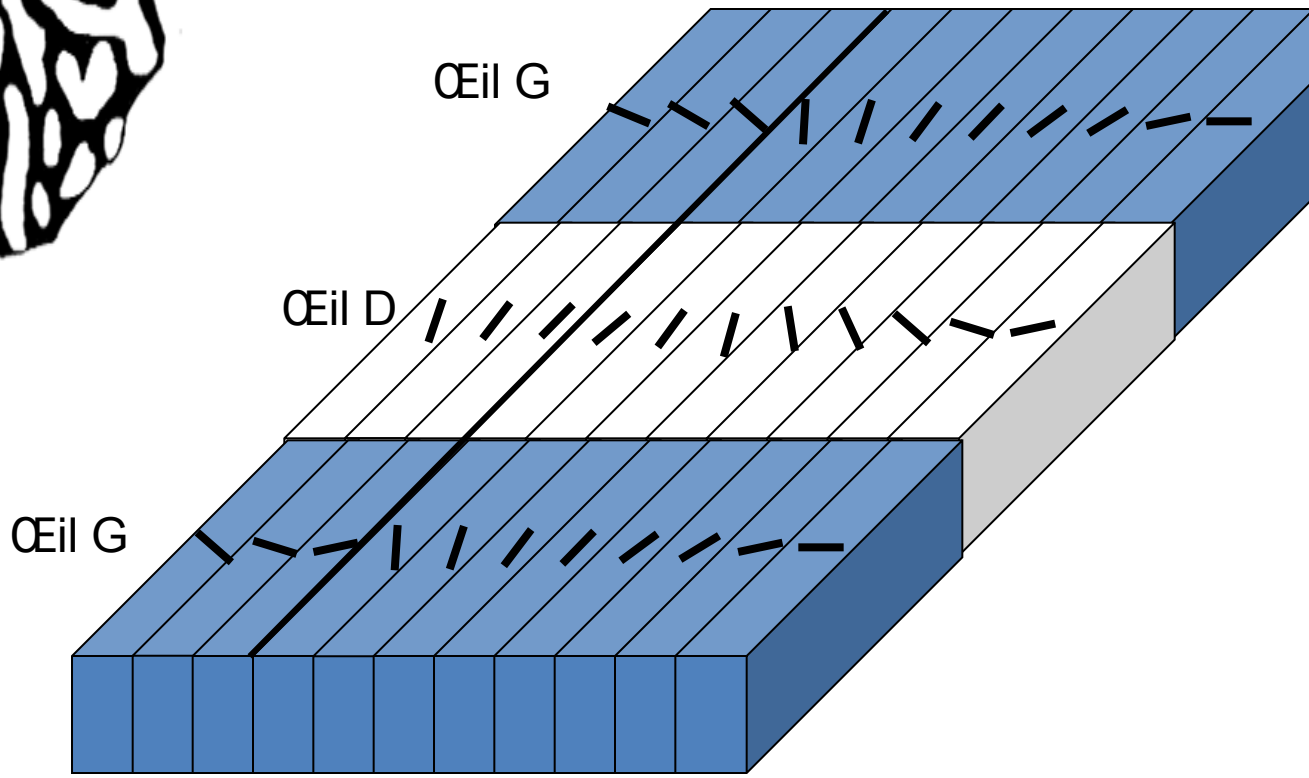


Sensibilité à l'orientation et au mouvement



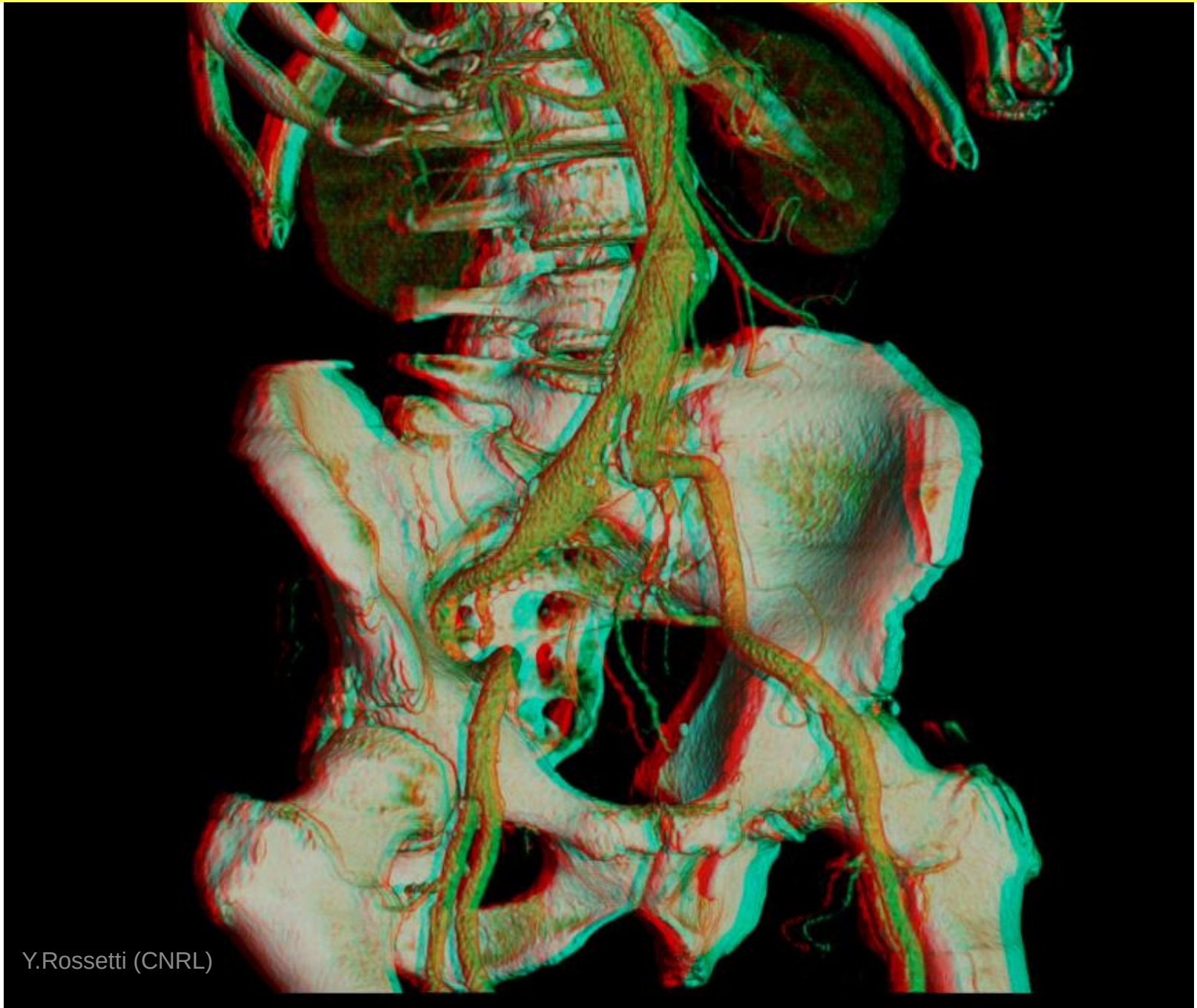
Colonnes de dominance oculaire





4 Cortex

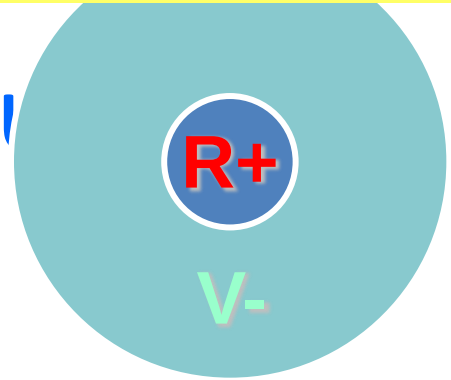
4 Cortex

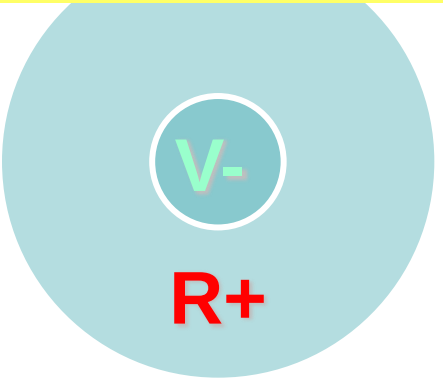


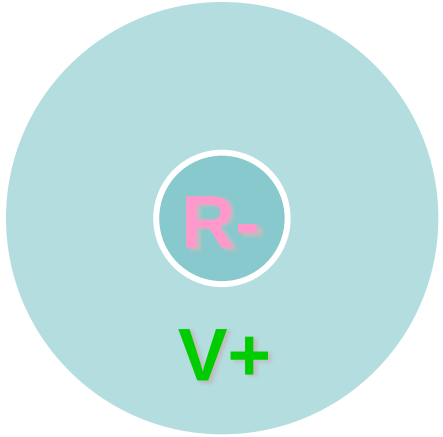
Stéréogramme

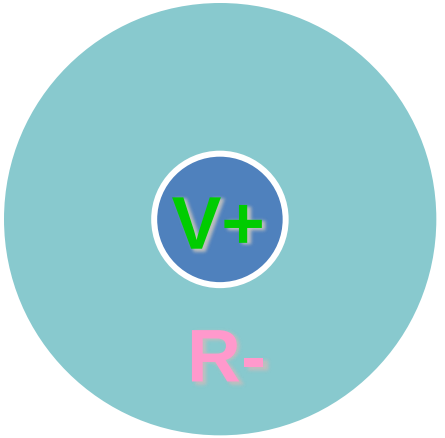
La co

Simple opposition
(rétine + cortex)

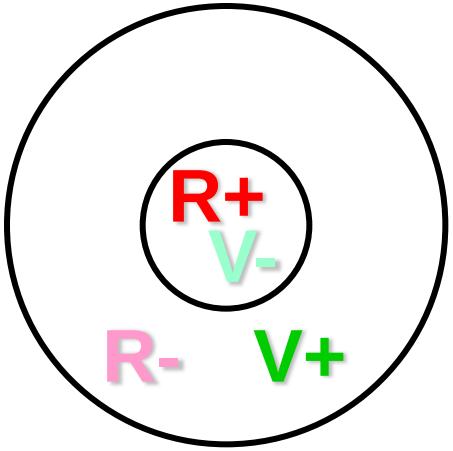


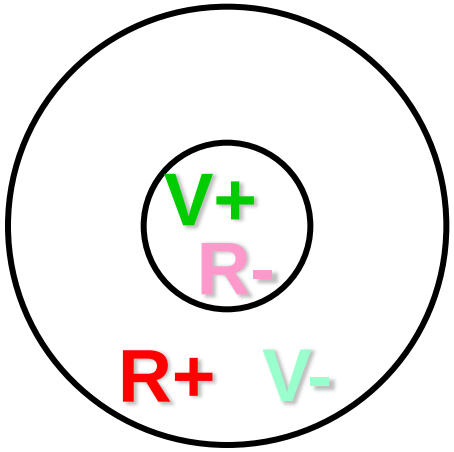




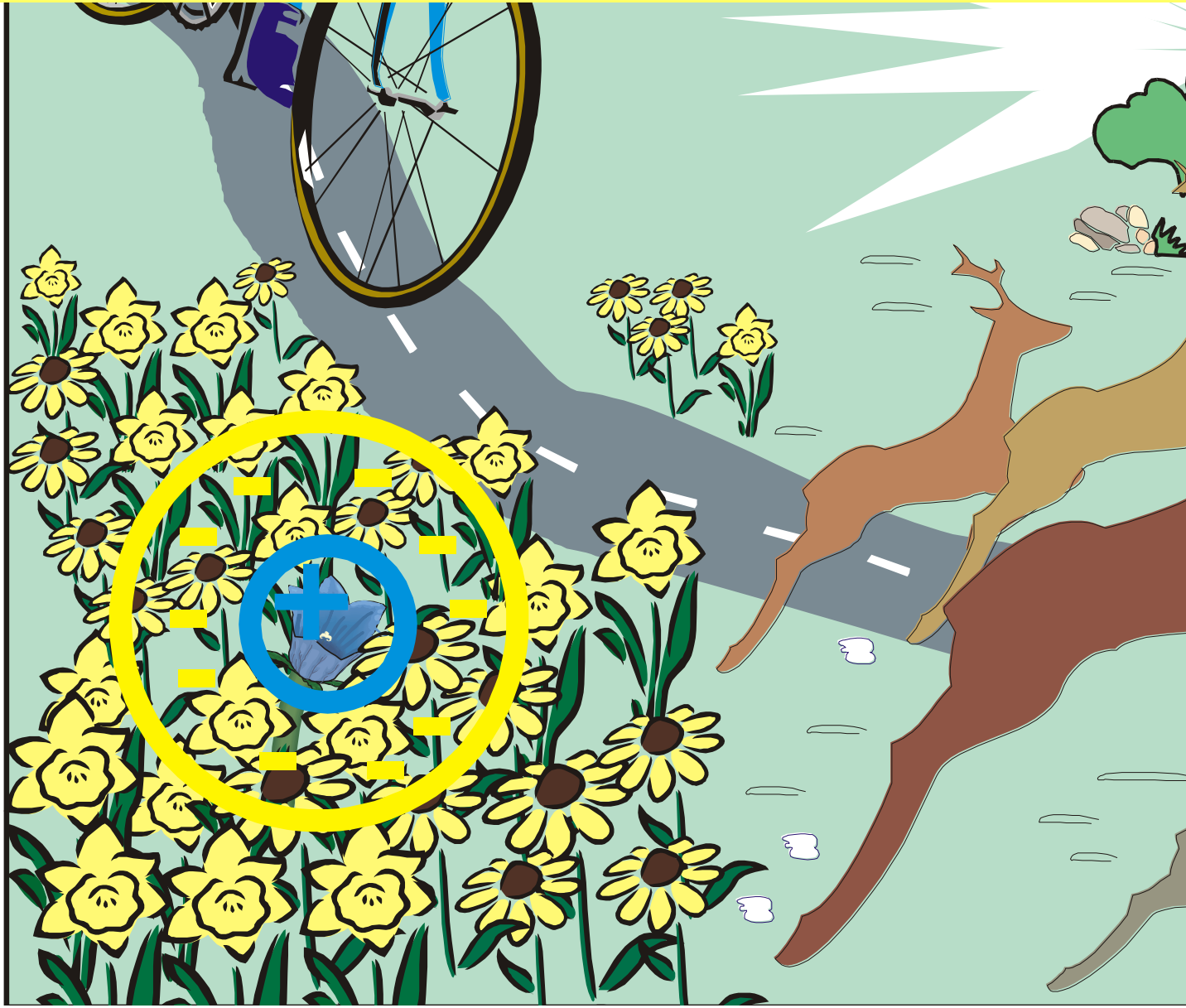


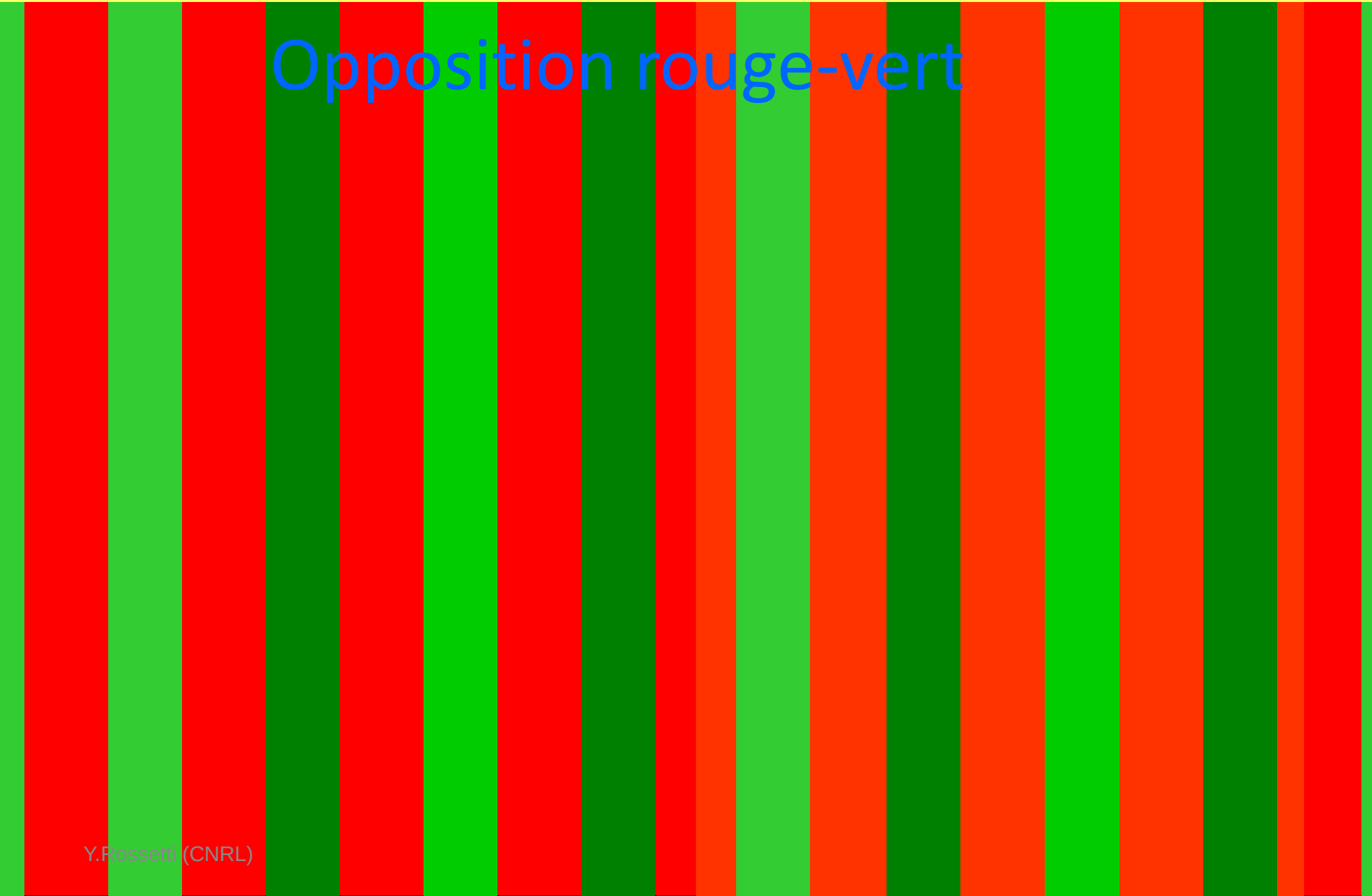
Double opposition
(cortex)



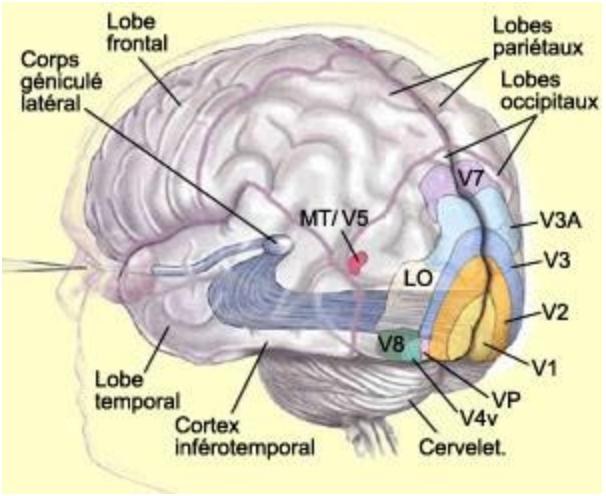


4 Cortex

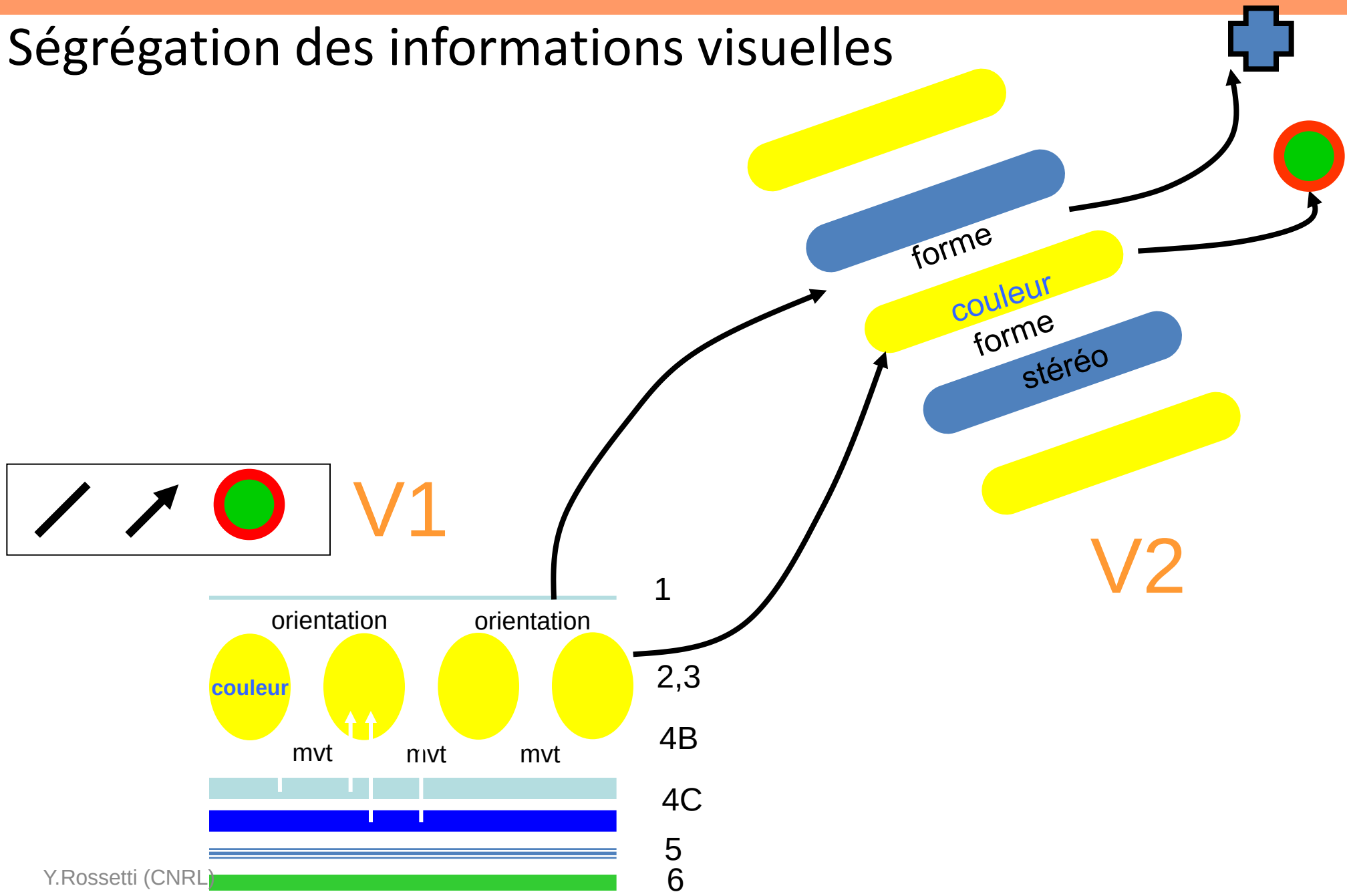



Opposition rouge-vert

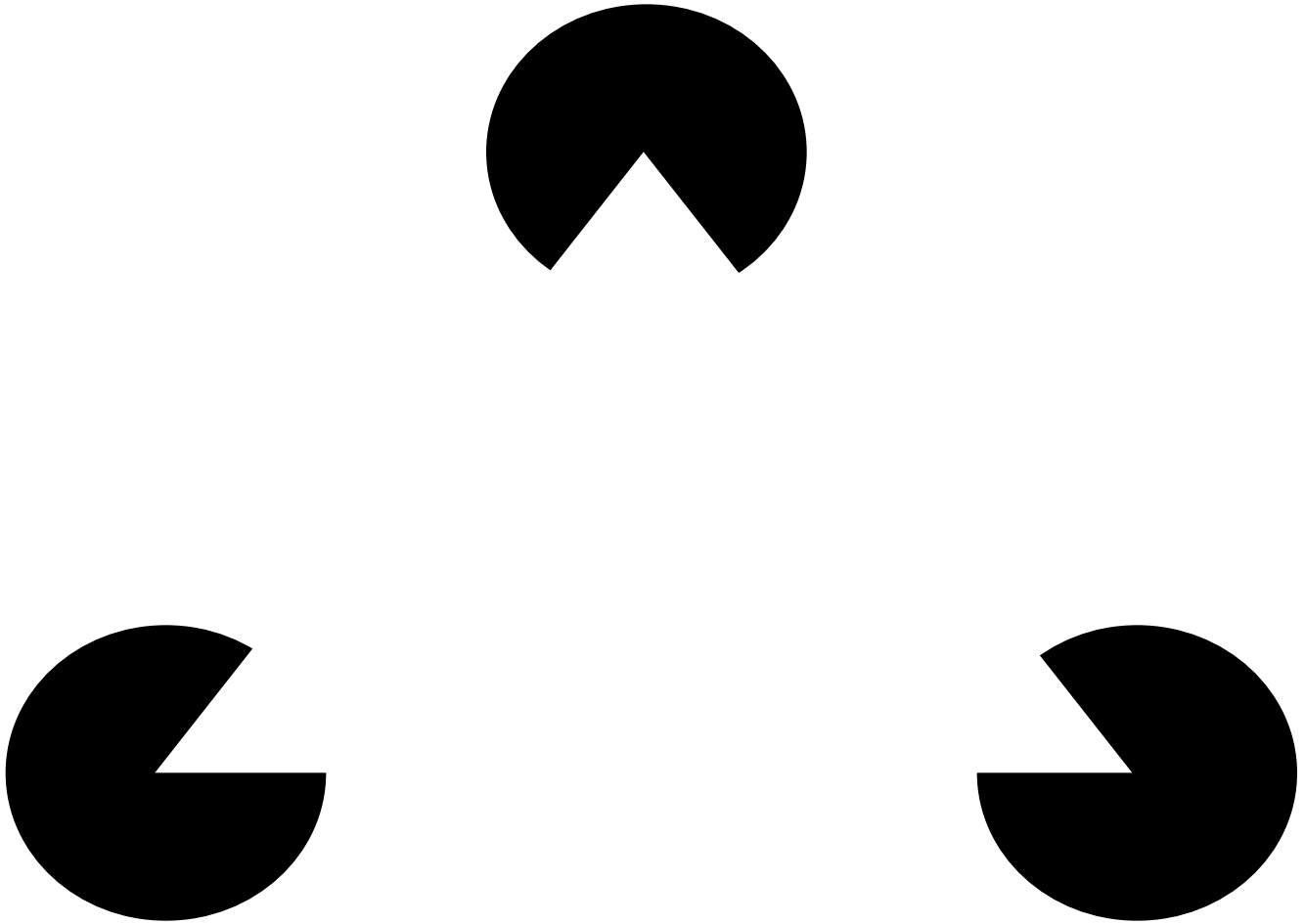
4 Cortex

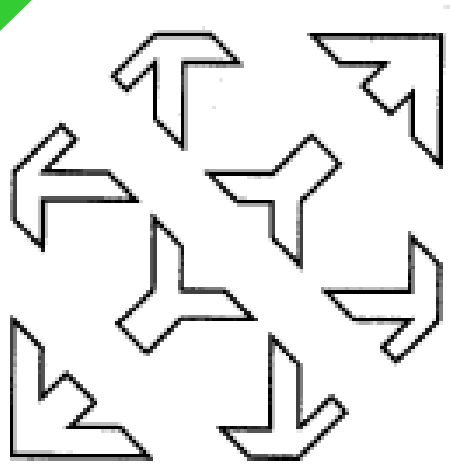

Lobe
frontal
Corps
géniculé
latéral
Lobes
pariétaux
Lobes
occipitaux
V7
MT/ V5
V3A
V3
LO
V2
V8
V1
VP
V4v
Lobe
temporal
Cortex
inférotemporal
Cervelet.

Ségrégation des informations visuelles

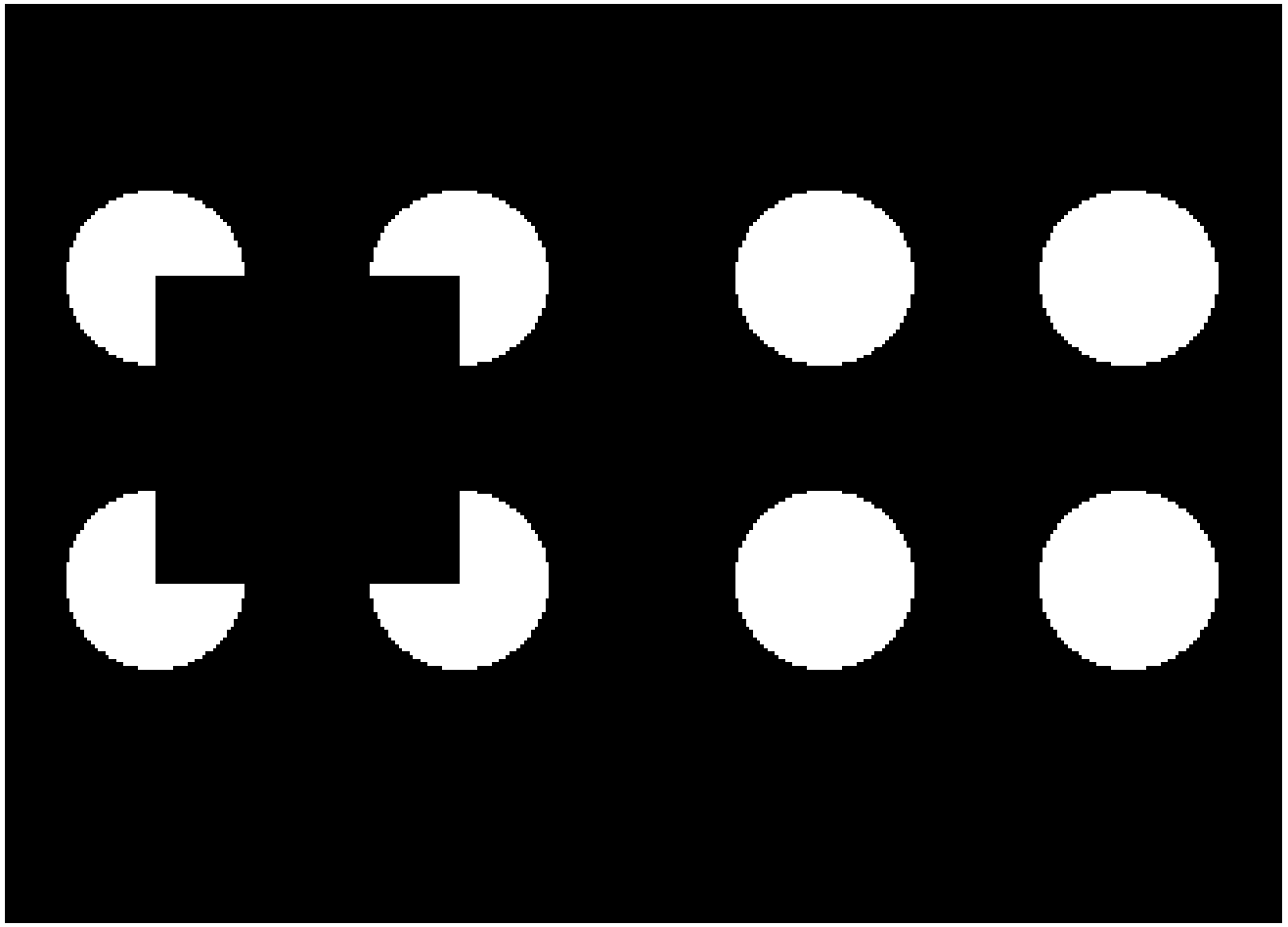


V2: Contours illusoires

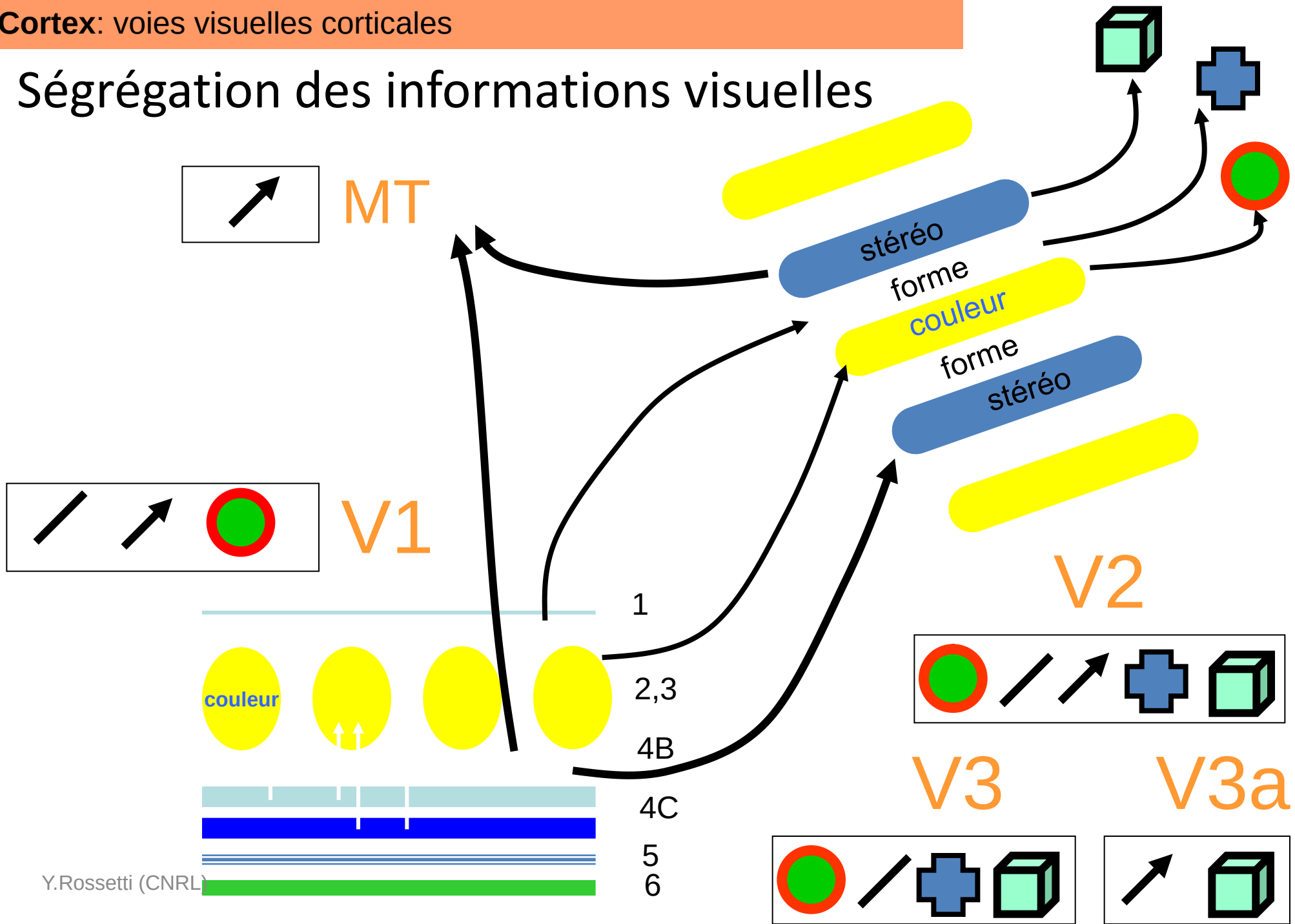




Contours illusoires: mouvement apparent



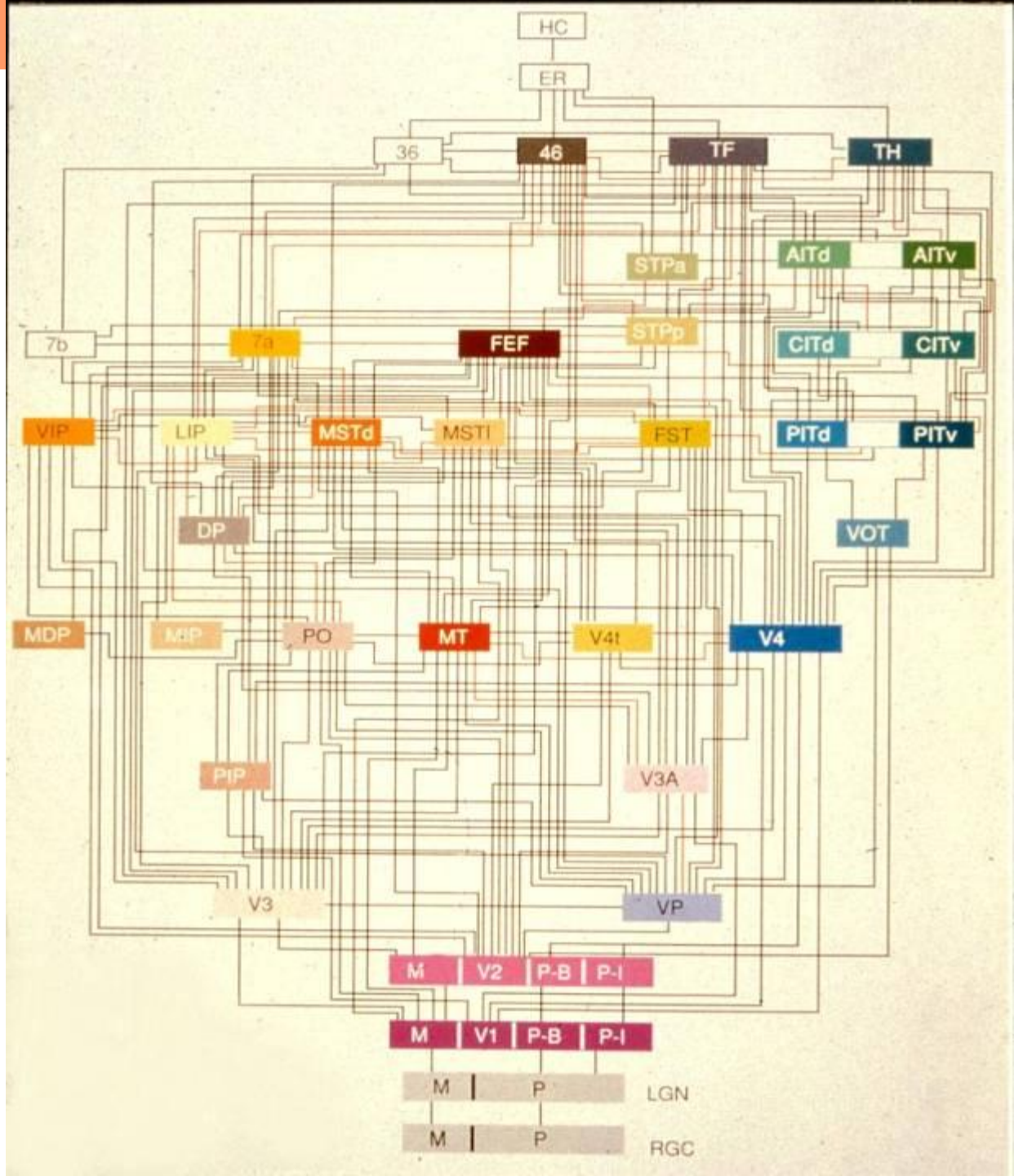
Ségrégation des informations visuelles



Electrophysiologie + neuroanatomie du singe:

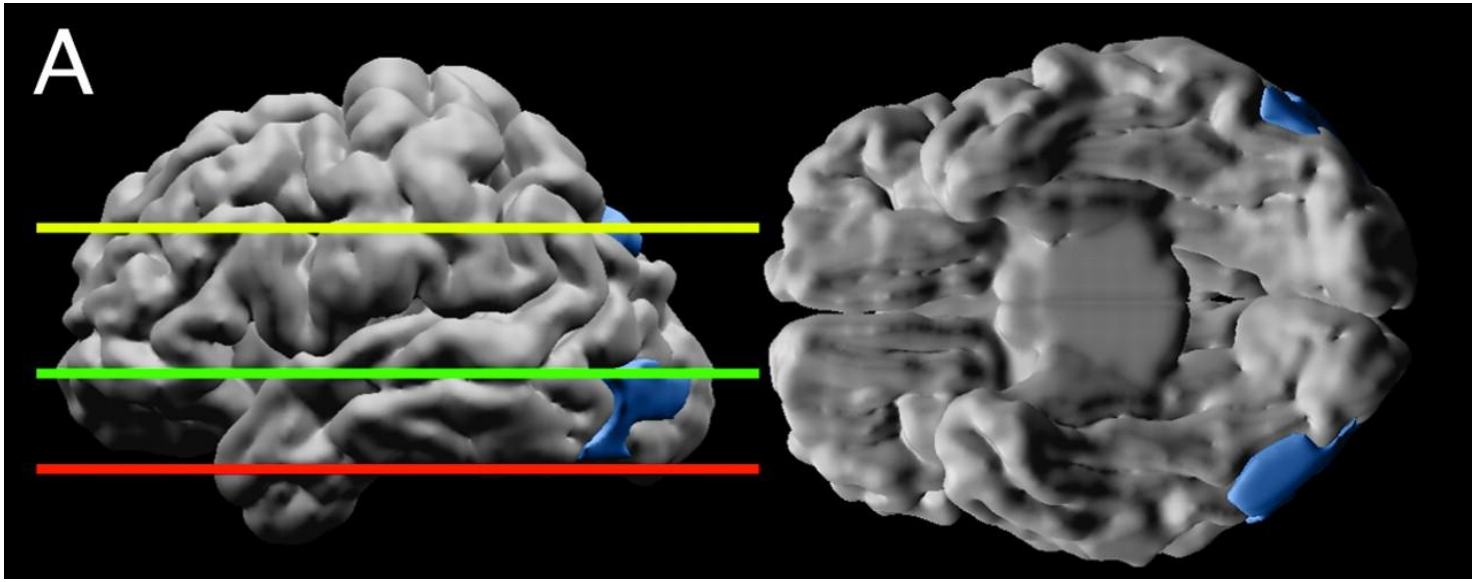
Des réseaux corticaux

Des aires plus ou moins spécialisées

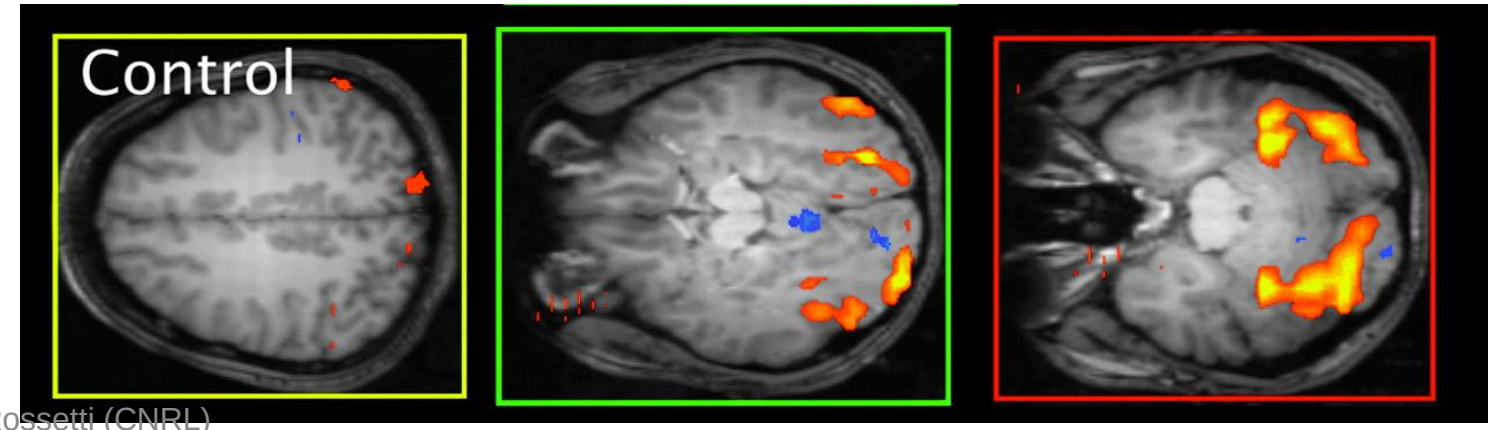


Deux approches chez l'homme

Exemple: la reconnaissance d'objet



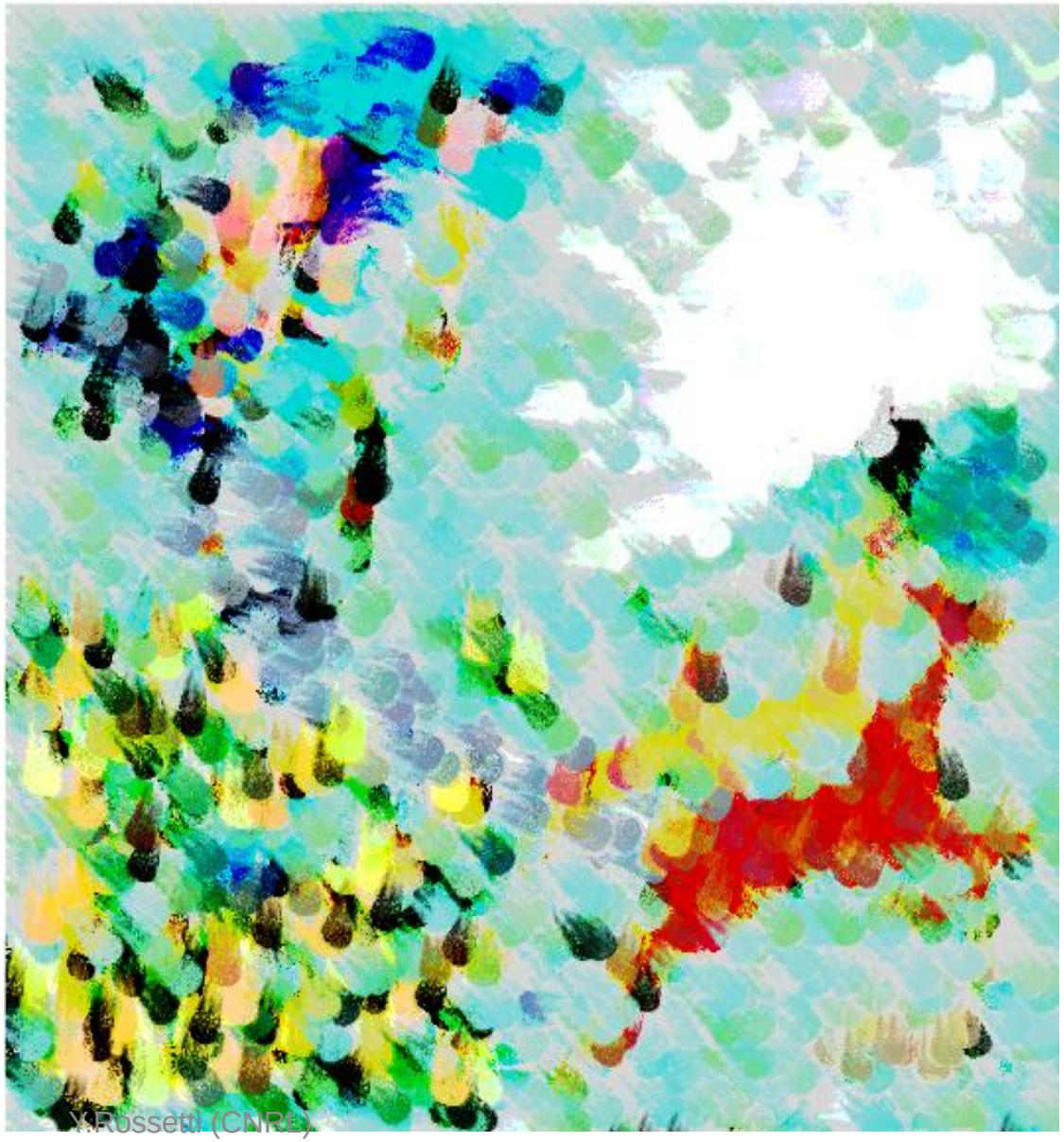
Agnosie Visuelle

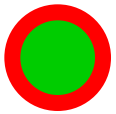


Complexe Occipital Lateral

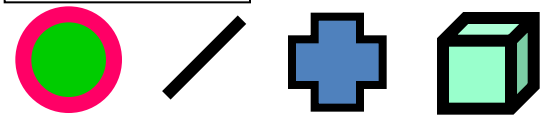
Culham et al. Brain 2003

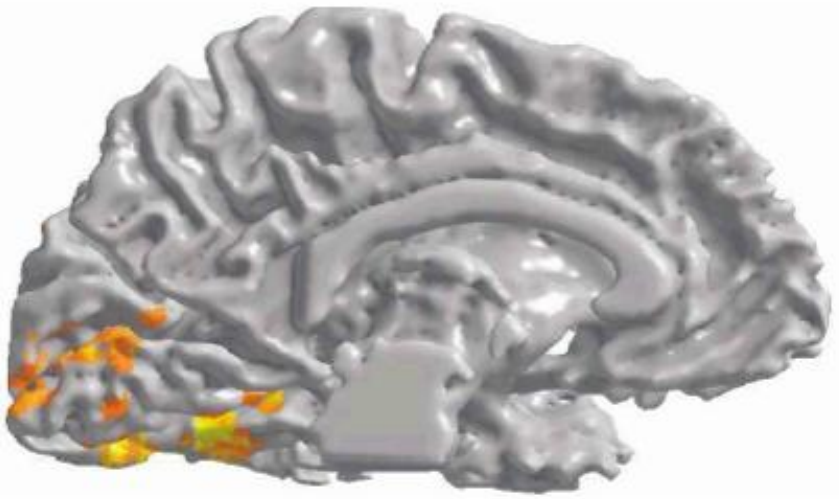
couleur





Aire V4?



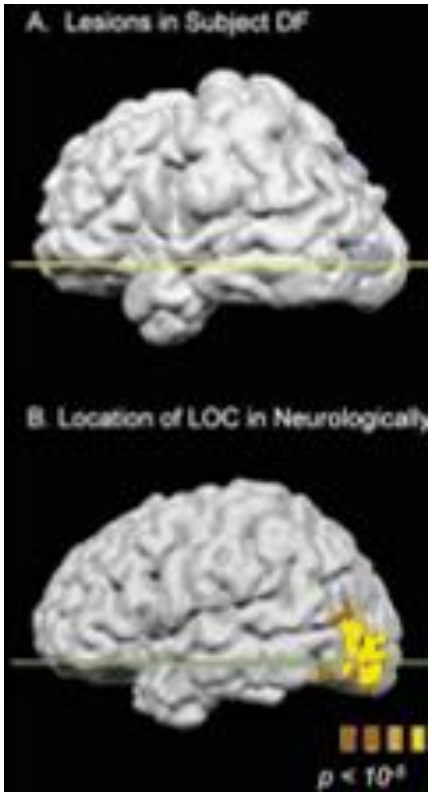


Wade et al. 2002

Achromatopsie,
Agnosie des couleurs

Formes

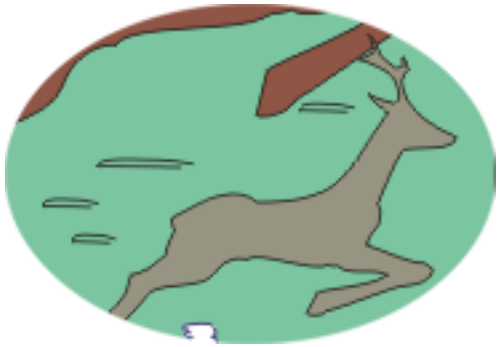
COL et CIT



Agnosie des formes

Objets

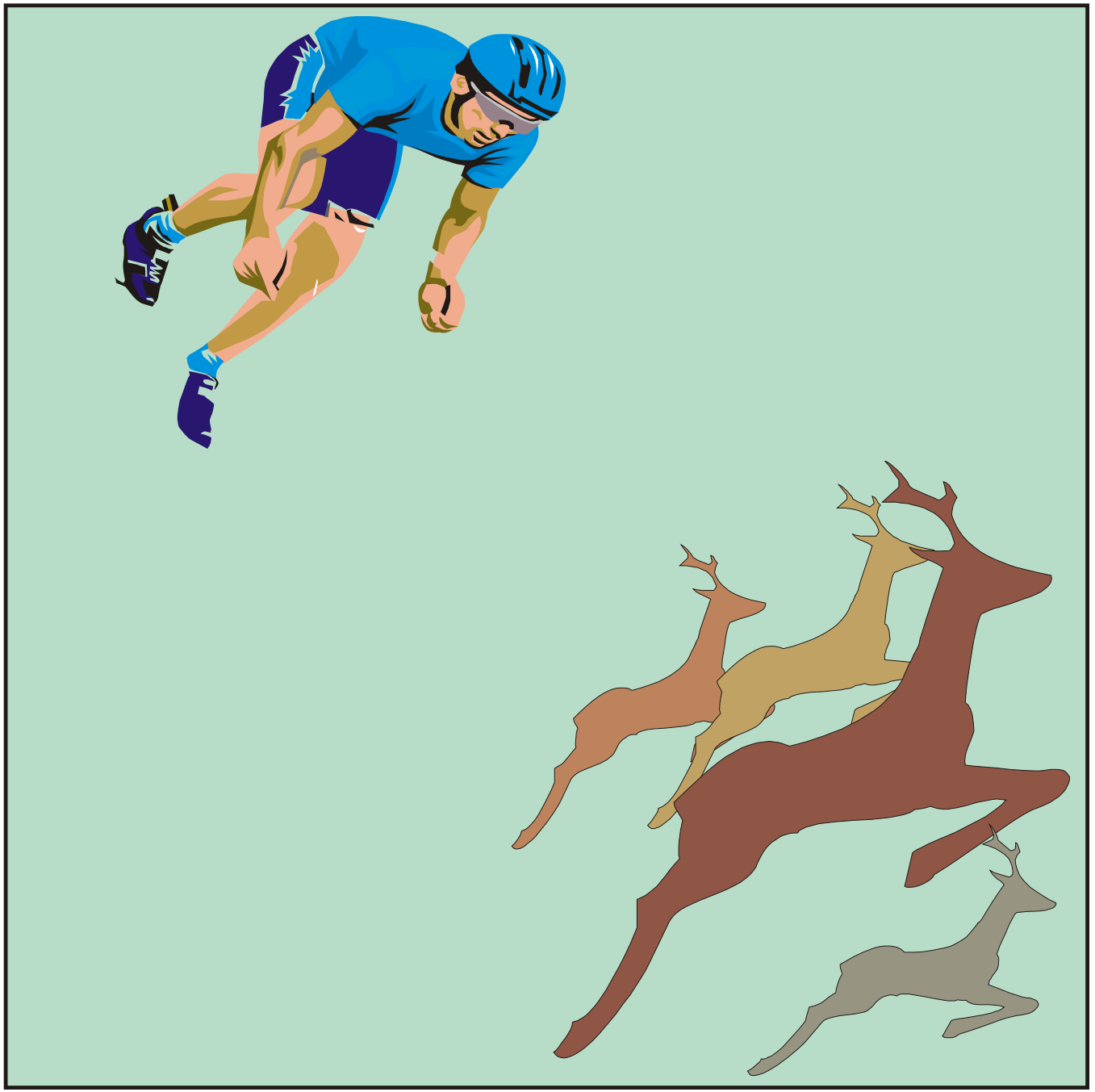
Inféro-Temporal



Agnosie des objets

animaux

Inféro-Temporal



Agnosies spécifiques

visage

Inféro-Temporal

prosopagnosie

le mouvement

Aire V5 (MT)

akinetopsie

L’action visuellement guidée

Aire V6 (PO)
Cortex pariétal postérieur

Ataxie optique

4 Cortex: voies visuelles corticales

Y.Rossetti (CNRL)

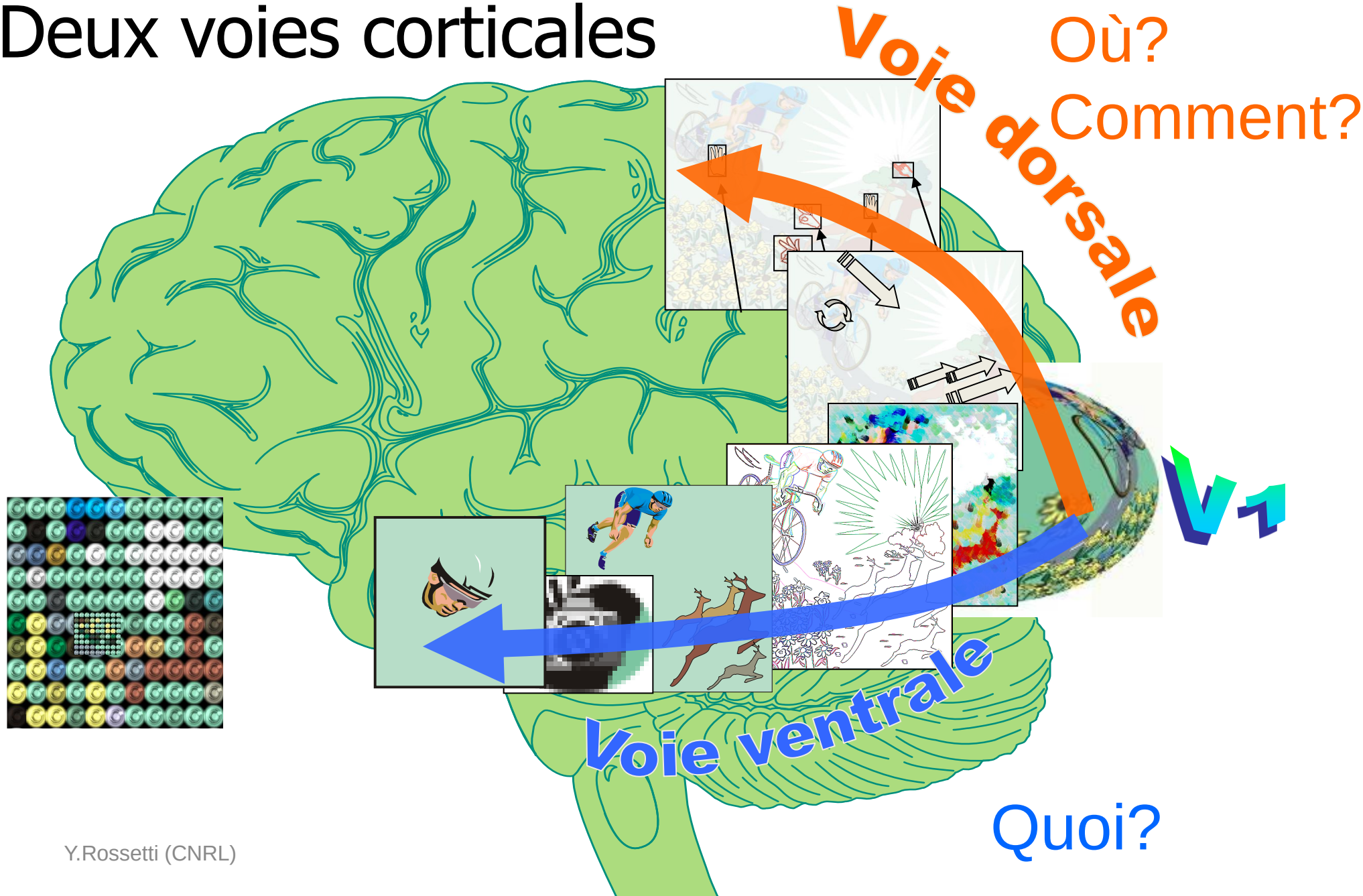
Vighetto 1980

4 Cortex: voies visuelles corticales

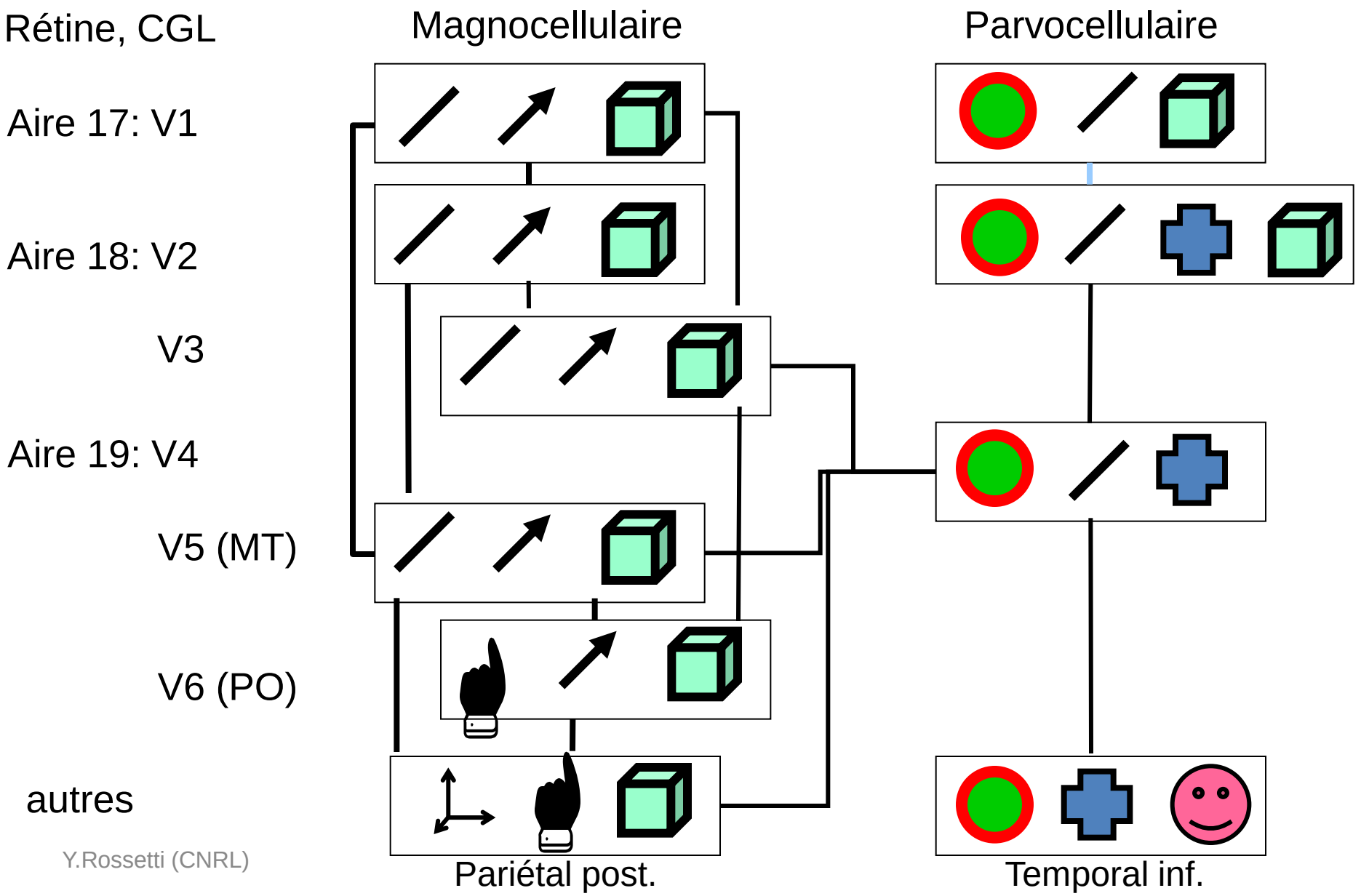
Y.Rossetti (CNRL)

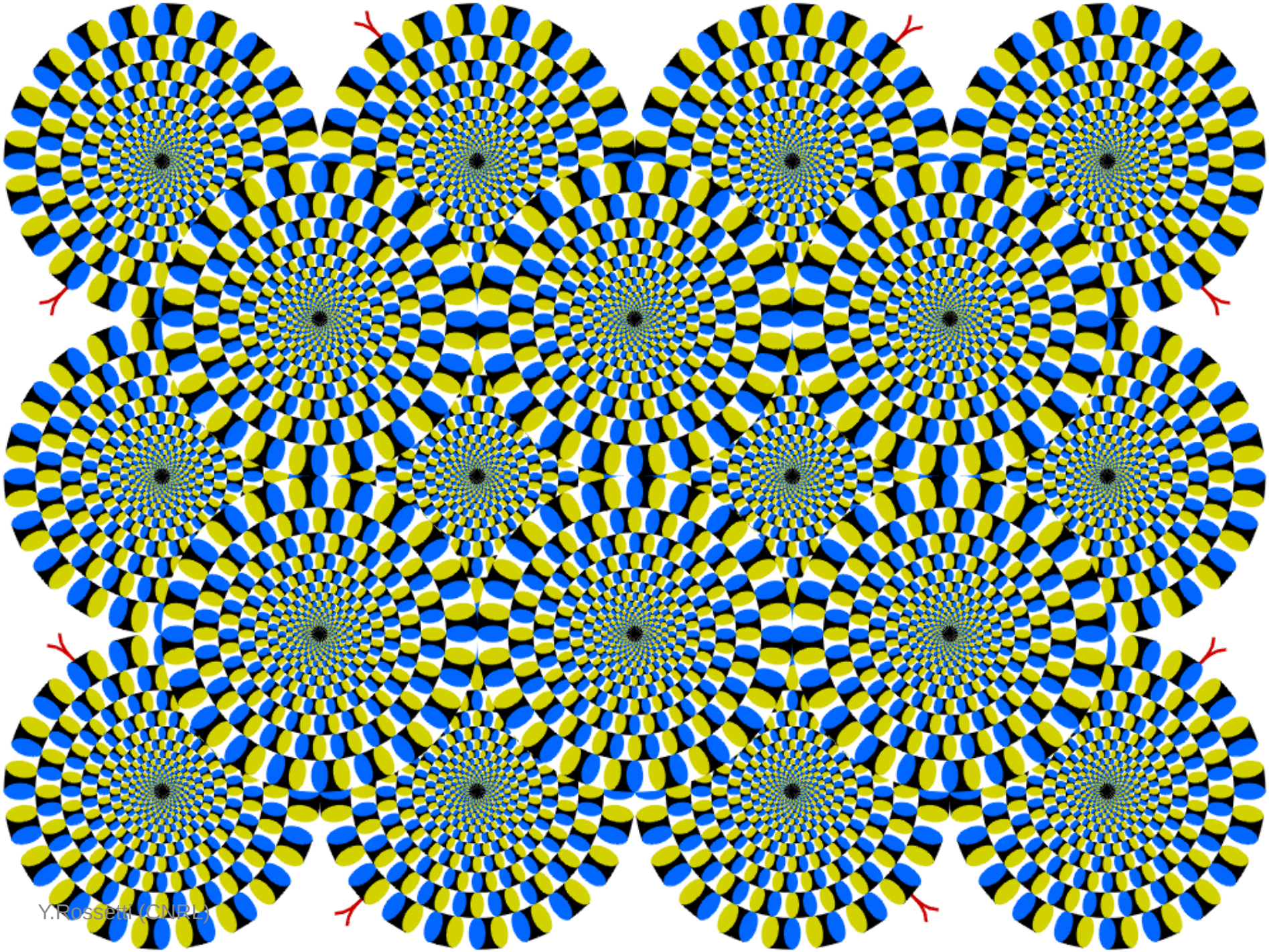
Vighetto 1980

Deux voies corticales



Résumé: les grands canaux visuels




Y.Rossetti (CNRS)