

Introduction aux sciences cognitives

Des questions sur la perception

Sonia Kandel

http://www.gipsa-lab.fr/~sonia.kandel/recherche_en.html

sonia.kandel@univ-grenoble-alpes.fr

- **Présentation**

- **Cours :**

- séances de 2h CM (dates sur Moodle)
- Mercredi 10-12h
- Pause 10 minutes à la fin de la 1^{ère} heure

- **Matériel pédagogique :**

- Diapos sur Moodle à la fin de chaque partie

- **Note semestre :**

MCCC L1 (Modalités Contrôle Connaissances et Compétences)

- 50% Contrôle Continu à la 7^{ème} semaine de cours (QCM)
- 50% examen terminal pendant la semaine d'examen (QCM)

→ Tiers temps et aménagements spéciaux : me le signaler rapidement

Des lectures en rapport avec le cours



Introduction aux sciences cognitives

- Domaine très vaste → Découvertes
- Questions que l'on se pose dans la vie quotidienne
- Applications des sciences cognitives
- Sujets qui seront abordés dans le cursus Sciences Cognitives de toute la Licence MIASHS

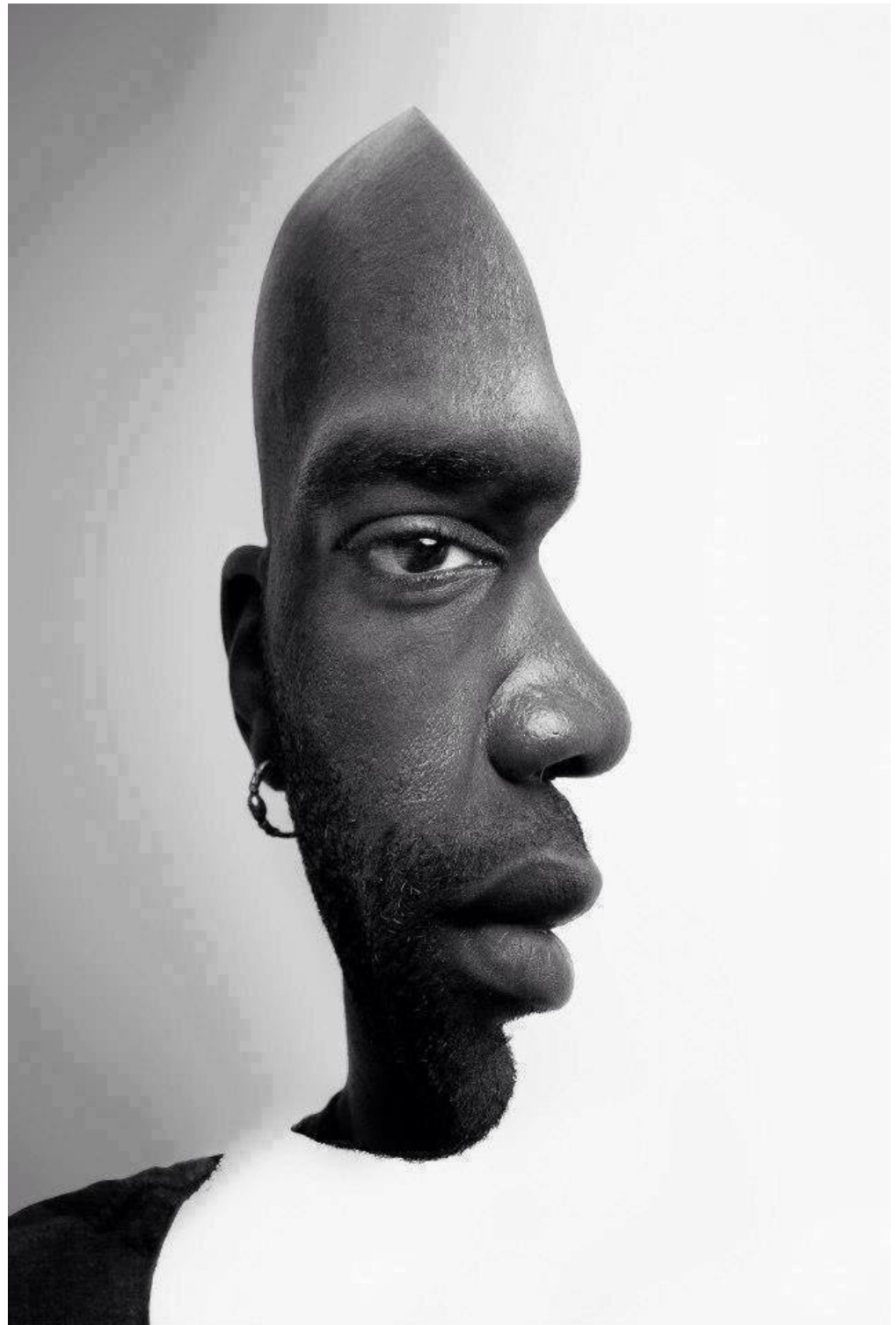
Exemples de questions que l'on se pose

- Qu'est-ce que perçoivent nos sens ?
- Qu'est-ce que la perception ?
- Est-ce que ce que l'on perçoit correspond à la réalité physique ?

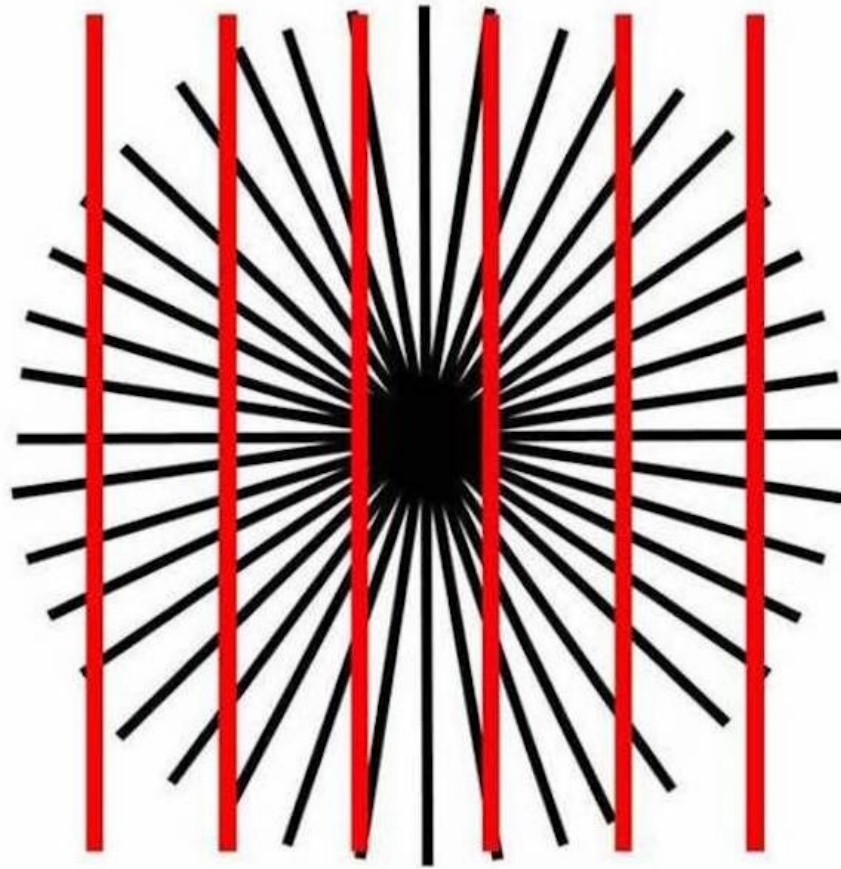


Visages face à face ? Coupe ?

Face ou profil ?



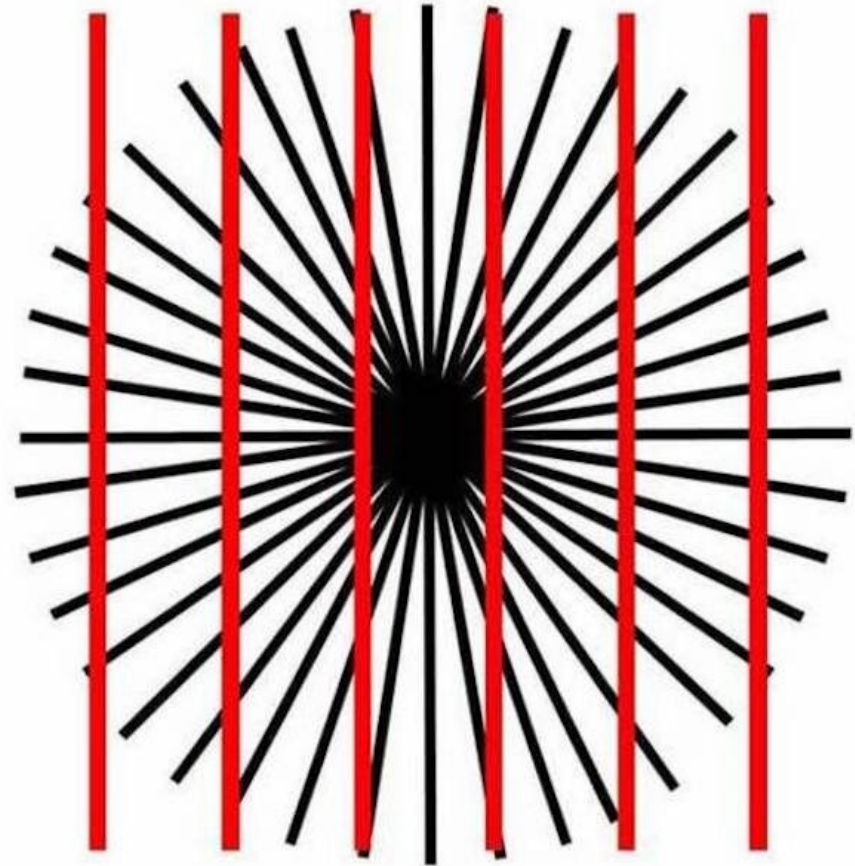
Est-ce qu'on perçoit la réalité?



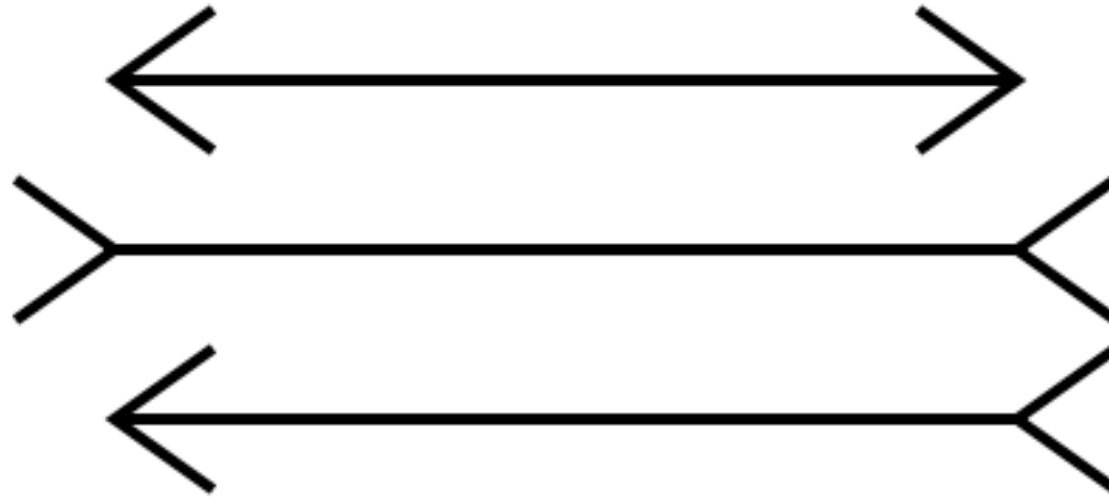
Lignes rouges : droites ou tordues ?

Est-ce qu'on perçoit la réalité?

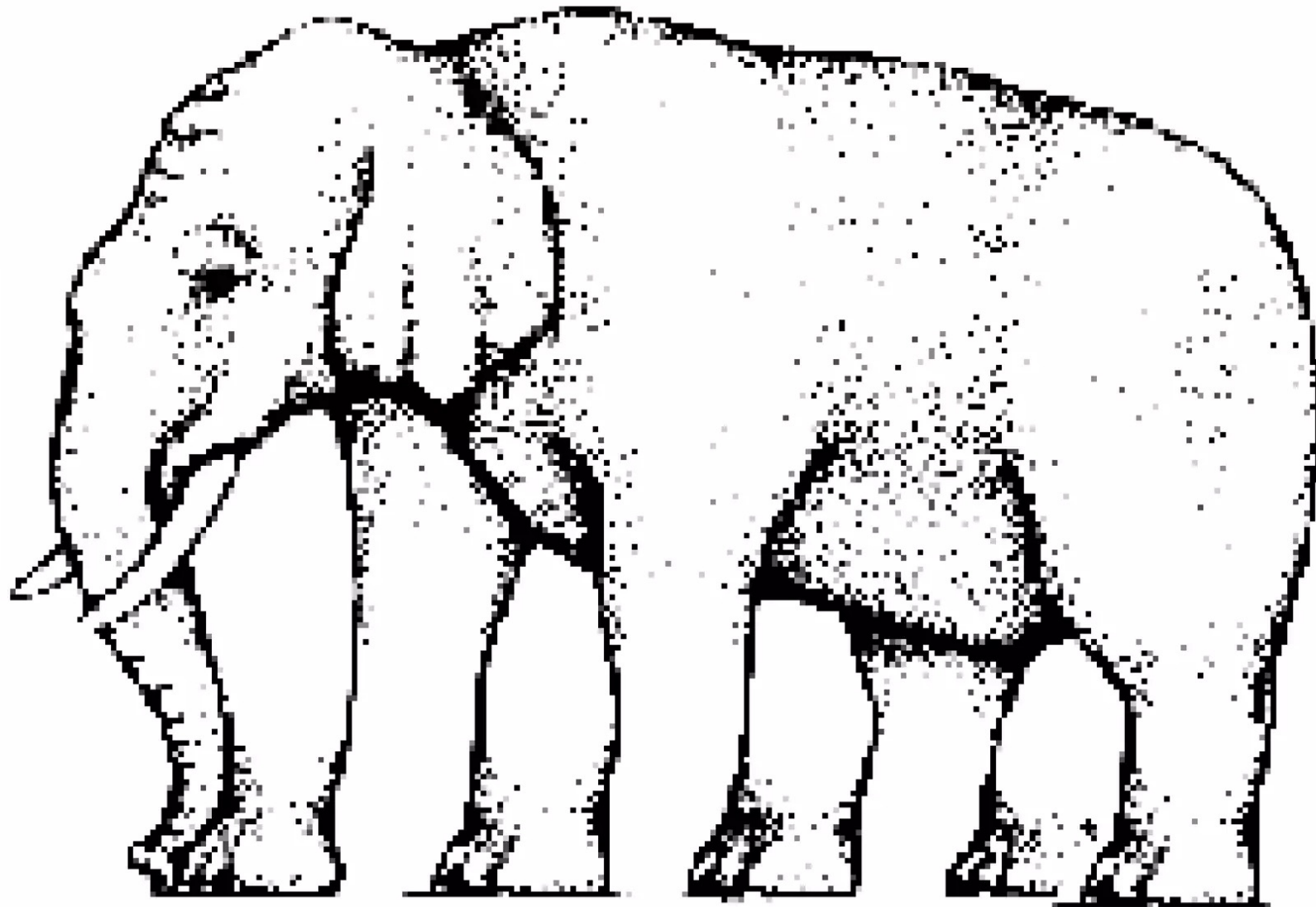
- Les illusions perceptives se produisent lorsque notre cerveau et nos sens essaient de se parler dans un langage simple, mais que l'interprétation est un peu confuse.
- Le cerveau croit que nos yeux lui ont dit que les lignes rouges sont tordues, mais ce n'est pas ce que les yeux voulaient dire au cerveau.



Est-ce qu'on perçoit la réalité physique?



Quelle est la droite la plus longue ?



**How many legs does the elephant
have above?**

Bien que nos sensations nous semblent exactes et véridiques, elles ne reproduisent pas nécessairement la réalité physique du monde extérieur.

Les neurosciences – qui constituent une des disciplines fondamentales des sciences cognitives - ont démontré que tout ce que nous vivons est en fait le fruit de notre imagination (générée dans le cerveau).

Que se passe-t-il lorsque vous percevez visuellement ?

Pour comprendre ce qu'est la perception visuelle et comment elle fonctionne, il est essentiel de faire la distinction entre voir et percevoir

⇒ **voir** : la vision (œil) est le processus physique de **réception des stimuli visuels**

⇒ **percevoir** : la perception (cerveau) est **l'interprétation subjective et cognitive** de ces stimuli

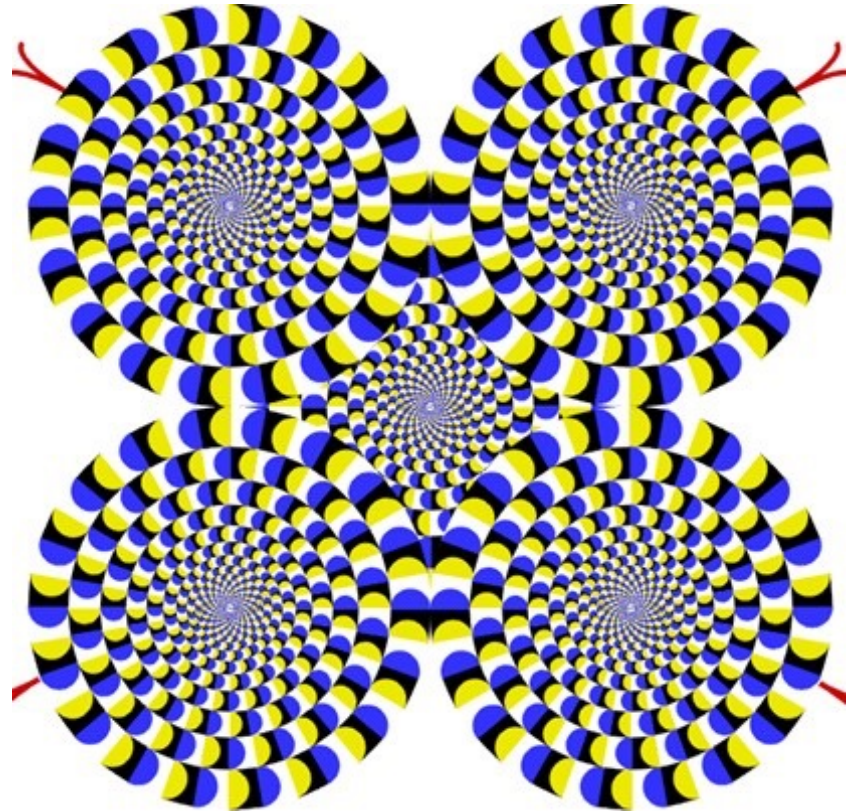


Vision (eye)



Perception (brain)

Est-ce qu'on perçoit la réalité physique ?



Sensation de mouvement sans qu'il n'y en ait pas
Ce n'est pas un phénomène anecdotique !

Est-ce qu'on perçoit la réalité?

- De nombreuses expériences de la vie quotidienne reflètent bien les stimuli physiques qui sont transmis au cerveau
⇒ base de survie dans l'environnement
- **Mais** la même machinerie neuronale qui interprète les entrées à travers nos sens est également responsable de nos rêves, de nos illusions et de nos défaillances de mémoire
- En d'autres termes, le réel et l'imaginaire partagent une source physique dans le cerveau

Illusions optiques ou visuelles

Lorsque nous faisons l'expérience d'une illusion visuelle :

- nous pouvons voir quelque chose qui n'est pas là
- ou ne pas voir quelque chose qui est là
- ou même voir quelque chose de différent de ce qui est là

Classification des illusions

Toutes ces illusions “trompent” notre système de perception en nous faisant percevoir la réalité d’une manière qui ne correspond pas forcément à la réalité physique

Il y a beaucoup de classifications des illusions, je présente celle qui m’intéresse le plus pour ce cours

3 types d’illusions :

- **illusions cognitives**
- illusions littérales
- illusions physiologiques

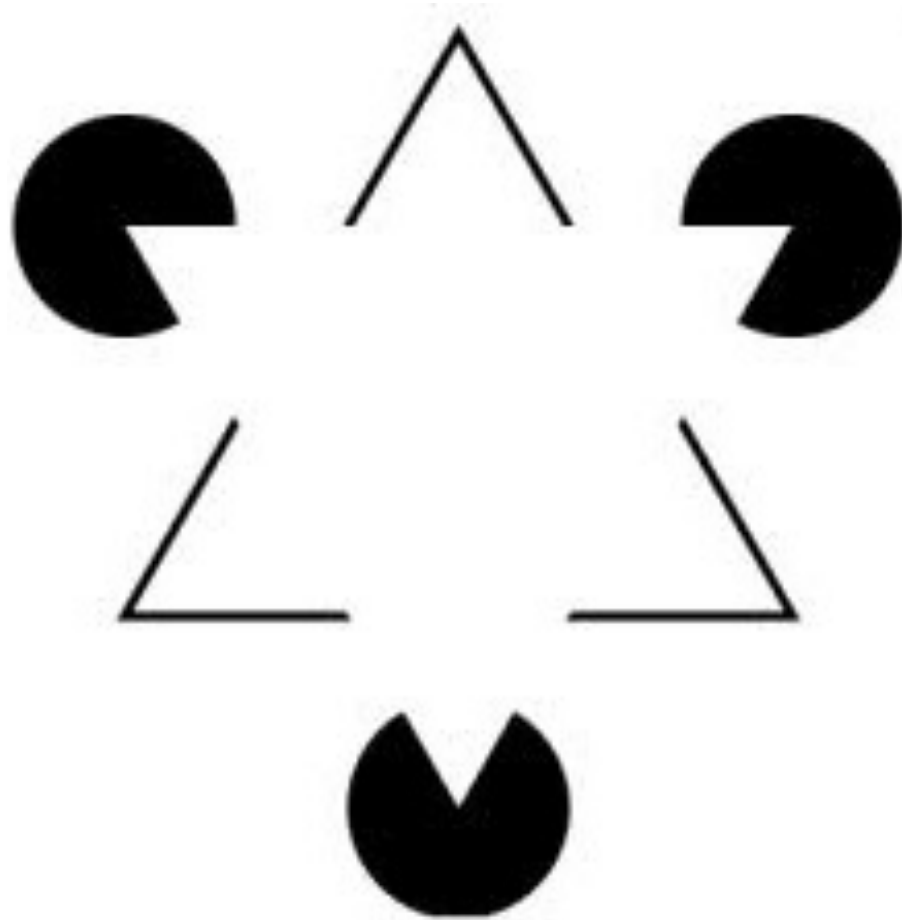
Les illusions cognitives

- **Le cerveau perçoit un objet basé sur des connaissances antérieures ou des inférences**
- Le cerveau a besoin de définir la réalité sur la base d'objets familiers et simples
- Le cerveau veut comprendre l'image, basé sur des images qu'il a vues auparavant, alors il crée sa propre version de l'image: jeune femme ou femme âgée
- Le cerveau génère une image, un "tout" à partir des éléments qui sont dans la figure (notion de Gestalt)

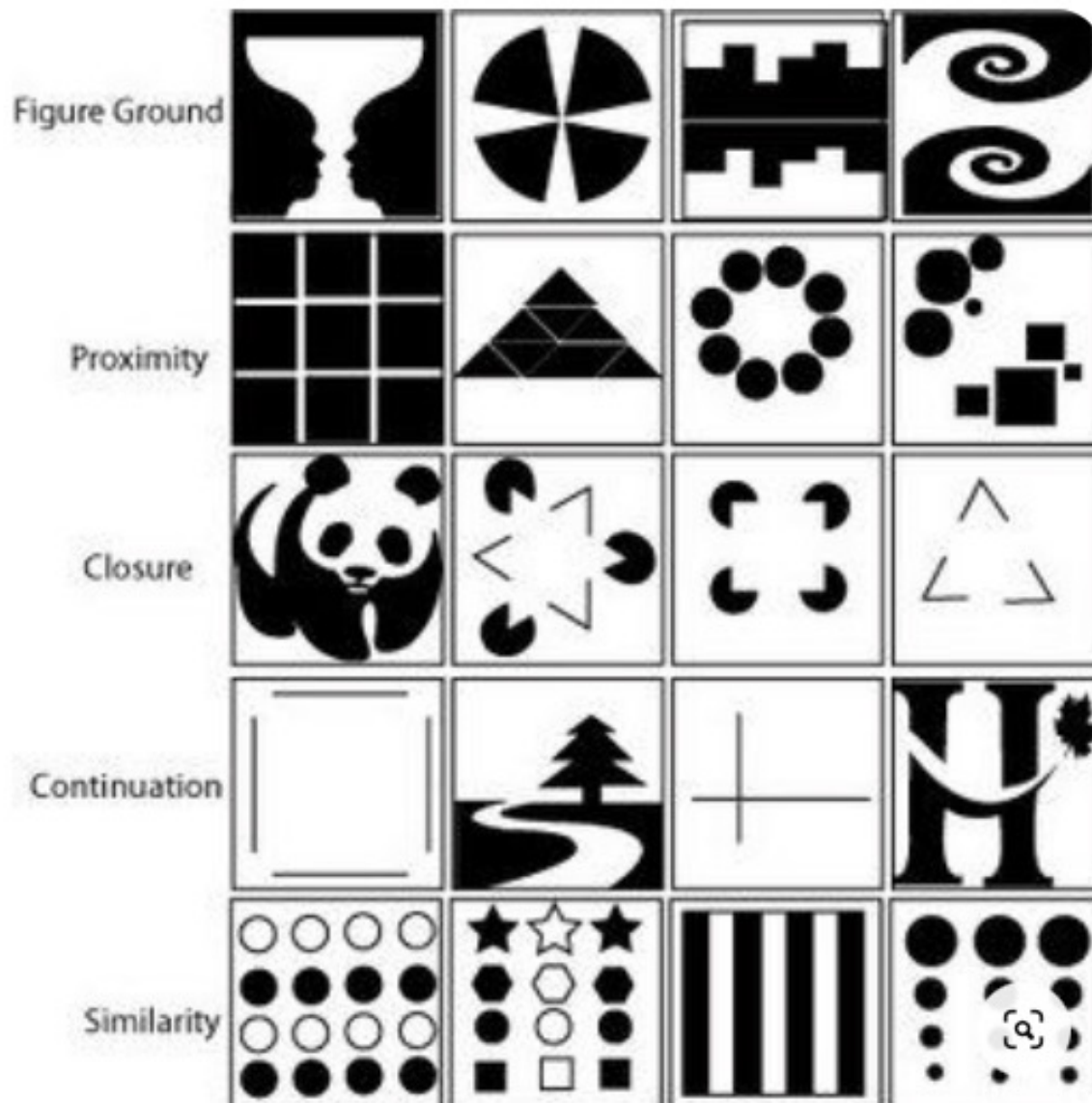


My Wife & My Mother-in-Law

Illusion cognitive



Triangles ? Cercles ?
Notion de Gestalt



La psychologie de la **Gestalt** a formulé une théorie de la perception qui met l'accent sur le **traitement de modèles et de configurations entiers, et pas seulement de composants individuels.**

Les illusions littérales

- Lorsque le cerveau construit une image qui est différente des objets qui la composent
- Dans la figure, une jeune femme est assise face à un miroir qui semble être un crâne
- En fait, il n'y a pas de crâne, mais les objets dans l'image réunis ensemble, créent cet effet



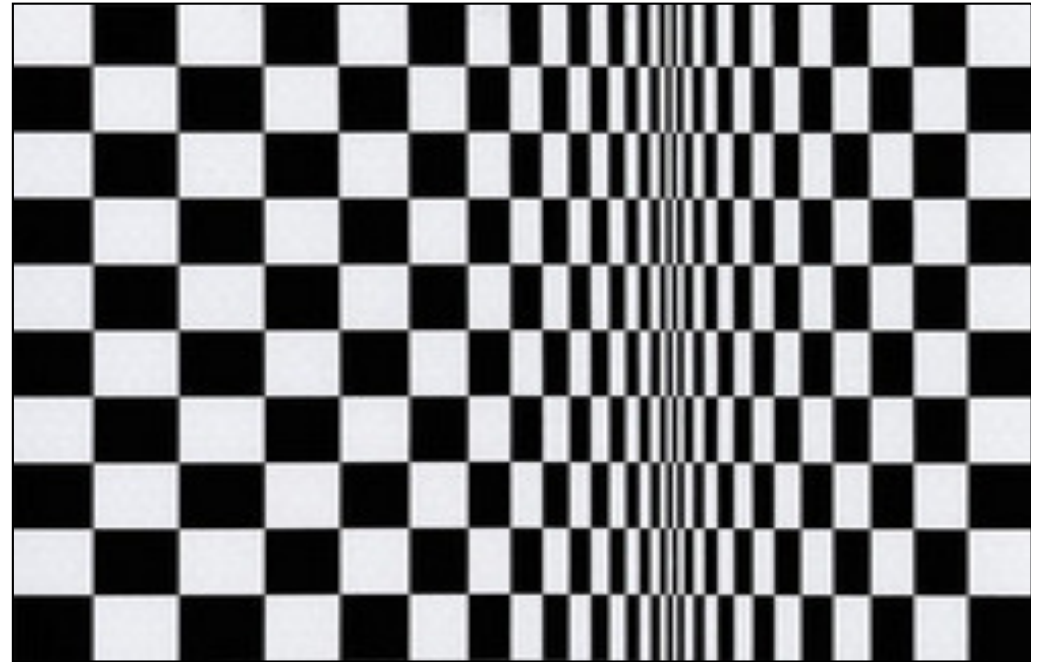
All is vanity (Charles Allan Gilbert)

Les illusions physiologiques

Une illusion physiologique apparaît par exemple après avoir été exposé à des lumières très intenses (after effects) ou lorsque notre vision doit s'adapter à des patterns d'alternance très longs (contingent perceptual aftereffect, CAE)

Ces stimuli sont traités par le cerveau par des réseaux neuronaux spécifiques permettant le traitement visuel précoce

Lorsque la stimulation est répétitive, le système de traitement est surchargé, ce qui produit des perceptions erronées (illusions)



- Historiquement, les artistes visuels et les illusionnistes ont utilisé les illusions visuelles pour **développer des connaissances approfondies sur le fonctionnement interne du système visuel**
- Bien avant que les scientifiques n'étudient les propriétés des neurones, les artistes avaient mis au point une série de **techniques pour « tromper » le cerveau** en lui faisant croire qu'une toile plate était tridimensionnelle ou qu'une série de coups de pinceau était en fait une nature morte

M.C. Escher, *Main à la sphère réfléchissante*, 1935 — Autoportrait



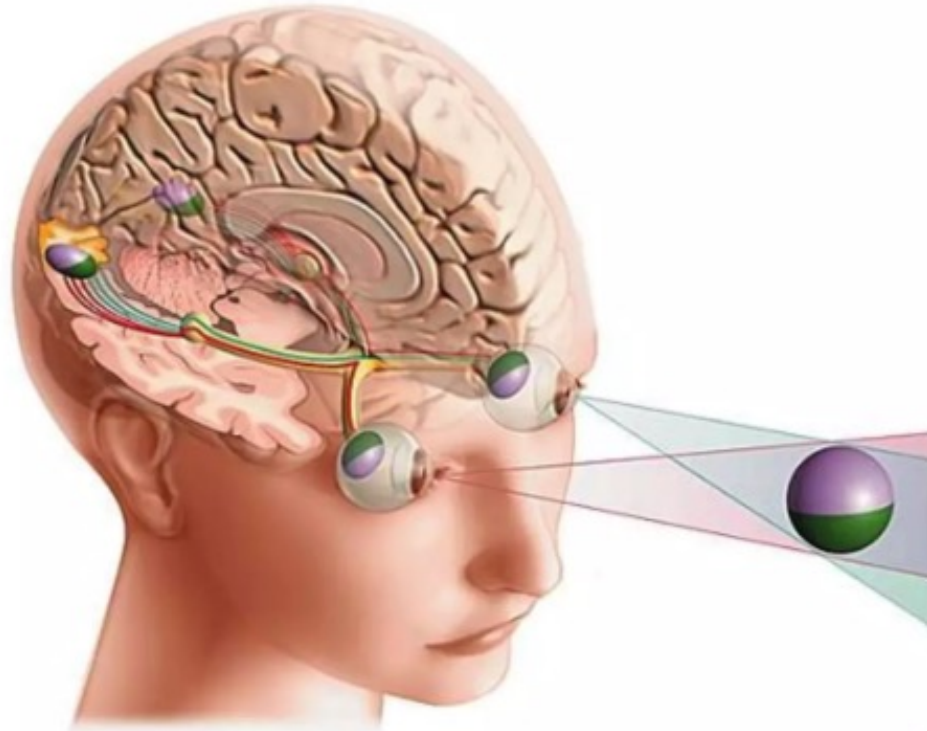
⇒ Les illusions cognitives

Pourquoi ?

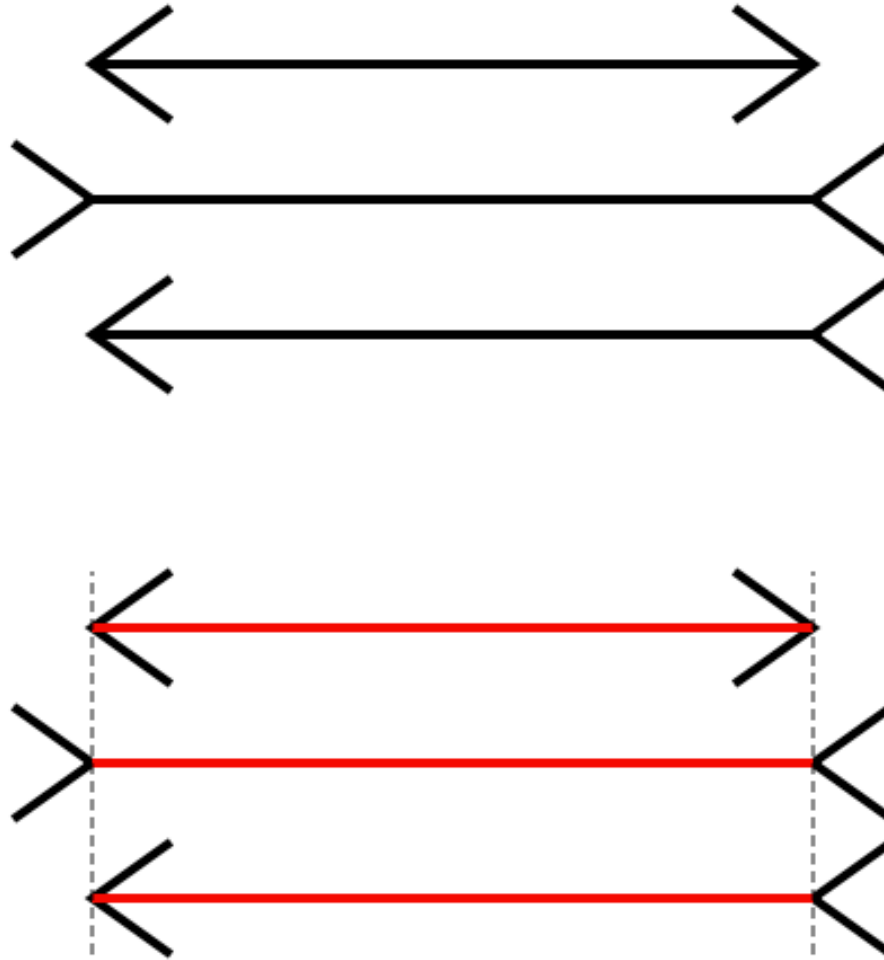
Elles permettent de comprendre les mécanismes
qui conduisent à la perception de la réalité

Définition illusion visuelle : dissociation entre la réalité physique et la perception subjective d'un objet ou d'un événement.

**Le système visuel ne se « trompe » pas,
c'est notre cerveau qui nous conduit à
avoir une perception qui ne correspond
pas à la réalité**



L'information visuelle est la même pour toutes les lignes



Notre cerveau fait une **interprétation** de ce qui est codé par l'œil

→ l'interprétation est influencée par les connaissances que nous avons en mémoire

→ l'interprétation est conditionnée par l'élaboration et le traitement cognitif de ces connaissances

La perception du temps

- Pourquoi le temps passe-t-il tantôt lentement tantôt rapidement ?
- Quelle différence entre la temporalité des vacances et la temporalité au travail ?
- Quelle influence de la technologie sur notre perception du temps ?

Pour comprendre la perception humaine et la manière dont elle est conditionnée par nos connaissances sur l'environnement,

il est nécessaire de savoir comment est structuré et comment fonctionne le cerveau humain

Deux mythes tenaces sur — Le Cerveau —

il est pas lent,
volant au vent?



j'ai bon?

1. "On n'utilise que 10% de notre cerveau"

c'est séduisant parce que bon, ça suggère qu'on aurait un potentiel caché et mystérieux à débloquer, argument idéal pour vendre des formations.



→ **QUE NENNI** : on utilise bien 100%, mais pas tout en même temps sinon il y aurait surchauffe.

2. "On est soit cerveau gauche
-analytique- soit cerveau droit
-artistique-."

Ce mythe met en opposition les créatifs
et les matheux, ALORS QUE la créativité
demande de la méthode, et la science de
l'imagination.

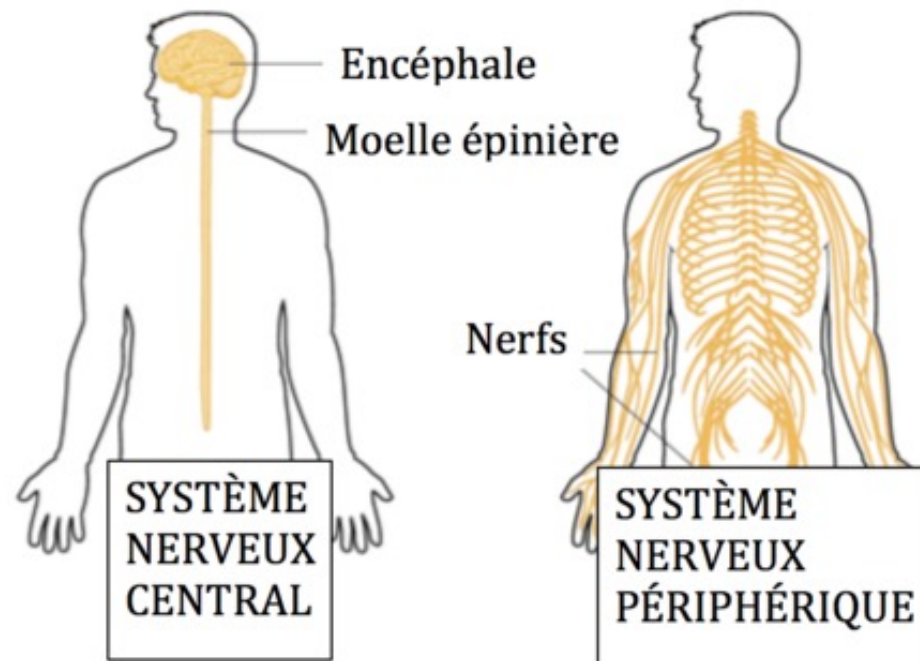


Notions de base sur le cerveau humain

Le système nerveux central et périphérique

Le système nerveux est un réseau complexe de nerfs et de cellules nerveuses (les neurones) constitué :

- du **système nerveux central** qui comprend l'encéphale et la moelle épinière
- du **système nerveux périphérique** qui est la partie du système nerveux qui se trouve à l'extérieur du système nerveux central, il est un vaste réseau de nerfs reliant le système nerveux central au reste du corps

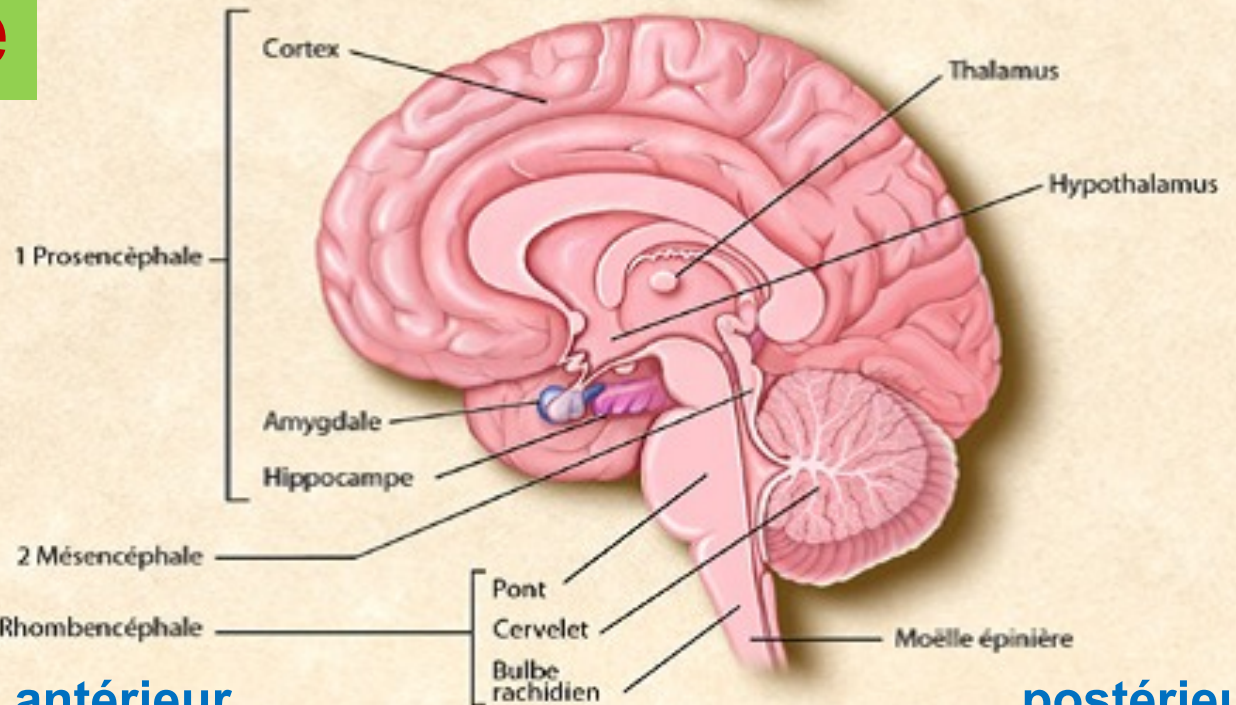
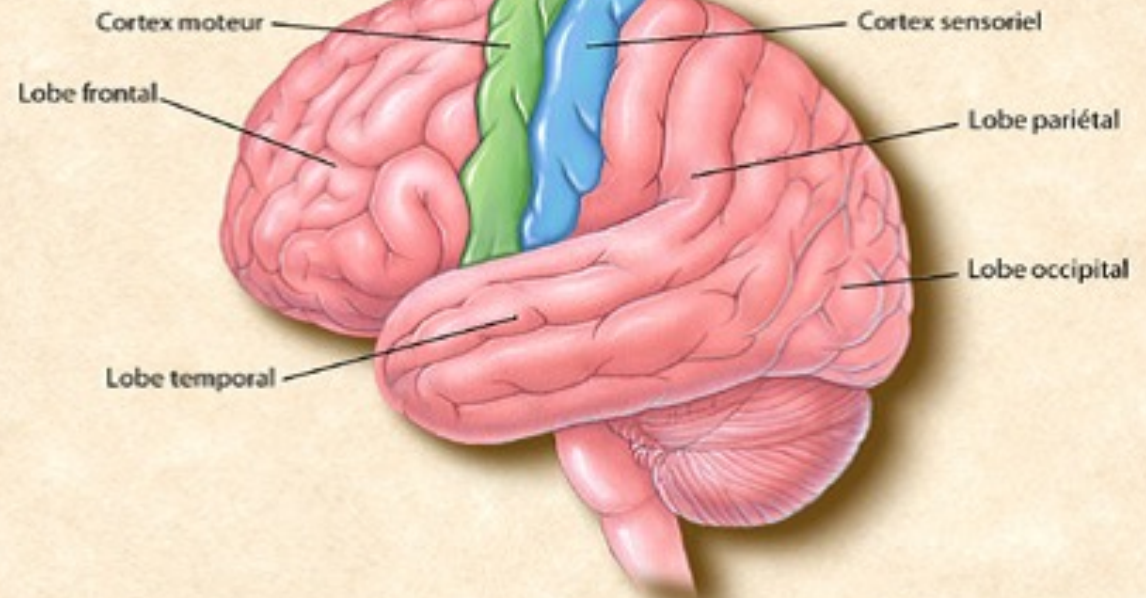


Face externe

Face interne

antérieur

postérieur

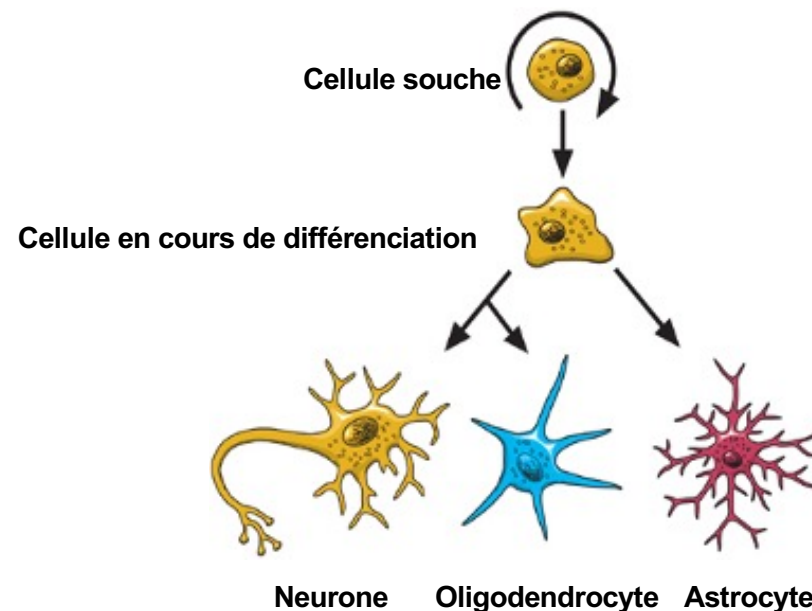


antérieur

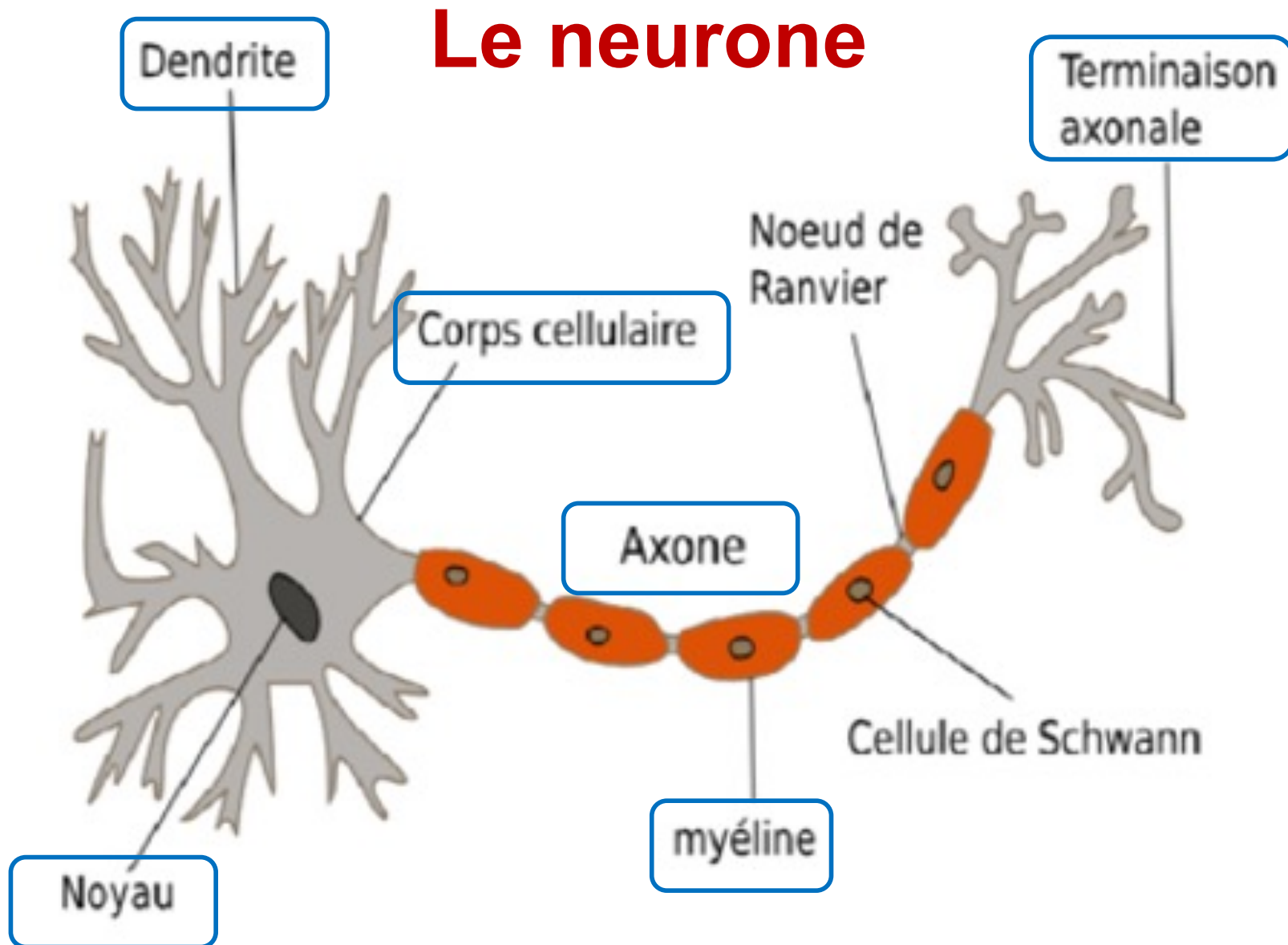
postérieur

La formation du système nerveux à la naissance

- Le cerveau se forme durant le **développement du fœtus** et après la naissance, avec la formation de 250,000 neurones par minute
- Ces neurones se divisent dans une région particulière du cerveau : la zone **ventriculaire**
- Ces neurones vont après migrer vers leurs destinations finales



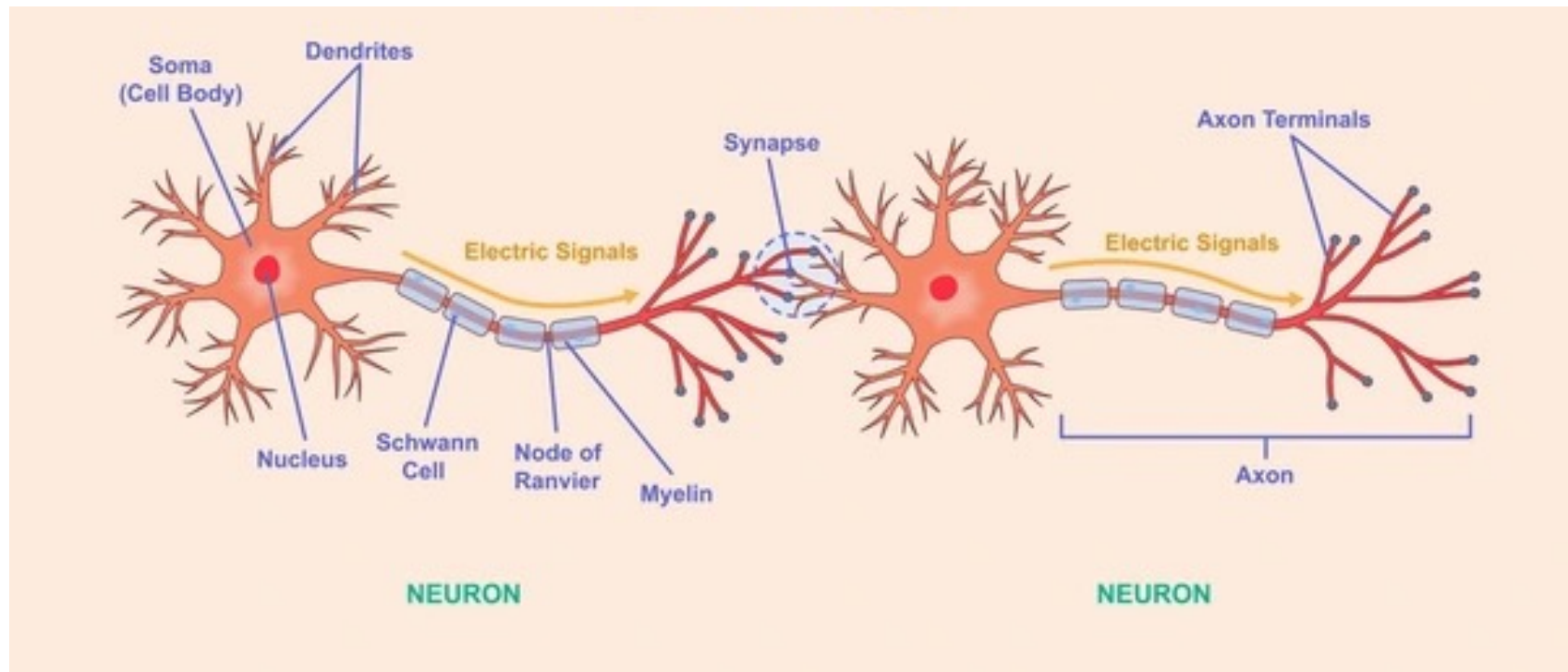
Une fois arrivés à destination, les nouveaux neurones, vont créer des **axones** et former des **connections** avec d'autres neurones, parfois lointains (plusieurs dizaines de centimètres)



Les neurones communiquent entre eux à travers les synapses

Trois étapes dans la formation synaptique :

- Créer un axone
- Le guider jusqu'à l'autre neurone
- Former une synapse : connexion entre deux neurones

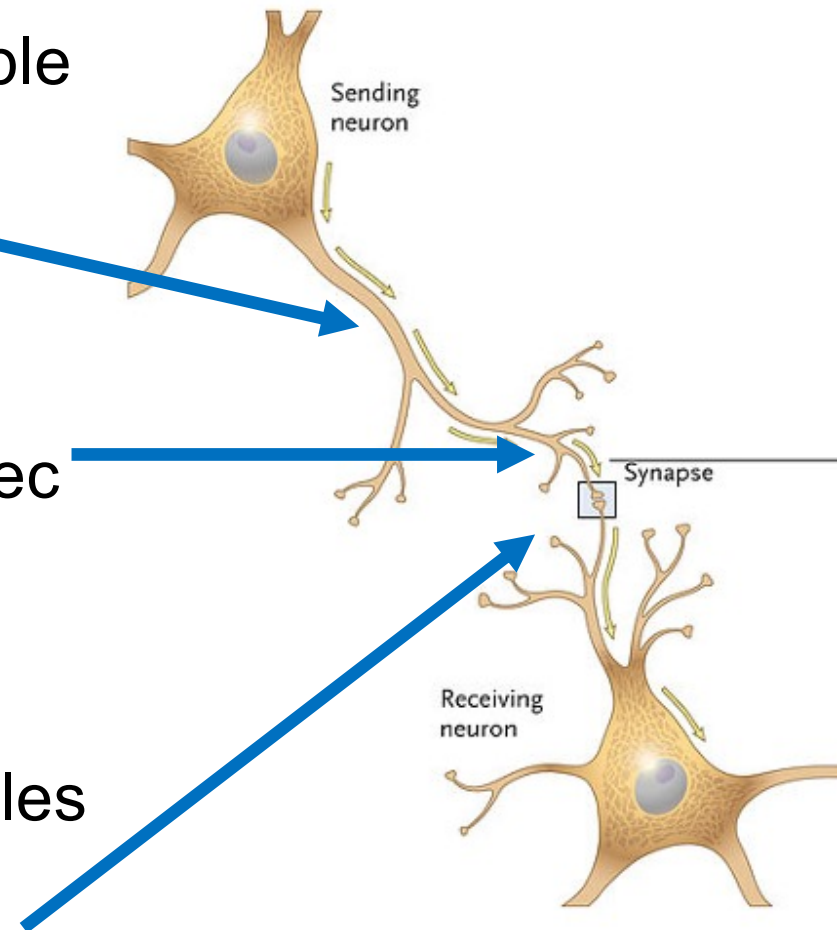


Formation d'une synapse une fois l'axone arrivé à destination

1. Contact **axone** avec neurone cible

2. L'axone va entrer en contact avec les **dendrites du neurone cible**

3. L'axone va relacher des molécules spécifiques qui vont “activer” le neurone cible (**synapse**)

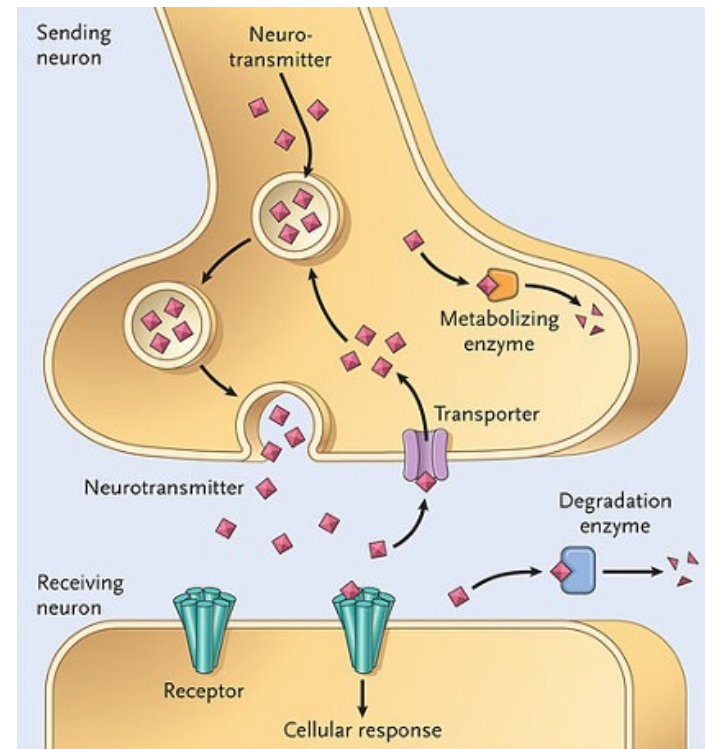


Formation d'une synapse une fois l'axone arrivé à destination

2. L'axone va relacher des molécules spécifiques qui vont “activer” le neurone cible

La **synapse** est une zone de contact fonctionnelle qui s'établit entre deux neurones, ou entre un neurone et une autre cellule (cellules musculaires, récepteurs sensoriels...).

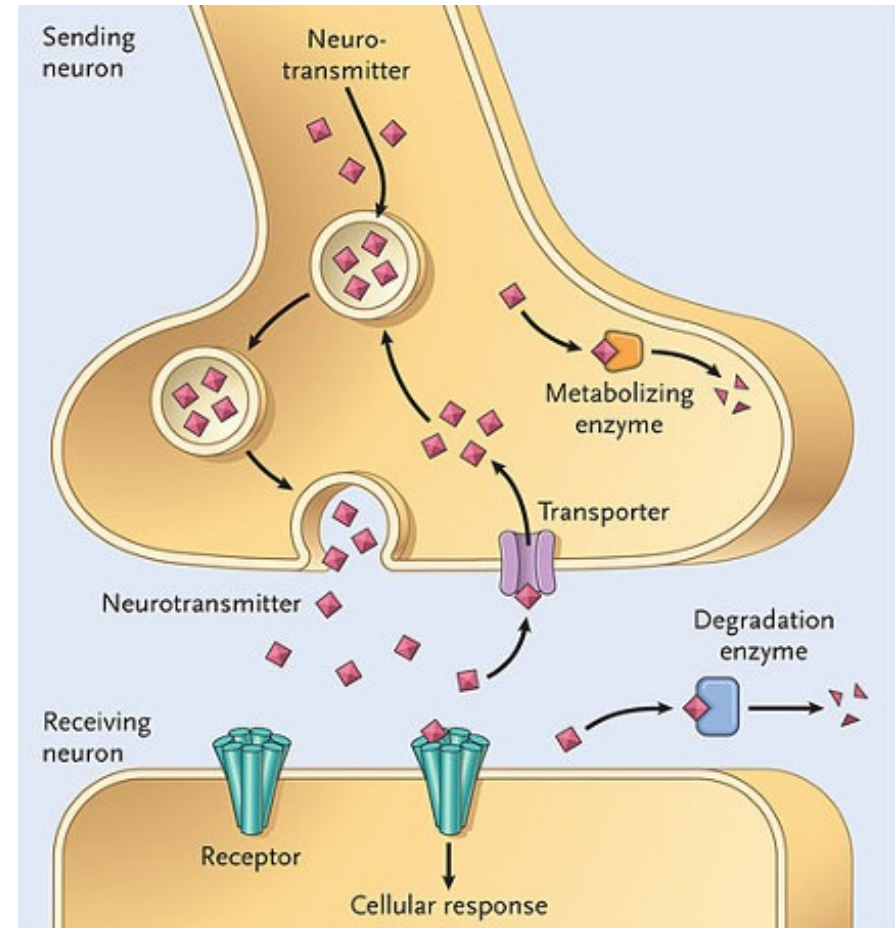
(<https://fr.wikipedia.org/wiki/Synapse>)



On distingue deux types de synapses :

- la **synapse chimique**, très majoritaire, qui utilise des neurotransmetteurs pour transmettre l'information ;
- la **synapse électrique** où le signal est transmis électriquement par l'intermédiaire d'une jonction communicante

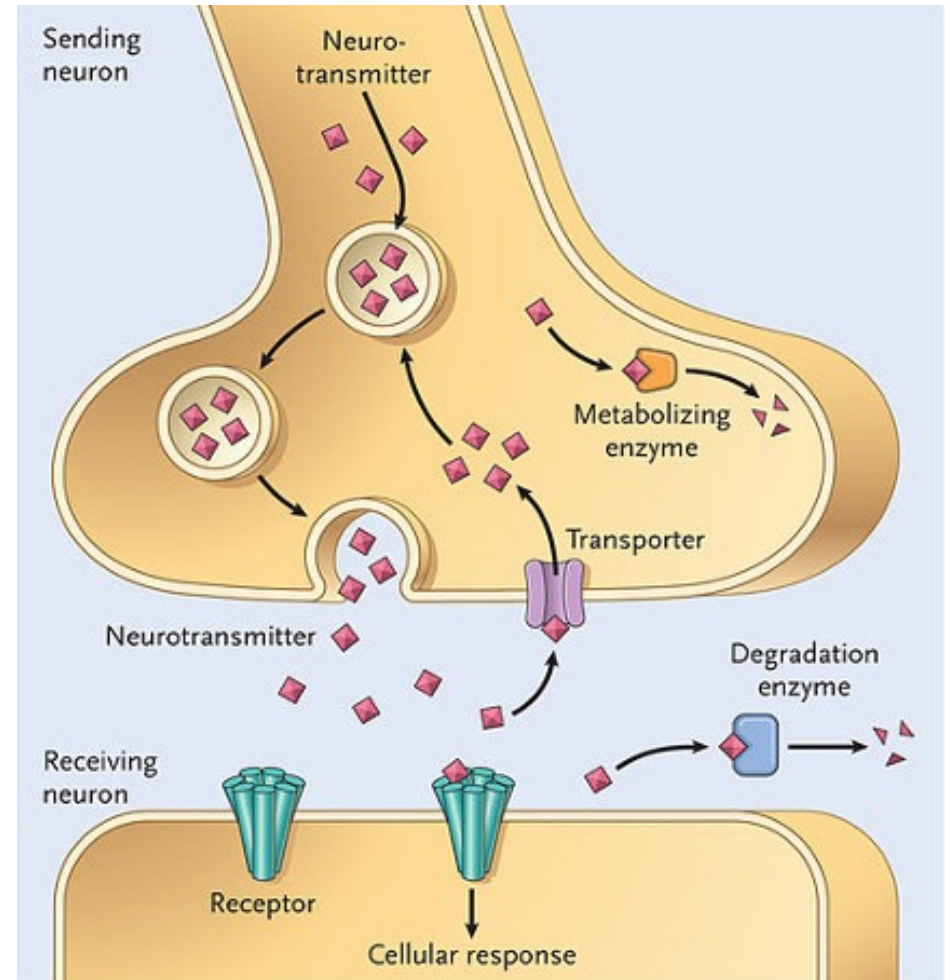
(<https://fr.wikipedia.org/wiki/Synapse>)



Formation d'une synapse une fois que l'axone arrivé à destination

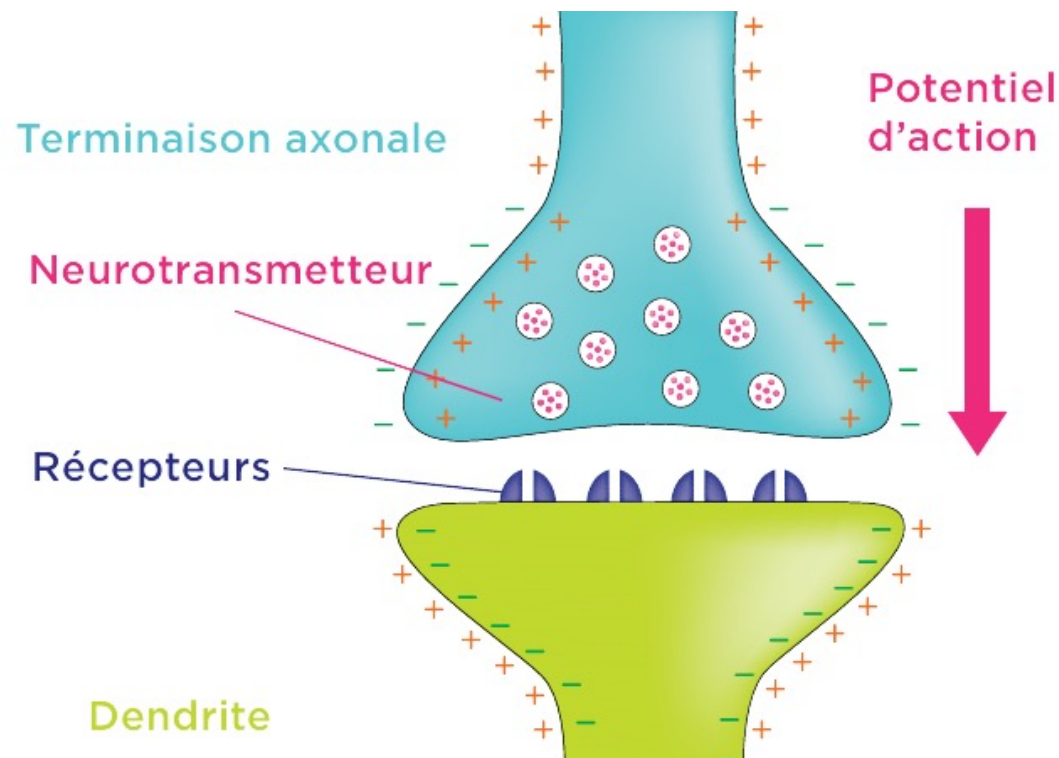
3. Le neurone cible va produire et envoyer à la membrane de nouveaux récepteurs (les neurotransmetteurs)

Au niveau de la synapse, le neurone (sending neuron) déclenche un potentiel d'action qui va permettre la communication avec le neurone cible (receiving neuron)

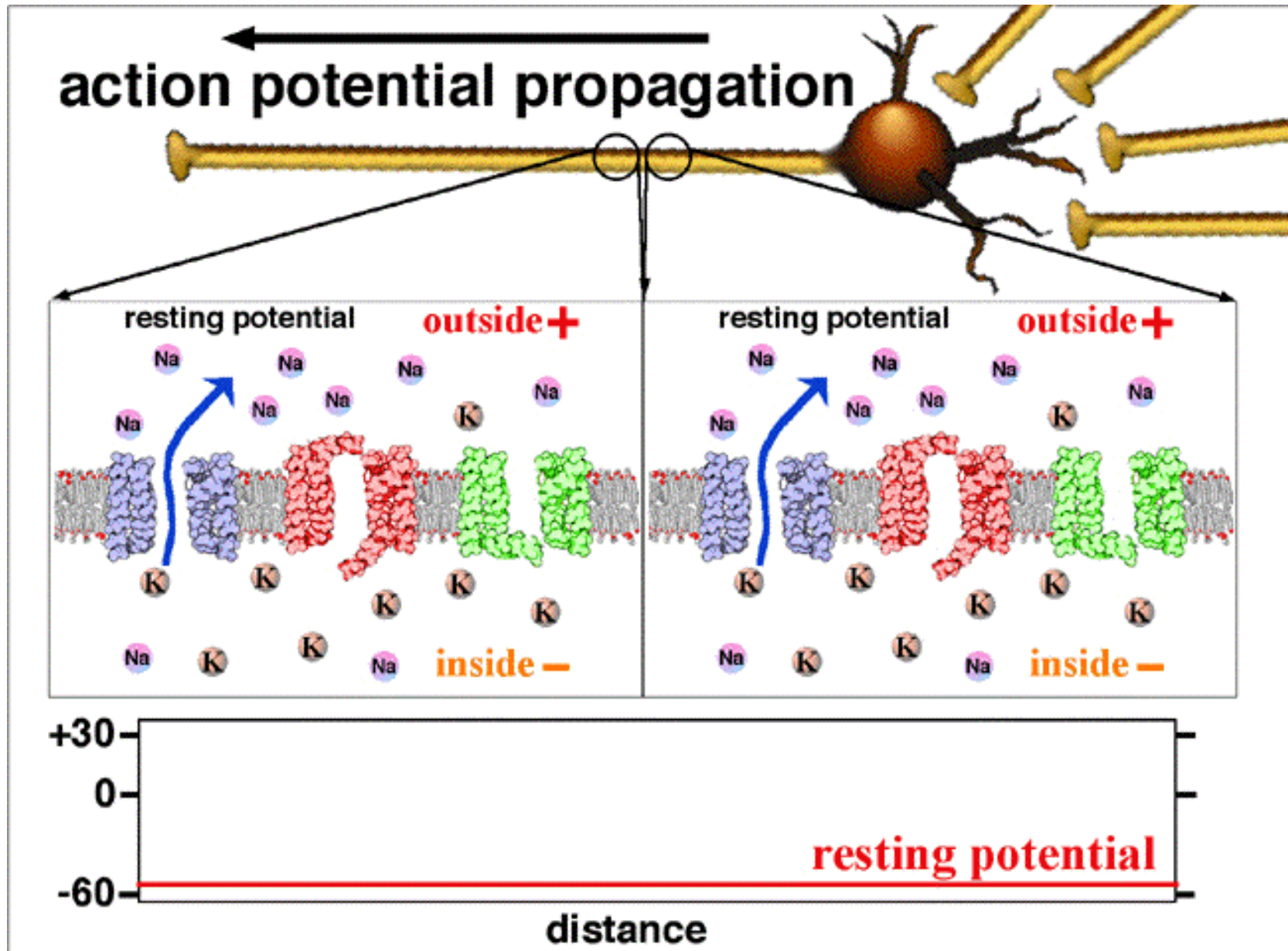


Formation d'une synapse une fois que l'axone arrive à destination

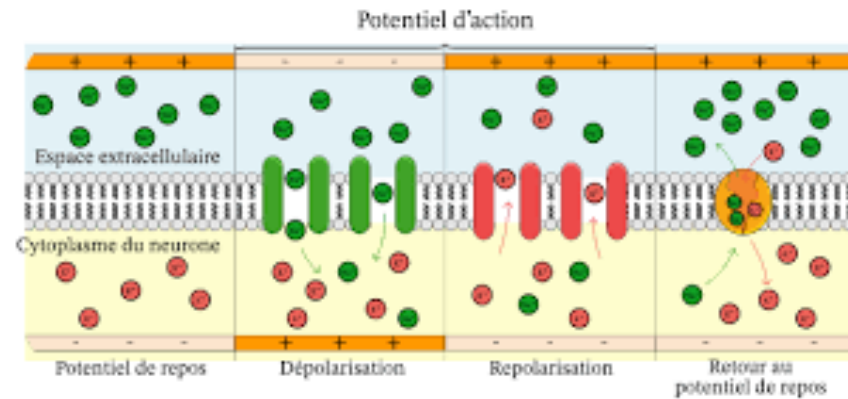
Le **potentiel d'action**, autrefois et encore parfois appelé **influx nerveux**, est un événement court durant lequel s'établit la communication entre deux cellules (notamment les neurones, mais aussi d'autres cellules elles que les cellules musculaires)
(https://fr.wikipedia.org/wiki/Potentiel_d%27action)



Le potentiel d'action se propage afin de transmettre l'information vers d'autres cellules (ex. neurones, cellules musculaires)



Le **potentiel d'action** est constitué d'une succession d'événements :
le potentiel électrique d'une cellule augmente puis chute rapidement (dure
environ 4 ms)



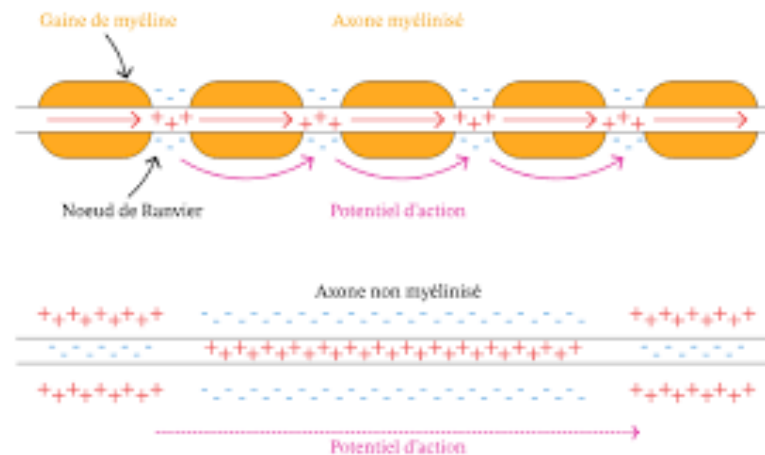
état de repos



dépolarisation
transitoire et locale



repolarisation de la
membrane interne

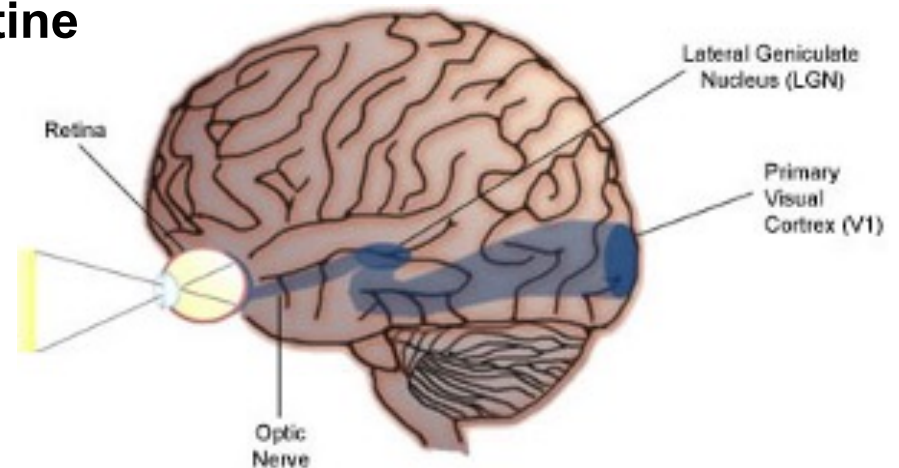


Xxx Formation d'une synapse une fois l'axone arrivé à destination

4. Maturation de la synapse (finalisation)

- Les synapses sont parfois temporaires : il y a formation de nouvelles et destruction d'anciennes
- L'existence d'une synapse dépend de son utilité (celles qui ne sont pas utilisées meurent)

Exemple : Sélection des neurones de la rétine



Yeux → Thalamus → Cortex

La plasticité neuronale

Le réarrangement des synapses est directement lié à l'activité neuronale

C'est ce qu'on appelle la **plasticité neuronale**



Principe de la plasticité neuronale

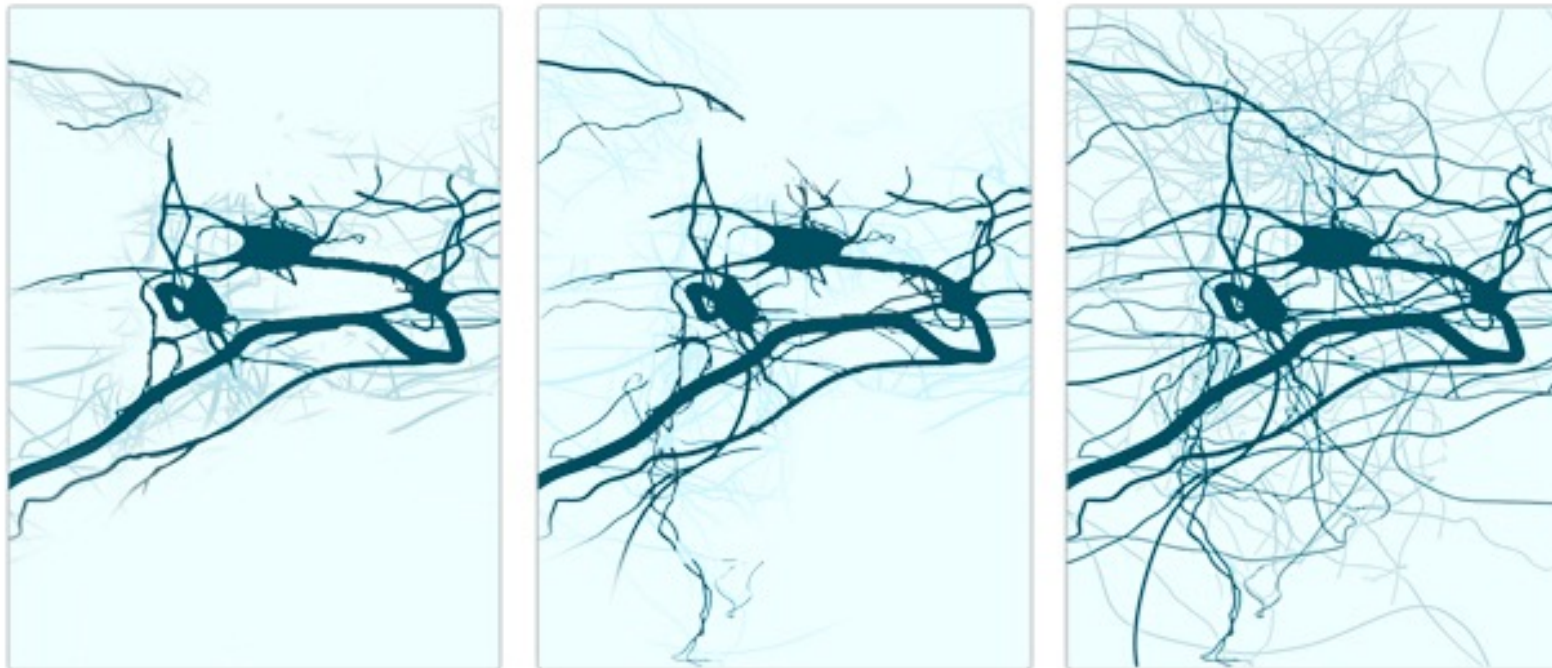
Deux règles générales :

1/ Si l'axone est actif en même temps que la cellule cible est fortement activée, la synapse se renforce et est donc conservée

Les axones travaillant ensemble sur une même cible s'auto-protègent

2/ Si l'axone est actif mais qu'en même temps la cellule cible n'est que faiblement activée, la synapse n'est pas protégée et va se dégrader

- La plasticité neuronale correspond aux **modifications** ayant lieu dans le système nerveux central et plus particulièrement dans le cerveau
- Ces modifications permettent **l'établissement de nouvelles connections** (synapses) entre les neurones
- La plasticité intervient dans une multitude de fonctions, tels que l'apprentissage, la mémoire, la réparation de dommages...
- C'est un processus normal qui se produit continuellement tout au long de la vie



Comment fonctionne le cerveau (Système nerveux humain) ? (Animation)

<https://www.youtube.com/watch?v=hGLa6NLtNeM>

Durée 10'47