

Piccolo Teatro, Centre Leonardo da Vinci, Montréal  
2 décembre 2023

# Neuroplasticité et santé mentale



Dr Mario Beauregard, PhD  
Chercheur en neurosciences et auteur

# THÈMES ABORDÉS

- La santé mentale et les maladies mentales
- La neuroplasticité (NP) et son historique
- Les divers types de NP et les mécanismes sous-tendant ce phénomène
- Les changements cérébraux au cours de la vie
- NP positive versus NP négative

# THÈMES ABORDÉS

- La NP autodirigée
- Les différents moyens pour optimiser son cerveau
  - Nutraceutiques et alimentation
  - Restriction calorique
  - Stimulation cérébrale
  - Entraînement des ondes cérébrales par les sons
  - Neurofeedback
  - Entraînement cognitif
  - Autres neurotechnologies
- La neuro-amélioration

# OBJECTIFS DE LA FORMATION

- Transmettre des connaissances de base sur la NP et la santé mentale
- Transmettre des connaissances en lien avec les différentes approches et techniques permettant d'optimiser la NP et la santé mentale
- Présenter des concepts récents tels que la neuro-amélioration et le transhumanisme

# 1. LA SANTÉ MENTALE ET LES MALADIES MENTALES

The background is a dark blue gradient. It features several abstract geometric elements: a large circular scale on the right side with numerical markings from 80 to 210 and arrows indicating a clockwise direction; smaller concentric circles and dashed lines scattered throughout; and a faint, light blue circular shape in the top left corner.

# LA SANTÉ MENTALE

- La « **santé mentale** » est un concept similaire à la « santé physique » : c'est un état de bien-être (pas seulement l'absence de maladie mentale)
- Se réfère aux émotions, pensées, sentiments et relations avec les autres
- Être en mesure de faire face aux situations normales de la vie et au stress qu'elles génèrent
- La **santé mentale** est affectée par de nombreux facteurs de notre vie quotidienne: stress, équilibre entre travail et vie personnelle, état de santé, relations interpersonnelles, estime de soi, etc.

# LES MALADIES MENTALES

- Elles sont caractérisées par des altérations de la pensée, de l'humeur ou du comportement associées à un état de détresse et de dysfonctionnement marqués
- Troubles de l'humeur : dépression majeure, trouble bipolaire
- Schizophrénie
- Trouble anxieux
- Troubles de la personnalité
- Troubles de l'alimentation
- Jeux de hasard et jeu pathologique
- Consommation problématique de substances

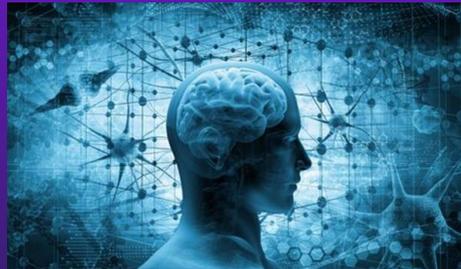
# FACTEURS DE RISQUE

- Les maladies mentales tiennent à une interaction complexe entre des facteurs liés à la génétique, à la biologie, à la personnalité et à l'environnement
- Elles touchent diverses personnes, peu importe leur âge, leur niveau de scolarité, leur revenu et leur culture
- **Les facteurs de risque:**
  - Antécédents familiaux de maladies mentales
  - Âge
  - Sexe
  - Consommation de substances
  - Maladies chroniques
  - Famille, milieu de travail, stress lié à certains événements de la vie

# QUELQUES STATISTIQUES

- Chaque année au Canada, une personne sur cinq aura personnellement un problème de santé mentale ou une maladie mentale
- Dès l'âge de 40 ans, près de 50 % de la population aura ou aura eu une maladie mentale
- La dépression majeure affecte environ 5,4 % de la population canadienne et le trouble anxieux affecte 4,6 % de la population
- Près de 1 % de la population canadienne est touchée personnellement par le trouble bipolaire et un autre 1 % sera touché par la schizophrénie
- Les troubles de l'utilisation de substances affectent environ 6 % de la population canadienne

## 2. NEUROSCIENCES: NOTIONS ÉLÉMENTAIRES



# NEUROANATOMIE FONCTIONNELLE

- Le système nerveux (**SN**) s'étend partout dans le corps, contactant chaque organe et chaque muscle
- Il est composé de cellules dont les plus importantes sont les neurones
- Les neurones forment des circuits qui sont impliqués dans nos différentes capacités (sensorielles, motrices, mentales)

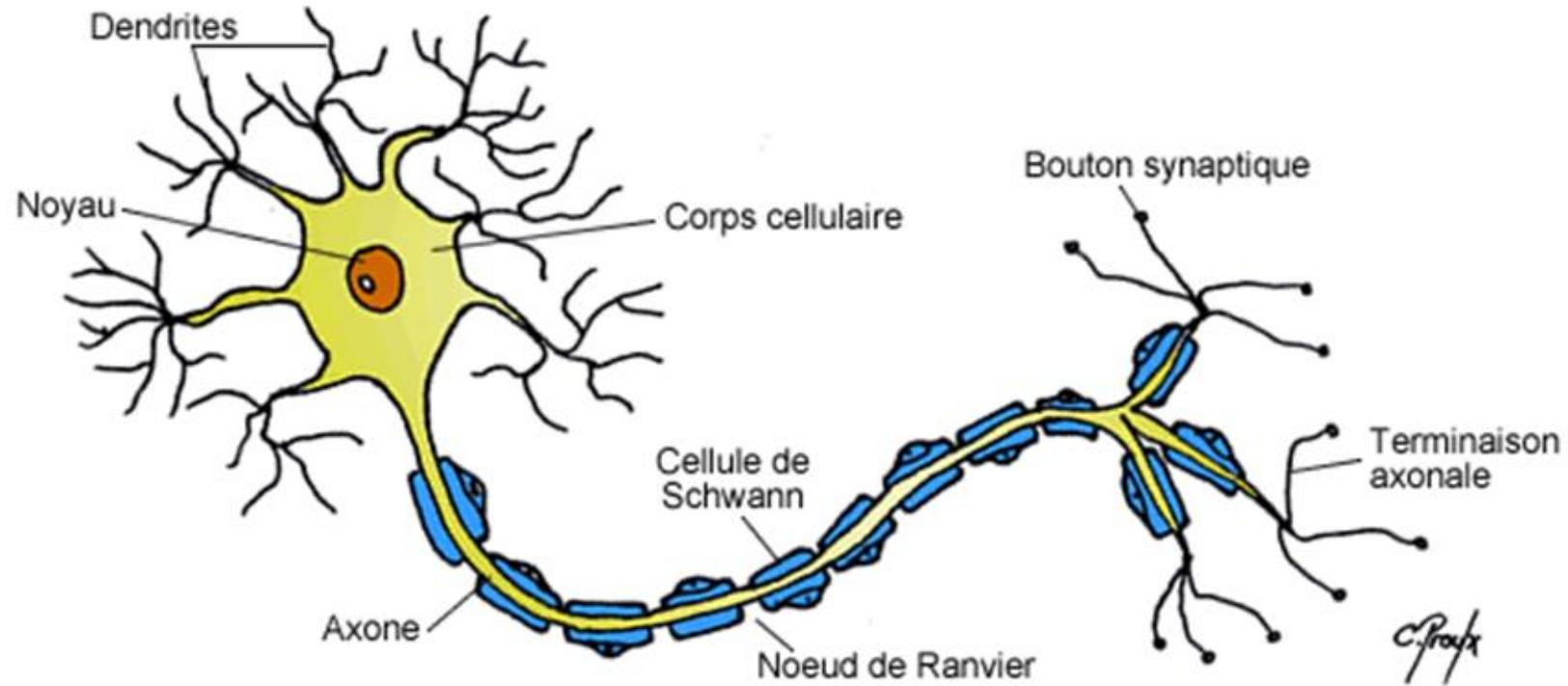


# NEUROANATOMIE FONCTIONNELLE

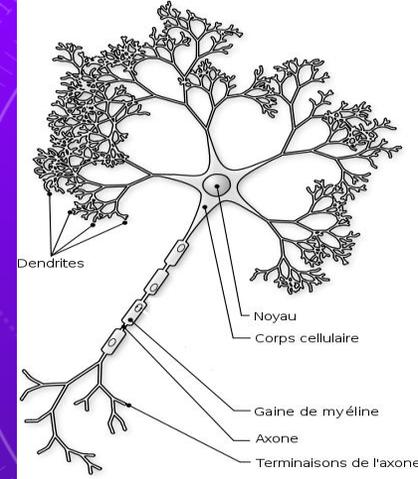
- Chaque neurone reçoit des informations qu'il traite puis distribue à d'autres neurones
- Le cerveau intègre une immense quantité d'information (englobe près de 100 milliards de neurones)



# RÉGIONS STRUCTURALES DU NEURONE

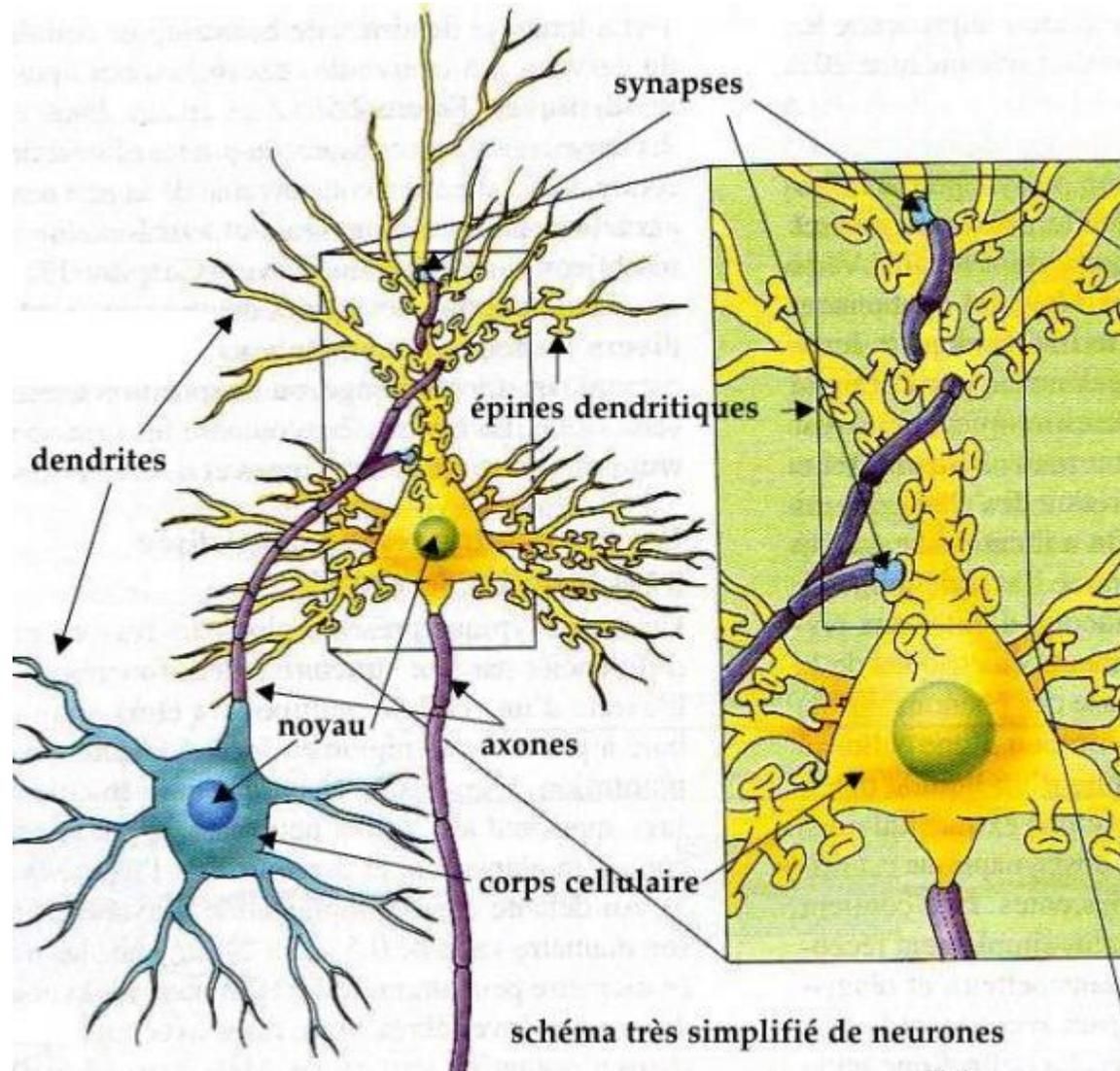


# ARBORISATION DENDRITIQUE



- L'agencement des dendrites d'un neurone ressemble tellement aux ramifications des branches d'un arbre que l'on parle d'arborisation dendritique
- Un si riche déploiement structural reflète la fonction de traitement de l'information qui incombe au neurone
- La surface des dendrites est couverte d'une multitude de contacts synaptiques émanant d'autres neurones
- La plupart des neurones reçoivent dans leurs zones de réception plusieurs milliers de contacts synaptiques (généralement 5000 à 10,000)

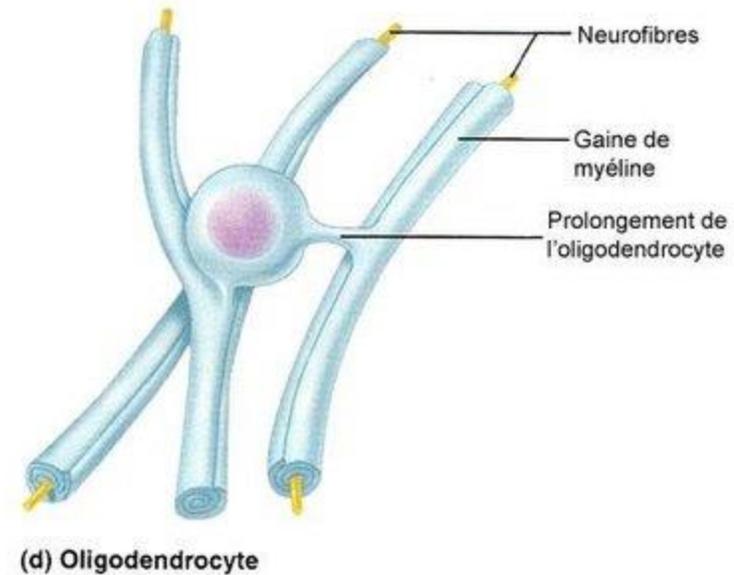
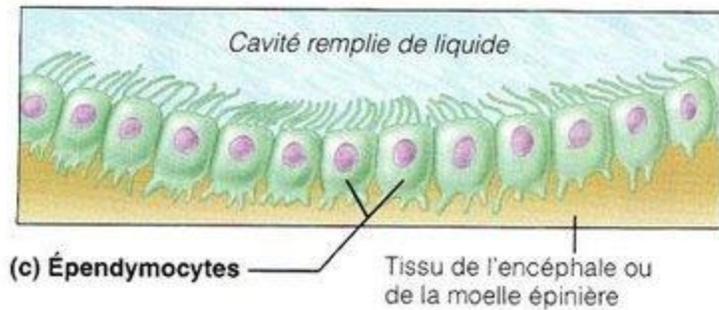
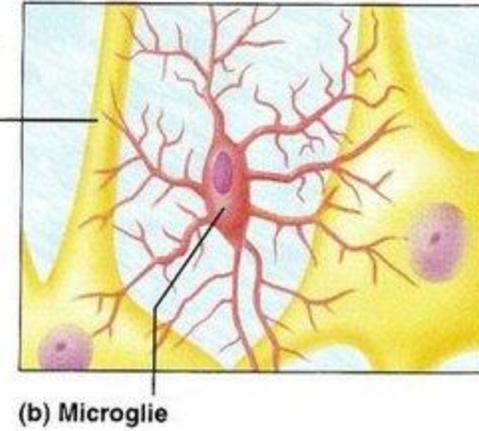
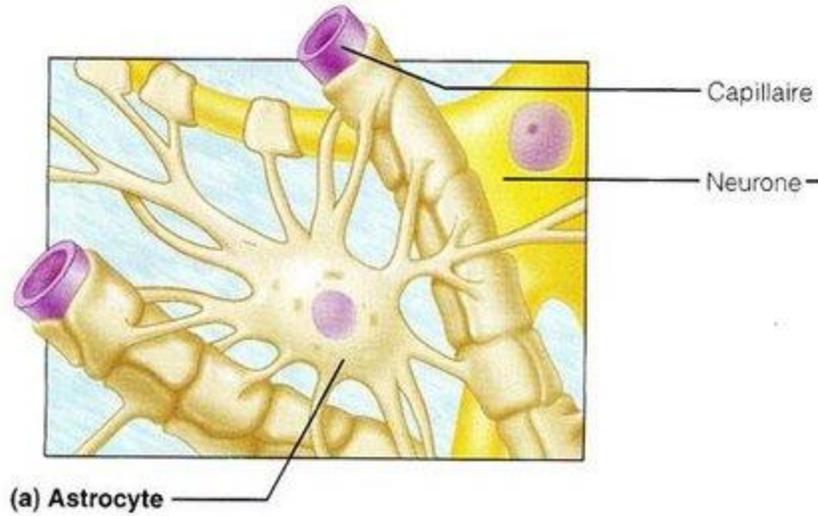
# ÉPINES DENDRITIQUES



# LES CELLULES GLIALES

- À l'origine, le terme glie désignait le tissu conjonctif du cerveau - ce tissu a pour principale fonction de servir de soutien et de protéger les autres tissus corporels
- On pensait donc que les cellules gliales servaient à maintenir la cohésion du SN
- Or les cellules gliales peuvent non seulement communiquer les unes avec les autres, mais aussi avec les neurones
- Elles affectent directement le fonctionnement neuronal en fournissant aux neurones des nutriments essentiels et des signaux chimiques aptes à modifier la structure et l'excitabilité de ces derniers

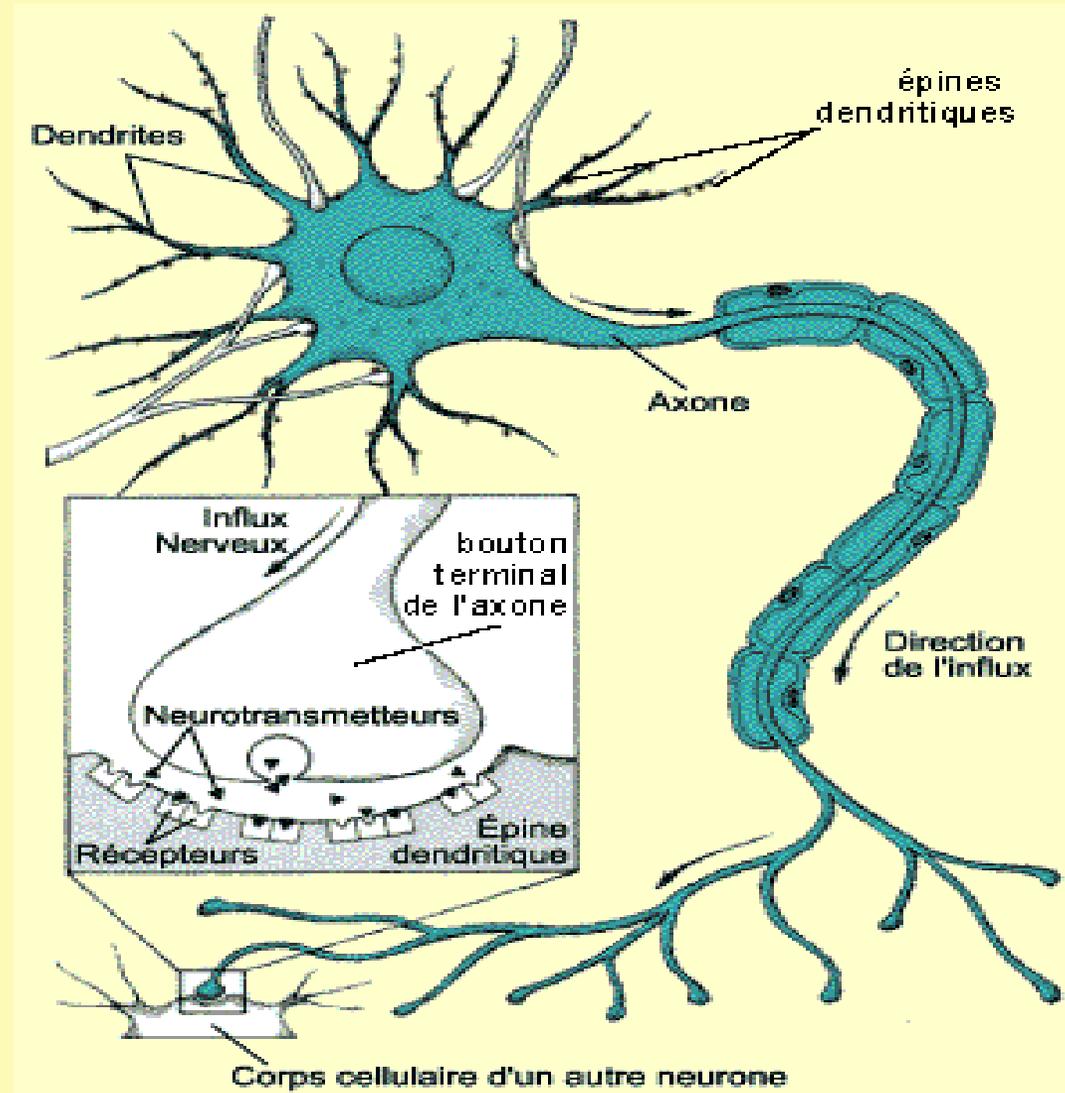
# CATÉGORIES DE CELLULES GLIALES



# LA SYNAPSE

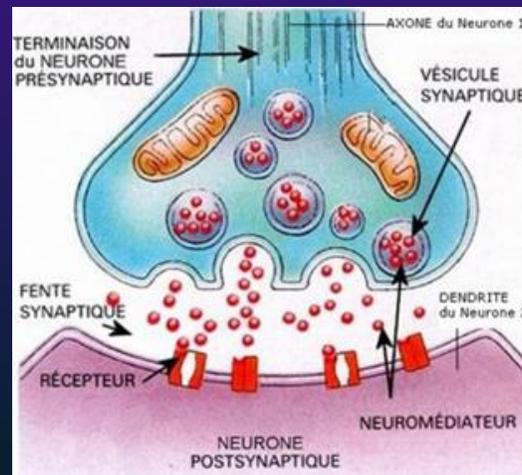
- Au niveau d'une synapse, l'information (le message électrique) passe d'un neurone émetteur, le **neurone présynaptique**, à un neurone récepteur, le **neurone postsynaptique**
- Typiquement, une synapse est composée de **trois constituants**:
  - La **membrane présynaptique (ou présynapse)**: L'extrémité de la terminaison axonique du neurone présynaptique
  - La **membrane postsynaptique (ou postsynapse)**: Structure spécialisée de la paroi de la dendrite ou du corps cellulaire du neurone postsynaptique, qui fait face à la membrane présynaptique
  - La **fente synaptique**: Un espace de 20 à 40 nanomètre (un nm = un milliardième de mètre) qui sépare la membrane présynaptique de la membrane postsynaptique

# LA SYNAPSE



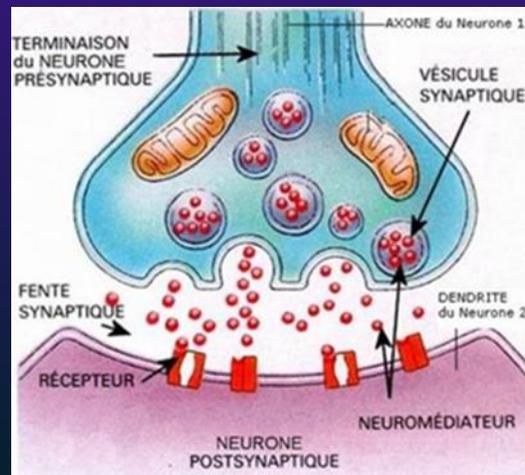
# VÉSICULES SYNAPTIQUES ET NEUROTRANSMETTEURS

- Les terminaisons axoniques présynaptiques sont gorgées de petites sphères, les vésicules synaptiques, dont le diamètre varie de 30 à 140 nm
- Chaque vésicule est remplie d'une substance chimique spécifique, le **neurotransmetteur** (par ex., sérotonine, dopamine, adrénaline), dont le neurone présynaptique se sert pour communiquer avec le neurone postsynaptique

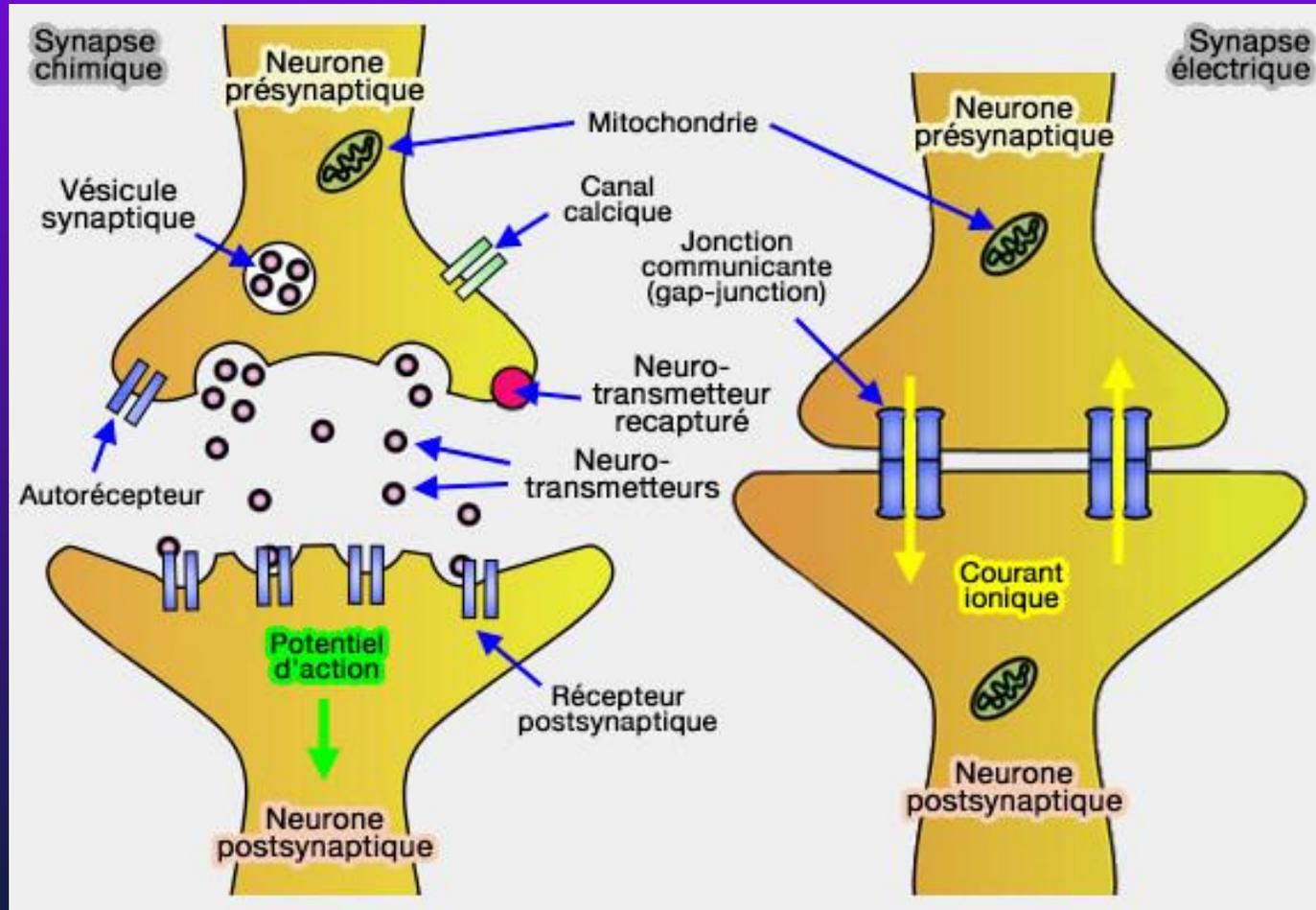


# VÉSICULES SYNAPTIQUES ET NEUROTRANSMETTEURS

- En réponse à un signal électrique convoyé le long de l'axone jusqu'à la terminaison axonique, les vésicules fusionnent avec la membrane présynaptique et libèrent les molécules de neurotransmetteur dans la fente synaptique
- Les neurotransmetteurs se répandent dans la fente synaptique et atteignent la membrane postsynaptique, où ils induisent des modifications de l'activité électrique du neurone



# TRANSMISSION DE L'INFLUX NERVEUX

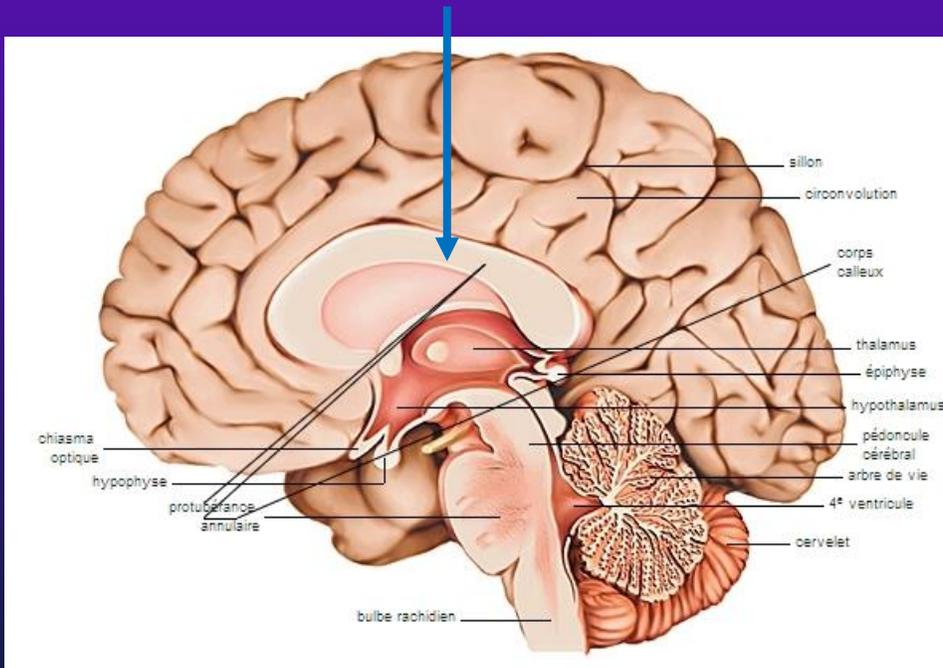


# CARACTÉRISTIQUES CÉRÉBRALES VISIBLES À L'OEIL NU

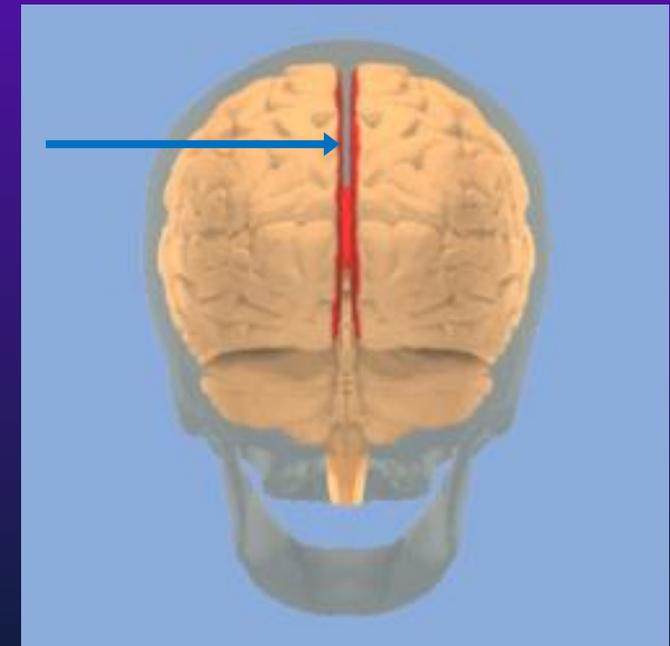
- Chez l'humain adulte, le cerveau ne pèse en moyenne que 1400 g, soit seulement 2% du poids moyen du corps
- Vue de côté ou de dessus, la morphologie du cerveau est dominée par les grands hémisphères cérébraux séparés par une profonde crevasse longitudinale: le **sillon interhémisphérique**
- Cette scission hémisphérique n'est pas totale; en effet, un très large faisceau d'axones en forme de croissant, le **corps calleux**, traverse la ligne médiane du cerveau et permet une communication entre les hémisphères droit et gauche

# CARACTÉRISTIQUES CÉRÉBRALES VISIBLES À L'OEIL NU

## Corps calleux

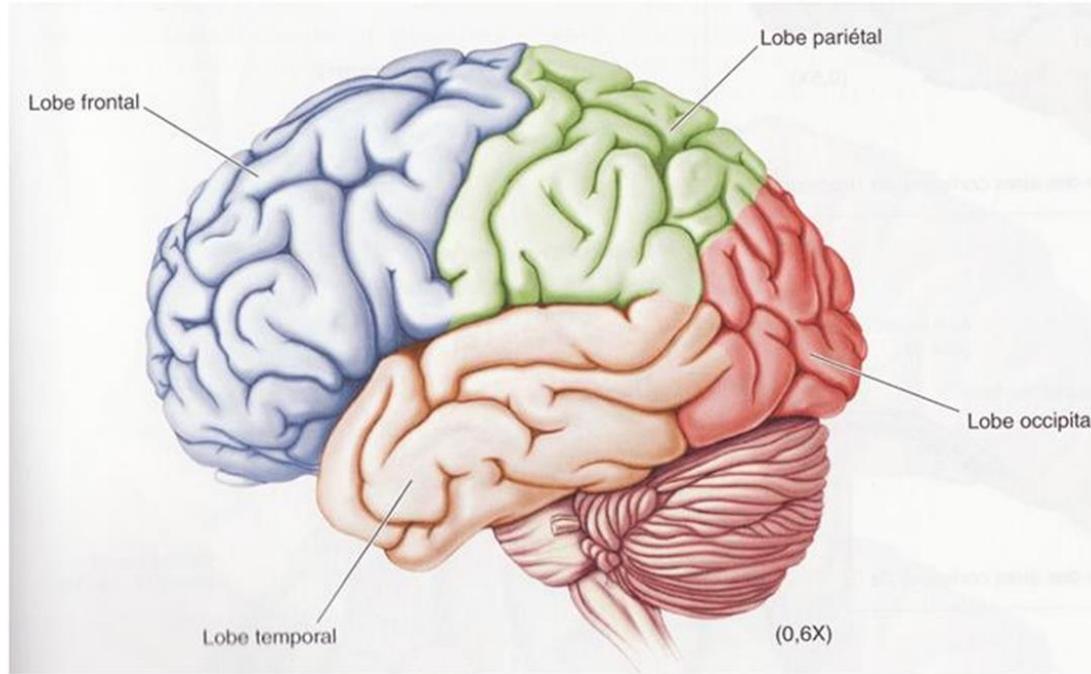


## Sillon interhémisphérique

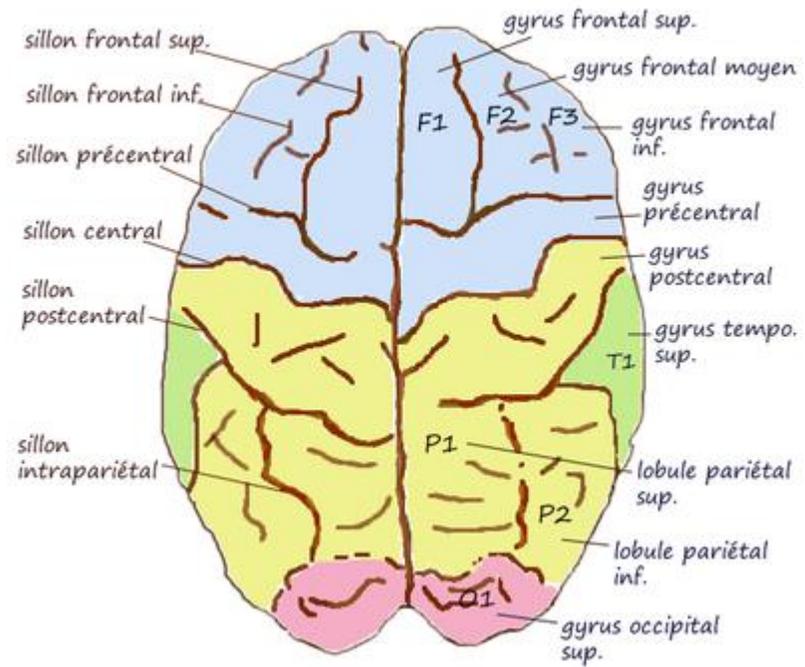


# CARACTÉRISTIQUES CÉRÉBRALES VISIBLES À L'OEIL NU

- Les nombreuses circonvolutions (ou **gyrus**) des deux hémisphères cérébraux sont les crêtes (ou saillies) tissulaires résultant de repliements complexes du tissu nerveux sur lui-même
- Les circonvolutions sont séparées les unes des autres par des sillons (ou **sulcus**)
- Cet énorme pliage augmente considérablement la surface du cerveau; environ les deux tiers de la surface cérébrale sont cachés dans les profondeurs de ces plis
- Les principaux domaines de chaque hémisphère cérébral sont quatre régions (appelées **lobes**): **frontale, pariétale, occipitale et temporale**

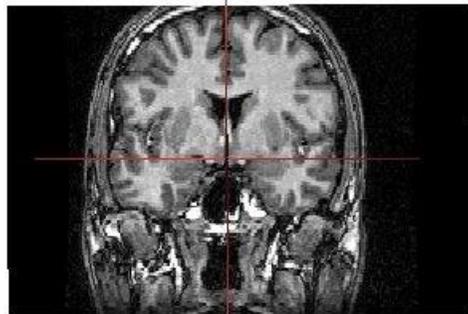
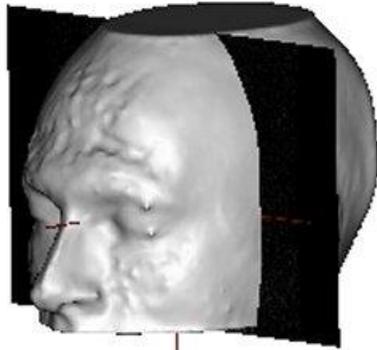


Avant

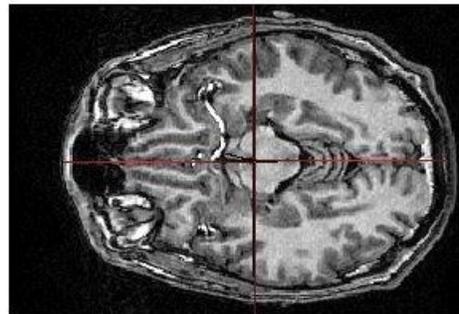
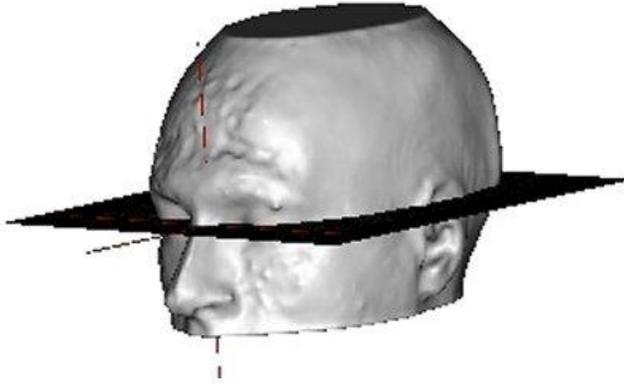


# PLANS DE COUPE

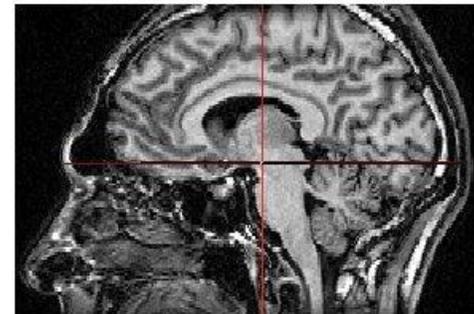
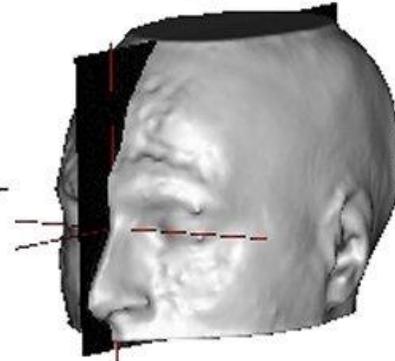
Vue  
coronale



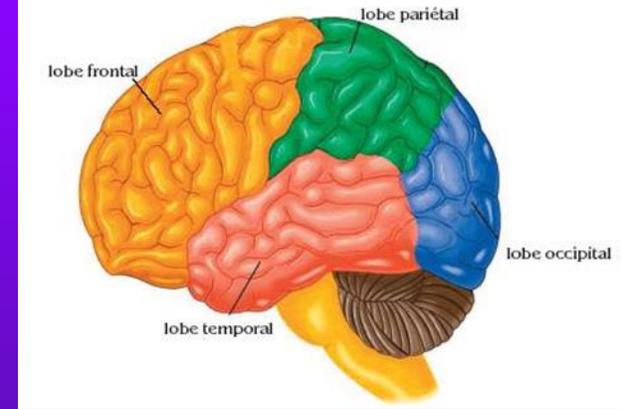
Vue  
axiale



Vue  
sagittale

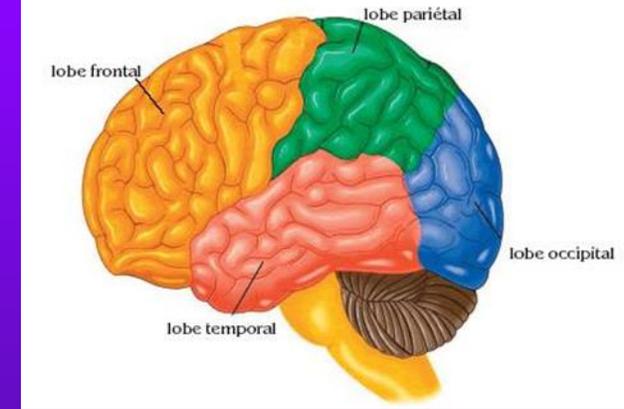


# LE CORTEX CÉRÉBRAL



- La couche externe du cerveau, marquée par une multitude de circonvolutions et largement constituée de corps cellulaires et de fibres nerveuses (axones)
- Le cortex est tenu pour être le siège de la cognition et des dommages corticaux peuvent affecter des fonctions mentales supérieures comme le langage, la mémoire ou la vision
- Par opposition, les régions inférieures du cerveau (tronc cérébral) assurent des fonctions de base, mais excessivement importantes, telles que la respiration et le rythme cardiaque

# LE CORTEX CÉRÉBRAL

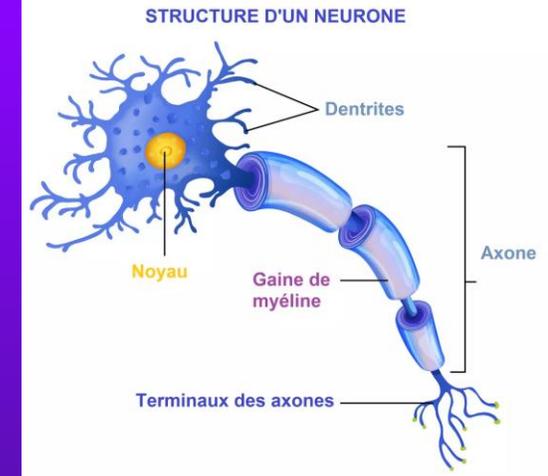


- Généralement, les quatre lobes corticaux collaborent les uns avec les autres afin de mener à bien une myriade de processus
- Cependant, on peut aussi attribuer une catégorie de processus à un lobe spécifique

## Exemples:

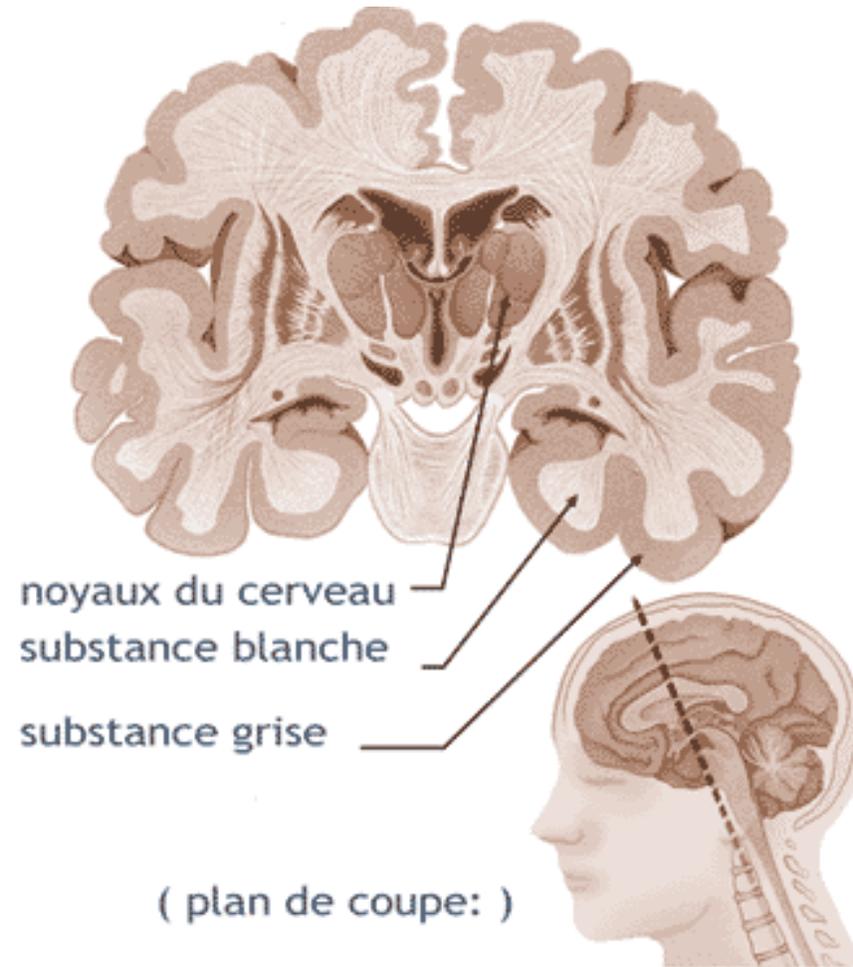
- Le lobe occipital reçoit et traite les informations sensorielles venant des yeux qui sont impliquées dans la vision
- Les signaux auditifs sont dirigés vers le lobe temporal dont la lésion peut causer des handicaps auditifs; le lobe temporal est aussi lié à l'odorat et à certains aspects de la mémoire et de l'apprentissage

# L'INTÉRIEUR DU CERVEAU



- La matière la plus sombre, distribuée sur le pourtour extérieur du cerveau et sous forme d'îlots intérieurs, est la **substance grise** formée par les dendrites et les corps cellulaires des neurones
- Sous la surface externe sombre se trouve une substance plus claire, la **substance blanche**, qui est composée principalement de fibres nerveuses (axones)
- Elle tire son apparence de la **myéline blanchâtre** (composée de lipides, c-à-d de matière grasse) qui entoure et isole les axones de nombreux neurones

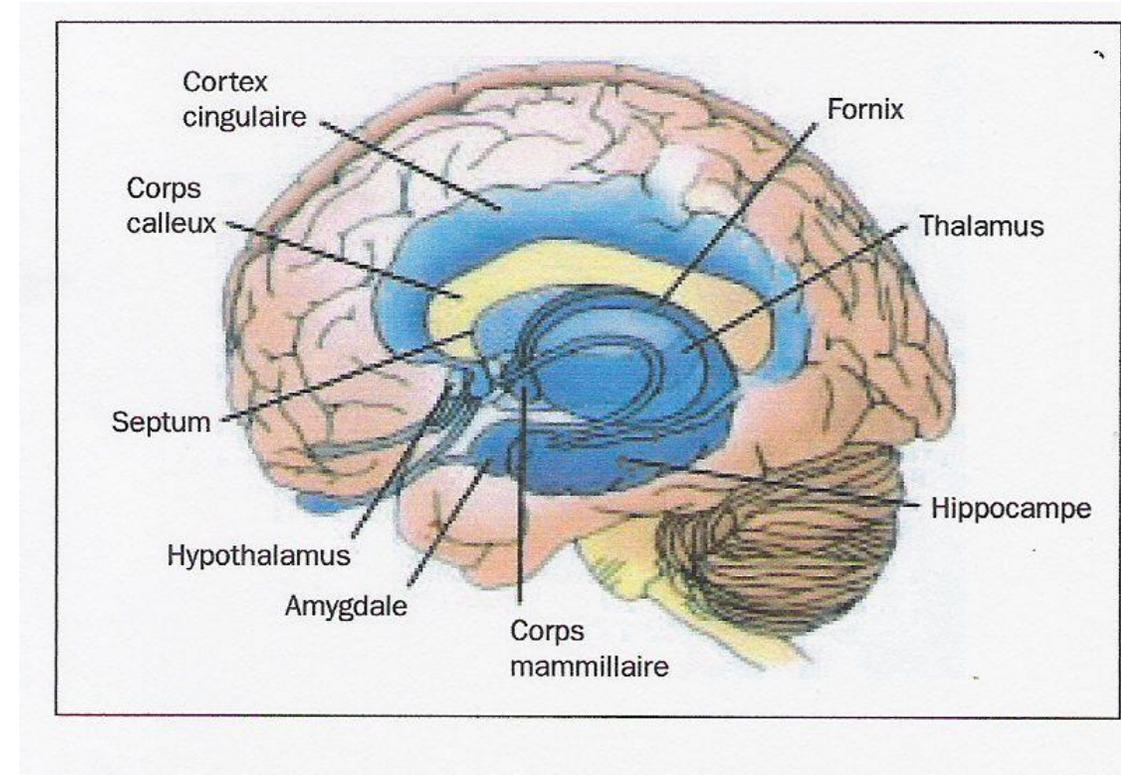
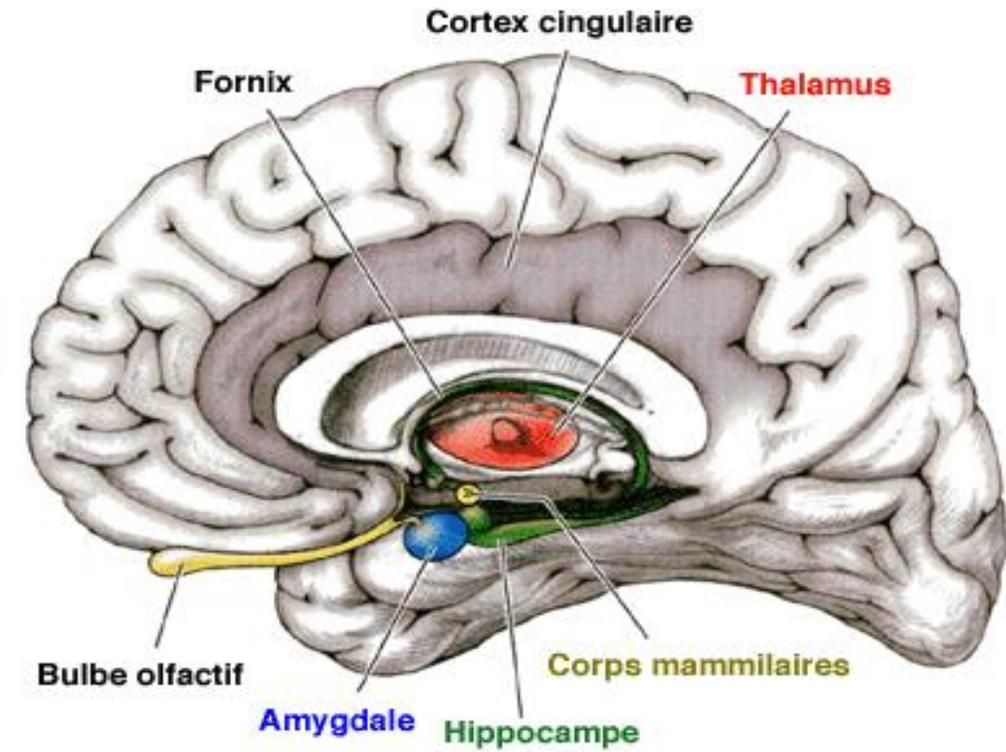
# L'INTÉRIEUR DU CERVEAU



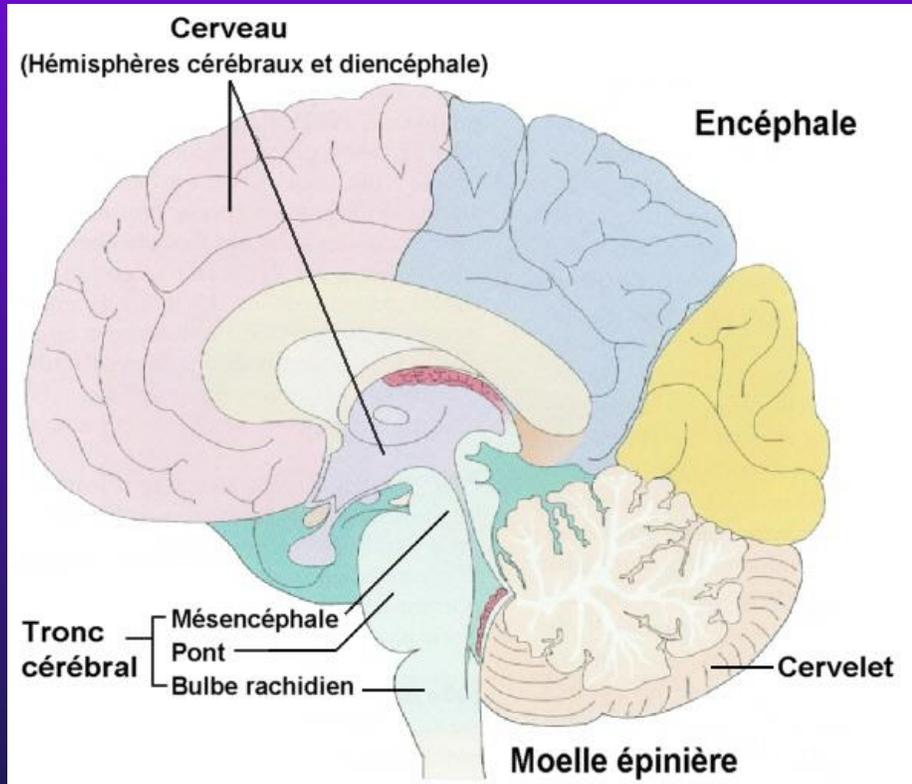
# LE SYSTÈME LIMBIQUE (CERVEAU ÉMOTIONNEL)

- Association complexe, étendue et diffuse de structures sous le cortex connectés les uns aux autres par des faisceaux d'axones
- Impliqué dans les **émotions**, l'**apprentissage** et la **mémoire**
- Principaux éléments de ce système:
  - Amygdale**: Réactivité émotionnelle et perception des odeurs, mémoire émotionnelle
  - Hippocampe et fornix**: Apprentissage et mémorisation
  - Gyrus cingulaire**: Direction de l'attention
  - Corps mamillaires**: Régulation des comportements émotionnels et sociaux
  - Hypothalamus**: Contrôle des grandes fonctions physiologiques et des sécrétions hormonales

# LE SYSTÈME LIMBIQUE



# LE TRONC CÉRÉBRAL



## Fonctions de régulation:

- Rythme cardiaque
- Respiration
- Température corporelle
- Pression artérielle

Fait circuler des messages entre les autres parties du cerveau et le reste du corps

### LOBE PARIÉTAL

- Différencier droite et gauche
- Sensation
- Lecture
- Orientation spatio-corporelle

### LOBE FRONTAL

- Résolution des problèmes
- Traits émotionnels
- Raisonnement
- Conversation
- Activité motrice volontaire

### LOBE OCCIPITAL

- Vision
- Perception des couleurs

### CERVELET

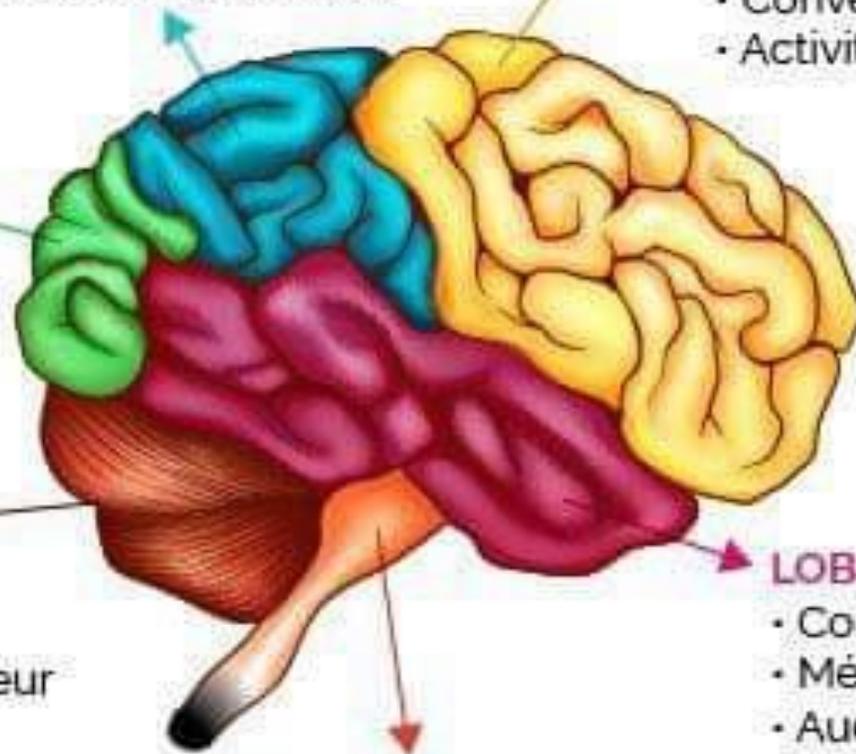
- Équilibre
- Coordination
- Contrôle moteur

### LOBE TEMPORAL

- Comportement
- Mémoire
- Audition
- Compréhension de la langue

### TRONC CÉRÉBRAL

- Respiration
- Température corporelle
- Digestion
- Vigilance
- Ingestion/Déglutition



# 3. LA NEUROPLASTICITÉ



# NEUROPLASTICITÉ



- Croyance ancienne en neurosciences: Le cerveau adulte est une machine « câblée » de manière statique, sans capacité à se modifier et à produire de nouveaux neurones
- **Neuroplasticité (ou plasticité neuronale):**  
Capacité du système nerveux (neurones, synapses et circuits neuronaux) de se modifier en réponse à l'expérience ou à l'environnement
- En réalité, le cerveau humain adulte est constamment en train de changer sa structure et sa fonction
  - Création de nouveaux neurones et de nouvelles connexions synaptiques
  - Réorganisation des réseaux neuronaux existants ou élaboration de nouveaux réseaux

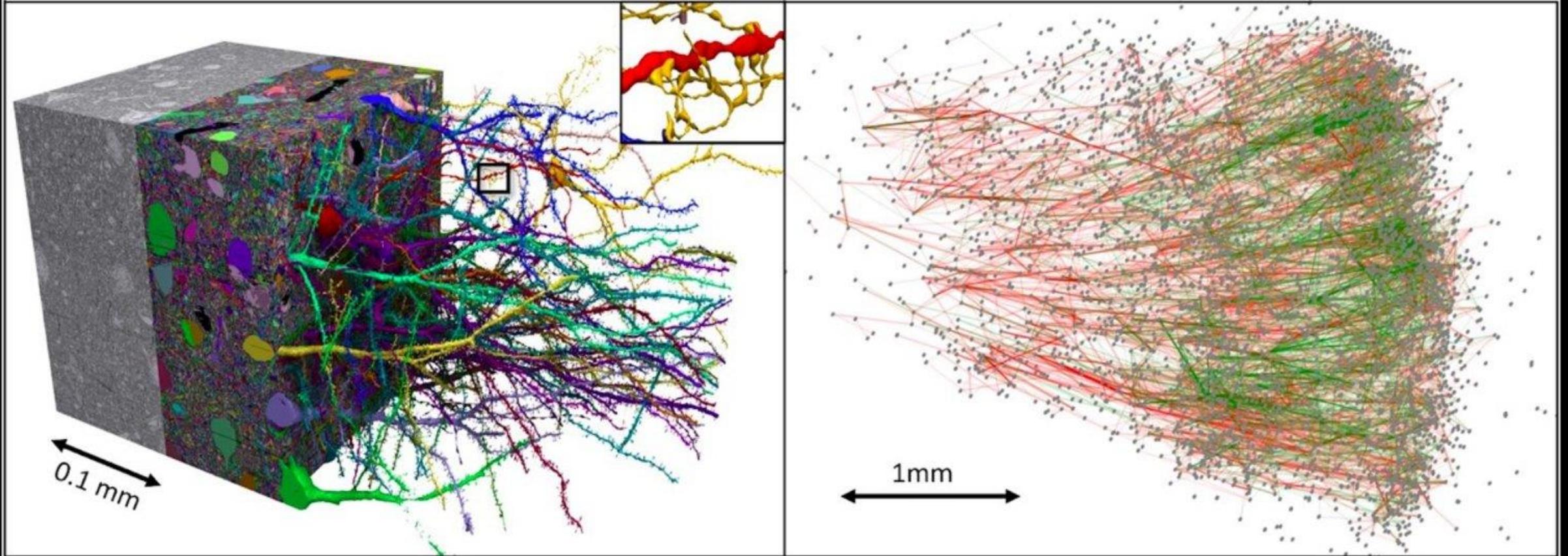
# NP

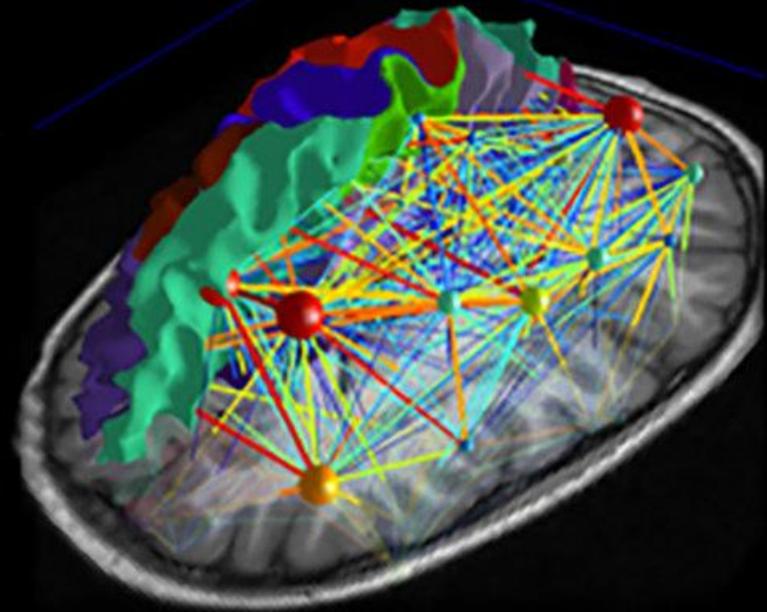
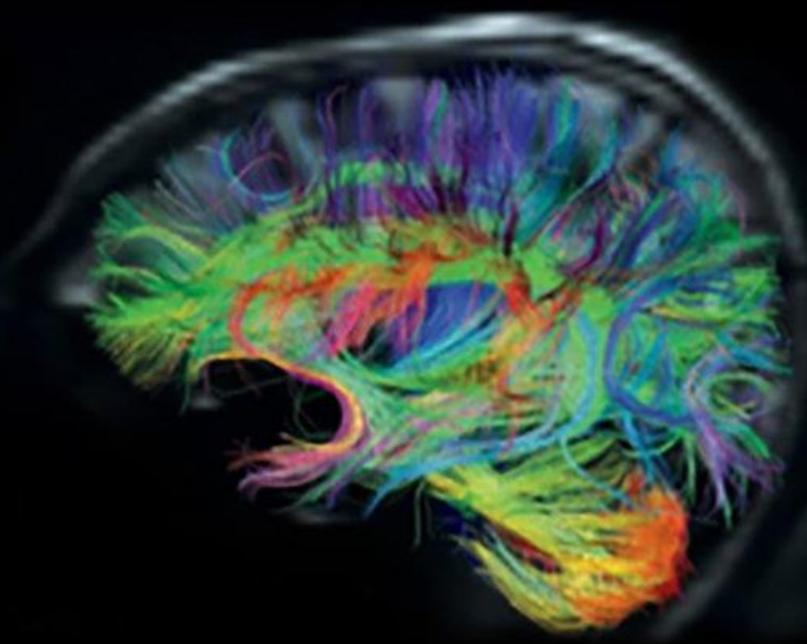
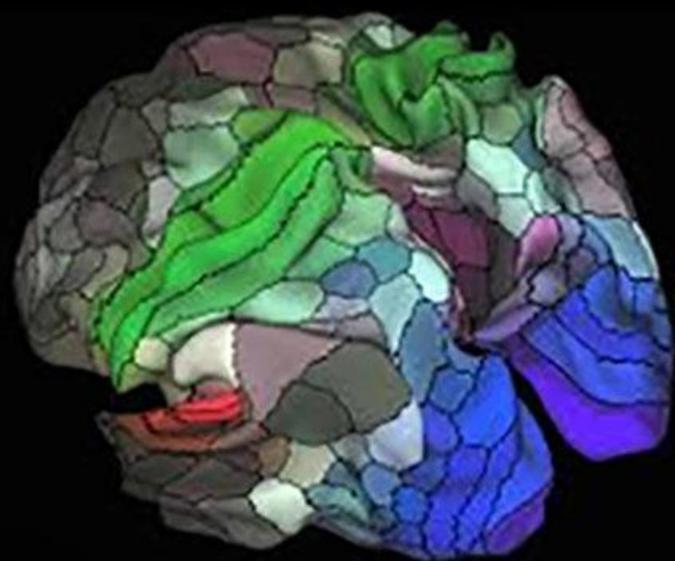
- Nous ne sommes **pas** coincés avec le cerveau hérité à notre naissance
- Non seulement le cerveau peut-il changer, mais il change continuellement tout au long de la vie, en réponse à tout ce que nous faisons et à toutes les expériences que nous vivons
- La NP est une propriété intrinsèque et fondamentale de tous les SN
- Elle est détectée sous différentes formes à tous les niveaux d'organisation du SN (activité moléculaire, structure et fonction de neurones individuels, petits et grands réseaux de neurones, systèmes cérébraux, cognition et comportement)

# LA COMPLEXITÉ DU CERVEAU HUMAIN

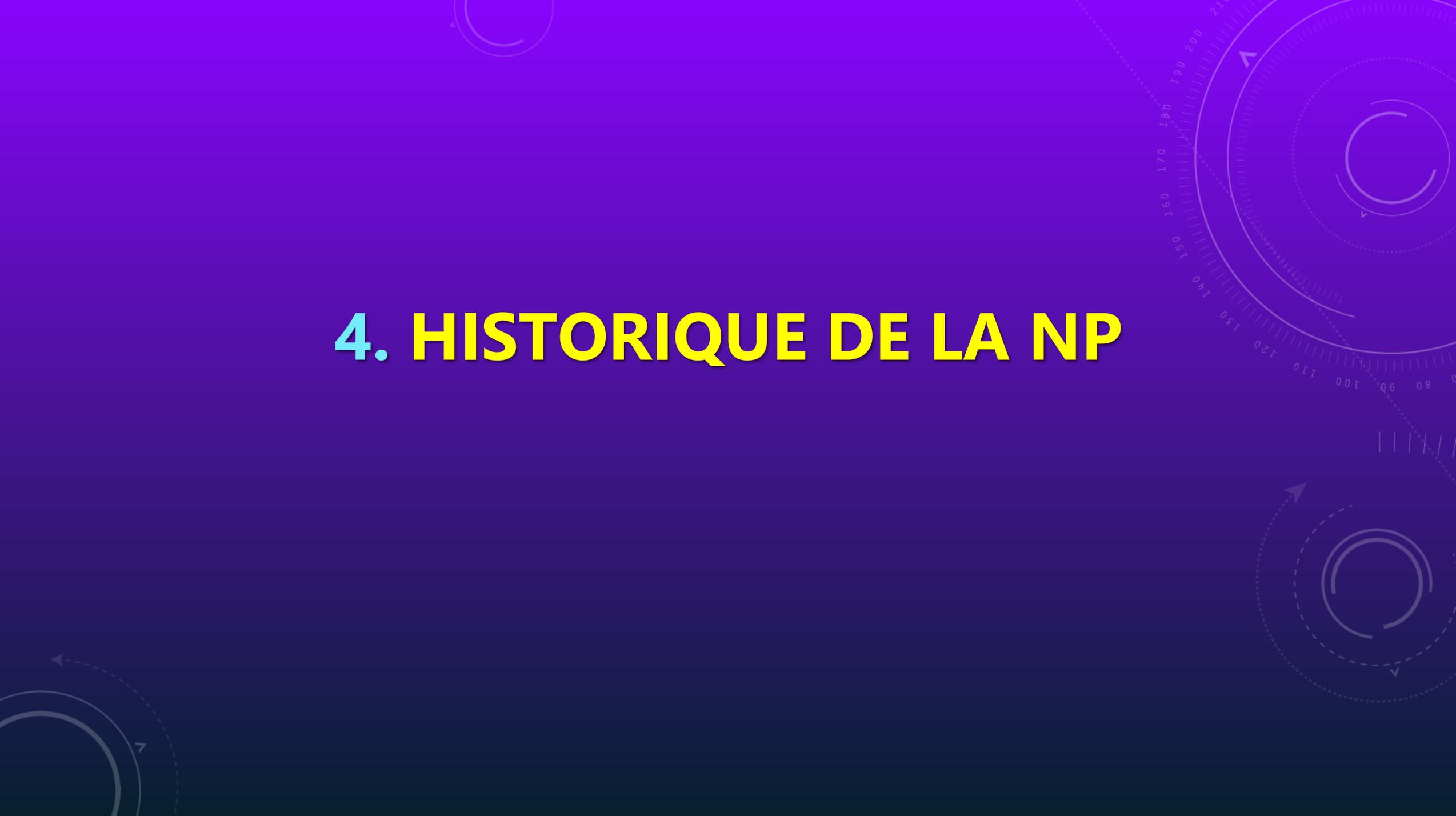
- Le cerveau humain est un organe d'une complexité stupéfiante, contenant environ **100 milliards de neurones** et quelque chose de l'ordre d'**un quadrillion ( $10^{24}$ ) de connexions synaptiques**
- Les mécanismes de la NP sont variés, englobant des changements dans les propriétés électriques des neurones qui ne durent que quelques millisecondes, et des changements structuraux à grande échelle qui se font graduellement sur plusieurs mois voire même des années
- À plus petite échelle, la connectivité cérébrale semble changer constamment, mais à plus grande échelle, elle semble beaucoup plus stable

# 1 millimètre cube de votre cerveau, 130 millions de connexions





# 4. HISTORIQUE DE LA NP

The background features a dark blue-to-purple gradient. On the right side, there is a large circular scale with numerical markings from 80 to 210. Several concentric circles and dashed lines are scattered across the page, some with arrows indicating a clockwise direction.

# UN DOGME CENTRAL DES NEUROSCIENCES

- Il y a 60 ans, l'idée que le cerveau puisse changer était un anathème pour les neurosciences
- Les chercheurs pensaient que le cerveau devenait une structure fixe et permanente dès la fin de l'enfance
- Ils croyaient aussi que nous naissons avec tous les neurones que nous n'aurions jamais, que le cerveau était incapable de se régénérer et que, par conséquent, les lésions qu'il subissait ne pouvaient pas être réparées
- Rien n'est plus faux



# FIN DU 18<sup>e</sup> SIÈCLE



- 1780s: Le naturaliste suisse Charles Bonnet et l'anatomiste italien Michele Malacarne discutent dans leurs correspondances de la possibilité qu'un exercice mental puisse favoriser la croissance du cerveau
- 1791 : Médecin allemand Samuel Thomas von Söemmering: Comme les muscles deviennent plus forts avec le travail, l'exercice de la force mentale peut graduellement changer la structure matérielle du cerveau

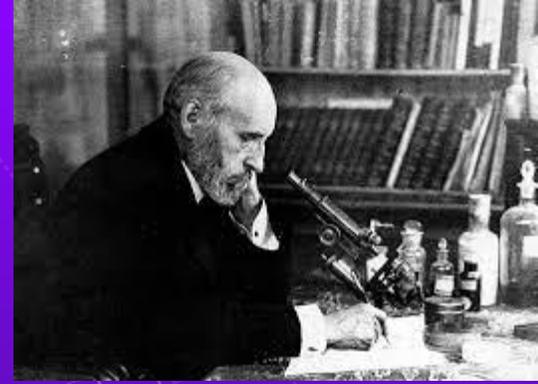


# DÉBUT DU 19<sup>e</sup> SIÈCLE



- **Johann Spurzheim**, l'un des fondateurs de la **phrénologie**, suggère que le développement des facultés mentales et des structures cérébrales associées à ces facultés peut être stimulé par l'exercice et l'éducation
- **Phrénologie**: Une théorie pseudo-scientifique selon laquelle les bosses du crâne d'un être humain reflètent son caractère
- Cette théorie localise les fonctions cérébrales dans des régions précises du cerveau

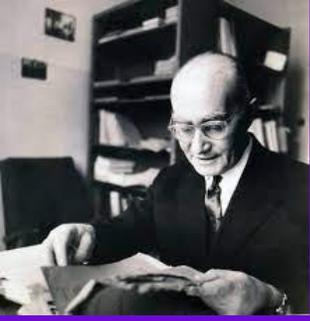
# 20<sup>e</sup> SIÈCLE



**1913** : Le neuroanatomiste espagnol Ramón y Cajal affirme que le cerveau n'est pas physiquement affecté par l'expérience et l'apprentissage

"Dans les centres adultes, les voies nerveuses sont quelque chose de fixe, de fini, d'immuable. Tout peut mourir, rien ne peut être régénéré".

# 20<sup>e</sup> SIÈCLE



- **1948** : Le terme « **neuroplasticité** » est utilisé pour la première fois par le neuroscientifique polonais Jerzy Konorski pour décrire les changements observés dans la structure des neurones
- **1949** : Le neuropsychologue Donald Hebb propose que les mémoires sont formées par le renforcement des connexions synaptiques
- Lorsque l'axone du neurone A est suffisamment proche pour exciter le neurone B à répétition, une connexion fonctionnelle est créée

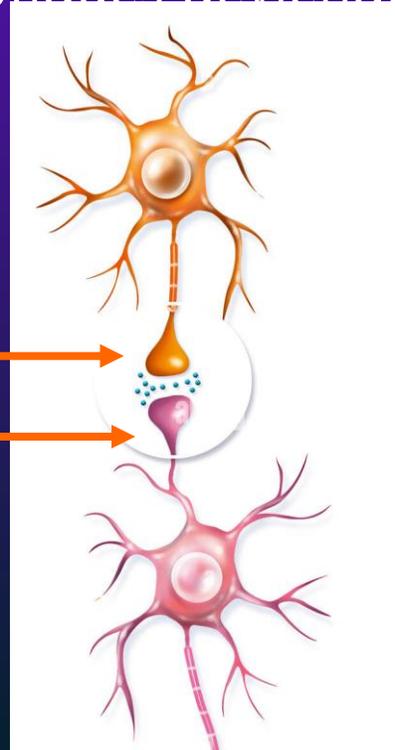
*Les neurones déchargeant ensemble se connectent ensemble*

# STOCKAGE MNÉSIQUE ET REMODELAGE NEURONAL

## Donald Hebb (1949)

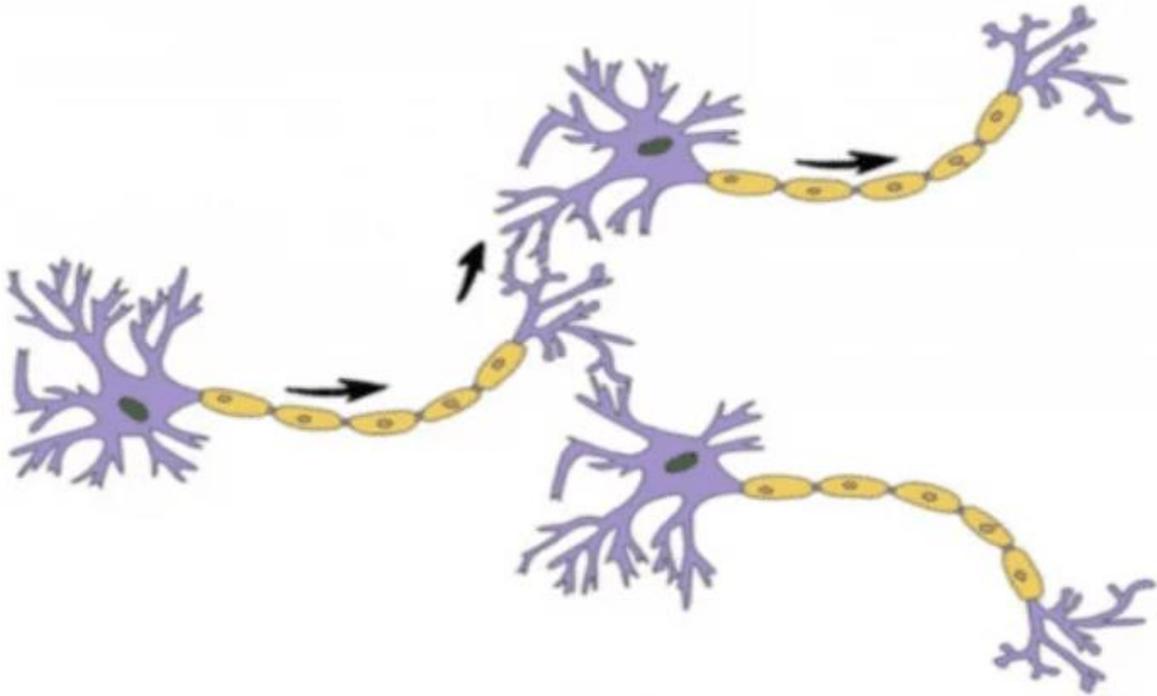
Lorsqu'une présynapse et une postsynapse sont activées simultanément et de manière répétitive, le contact entre ces deux éléments synaptiques deviendra plus fort et plus stable

Présynapse  
Postsynapse

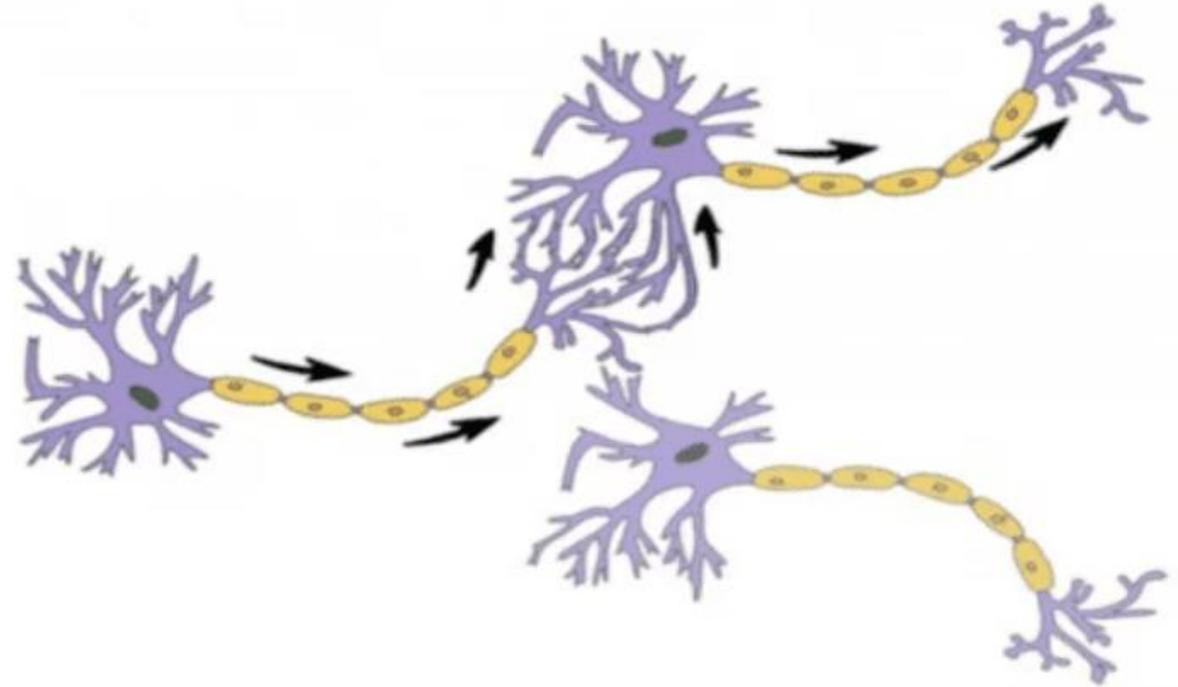


# Les neurones déchargeant ensemble se connectent ensemble

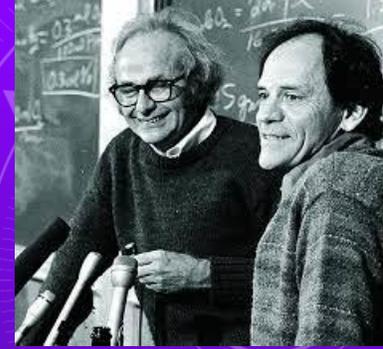
Nerve Cells that Fire Together ...



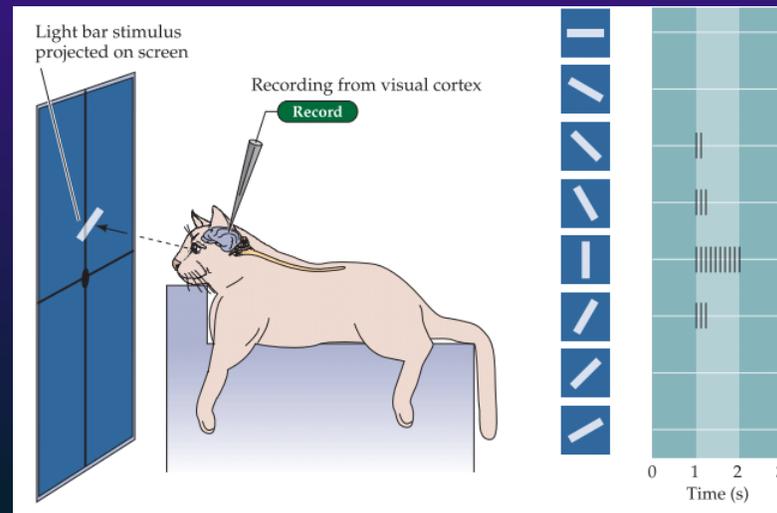
Wire Together



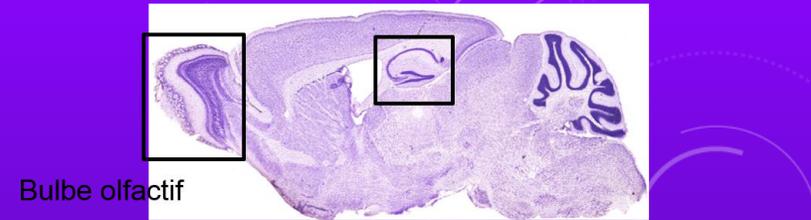
# ANNÉES 1960



Les neurophysiologistes **David Hubel** et **Torsten Wiesel** démontrent que les expériences sensorielles influencent le développement du cerveau (chez le chat)



# ANNÉES 1960



- Apparition d'une nouvelle méthode de détection de la division cellulaire – l'**autoradiographie**
- Cette méthode permet aux neuroscientifiques de découvrir des preuves de la croissance de nouveaux neurones dans l'hippocampe, le bulbe olfactif et le cortex cérébral du rat adulte

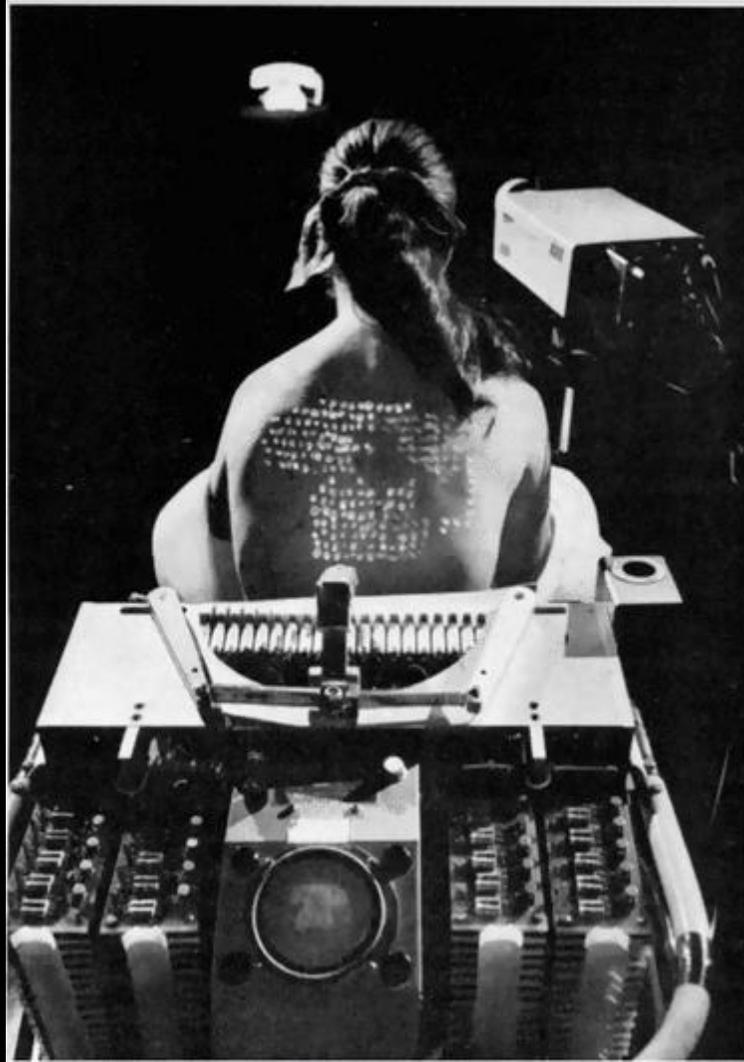
# ANNÉES 1960



- Travaux de Paul Bach-y-Rita sur la **substitution sensorielle**
- Une technologie visant à compenser un handicap perceptuel par l'intermédiaire d'un dispositif électronique et informatique permet de substituer un sens à un autre
- L'opération de substitution sensorielle consiste à transmettre par un canal sensoriel fonctionnel un code concernant habituellement une autre modalité sensorielle
- Le cerveau humain adulte n'est pas une machine statique

# APPAREIL DE SUBSTITUTION SENSORIELLE

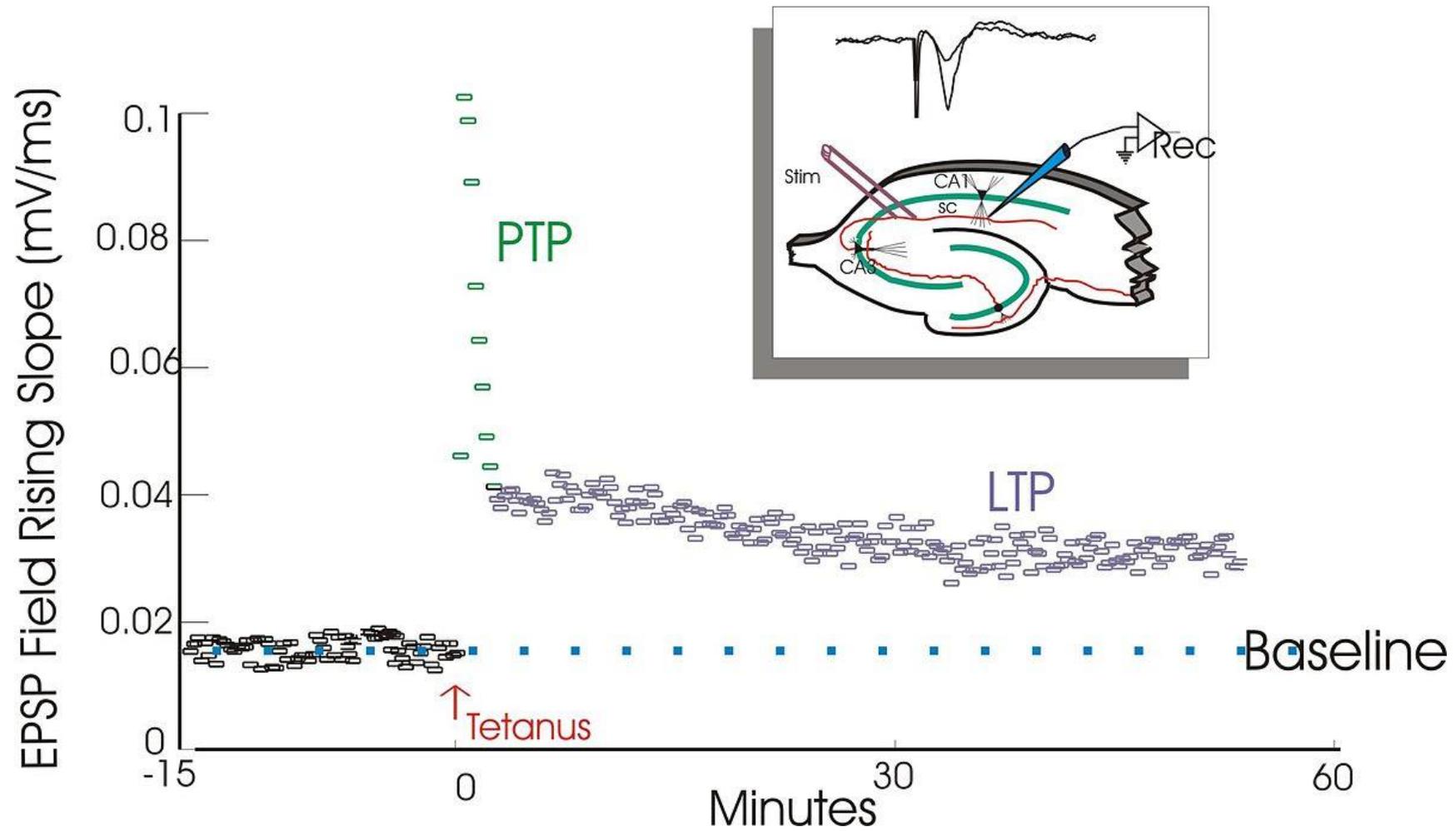
Paul Bach-y-Rita (TVSS)



# ANNÉES 1970

- **1973** : Tim Bliss et Terje Lømo découvre la **potentialisation à long terme (PLT)**, qui est un renforcement persistant des synapses reposant sur les derniers patrons d'activité
- La PLT produit une augmentation durable du taux de transmission du signal entre deux neurones
- Ce phénomène est généralement considéré comme l'un des mécanismes cellulaires majeurs qui sous-tendent l'apprentissage et la mémoire

# PLT



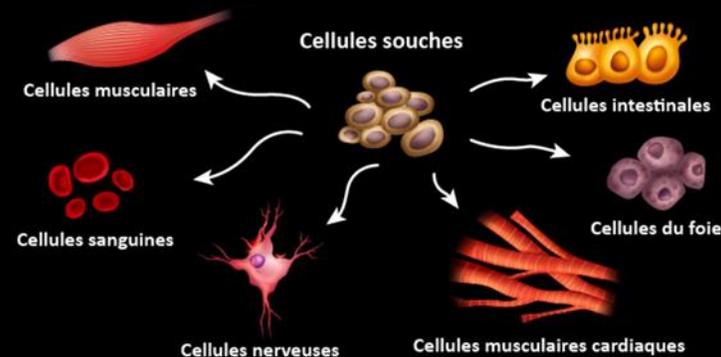
# Années 1980-1990

- **Fin des années 1980** : Découverte de nouveaux neurones (**neurogenèse**) dans le cerveau adulte de singes macaques (hippocampe et cortex cérébral)
- **Fin des années 1990** :
  - Découverte de nouveaux neurones dans l'hippocampe de cerveau humain (analyse postmortem)
  - Découverte de **cellules souches** dans le cerveau humain adulte
  - Les avancées technologiques de la neuroimagerie anatomique et fonctionnelle confirment que le cerveau humain adulte est malléable

*La NP est maintenant vue comme une nouvelle découverte révolutionnaire qui change tout ce que l'on sait au sujet du cerveau*

# LES CELLULES SOUCHES

- Cellules indifférenciées capables de s'auto-renouveler, de se multiplier et de se différencier en des cellules spécialisées
- Au tout début de la vie, elles permettent le développement complet d'un être humain puis tout au long de la vie, elles permettent - telle une réserve naturelle - de reconstituer nos stocks de cellules spécialisées
- Ces cellules souches sont naturellement présentes chez l'embryon et dans certains organes ou tissus adultes



# 5. TYPES DE NP ET MÉCANISMES LA SOUS-TENDANT

The background features a dark blue gradient with faint, light blue technical diagrams. On the right side, there are several circular diagrams resembling gears or mechanical parts, with some having numerical scales (e.g., 150, 160, 170, 180, 190, 200, 210) and arrows indicating rotation. On the left side, there are dashed circular paths with arrows, suggesting motion or cycles.

# TYPES DE NP

D'une manière générale, il y a deux principaux types de plasticité :

**Fonctionnelle**: Implique des changements au niveau de la physiologie de la fonction des neurones

- Fréquence des influx nerveux ou de la probabilité de libération d'un messenger chimique, ce qui rend la connexion synaptique plus forte ou plus faible
- Changement dans le degré de synchronicité entre diverses populations neurones

**Structurelle**: Changements volumétriques dans des régions cérébrales spécifiques, formation de nouvelles voies neuronales induite par la formation de nouvelles synapses ou par l'addition de nouveaux neurones

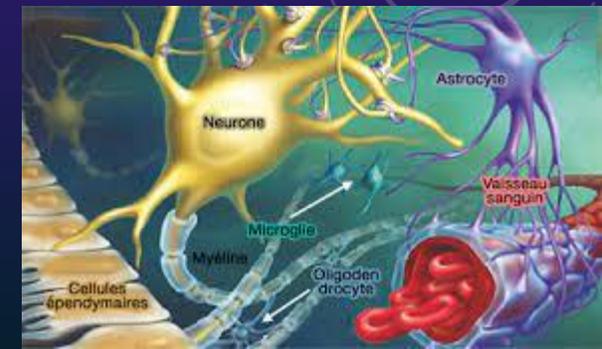
# NP: QUELQUES CONCEPTS ASSOCIÉS

**Neurogenèse:** Naissance et la prolifération de nouveaux neurones dans le cerveau

**Synaptogenèse:** Formation de nouvelles synapses

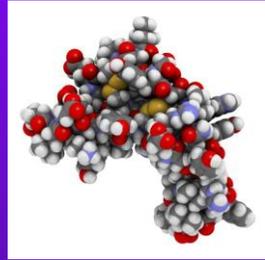
**Dendritogenèse:** Formation de nouvelles dendrites

**Gliogenèse:** Génération de nouvelles cellules gliales





# MÉCANISMES MOLÉCULAIRES DE LA NP



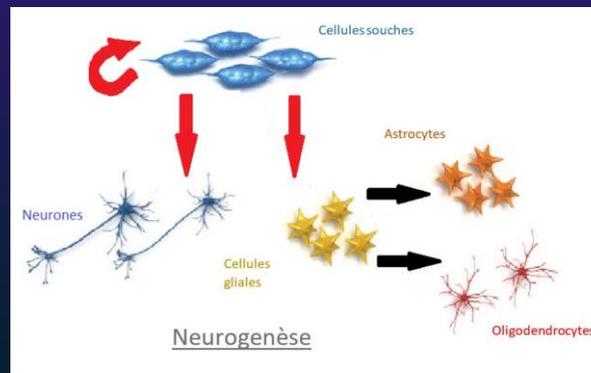
La NP s'accompagne d'une augmentation de la production de neurotrophines, une famille de protéines étroitement liées à la survie, au développement et à la fonctionnalité du SN

**Principales neurotrophines impliquées:** Facteur neurotrophique dérivé de la lignée cellulaire gliale (**GDNF**), facteur de croissance nerveuse (**NGF**), la neurotrophine 3 (**NT3**), neurotrophine 4 (**NT4**) et facteur neurotrophique dérivé du cerveau (**BDNF**)

Des niveaux réduits de ces neurotrophines, en particulier de BDNF, sont responsables d'une diminution des fonctions cérébrales (mémoire, concentration et apprentissage)

# CHANGEMENTS CELLULAIRES: PLASTICITÉ STRUCTURELLE VS FONCTIONNELLE

- Les changements neuronaux de la **neurogenèse** et les changements dendritiques modifient les caractéristiques structurelles du neurone
  - La **synaptogenèse** implique des changements fonctionnels
- Exemples: PLT; dépression à long terme (DLT)

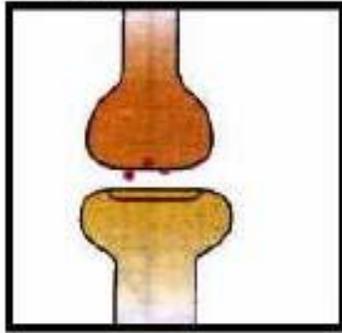


# EXPÉRIENCES SENSORIELLES ET NP

- Les expériences sensorielles liées aux apprentissages peuvent induire des changements structuraux dans la morphologie des épines dendritiques
- La **PLT** peut produire des changements rapides dans la dimension, la forme et le nombre de synapses

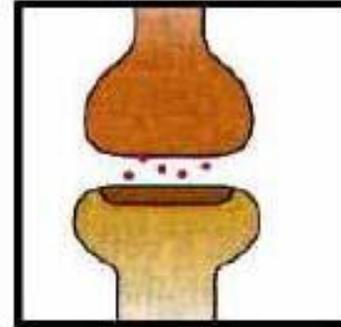
## Avant l'apprentissage

Changements structuraux

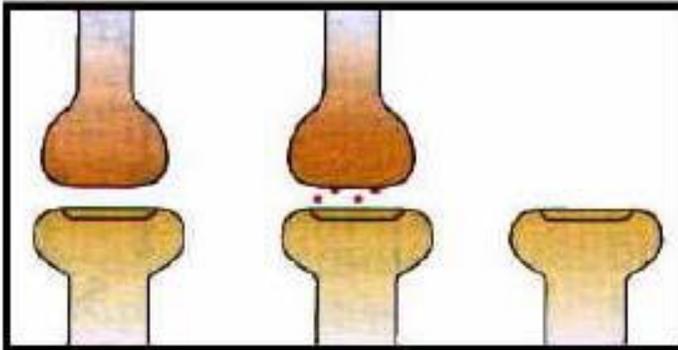


## Après l'apprentissage

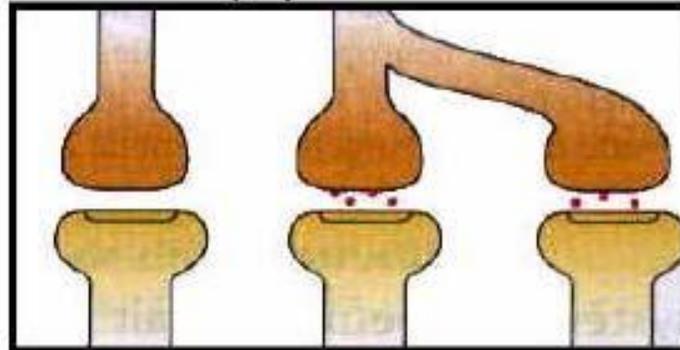
Aires pré- et postsynaptiques plus grandes



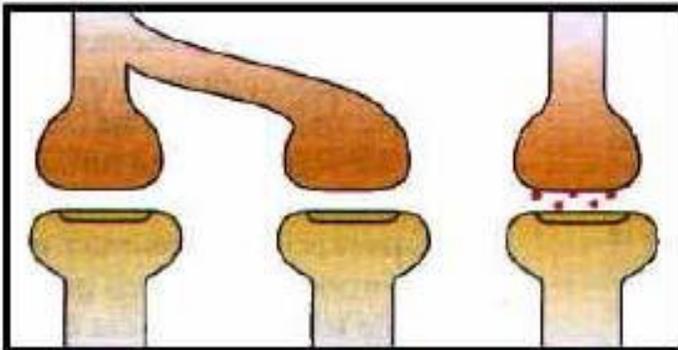
Changements structuraux



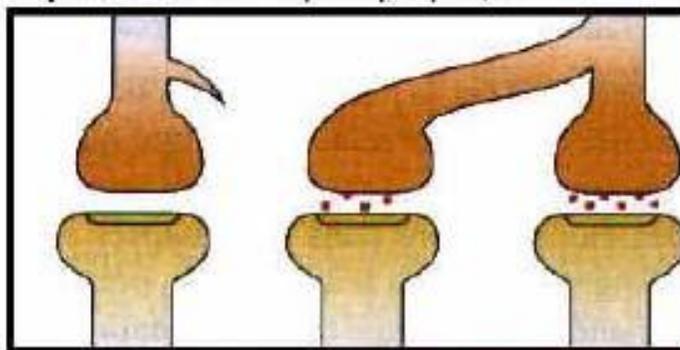
Des nouvelles synapses sont formées



Changements structuraux

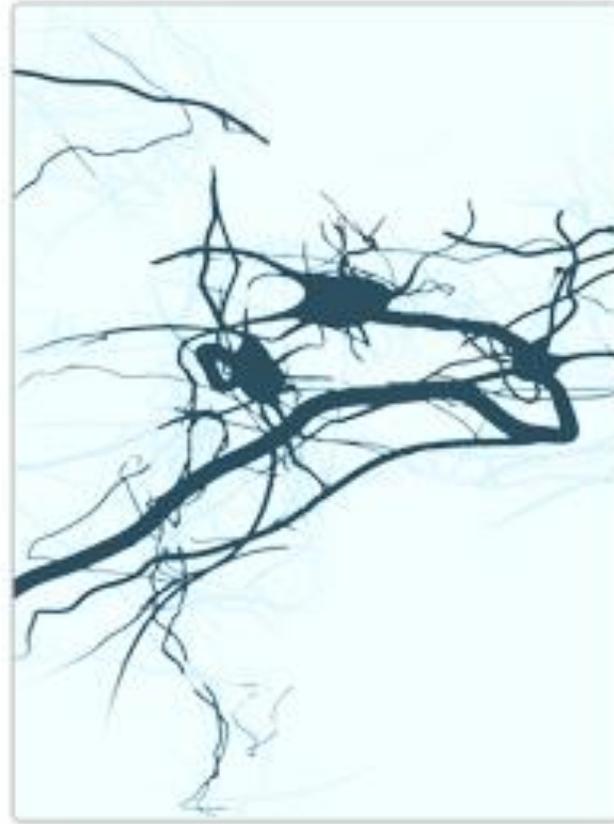


Déplacement de l'input synaptique

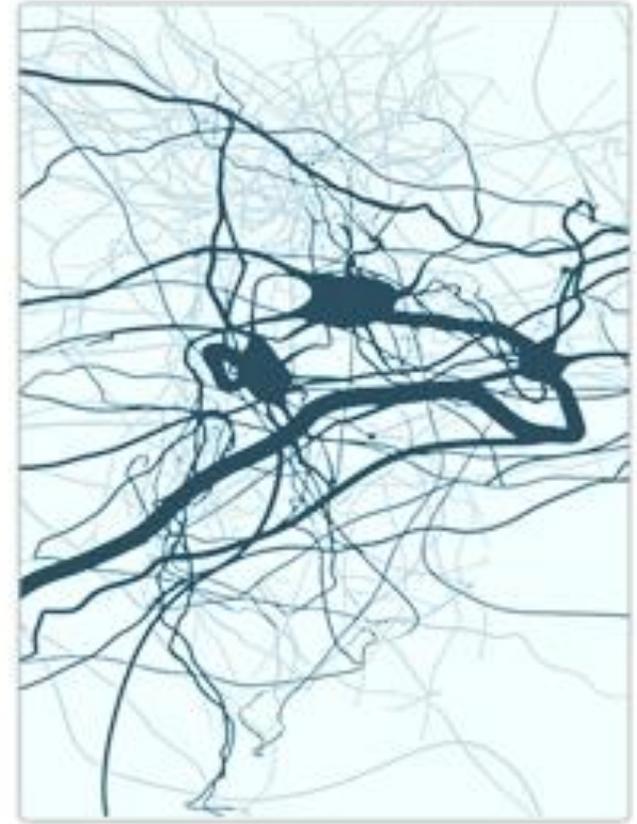




**Les réseaux de neurones avant l'entraînement**



**Après 2 semaines de stimulation cognitive**



**Après 2 mois de stimulation cognitive**

# NOUVELLES EXPÉRIENCES ET NOUVEAUX APPRENTISSAGES

- Lors d'un nouvel apprentissage ou d'une nouvelle expérience, le cerveau établit une série de connexions neuronales
- Les nouveaux réseaux neuronaux sont construits comme des routes pour l'intercommunication des neurones
- Ces routes sont créées dans le cerveau à partir de l'apprentissage et de la pratique

# NOUVELLES EXPÉRIENCES ET NOUVEAUX APPRENTISSAGES

Après l'acquisition de nouvelles connaissances (grâce à la pratique), la communication ou la transmission synaptique entre les neurones impliqués est renforcée

Une meilleure communication entre les neurones facilite le déplacement des signaux électriques lors de leur parcours

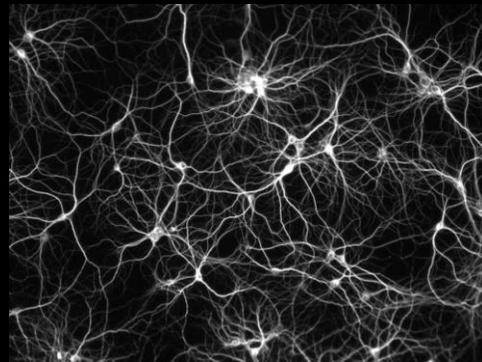
En réactivant le circuit neuronal et en rétablissant la transmission neuronale entre les neurones impliqués, chaque nouvel essai améliore l'efficacité de la transmission synaptique et la cognition est de plus en plus rapide

# STOCKAGE MNÉSIQUE ET REMODELAGE NEURONAL

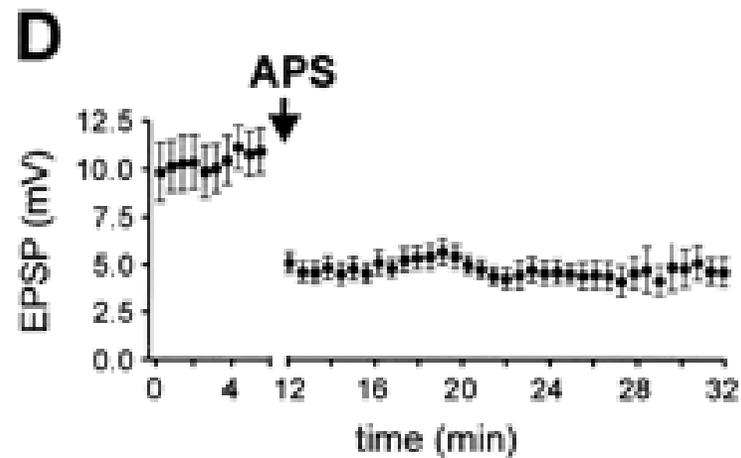
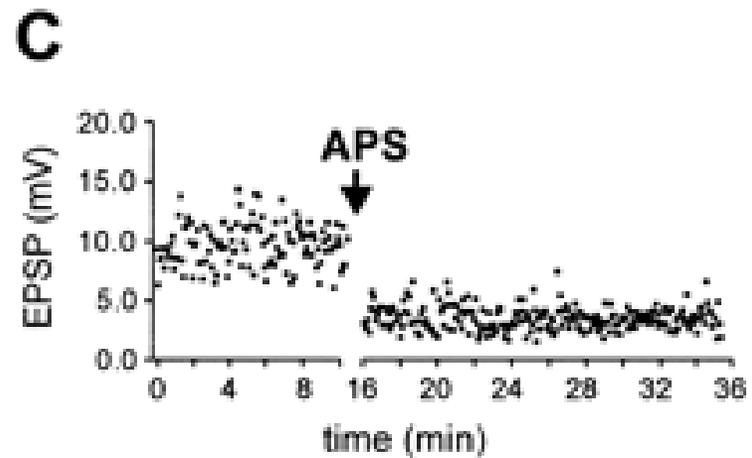
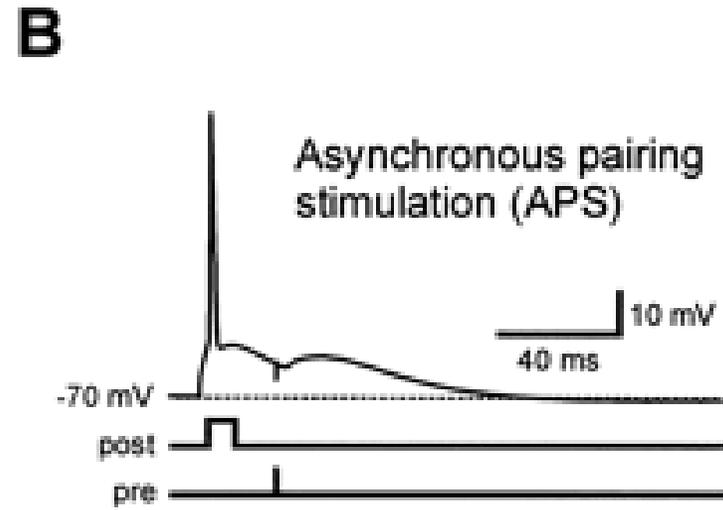
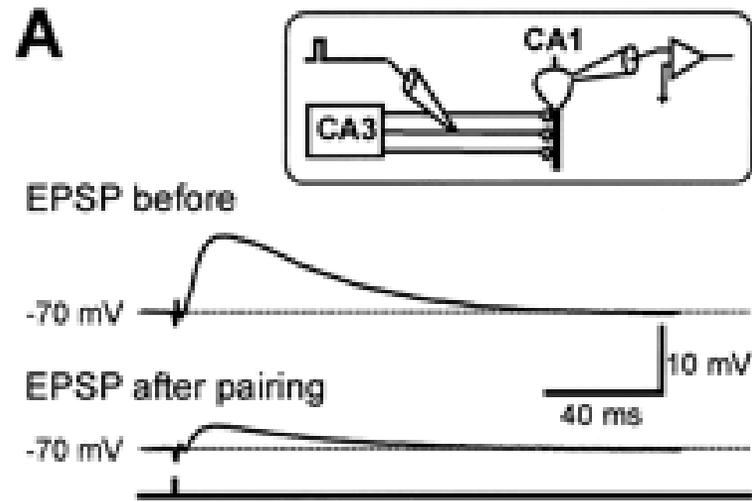
- Le principe "use it or lose it" s'applique également à la NP:

- Un manque d'activité entre les neurones au sein d'un circuit entraîne une diminution de la force de la connexion entre ces neurones

La réduction de la force en fonction de l'activité est connue sous le nom de **dépression à long terme (DLT)**



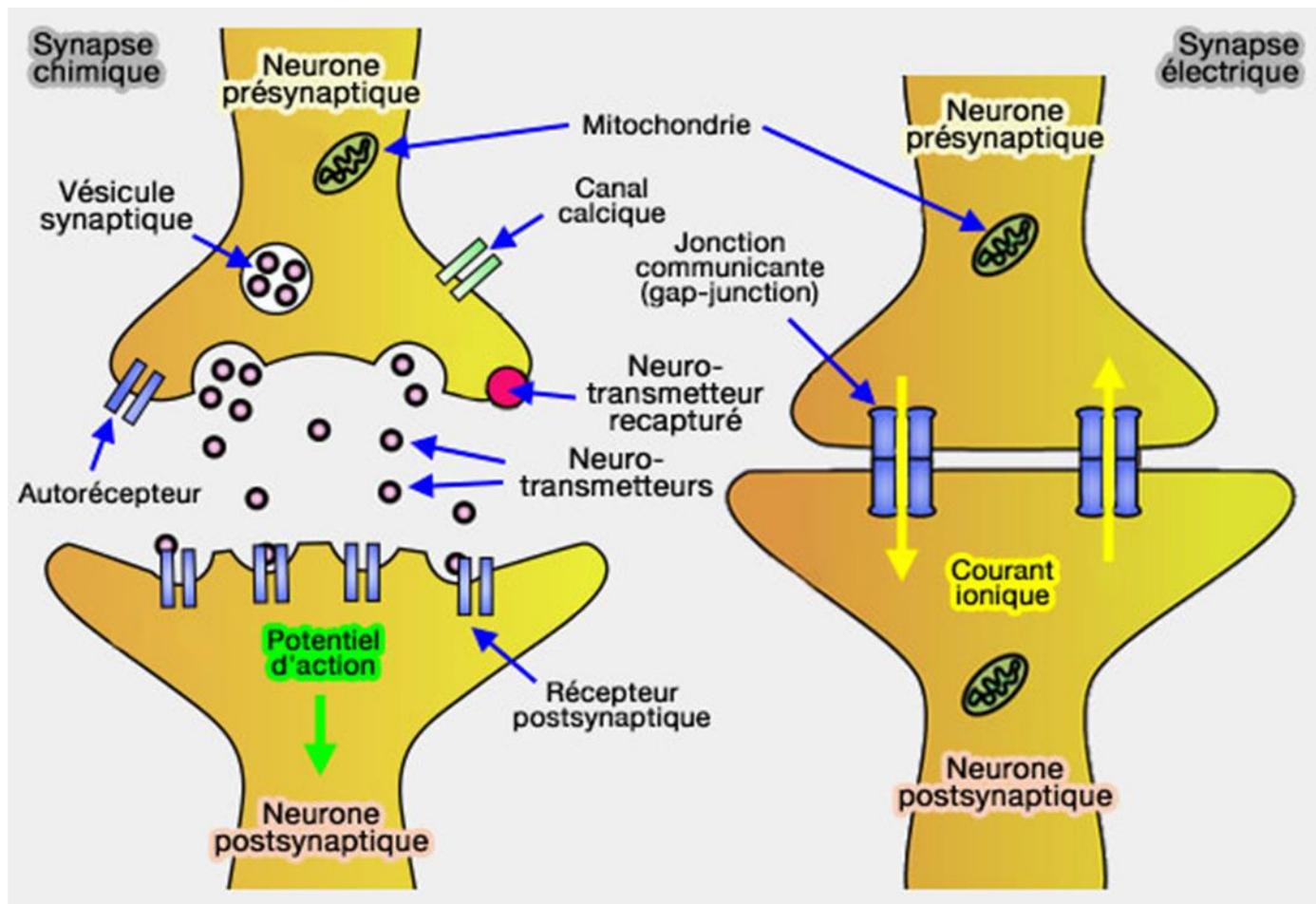
# DLT



# MODIFICATIONS STRUCTURALES ET PHYSIOLOGIQUES DE LA SYNAPSE

Les modifications structurales et physiologiques peuvent être **présynaptiques, postsynaptiques ou les deux**

- Augmentation de la quantité de neurotransmetteurs libérés et/ou une augmentation de leur efficacité due à un accroissement du nombre de récepteurs ou de leur sensibilité
- Régulation du taux d'inactivation des neurotransmetteurs (par la recapture ou la dégradation enzymatique)

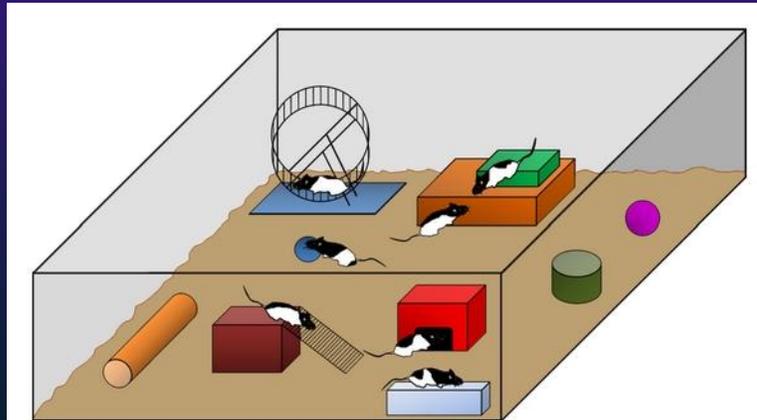


# LE NIVEAU COMPORTEMENTAL

- Les changements dans la structure et la fonction des circuits neuronaux sont associés à l'apprentissage, à la mémoire et aux fonctions cognitives
- Les changements dans le fonctionnement cognitif servent à mesurer la NP car les améliorations des performances dans une tâche cognitive représentent des changements dans l'activité des réseaux neuronaux associés à ces processus mentaux

# EXPÉRIENCE ET APPRENTISSAGE FONT CROÎTRE LE CERVEAU

- La remarquable plasticité du cerveau n'est pas difficile à démontrer
- Le simple fait de vivre dans un environnement complexe - offrant de nombreuses opportunités d'apprentissage - induit des changements biochimiques et anatomiques marqués dans le cerveau des rats



# EXPÉRIENCE ET APPRENTISSAGE FONT CROÎTRE LE CERVEAU

Dans les études typiques sur l'effet de l'enrichissement environnemental, les rats sont répartis au hasard dans trois types de logements:

1. **Condition standard (CS):** Les rats sont logés par petits groupes dans des cages de laboratoire standards
2. **Condition appauvrie (CA):** Chaque rat vit seul dans une cage de laboratoire standard
3. **Condition enrichie (CE):**
  - De grands groupes de rats vivent ensemble dans des cages adaptées contenant divers jeux et d'autres caractéristiques intéressantes
  - Cette condition élargit les opportunités d'apprendre des compétences motrices ou perceptuelles, des comportements sociaux, etc.

# EXPÉRIENCE ET APPRENTISSAGE FONT CROÎTRE LE CERVEAU

Une douzaine d'études réparties sur quelques décennies

Comparés aux rats CA (et aux rats CS dans plusieurs cas), les rats CE ont:

- Des cortex plus lourds et plus épais, particulièrement dans les aires visuelles et somatosensorielles
- Plus de ramifications dendritiques (en particulier sur les dendrites proches du corps cellulaire) et plus de synapses
- De plus larges synapses corticales

Des effets similaires sont observés chez les poissons, les souris, les chats, les singes et les humains

# **6. CHANGEMENTS CÉRÉBRAUX AU COURS DE LA VIE**

# PLASTICITÉ PRÉNATALE

- Entre la 10e et la 16e semaine de développement foetal, **250,000 nouveaux neurones apparaissent à chaque minute**
- Le taux de production des nouveaux neurones décline rapidement durant les premières années de la vie
- Comme c'est le cas pour la formation des neurones, celle des synapses débute aussi dans l'utérus
- Au moment de la naissance, environ **2 millions de synapses sont formées à chaque minute**

# PLASTICITÉ PRÉNATALE

- Le pic de la synaptogenèse survient vers l'âge de 5 ans
- Un développement cérébral approprié dépend beaucoup de la stimulation sensorielle
- Vers le milieu du second trimestre de la grossesse (20-23 semaines) les connexions reliant les différents systèmes sensoriels se forment, ce qui permet au fœtus de détecter des stimuli environnementaux de divers types

# PLASTICITÉ PRÉNATALE

- **Ex:** Le fœtus peut reconnaître la voix de sa mère
- Les premières expériences de la vie ont des effets significatifs sur le développement des circuits neuronaux, et ces effets peuvent apparemment persister au cours de toute la vie





29 days



33 days



52 days



59 days



70 days



20 weeks



6 months



9 months



Young child



Teenager



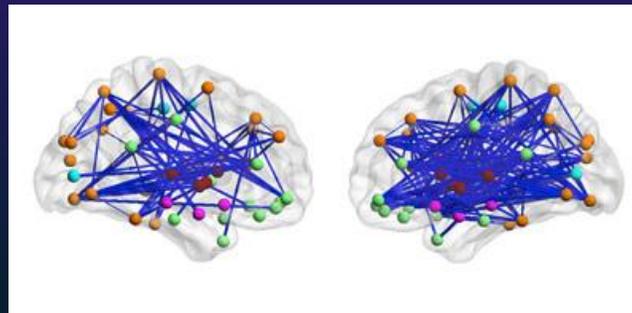
Adult

# L'ENFANCE

- La NP est plus forte et plus prononcée chez les jeunes enfants, ce qui leur permet de se remettre d'une lésion cérébrale beaucoup plus efficacement que la plupart des adultes
- Chez les enfants, on peut observer des cas profonds de croissance, de récupération et d'adaptation neuroplastiques

# RÉORGANISATION FONCTIONNELLE CHEZ DES ENFANTS HÉMISPHERECTOMISÉS

- Chez des individus ayant subi l'ablation d'un hémisphère cérébral durant l'enfance, la connectivité entre les réseaux neuronaux (somatosensoriels, moteurs, visuels) est renforcée
- Chez ces individus, un seul hémisphère cérébral - via un câblage neuronal équivalent à celui d'une personne saine et surtout une hyperconnexion entre divers réseaux neuronaux - suffit à faire fonctionner ce qui reste du cerveau, presque aussi bien que chez un individu normal

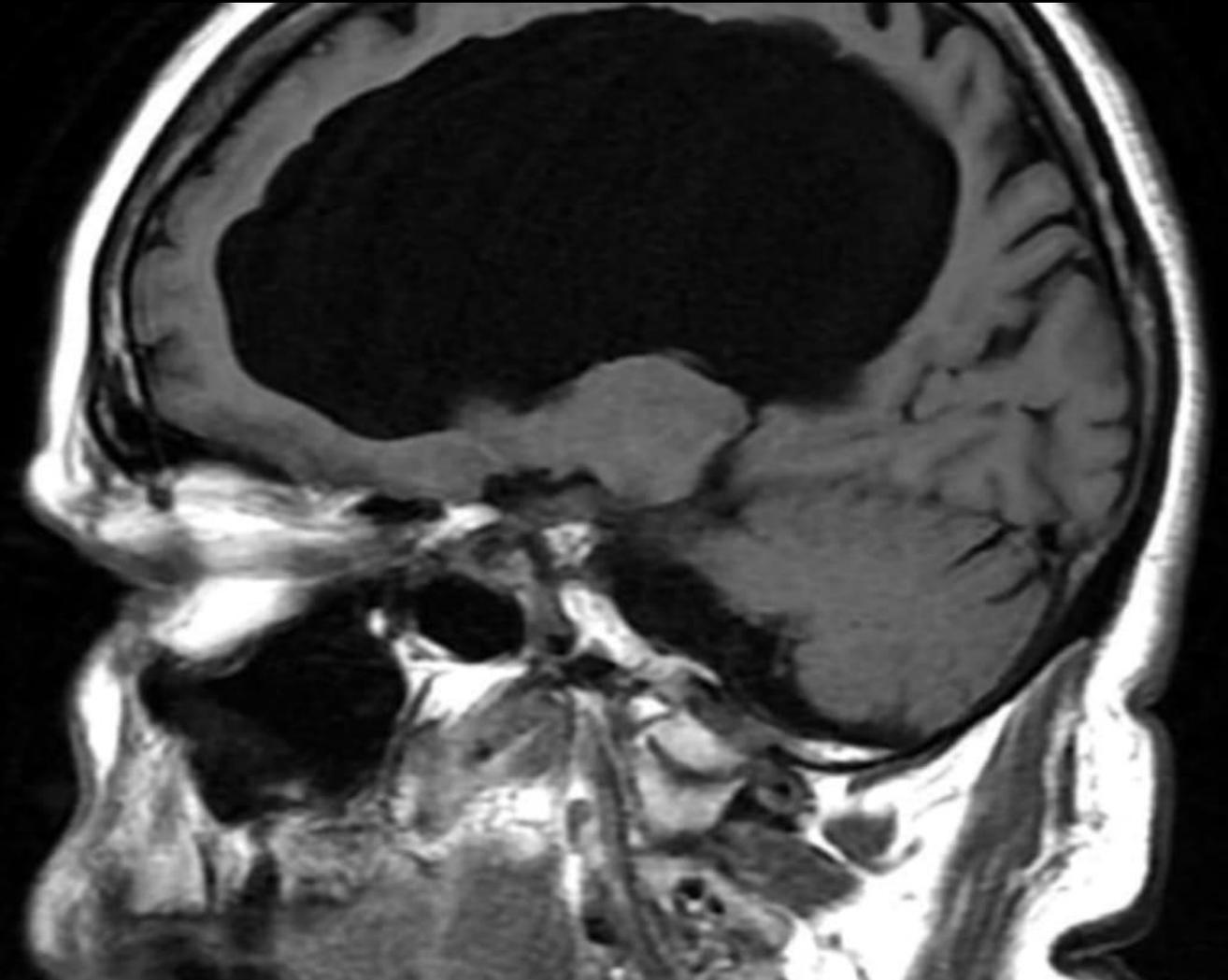


# HYDROCÉPHALIE: LE CAS DE ROGER

75% DU TISSU CÉRÉBRAL MANQUANT

QI: 126

Diplômé de l'université en  
mathématiques avec mention  
très bien



# L'ENFANCE

- Le cerveau des enfants est en constante croissance et développement
- Chaque nouvelle expérience entraîne une modification de la structure et/ou de la fonction cérébrale
- À la naissance, chaque neurone du cerveau d'un nourrisson a environ 7 500 connexions avec d'autres neurones ; à l'âge de 2 ans, les neurones du cerveau ont plus du double du nombre de connexions que les neurones du cerveau adulte
- Vers cet âge, le cerveau humain atteint 80% de sa taille (adulte)

# L'ENFANCE

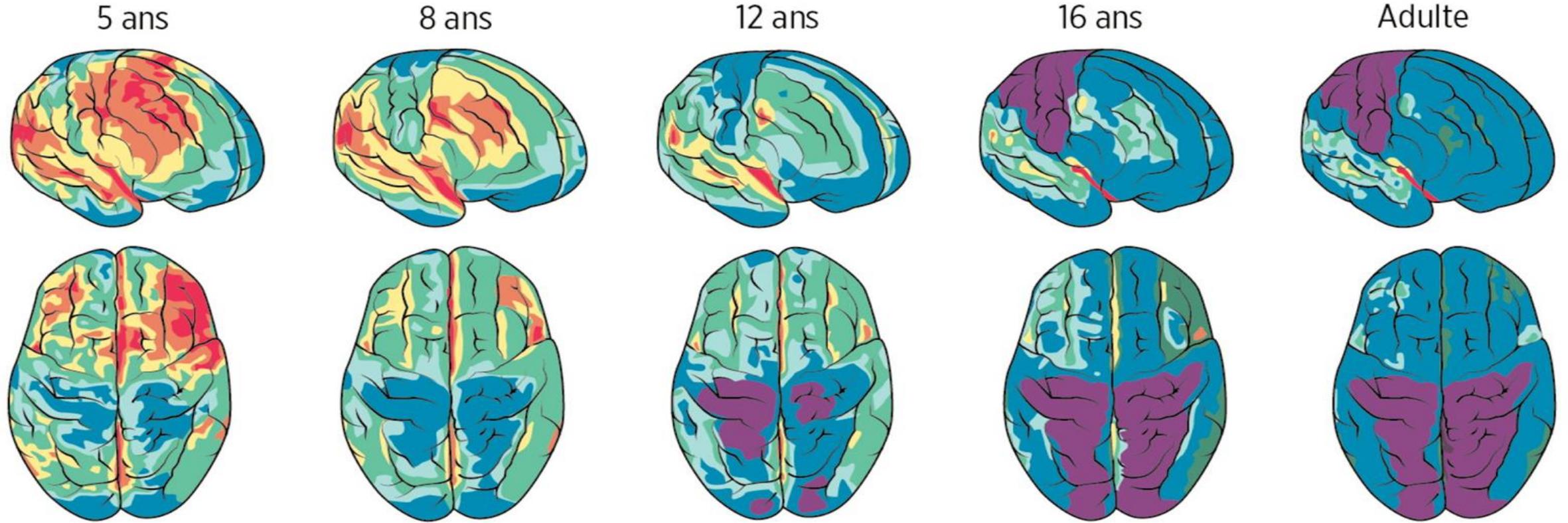
- Durant l'enfance, des facteurs adverses (par ex., manque d'attention et d'amour, pauvreté, malnutrition, stress chronique) affectent significativement le développement du cerveau, ce qui augmente les risques d'avoir des troubles mentaux à l'âge adulte

**Ex :** Les enfants abandonnés dans des orphelinats démunis présentent des troubles de l'apprentissage et des déficits cognitifs marqués

# ADOLESCENCE

- Changements importants dans la distribution de la matière blanche, et élimination d'un grand nombre de synapses (environ 40%)
- Ce processus d'**élagage** semble vital pour une maturation adéquate du cerveau
- Ce la permet une meilleure utilisation du réseau synaptique et donc une meilleure efficacité du cerveau

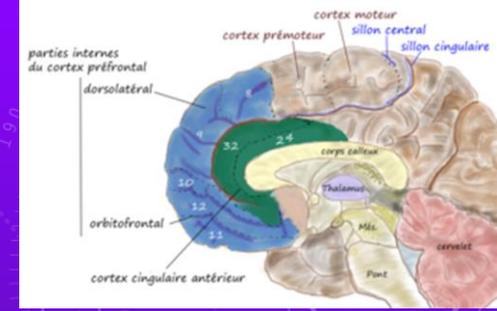
## De l'adolescence à l'âge adulte, le câblage du cerveau se perfectionne



Avec la multiplication des apprentissages et des expériences, la proportion de matière grise diminue dans le cerveau de l'enfant et de l'adolescent, laissant la place à de la matière blanche. La matière grise, constituée des corps cellulaires de neurones, assure la réception et l'analyse des messages neuronaux et produit une réponse. La matière blanche est un vaste réseau de câbles – les axones – qui relient les différentes régions du cerveau.



# ÂGE ADULTE



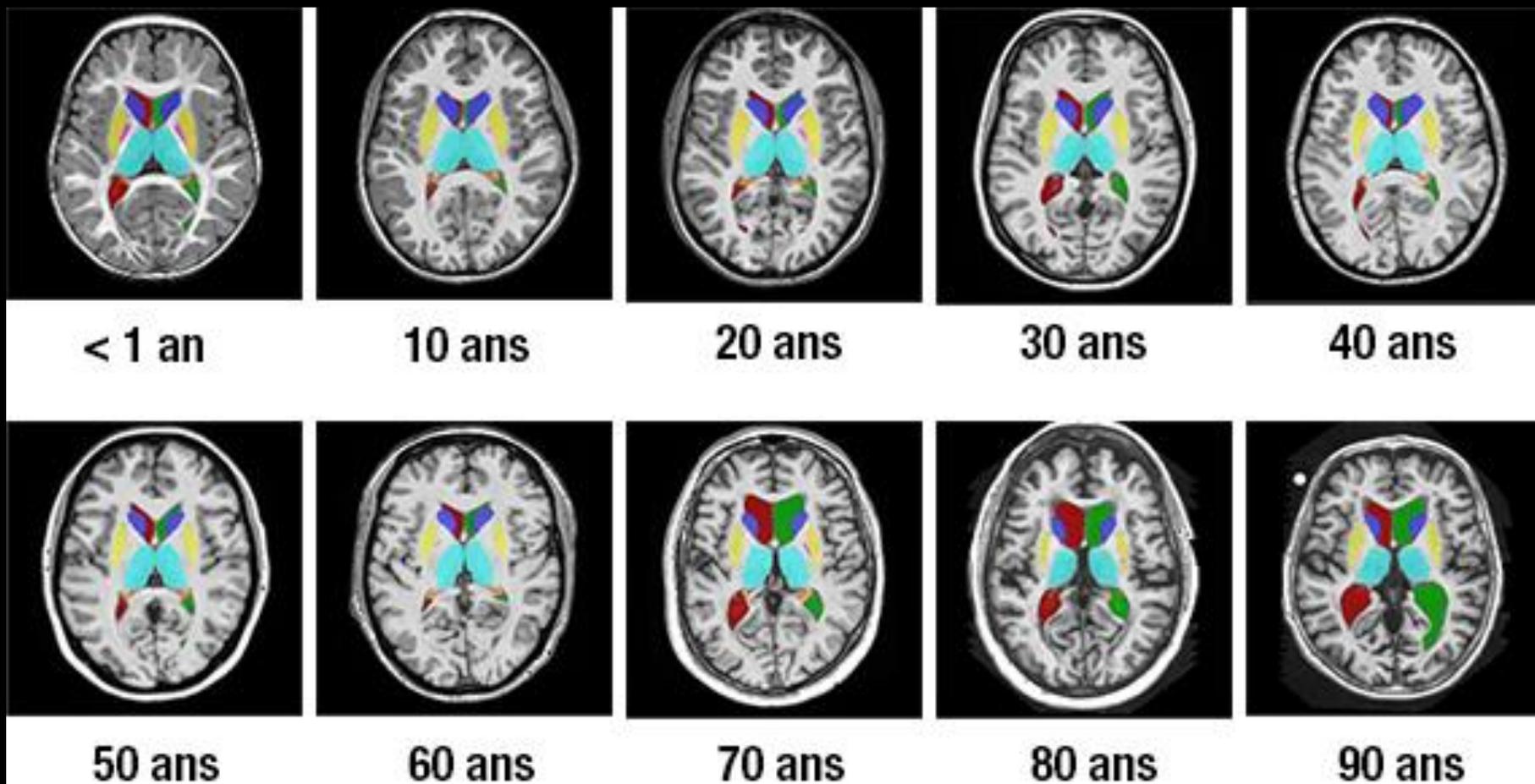
- Le cerveau atteint sa maturité complète vers la mi-vingtaine
- La NP est moins prononcée que chez les enfants
- Cependant, le cerveau adulte est toujours capable de changements extraordinaires
- **Exemples:**
  - Chez les adultes, le cerveau peut restaurer d'anciennes connexions perdues et des fonctions qui n'ont pas été utilisées depuis un certain temps
  - Il peut aussi améliorer la mémoire et même les compétences cognitives globales

# ÂGE ADULTE

- La plasticité cérébrale n'est généralement pas aussi importante chez les personnes âgées que chez les jeunes adultes
- Toutefois, avec des efforts soutenus et un mode de vie sain, les adultes plus âgés sont tout aussi capables de promouvoir des changements positifs et la croissance de leur cerveau que les jeunes générations

# LE VIEILLISSEMENT

- La plupart des gens expérimentent un déclin des fonctions cognitives (attention, apprentissage et mémoire)
- Les neurones meurent progressivement et l'intégrité de la matière blanche diminue
- Le volume du cortex préfrontal diminue de manière marquée et une atrophie du cerveau apparaît, ce qui réduit son poids



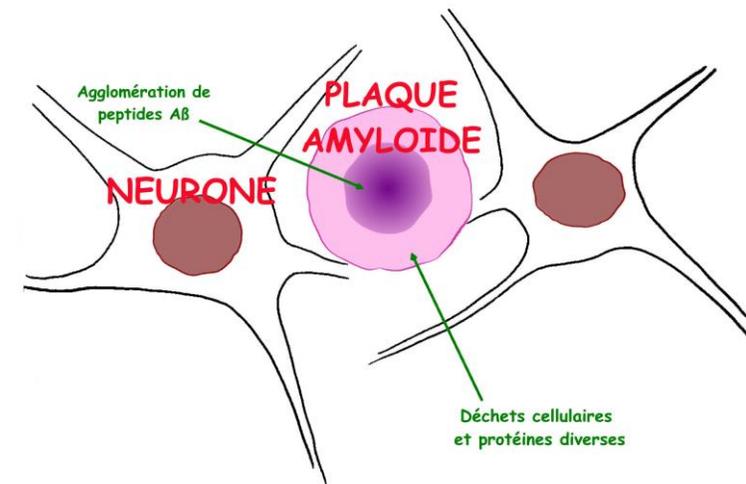
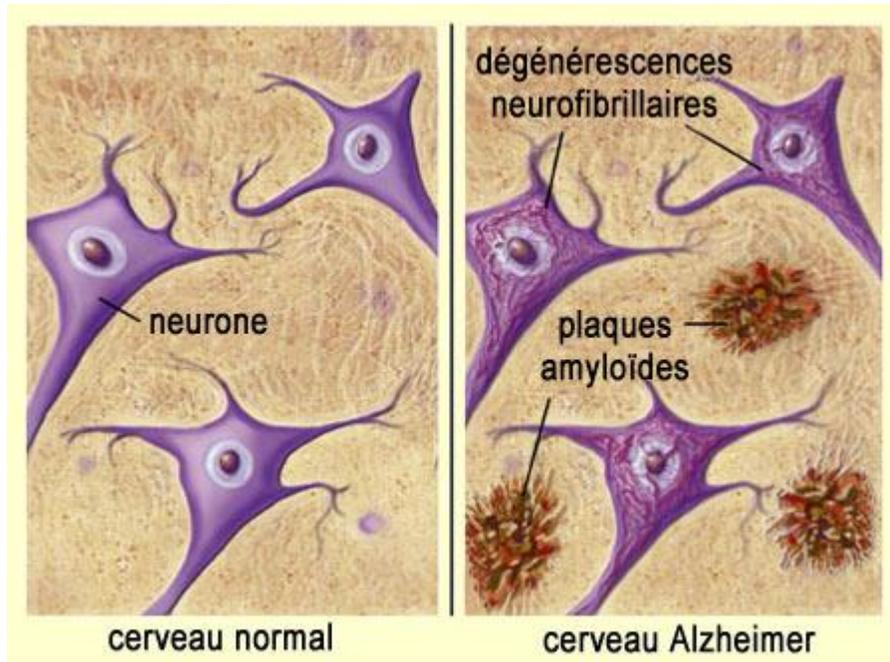
### *Évolution du cerveau au cours de la vie*

*Les IRM du cerveau sont présentées dans un repère identique afin de compenser les différences de taille de la tête. Les structures cérébrales étudiées sont superposées en couleur. On peut remarquer la diminution rapide de matière grise corticale (tissu périphérique apparaissant en gris dans l'image) entre 1 et 10 ans ainsi que l'élargissement des ventricules (en rouge et vert) contenant du liquide cérébro-spinal entre 60 et 90 ans.*

# LE VIEILLISSEMENT

- La démence se manifeste chez **le tiers des personnes de 85 ans et plus**
- Dans la maladie d'Alzheimer, on observe une accumulation graduelle des **plaques séniles**
- Ces plaques sont formées par l'accumulation anormale d'une protéine dite «  **$\beta$ -amyloïde** »
- Elles se déposent entre les neurones, provoquant un dysfonctionnement des connexions neuronales

# PLAQUES SÉNILES



# COMMENT RÉDUIRE LES PLAQUES SÉNILES

- **Oméga-3, thé vert, resvératrol** (un polyphénol présent notamment dans les raisins et les mûres)
- **Le mode de vie (diète, exercice physique, faire de nouveaux apprentissages)** peut protéger contre les diverses formes de démence
- Les gènes jouent aussi un rôle important



# LES « SUPER SÉNIORS »



- Le déclin neurobiologique qui accompagne le vieillissement explique pourquoi les personnes âgées obtiennent de plus mauvais résultats que les jeunes aux tests de rendements cognitifs
- Cependant, toutes les personnes âgées ne présentent pas toutes un rendement plus faible, certaines d'entre elles sont aussi performantes cognitivement que des personnes plus jeunes
- Les personnes âgées avec un plus grand rendement cognitif ont été appelées les « **super séniors** »

# LES « SUPER SÉNIORS »



- Lorsqu'elles traitent une nouvelle information, les **super séniors** utilisent les mêmes zones du cerveau que les jeunes
- Elles utilisent également d'autres zones du cerveau que les jeunes et le reste des personnes âgées n'utilisent pas
- Cela refléterait une stratégie de compensation sur le plan cognitif

# LES « SUPER SÉNIORS »



- En présence de déficits liés à l'âge qui surviennent lors du vieillissement, le cerveau met en avant sa plasticité pour réorganiser ses réseaux neurocognitifs
- Les études démontrent que le cerveau en arrive à cette solution fonctionnelle à travers l'activation d'autres réseaux neuronaux, permettant ainsi d'activer plus souvent les zones dans les deux hémisphères (ce qui se produit seulement chez les plus jeunes)
- Les **super séniors** présentent aussi moins d'atrophie cérébrale

# FACTEURS AYANT UN EFFET PROTECTEUR SUR LA MÉMOIRE

Une étude longitudinale portant sur des milliers d'individus a identifié plusieurs éléments de vie qui pourraient réduire le risque de déclin cognitif lié au vieillissement:

*Vivre dans des conditions favorables* (par ex., avoir une éducation supérieure à la moyenne, mener des activités complexes et peu routinières, bien gagner sa vie, maintenir intacte sa vie de famille)

*Être engagé dans des activités complexes et intellectuellement stimulantes* (par ex., lire beaucoup, voyager, assister à des événements culturels, avoir soif d'apprendre, s'impliquer dans des clubs ou des associations)

*Avoir un (e) conjoint (e) ayant des capacités cognitives élevées*

# 7. NP POSITIVE ET NÉGATIVE

The background features a dark blue-to-purple gradient. On the right side, there is a large, semi-transparent circular scale with numerical markings from 0 to 210. Several circular patterns, including solid and dashed lines with arrows, are scattered across the background, creating a technical or scientific aesthetic.

# NP POSITIVE: LES BÉNÉFICES

- Apprentissages plus efficaces (par ex., acquisition de connaissances ou de nouvelles compétences)
- Amélioration des capacités cognitives (incluant la mémoire et l'attention)
- Récupération fonctionnelle après des AVC ou des lésions cérébrales traumatiques
- Recâblage des fonctions cérébrales

**Ex:** Si une zone qui contrôle un sens est endommagée, d'autres zones peuvent être en mesure de prendre le relais

# NP NÉGATIVE

- Les changements du cerveau résultant d'expériences négatives
- Tout ce qui détruit les neurones et les synapses (par ex., exposition à des toxines telles que les drogues ou l'alcool, traumatismes cérébraux, maladies cérébrales dégénératives, stress, traumatismes psychologiques)
- Il peut s'agir de changements dans la structure et le fonctionnement du cerveau, ainsi que dans la manière dont les différentes zones du cerveau communiquent entre elles
- La NP négative est associée à un certain nombre de troubles mentaux, notamment l'anxiété, la dépression et le syndrome de stress post-traumatique (SSPT)

# NP NÉGATIVE

- Les expériences traumatisantes peuvent entraîner une NP négative parce qu'elles provoquent la libération d'hormones de stress, qui peuvent endommager le cerveau
- Ces expériences peuvent également inhiber la croissance de nouveaux neurones et de nouvelles connexions synaptiques, et provoquer le rétrécissement ou la mort des cellules existantes
- Tous ces changements négatifs peuvent entraîner des déficits dans les fonctions cérébrales et contribuer à des problèmes de santé mentale

# NP NÉGATIVE

- Nos expériences et nos comportements induisent des changements plastiques dans le cerveau, qui peuvent à leur tour influencer nos expériences et nos comportements futurs
- Les conséquences de la NP ne sont pas toujours désirables
- Ex: Mauvaises habitudes, croyances limitantes, programmation mentale

# UN EXEMPLE DE NP NÉGATIVE: LA DÉPENDANCE

- L'envie répétée et irrépressible de faire ou de consommer quelque chose en dépit de la motivation et des efforts de l'individu pour s'y soustraire
- Les substances addictives activent et prennent le contrôle du **système de récompense**, et les changements plastiques résultants peuvent demeurer longtemps après que la substance a été éliminée du cerveau
- Cela entraîne des états de manque et un comportement compulsif de recherche de drogue

# SUBSTANCES LES PLUS ADDICTIVES

- Héroïne
- Cocaïne
- Nicotine
- Barbituriques
- Alcool
- Sucre
- Caféine

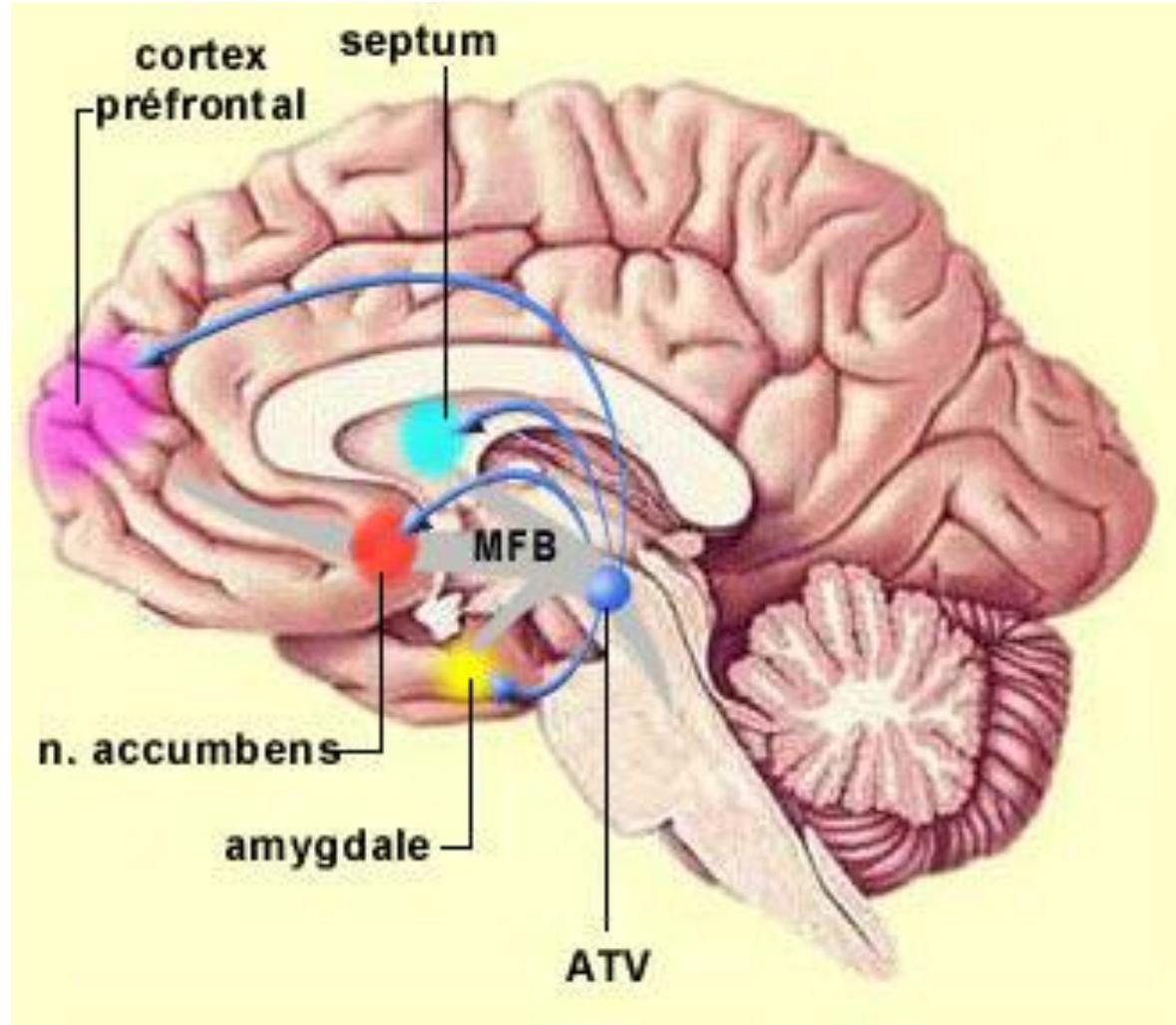
# DÉPENDANCES NON LIÉES À DES SUBSTANCES

- Sexe
- Jeu (paris sportifs, casino, etc.)
- Internet
- Jeux vidéo
- Nourriture (incluant le chocolat)
- Travail

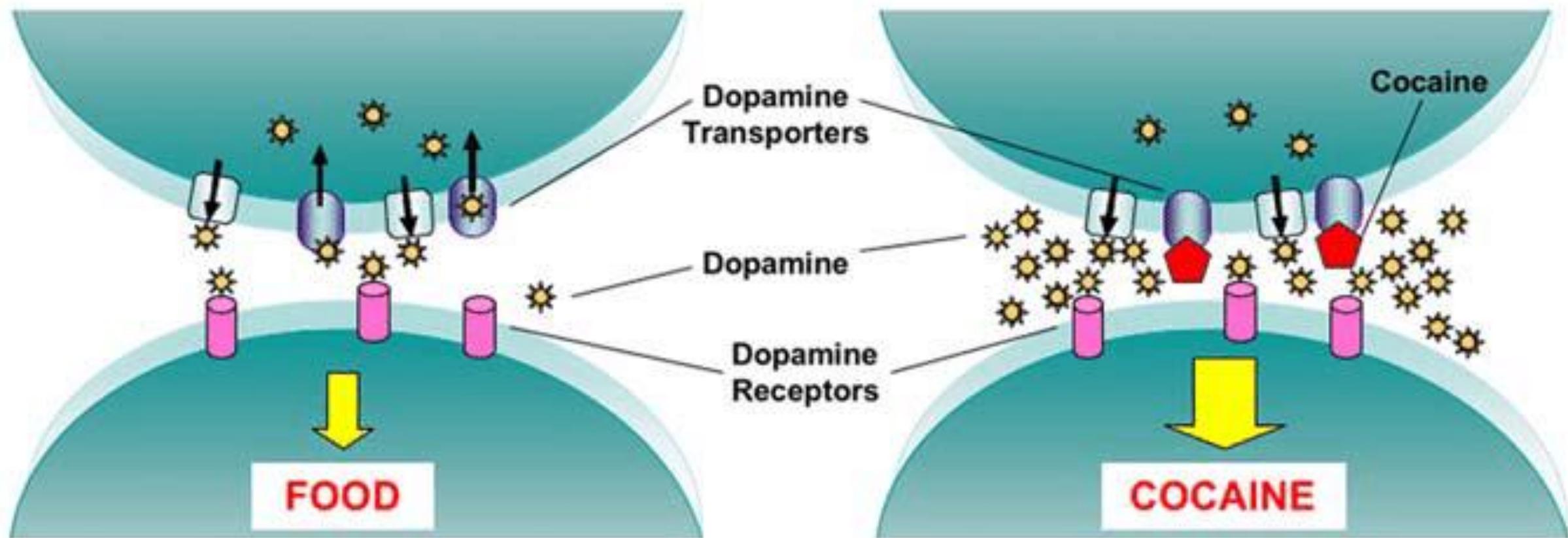
# DÉPENDANCE ET CIRCUIT DE LA RÉCOMPENSE

- Les substances ou activités addictives provoquent la libération de **dopamine** (DA, la molécule du plaisir) dans le **noyau accumbens**, le « **centre de la récompense** » dans le cerveau
  -
- La DA libérée par les terminaisons axonales des neurones de **l'aire tegmentaire ventrale** (ATV) - qui appartient au **faisceau mésocorticolimbique** - est impliquée dans la perception de récompense et le renforcement comportemental
- Le noyau accumbens évalue dans quelle mesure le stimulus est agréable en fonction de la quantité de DA libérée

# SYSTÈME CÉRÉBRAL IMPLIQUÉ DANS LA DÉPENDANCE



**Circuit mésolimbique:  
Neurones dopaminergiques**



Control

COA

Control > COA

Reward  
Anticipation



y=12



y=12



y=12

Loss  
Anticipation



y=10



y=10



y=10

# DÉPENDANCE ET NP NÉGATIVE

- **Une seule dose** de cocaïne, morphine, nicotine, alcool ou benzodiazépines induit une PLT dans l'ATV, qui persiste pendant jusqu'à une semaine
  - Ces substances (et les activités addictives) peuvent aussi produire des changements structurels
- Ex:** Densité des épines dendritiques des neurones de l'ATV
- Lorsque les substances ou les activités addictives détournent le système de la récompense, produisant un renforcement puissant et anormal, l'individu dépendant apprend à associer le comportement de consommation ou l'activité au plaisir: la motivation pour la consommation ou l'activité devient alors un besoin irrésistible

# COMMENT INVERSER LA NP NÉGATIVE

- Elle peut être inversée par la **psychothérapie**, la **méditation** et d'autres interventions qui favorisent des **états psychologiques positifs**
- Ces interventions peuvent contribuer à réduire le stress, favoriser la croissance de nouveaux neurones et améliorer la communication entre les différentes zones du cerveau
- En inversant la NP négative, nous pouvons améliorer la santé mentale et le bien-être

# 8. NP AUTODIRIGÉE

The background features a dark blue-to-purple gradient. On the right side, there is a large, semi-transparent circular graphic that resembles a scale or a gauge. It has concentric circles and a radial scale with numerical markings from 80 to 210. Several curved arrows are scattered around the page, some pointing clockwise and others counter-clockwise, suggesting a sense of motion or a cycle.

# NP AUTODIRIGÉE



- Concept proposé par le Dr Jeffrey Schwartz
- Modifier consciemment et intentionnellement ses propres activités cérébrales et renforcer les connexions neuronales
- Pour ce faire, il faut appliquer la puissance cérébrale d'une certaine manière, avec des pensées ou des actions particulières conçues pour provoquer le changement souhaité

# LA NP AUTODIRIGÉE

- Les schémas de pensée habituels non désirés et les autres moteurs d'émotions et de comportements indésirables résident en grande partie dans notre inconscient
- Ces schémas influencent nos perceptions, nos pensées, nos émotions, nos actions et nos réactions d'une manière dont nous n'avons souvent pas conscience
- C'est là que se trouvent les possibilités de transformation et de développement personnel

# COMMENT PRATIQUER LA NP AUTODIRIGÉE

- En détournant délibérément notre attention du drame et du désordre et en nous concentrant sur ce qui est vital, important et constructif
- En apprenant à contrôler consciemment nos pensées, nos comportements et au moins certaines de nos expériences
- Pour l'appliquer, un bon point de départ est de devenir très sélectif dans ce à quoi et à qui on s'expose continuellement, ce sur quoi on se concentre et ce que l'on se répète

# L'ATTENTION SÉLECTIVE

- La capacité et l'habileté à se concentrer sur un stimulus spécifique (question, sujet, événement) ou une activité de son choix, même en présence d'autres stimuli distrayants
- Décider ce que l'on va lire, écouter, regarder, parler, et "filtrer" tout ce qui n'est pas en accord avec ce choix
- Diriger délibérément notre attention de cette manière est à la fois **une décision à prendre et une compétence à acquérir**

# LA MÉDITATION DE PLEINE CONSCIENCE

- Laisser toutes les sensations, pensées et émotions émerger, d'instant en instant, tout en maintenant une conscience attentive mais détachée, sans jugement ni analyse

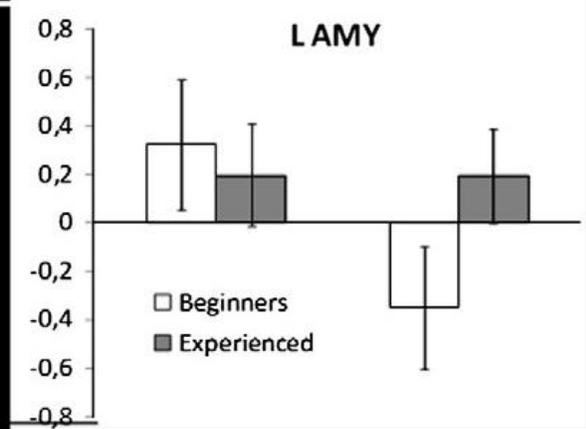
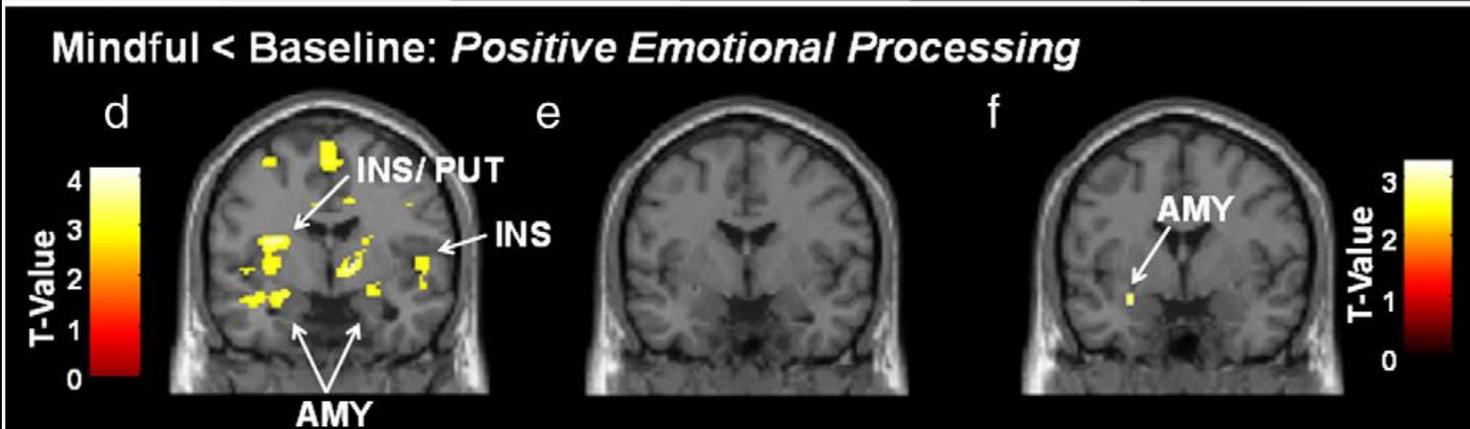
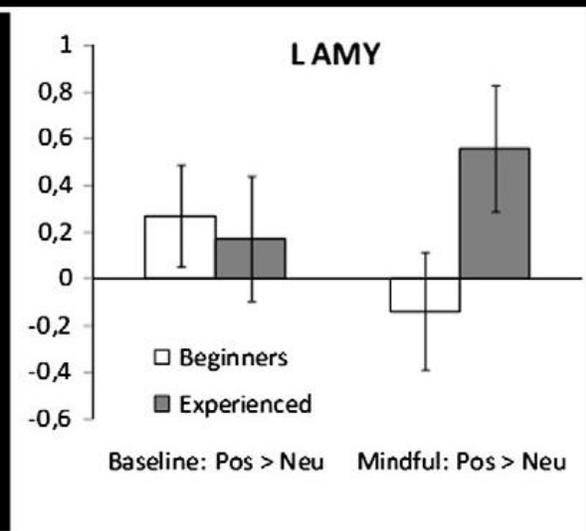
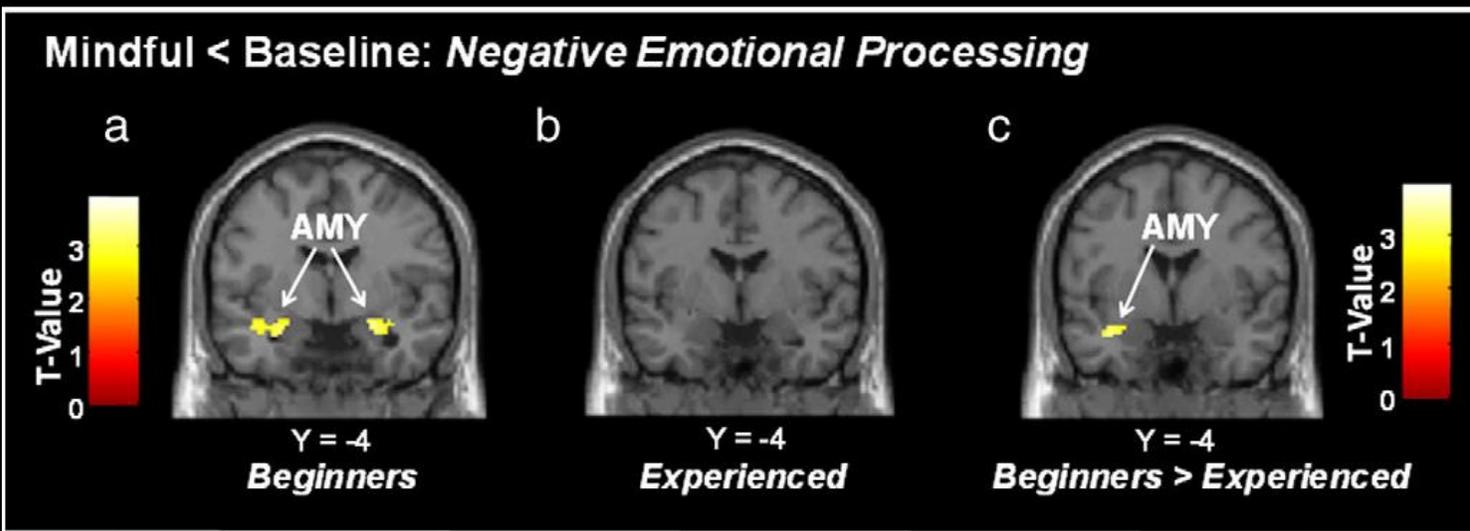


# EFFETS DE LA MÉDITATION DE PLEINE CONSCIENCE

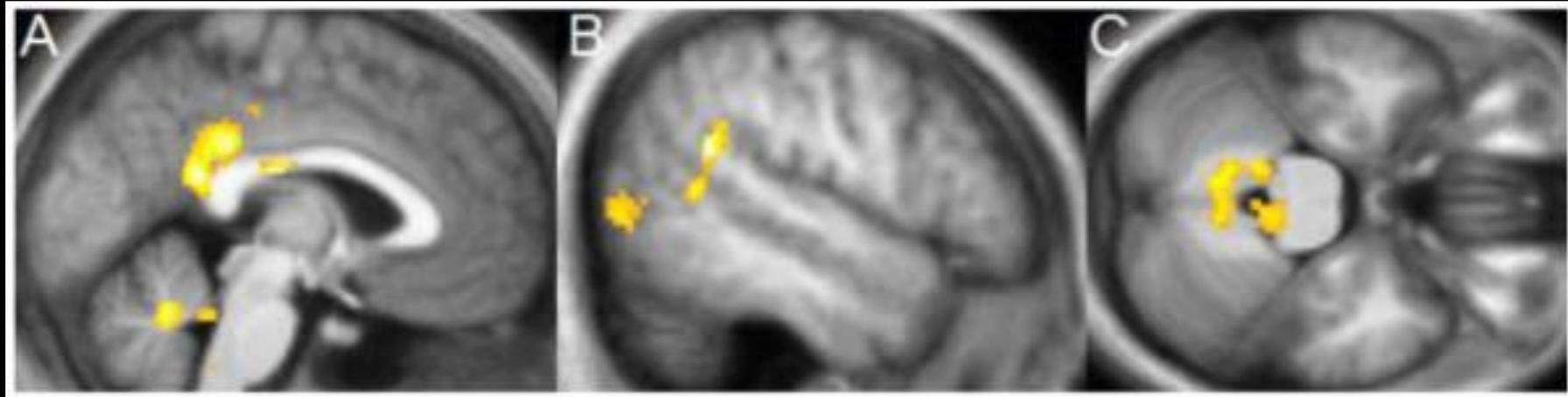


- Réduction des émotions négatives (par ex., stress, anxiété, dépression)
- Diminution de la réactivité de l'amygdale en réponse à des stimuli émotionnels négatifs
- Meilleure gestion des émotions

# MÉDITATION DE PLEINE CONSCIENCE ET NP

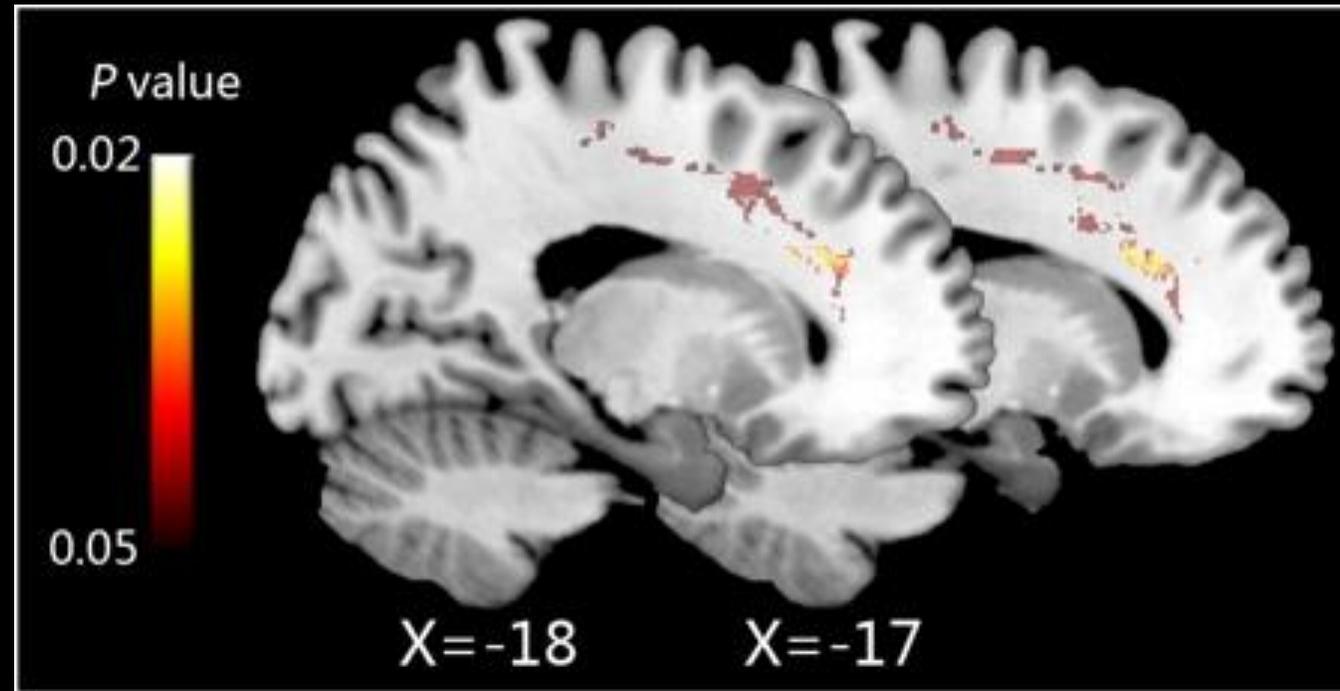


# CHANGEMENTS STRUCTURAUX SUITE AU PROGRAMME MBSR



Augmentation de la densité de matière grise mesurée dans les régions du cerveau impliquées dans l'apprentissage, la mémoire, l'empathie et la gestion des émotions

# CHANGEMENTS DANS LA MATIÈRE BLANCHE



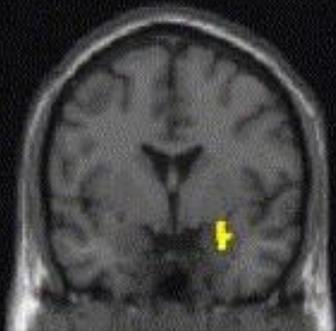
Couronne rayonnante (corona radiata): faisceau de matière blanche contactant le cortex cingulaire antérieur (après seulement 11 heures de méditation de pleine conscience)

# L'ÉTIQUETAGE DES ÉMOTIONS

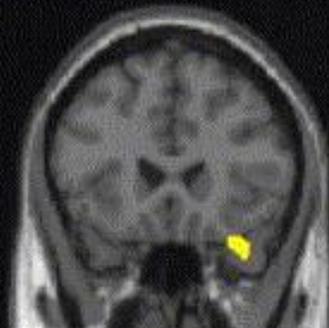
- Le simple fait de remarquer et de nommer une émotion ou une sensation corporelle (**interoception**) au moment où elle se produit
- Cette stratégie permet d'autoréguler nos émotions
- En appliquant cette technique de manière répétée, les liens neuronaux entre les systèmes cérébraux émotionnel et rationnel sont renforcés et il devient plus facile de passer d'une pensée "**émotionnelle**" à une pensée "**rationnelle**"

Normal Condition

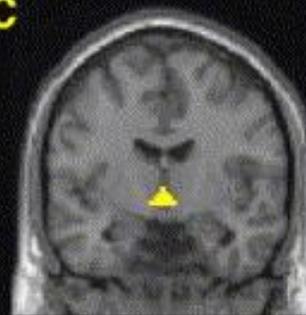
A



B

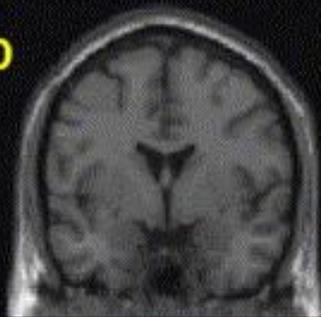


C

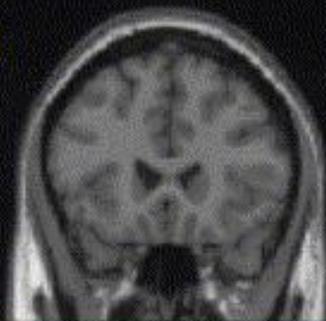


Inhibition Condition

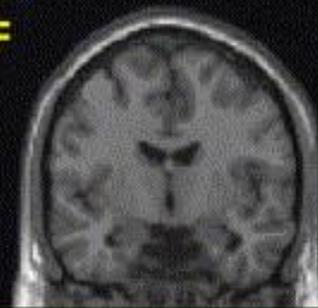
D



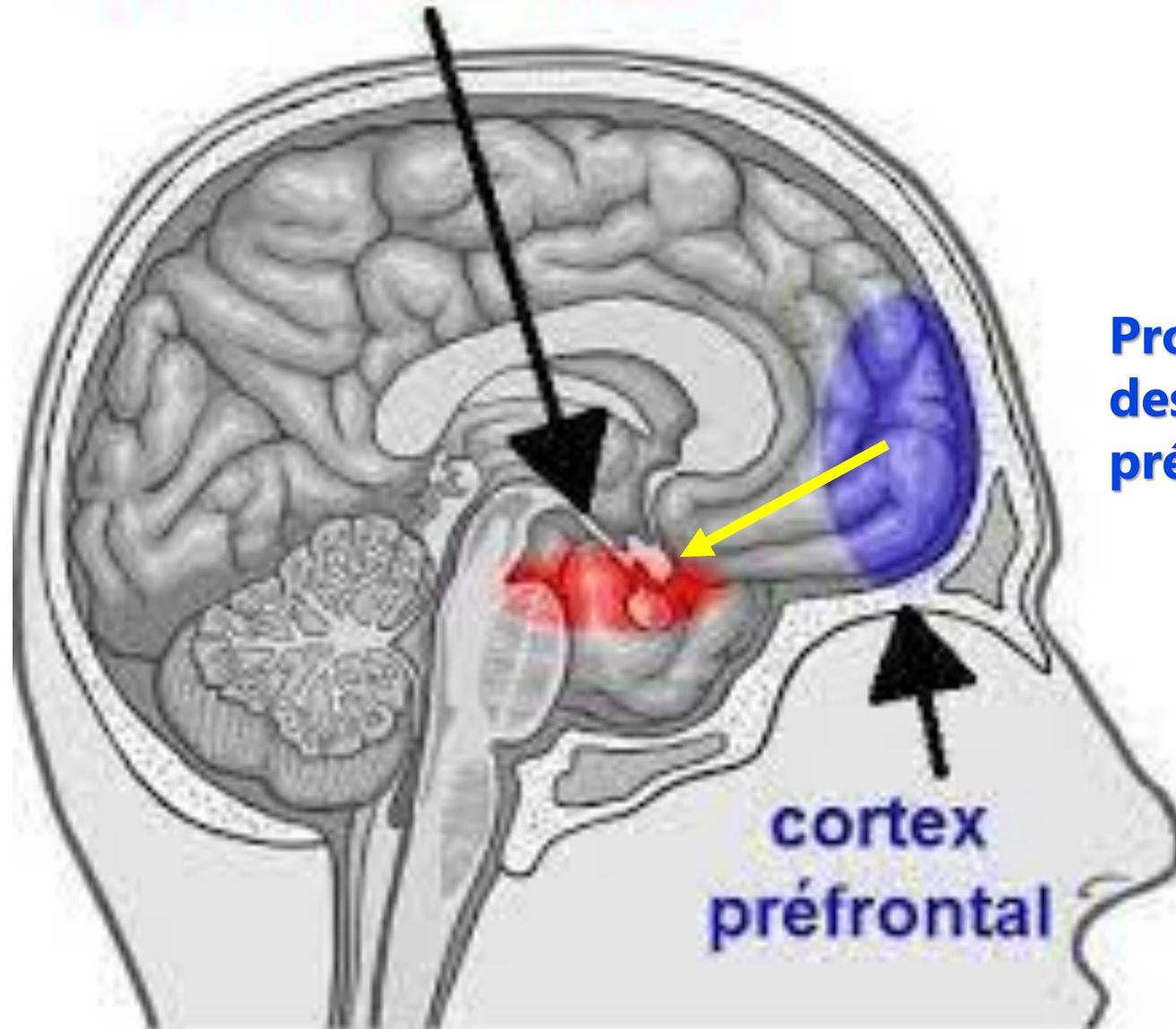
E



F



**systeme limbique**



**Projections inhibitrices  
descendantes  
préfronto-limbiques**

# JOIE



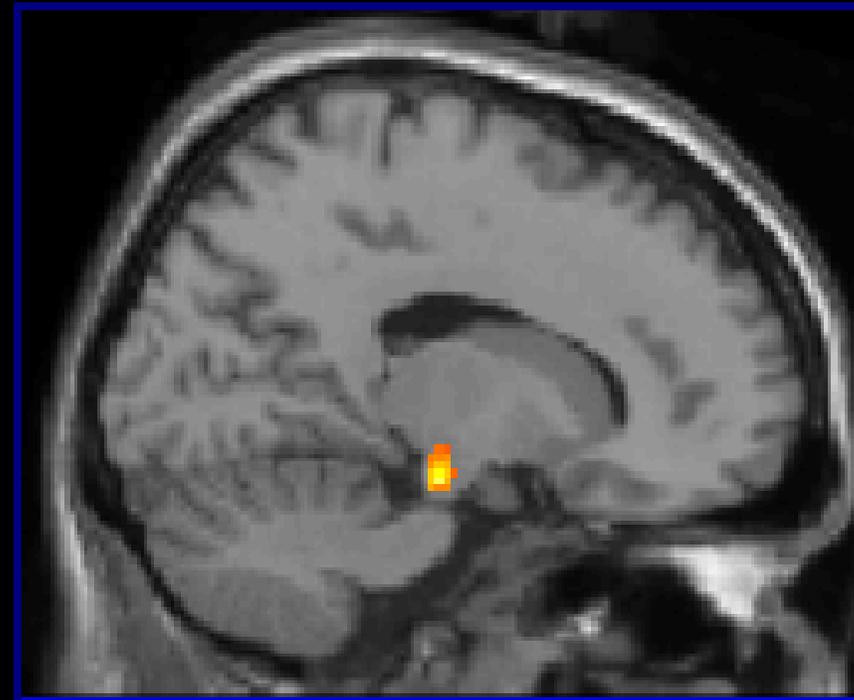
Cortex orbitofrontal gauche

Mésencéphale droit



X = -2

5-HT

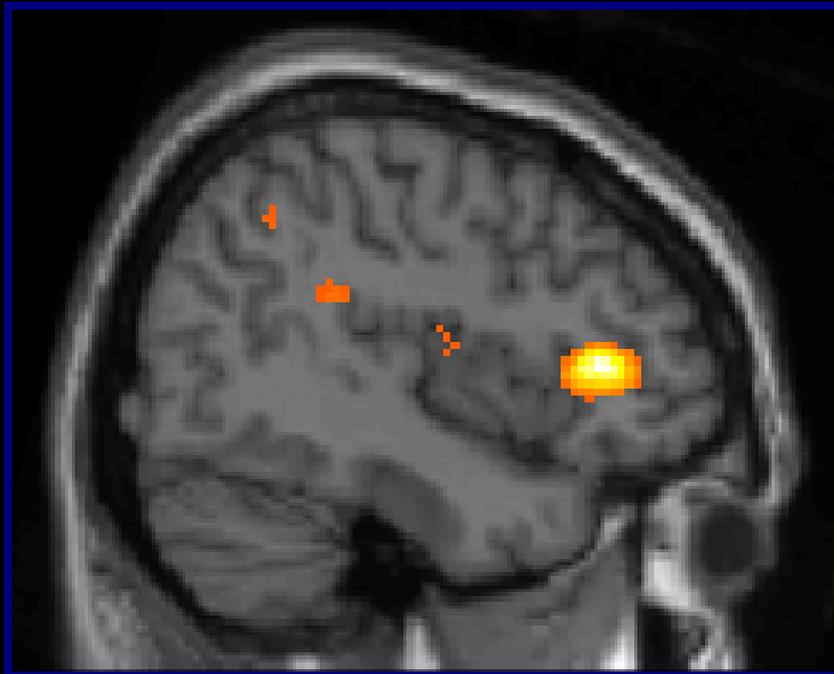


X = 16

# TRISTESSE

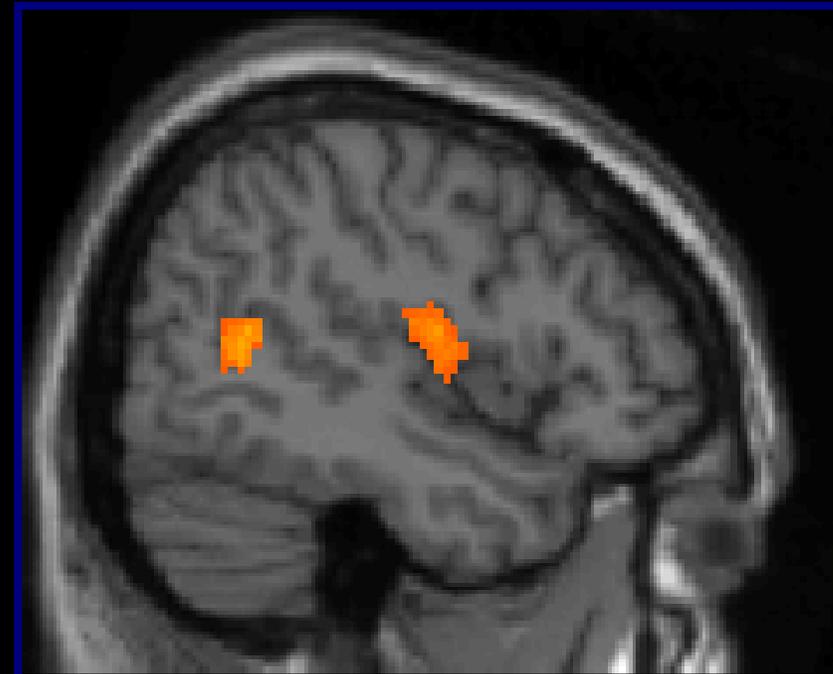


Cortex orbitofrontal droit



X = 40

Cortex insulaire droit



X = 50

↓  
5-HT

# LE MONOLOGUE INTÉRIEUR POSITIF

- Les histoires que nous nous racontons (et que nous racontons aux autres) sur qui et ce que nous sommes et sur ce qui s'est passé dans notre vie constituent une part importante du discours sur soi
- L'être humain a tendance à donner un sens à la réalité par le biais d'histoires, et les histoires "négatives" dans lesquelles nous sommes constamment la victime ou l'affaibli, filtrent ces perceptions de nous-mêmes dans nos pensées, nos émotions et nos comportements habituels

# LE MONOLOGUE INTÉRIEUR POSITIF

- Faire preuve d'autocompassion, de pardon, d'acceptation de soi et de considérer les erreurs comme des occasions d'apprendre et de grandir
- Choisir délibérément de pratiquer un discours positif sur soi peut être une forme puissante de NP autodirigée qui améliore les performances et la santé mentale

# LA THÉRAPIE COGNITIVO-COMPORTEMENTALE (TCC) ET LE RECADRAGE COGNITIF

- La TCC met l'accent sur l'interaction entre notre façon de penser (cognition), notre façon de ressentir (émotion) et notre façon d'agir (comportement)
- Nos pensées (généralement non conscientes) déterminent nos émotions et nos comportements
- Le **recadrage cognitif** repose sur le principe que nos points de vue et nos interprétations du monde dépendent en grande partie du "cadre" dans lequel ils sont perçus

# LE RECADRAGE COGNITIF

- **Cadre**: Un ensemble d'idées, d'associations, d'hypothèses, de valeurs, de règles ou de principes qui forment les schémas auxquels nous faisons mentalement appel - le plus souvent inconsciemment - lorsque nous sommes confrontés à une situation ou à la nécessité d'interpréter quelque chose
- **Recadrer**, c'est changer le sens en plaçant ce que nous voyons, pensons ou vivons dans un cadre différent
- Autrement dit, reconnaître d'autres façons de voir et d'interpréter, ce qui nous permet d'élargir nos choix et notre capacité d'adaptation aux personnes, aux événements et aux situations

# TCC ET PHOBIE DES ARAIGNÉES

## 1) Désensibilisation par exposition graduelle

- Exposition aux images et films d'araignées
- Exposition à une vraie araignée + tarentule

## 2) Réévaluation cognitive

- Modification des croyances inappropriées



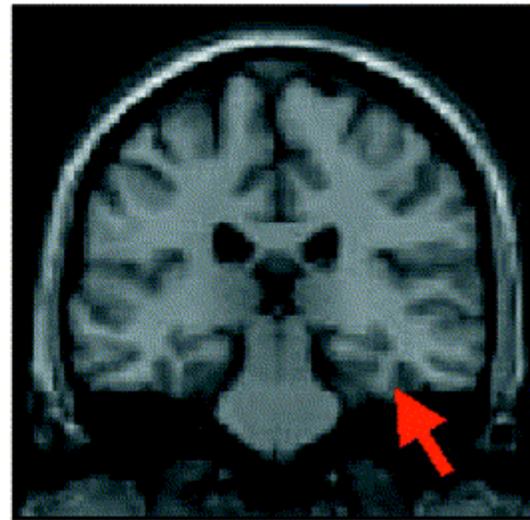
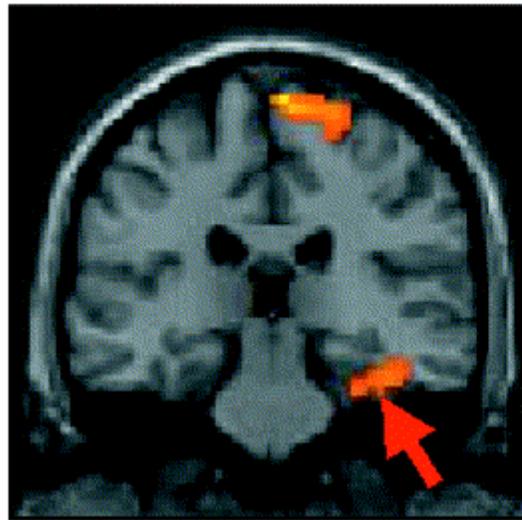


minus



**Pre-treatment**

**Post-treatment**



$Y = -27$

$Y = -27$

# 9. AUTRES MOYENS POUR OPTIMISER SON CERVEAU GRÂCE À LA NP

The background features a blue-to-purple gradient. On the right side, there are several technical diagrams, including a circular scale with numerical markings (100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 210) and concentric circles with arrows indicating rotation. There are also dashed lines and other geometric shapes scattered across the background.

# **A. NUTRACEUTIQUES ET ALIMENTATION**

# NUTRACEUTIQUES : Oméga-3

- **Nutraceutique**: Une substance extraite d'un aliment (sous formes de poudres ou de comprimés) ayant un effet positif sur notre santé
- Le cerveau est exceptionnellement riche en acides gras oméga-3
- Une consommation insuffisante d'oméga-3 provenant du poisson prédispose à certaines maladies mentales, dont la dépression; à l'inverse, les populations consommant beaucoup de poisson présentent moins de cas de dépression



# NUTRACEUTIQUES : Oméga-3

- La consommation d'oméga-3 stimule la neurogénèse dans l'hippocampe, et favorise la plasticité synaptique en stimulant la formation de nouvelles épines dendritiques
- Pourrait aider à ralentir le déclin cognitif associé au vieillissement et à prévenir les maladies neurodégénératives comme l'Alzheimer



# NUTRACEUTIQUES : Antioxydants



- **Antioxydants:** Substances chimiques présentes dans les aliments et possédant la propriété d'empêcher les réactions en chaîne néfastes provoquées par les radicaux libres
- **Radicaux libres:**
  - Composés chimiques instables surtout formés d'oxygène
  - Générés au cours du fonctionnement normal de l'organisme, mais leur production peut être augmentée (pollution, fumée de cigarette, exposition prolongée au soleil)
  - Leur structure chimique fait qu'ils endommagent les autres atomes en les « oxydant »
  - Peuvent contribuer à l'apparition de plusieurs maladies (par ex., maladies cardiovasculaires, certains types de cancers, maladies associées au vieillissement)

# NUTRACEUTIQUES : Antioxydants



## Polyphénols:

- Famille de molécules organiques largement présente dans le règne végétal (par ex., bleuets, fraises, raisins, curcumine, cacao)
- Les polyphénols réduisent le stress oxydatif et l'inflammation
- Efficaces pour la prévention et le traitement du cancer, des maladies inflammatoires, cardiovasculaires et neurodégénératives

# NUTRACEUTIQUES : Polyphénols

- Les polyphénols exercent un effet neuroprotecteur et favorisent la communication neuronale, la plasticité synaptique et la neurogenèse
- Ils réduisent l'incidence des démences et des AVC



# NUTRACEUTIQUES : Curcumine

- Pigment principal du curcuma
- Augmente l'attention et la mémoire de travail (une heure après son administration)
- Accroît la vigilance
- Améliore l'humeur (après un traitement de 4 semaines)



# ALIMENTATION



- Le **régime méditerranéen** - riche en légumes, fruits, légumineuses, noix, céréales, poisson et graisses insaturées, mais pauvre en viande et en produits laitiers - semble préserver l'intégrité et la connectivité structurelle des circuits cérébraux essentiels au fonctionnement cognitif
- Ce régime augmente les niveaux de BDNF, améliore les performances lors des tests de mémoire et réduit le risque de développer la maladie d'Alzheimer

# ALIMENTATION



- Des habitudes alimentaires malsaines, telles qu'une **alimentation trop calorique et la consommation de graisses saturées et de sucres**, peuvent avoir des conséquences négatives sur la santé et le fonctionnement du cerveau : **risque accru de déclin cognitif et, à long terme, de démence**

## **B. RESTRICTION CALORIQUE**

# RESTRICTION CALORIQUE

- Il s'agit du **seul moyen connu d'augmenter l'espérance de vie** chez des dizaines d'espèces animales (**réduction de la consommation de nourriture de 20 % à 40 %, sans malnutrition**)

## Effets

- Améliore globalement les fonctions cognitives
- Diminue la vitesse de vieillissement du cerveau
- Améliore l'apprentissage et la mémoire
- Augmente la neurogenèse et l'adaptation synaptique
- Réduit la perte d'épines dendritiques
- Préviend les maladies neurodégénératives (par ex., Alzheimer, Parkinson)

# C. EXERCICE PHYSIQUE

# EFFETS DE L'EXERCICE PHYSIQUE (EP)



- Les exercices d'**aérobie** (par ex., le vélo, la course à pied ou la natation) favorisent la circulation de l'oxygène dans le système cardiovasculaire
- Accroissent les processus cellulaires de synaptogenèse, de neurogenèse, d'angiogenèse et de gliogenèse
- Augmentent le volume de matière grise (cortex préfrontal et cingulaire, hippocampe)
- Améliorent les performances des mesures de la mémoire, du raisonnement, de la concentration et de la planification

# EXERCICES D'AÉROBIE



- Augmentent le flux sanguin cérébral, le volume de matière grise et blanche et l'activité neuronale
- Accroissent les **facteurs neurotrophiques** (les protéines responsables de la croissance et de la survie des neurones en développement, ainsi que de l'entretien des neurones matures)
- Peuvent réduire le risque de déclin cognitif et de démence (mémoire, fonctions exécutives, flexibilité mentale)
- Démontrés chez des individus jeunes et âgés en bonne santé, de même que chez des populations cliniques (AVC, sclérose en plaques, dépression)

# EXERCICES DE RÉSISTANCE



- Exercices avec le poids du corps, comme les pompes, et l'utilisation d'haltères, de bandes de résistance ou d'appareils d'exercice
- Les améliorations dans les domaines cognitifs (**attention, vitesse de traitement de l'information, mémoire de travail**), sont plus importantes après une combinaison d'entraînement aérobique et de résistance qu'après l'une ou l'autre forme d'entraînement seule (**après 12 semaines**)
- Même chose chez les individus atteints de démence

# EP, DÉPRESSION ET ANXIÉTÉ

- **L'EP a une action similaire à celle de la fluoxétine** (Prozac, inhibiteur sélectif de la recapture de la sérotonine) dans le traitement de la dépression et de l'anxiété
- À l'instar de l'action de la fluoxétine sur la neurogenèse, la pratique de la PE augmente la plasticité de l'hippocampe, favorisant les changements sur le métabolisme de la sérotonine et la plasticité synaptique
- L'EP et la fluoxétine sont toutes deux efficaces pour combattre la dépression et l'anxiété causées par le stress ou les maladies neurodégénératives
- L'EP est associé à une amélioration de la santé physique, de la satisfaction à l'égard de la vie, du fonctionnement cognitif et du bien-être psychologique

# D. ÉLECTROSTIMULATION DU CERVEAU



# STIMULATION TRANSCRÂNIENNE PAR COURANT DIRECT (tDCS)

- Technique de stimulation cérébrale non invasive et indolore, qui utilise des courants électriques faibles pour stimuler des parties spécifiques du cerveau (durée: de 10 à 30 minutes)
- Deux électrodes, une anode (*excitatrice*) et une cathode (*inhibitrice*), sont positionnées sur le crâne en fonction des régions dont on souhaite influencer l'activité
- Mécanismes de base de la tDCS: PLT ou DLT



# STIMULATION TRANSCRÂNIENNE PAR COURANT DIRECT (tDCS)

- Les effets observés sont la conséquence de l'**hyperexcitabilité** des neurones causée par l'anode ou l'**hypoexcitabilité** par la cathode
- Peut être utilisée avec des sujets sains comme méthode d'investigation du fonctionnement normal ou chez différentes populations cliniques à des fins thérapeutiques (**par ex.**, dépression, schizophrénie, maladie d'Alzheimer, maladie de Parkinson)

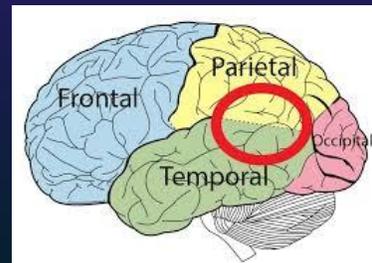


# STIMULATION TRANSCRÂNIENNE ET VIEILLISSEMENT

- **Vieillesse normale**: Déclin progressif des fonctions motrices et cognitives (mémoire de travail, mémoire épisodique, vitesse de traitement de l'information)
- Diminution progressive du volume de matière grise dans plusieurs régions cérébrales, ainsi qu'à une perte de matière blanche, particulièrement dans le cortex préfrontal

## Amélioration cognitive

- Stimulation du cortex préfrontal dorsolatéral: mémoire de travail
- Stimulation du cortex temporopariétal: mémoire épisodique



# **E. ENTRAÎNEMENT DES ONDES CÉRÉBRALES**

# SYNCHRONISATION DES ONDES CÉRÉBRALES INDUITE PAR DES SONS

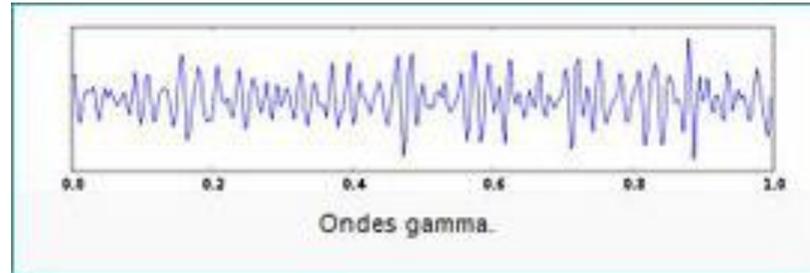


- L'activité électrique du cerveau est associée à des ondes de fréquences différentes (delta, thêta, alpha, bêta et gamma)
- Les divers états de conscience correspondent à différentes ondes cérébrales
- Les sons peuvent accélérer ou ralentir la fréquence des ondes cérébrales (**réponse d'entraînement**)



# LES ONDES CÉRÉBRALES

## Ondes gamma 30 – 100 Hz



Concentration optimale,  
résolution de problèmes,  
méditation profonde



### Beta 15-30 Hz

Eveil, conscience



### Alpha 9-14 Hz

Relaxation, calm,  
méditation, créativité



### Theta 4-8 Hz

Relaxation et méditation  
profonde, résolution de  
problèmes



### Delta 1-3 Hz

Sommeil profond

# ENTRAÎNEMENT DES ONDES CÉRÉBRALES

Sans synchronisation



Fonctionnement incohérent du cerveau. Processus de pensée limité.

Avec synchronisation



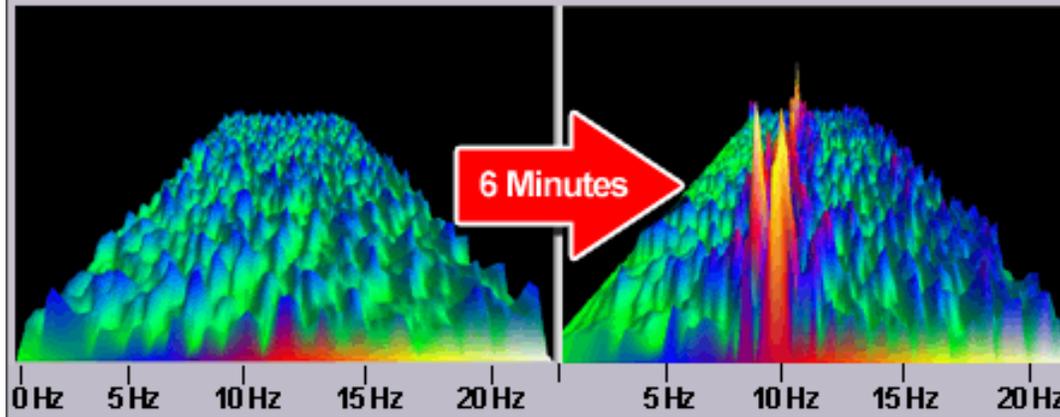
Cohérence maximale du travail hémisphérique. Potentiel élevé.

Visualisation des fréquences cérébrales

## Brain Response To 10 Hz Entrainment

Brainwaves (Before)

Brainwaves (After)

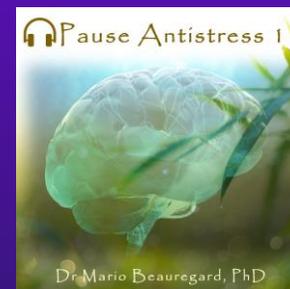
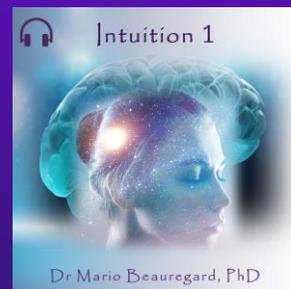
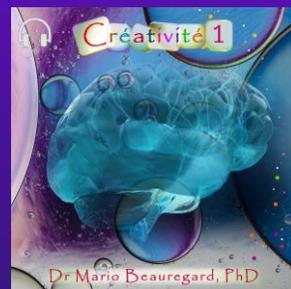
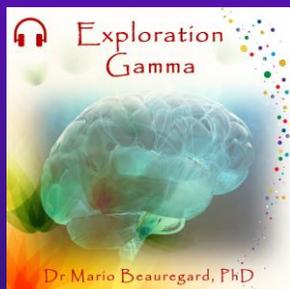


Sound Pulses:



# BÉNÉFICES DE L'ENTRAÎNEMENT DES ONDES CÉRÉBRALES PAR LES SONS

- Relaxation et réduction du stress (ondes alpha)
- Créativité (ondes thêta)
- Régénération cellulaire (ondes delta)
- Concentration (ondes gamma)
- Approfondissement de l'état méditatif (ondes thêta)



<https://www.drmariobeauregard.com/trames-sonores>

# F. NEUROFEEDBACK



# NEUROFEEDBACK

## Définition:

Aspect 1 : Une technique qui montre à l'utilisateur en temps réel son activité cérébrale

Aspect 2 :

- Un feedback (signal de rétroaction) auditif et/ou visuel est donné lorsque l'utilisateur entre dans un état de fonctionnement ciblé (désiré)
- L'utilisateur est conditionné à créer un fonctionnement précis

Aspect 3 : L'utilisateur est amené consciemment à améliorer son fonctionnement cérébral

# UTILITÉ DU NEUROFEEDBACK

**Le neurofeedback est un entraînement neurocognitif permettant de modifier le fonctionnement cérébral**

Buts du neurofeedback:

- Réduire les symptômes associés à un trouble cognitif, émotionnel ou comportemental (par ex: anxiété, hyperactivité, tics)
- Augmenter les capacités et fonctions cognitives  
Ex: Attention, mémoire, gestion des émotions, contrôle moteur

# INTERFACE CERVEAU-ORDINATEUR



# CONDITIONNEMENT OPÉRANT

## Comportements cibles

- L'amplitude de l'activité cérébrale (par ex.: ondes alpha)

## Renforcement positif

- Un son, une animation visuelle, feedback du neurothérapeute

## Renforcement négatif

- Absence ou différence sonore, l'animation visuelle arrête, feedback du neurothérapeute

# CONDITIONNEMENT OPÉRANT

## Répétition

- La génération d'une activité cérébrale spécifique devient beaucoup plus facile et rapide

## Généralisation (autres moments, contextes, tâches, etc.)

- Une fois que le conditionnement de l'activité cérébrale a été bien réussi

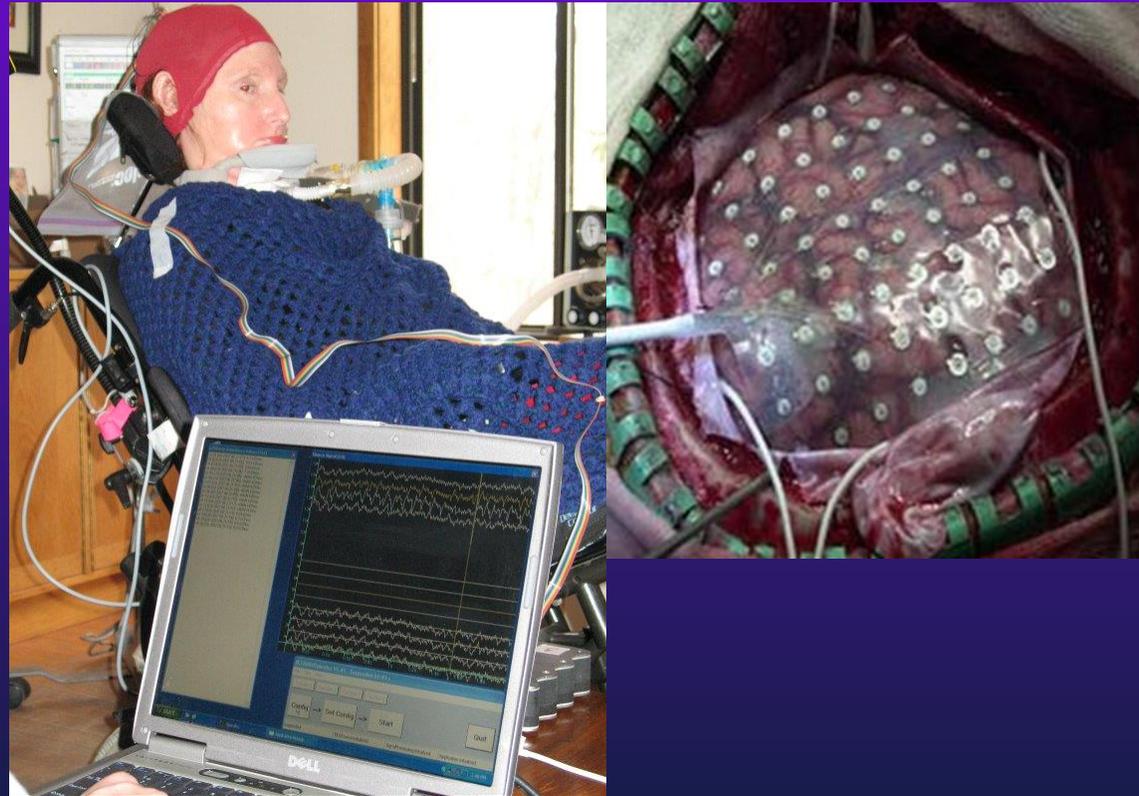
# AUTORÉGULATION CONSCIENTE ET VOLONTAIRE

## Lorsque la personne est capable:

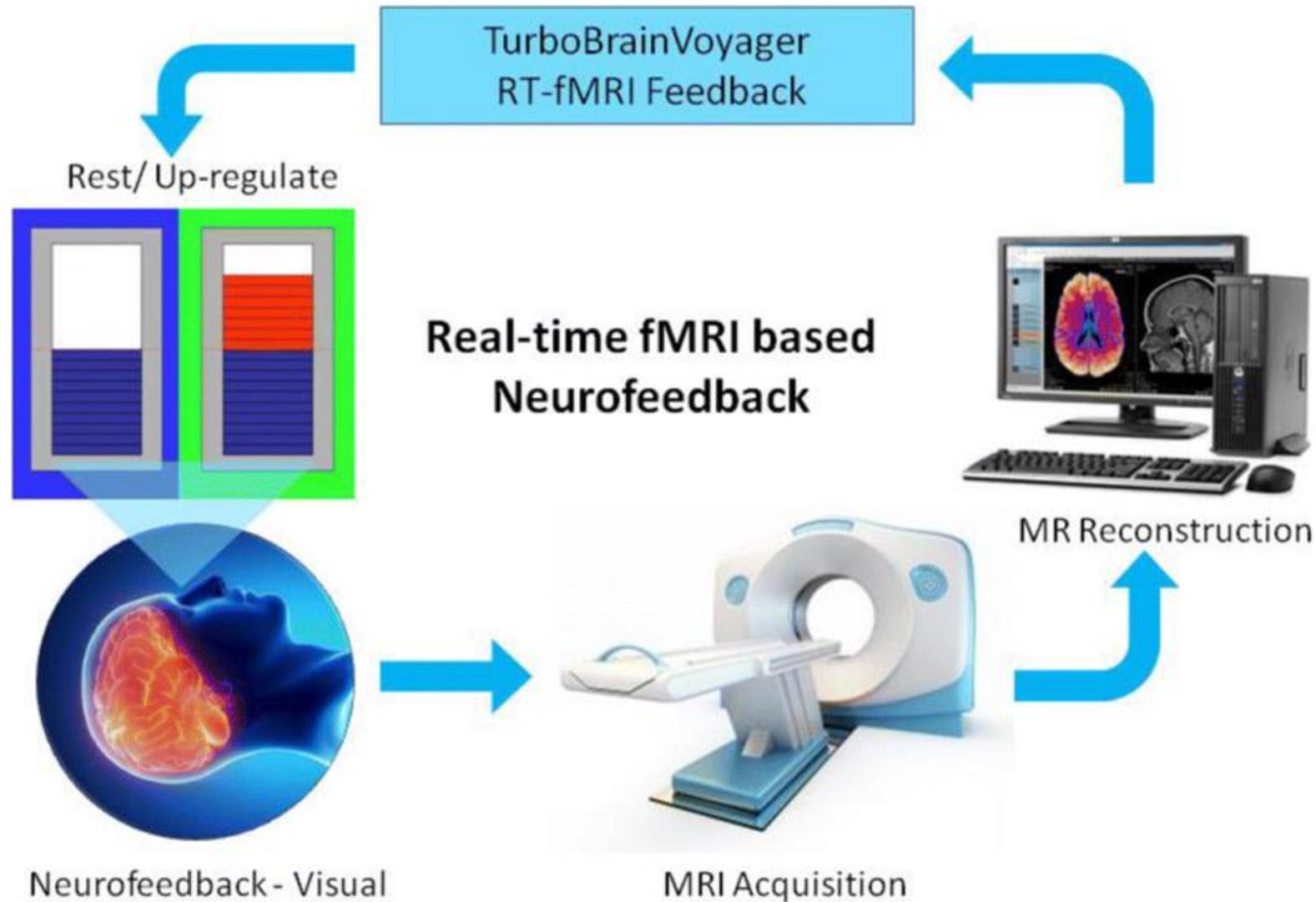
- De reconnaître consciemment l'état mental ou la stratégie mentale associés à la réponse cérébrale ciblée
- De générer sur demande la réponse cérébrale ciblée
- D'augmenter, de diminuer ou de maintenir sur demande la réponse cérébrale ciblée

# INTERFACE CERVEAU-ORDINATEUR

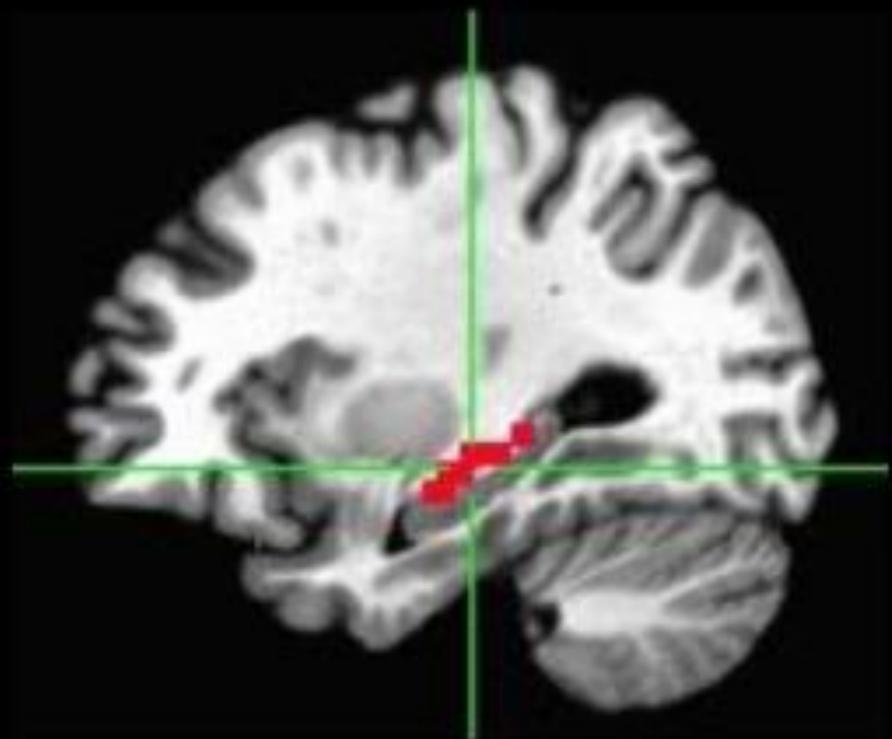
Syndrome  
d'enfermement  
(*locked-in syndrome*)



# NEUROFEEDBACK PAR IRMf

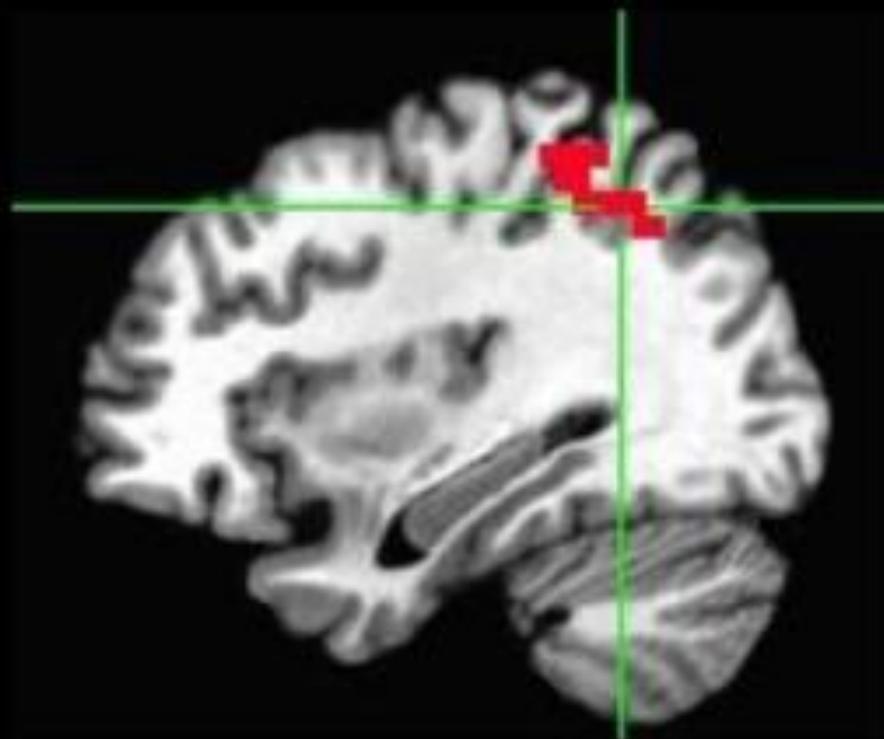


A



Hippocampus

B



intraparietal

# OPTIMISATION DE LA PERFORMANCE

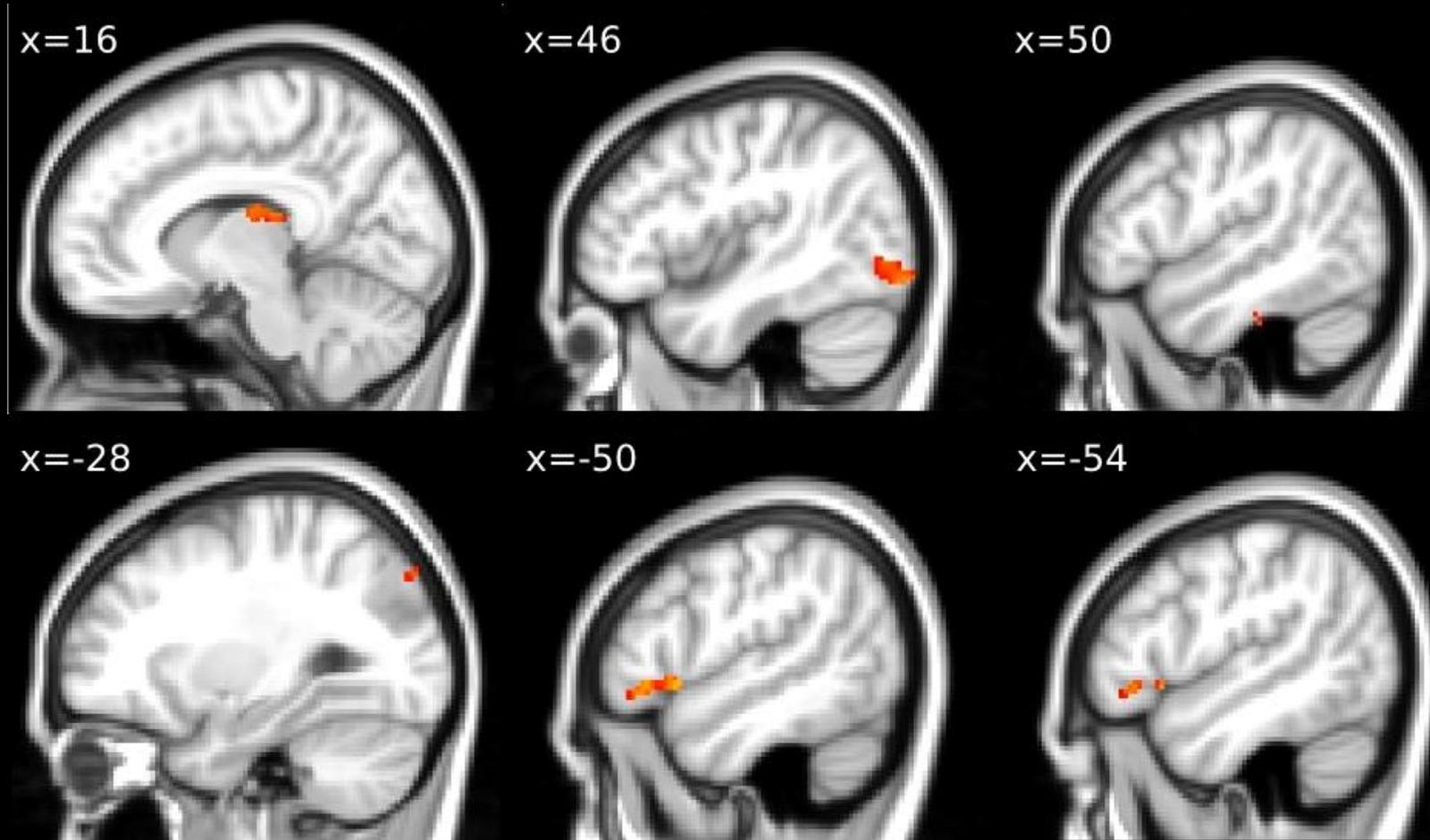
## « PEAK PERFORMANCE »

Vise à modifier notre état d'esprit à volonté afin de faire face le plus efficacement possible à n'importe quel défi

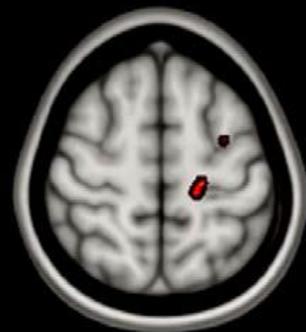
Ex: Alexandre Bilodeau, champion olympique en ski acrobatique



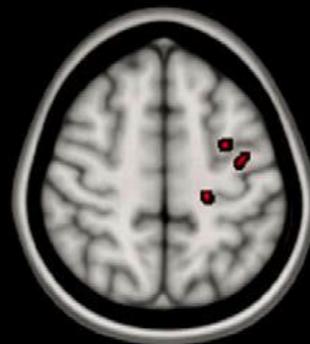
# CHANGEMENTS STRUCTURELS INDUITS PAR UN ENTRAÎNEMENT EN NEUROFEEDBACK



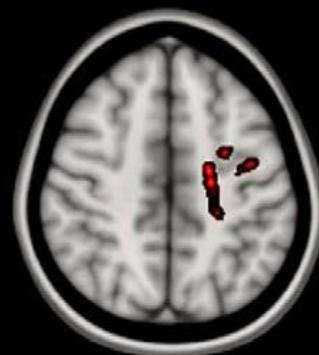
Z=56



Z=51



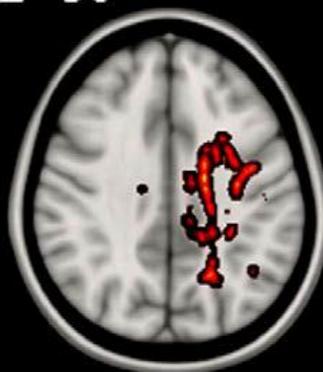
Z=46



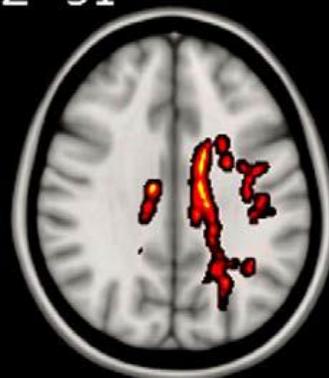
Z=41



Z=36



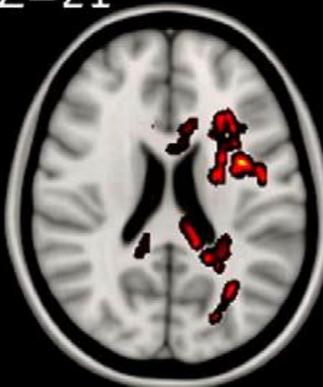
Z=31



Z=26



Z=21



Z=16



# EFFICACITÉ DU NEUROFEEDBACK SUR LE PLAN CLINIQUE

## Efficace:

- Trouble déficitaire de l'attention et hyperactivité (TDAH)
- Épilepsie
- Anxiété

## Probablement efficace:

- Dépression
- Trouble envahissant du développement (TED) (ex.: autisme)
- Traumatisme crânien

# EFFICACITÉ DU NEUROFEEDBACK CHEZ DES INDIVIDUS SAINS

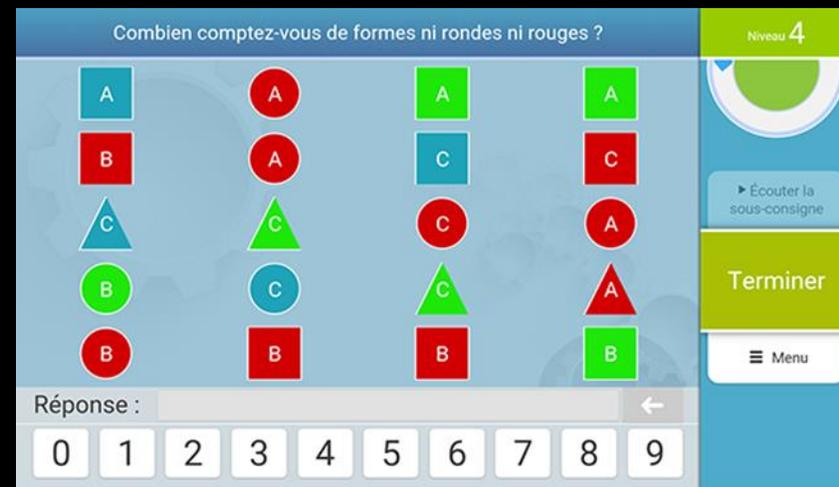
Chez des sujets sains, le neurofeedback a permis d'améliorer non seulement les performances cognitives (**mémoire à court terme, apprentissage, aptitudes visuo-spatiales, fonctions exécutives**), mais aussi les performances artistiques (**danse, musique instrumentale, chant, etc.**) et sportives (**golf, tir à l'arc, etc.**)

# G. ENTRAÎNEMENT COGNITIF



# ENTRAÎNEMENT COGNITIF

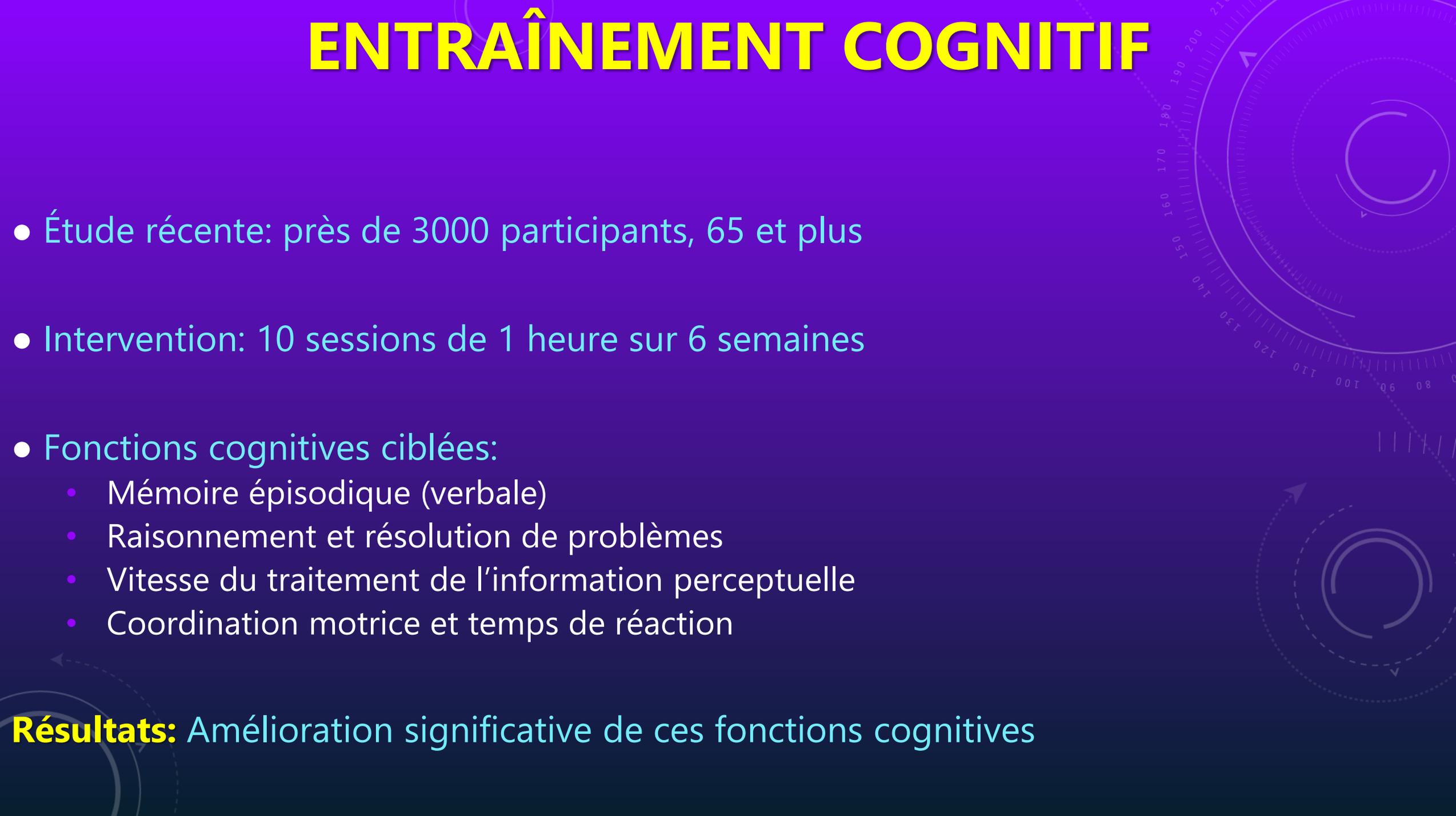
- Ensemble d'exercices qui sont pratiqués de manière répétitive en accroissant le niveau de difficulté
- Ces exercices visent à développer les fonctions cognitives (par ex., apprentissage, mémoire, attention, concentration)



# JEUX INFORMATIQUES ET APPLICATIONS

- Jeux informatiques, gadgets, applications pour smartphones : Une industrie de plusieurs millions de dollars
- Plusieurs de ces produits ciblent les personnes âgées, et sont censés améliorer la santé cérébrale globale voire même réduire le risque de développer les diverses formes de démence
- Il existe très peu de preuves que ces produits améliorent les fonctions cognitives

# ENTRAÎNEMENT COGNITIF

The background features a dark blue gradient with several faint, stylized gears and a circular scale on the right side. The scale has numerical markings from 0 to 210 in increments of 10. The gears are rendered in a light blue color, creating a technical and scientific aesthetic.

- Étude récente: près de 3000 participants, 65 et plus
- Intervention: 10 sessions de 1 heure sur 6 semaines
- Fonctions cognitives ciblées:
  - Mémoire épisodique (verbale)
  - Raisonnement et résolution de problèmes
  - Vitesse du traitement de l'information perceptuelle
  - Coordination motrice et temps de réaction

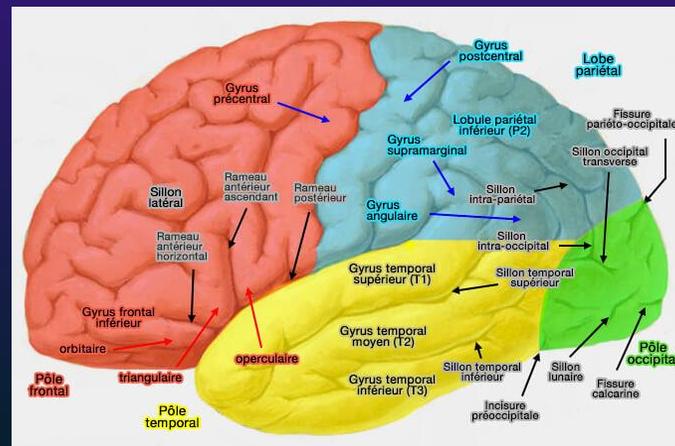
**Résultats:** Amélioration significative de ces fonctions cognitives

# H. AUTRES TYPES D'ENTRAÎNEMENT

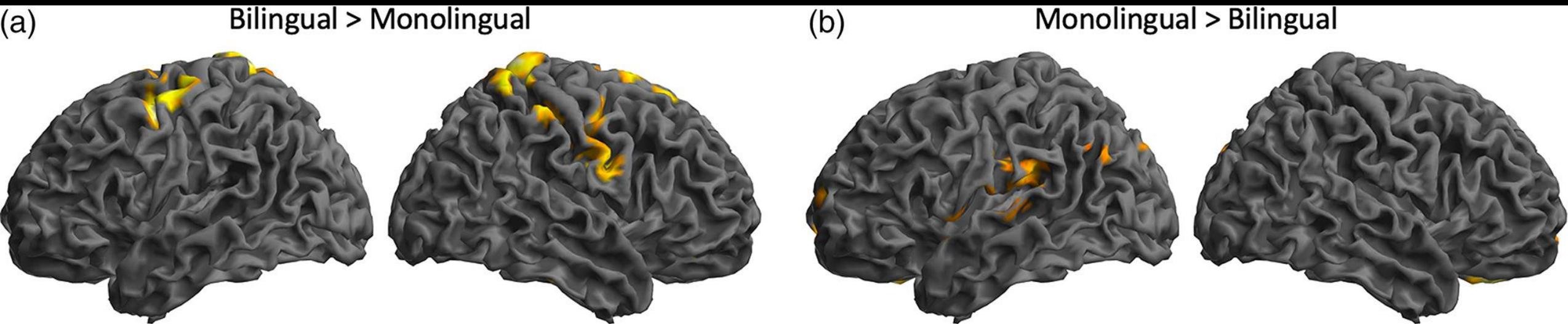
The background features a dark blue gradient with several technical diagrams. On the right side, there are two large circular diagrams resembling gauges or speedometers. The top one has a scale from 0 to 210 with major markings every 10 units and minor markings every 2 units. The bottom one has a scale from 0 to 120 with major markings every 20 units and minor markings every 5 units. Both gauges have dashed outer circles and solid inner circles with arrows indicating direction. In the bottom left corner, there are two concentric dashed circles with arrows pointing counter-clockwise. The overall aesthetic is technical and modern.

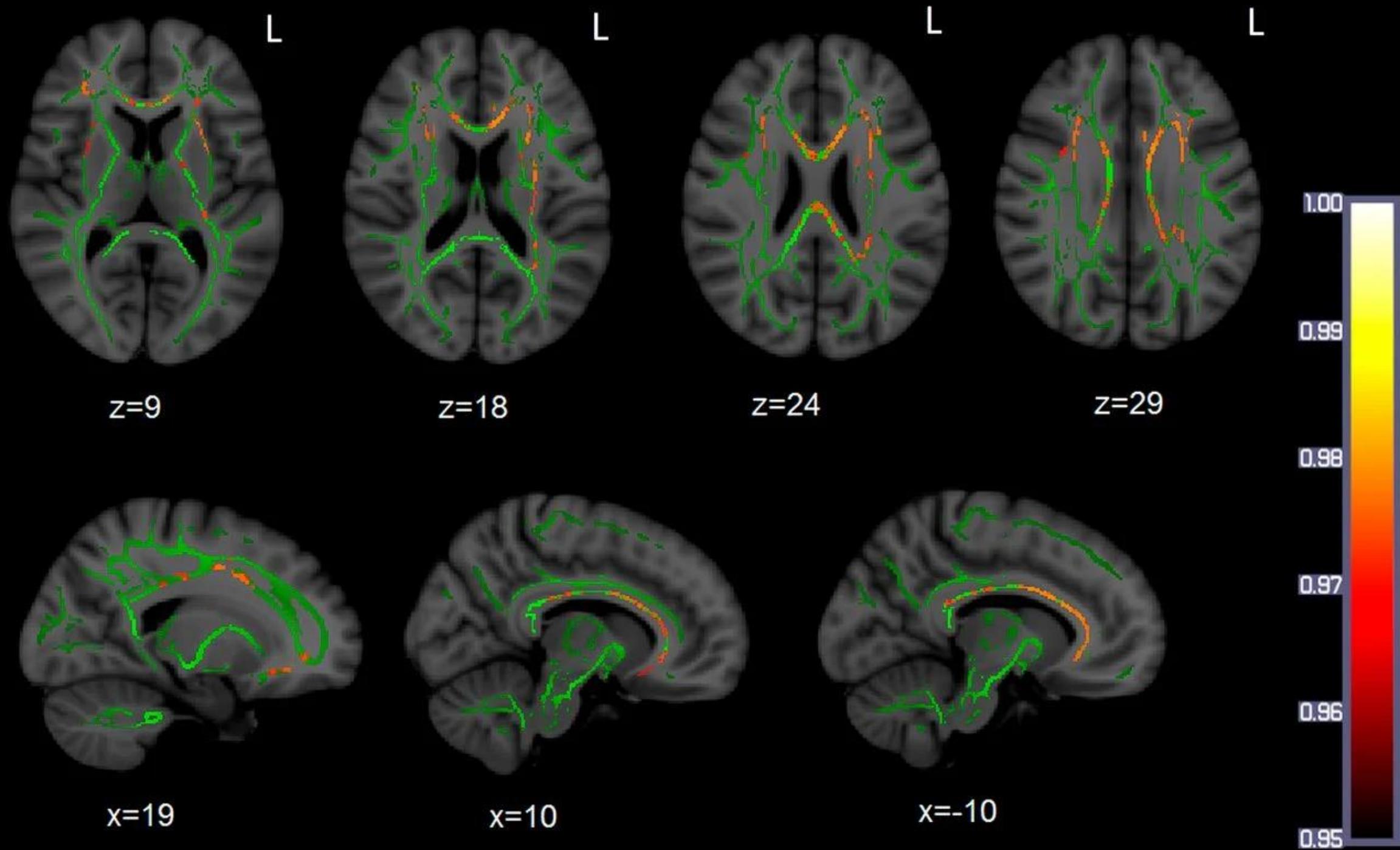
# APPRENTISSAGE D'UNE LANGUE SECONDE

- Associé à une densité de matière grise accrue dans le lobule pariétal inférieur gauche, une région du cerveau impliquée dans plusieurs fonctions liées au langage (mémoire des sons langagiers, développement du lexique)
- Augmentation de l'épaisseur corticale dans les régions associées au langage
- Augmentation des faisceaux de matière blanche reliant ces régions



# AUGMENTATION DE LA MATIÈRE GRISE CHEZ LES INDIVIDUS BILINGUES





# APPRENTISSAGE D'UNE LANGUE SECONDE

- Apprendre une langue seconde a un **effet neuroprotecteur** (contre les maladies neurodégénératives, par ex. la maladie d'Alzheimer)
- Ces changements structuraux apparaissent après seulement 3 mois d'apprentissage
- Cependant, sont changements sont réversibles si la seconde langue n'est pas pratiquée (pendant une année ou plus)

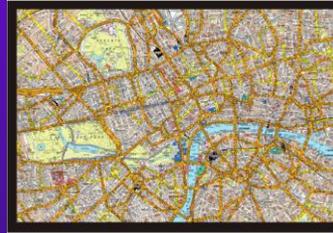


# ENTRAÎNEMENT MUSICAL

- Chez les pianistes, **augmentation des faisceaux de matière blanche dans le corps calleux et les fibres reliant les cortex sensoriels et moteurs**
- Favorise la **connectivité entre les régions du cerveau et la formation de nouveaux réseaux neuronaux**
- Les musiciens ont une **meilleure perception sonore et visuelle, concentration, attention, mémoire et coordination motrice**

# CHAUFFEURS DE TAXI LONDONIENS

- Pour obtenir la licence de chauffeur de taxi londonien, les stagiaires suivent des années d'entraînement complet de la mémoire afin d'apprendre :



- Le tracé labyrinthique de quelque 26 000 rues dans un rayon de 10 km autour de la gare de Charing Cross
- L'emplacement de milliers de points de repère
- La manière la plus rapide de naviguer entre deux points quelconques de la ville de Londres

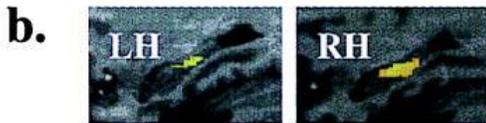
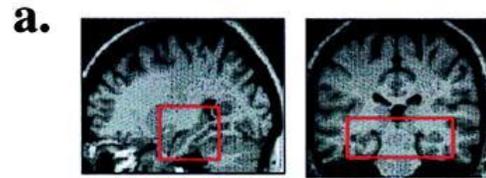
# CHAUFFEURS DE TAXI LONDONIENS

- Plus grande densité de matière grise dans l'hippocampe postérieur chez les chauffeurs de taxi londoniens qualifiés comparés à des sujets normaux
- Cette région est impliquée dans la navigation spatiale
- La dimension de cette structure était liée au temps passé en tant que chauffeur de taxi à Londres



# CHAUFFEURS DE TAXI (LONDRES)

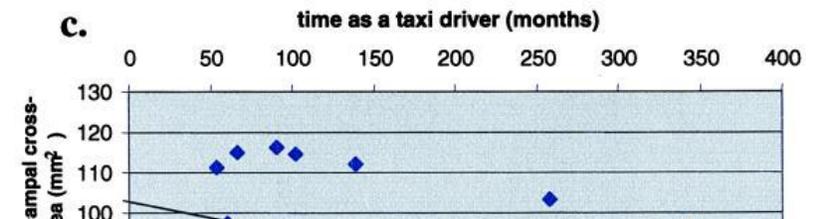
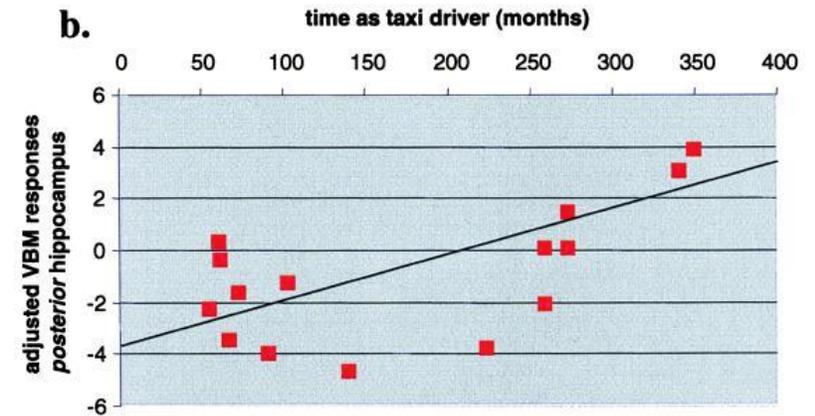
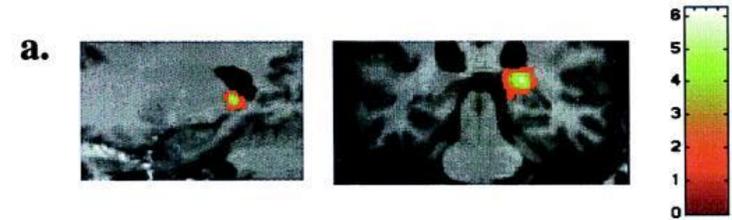
Hippocampe  
postérieur



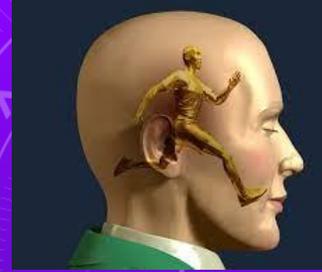
y = -33



y = -27



# IMAGERIE MENTALE

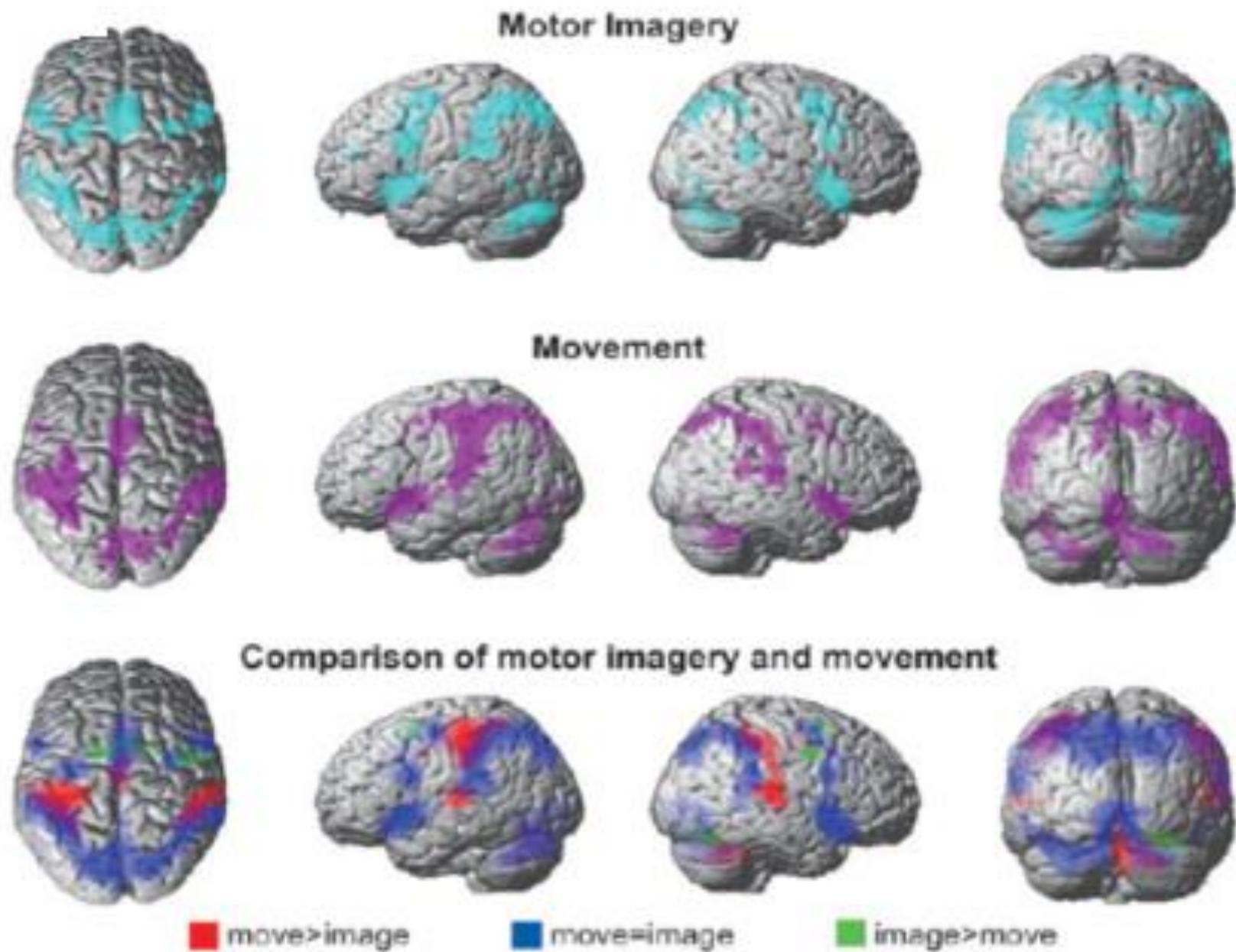


- Représentation mémorisée ou imaginée d'un objet physique, d'une situation ou d'une action
- S'applique aux diverses modalités sensorielles et à la motricité
- Les patrons d'activité cérébrale associés à la perception d'un objet donné versus à l'imagerie mentale de ce même objet sont très similaires
- Les images mentales peuvent induire de puissantes réactions émotionnelles (par ex., dans le trouble de stress post-traumatique et chez les toxicomanes)
- Les images à caractère émotionnel activent les régions du cerveau impliquées dans les émotions (par ex., l'amygdale)

# IMAGERIE MOTRICE

- Il existe aussi des données suggérant que **l'imagerie motrice – la visualisation mentale de certains mouvements** - peut accroître l'apprentissage et l'exécution de ces mouvements
- Les mouvements imaginés peuvent entraîner les mêmes changements plastiques dans le cerveau

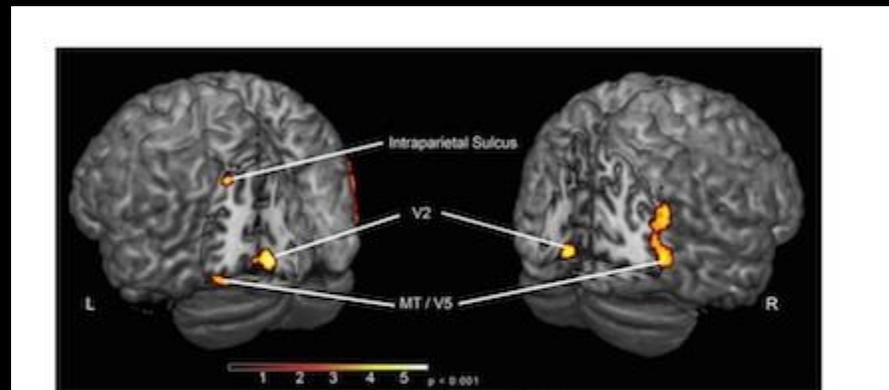
Hanakawa et al. (2008)



# APPRENDRE À JONGLER



- Les structures impliquées dans la coordination motrice et les capacités visuo-spatiales accroissent leur volume de matière grise et matière blanche
- Après seulement quelques mois d'entraînement



# I. LE SOMMEIL

The background is a dark teal color with several abstract geometric elements. In the top left, there is a small white circle with a dashed line and an arrow. In the top right, there is a large circular scale with numbers from 80 to 210 and a dashed line with an arrow. In the bottom left, there is a large white circle with a dashed line and an arrow. In the bottom right, there is a large white circle with a dashed line and an arrow.

# LE SOMMEIL

- Facteur important de la plasticité cérébrale, de la récupération après une lésion cérébrale ainsi que du fonctionnement cognitif
- Favorise la rétention de l'apprentissage grâce à la croissance des épines dendritiques
- La diminution du flux sanguin cérébral induite par un mauvais sommeil peut avoir une influence négative sur le fonctionnement cognitif

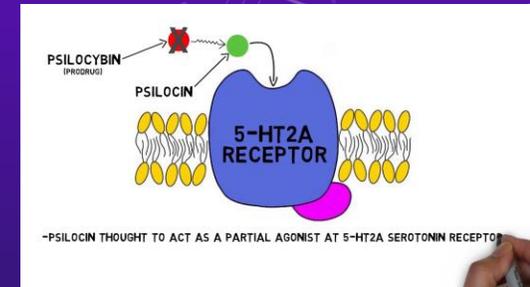


# J. LES PSYCHÉDÉLIQUES



# LES SUBSTANCES PSYCHÉDÉLIQUES

- Ces substances produisent des altérations de la perception, de la cognition et de l'humeur
- Elles ont la capacité *d'ouvrir l'esprit et la conscience*
- Naturelles ou synthétiques
- Les psychédéliques sérotoninergiques classiques (psilocybine, LSD, mescaline, DMT, ayahuasca) produisent des effets psychiques par agonisme des récepteurs sérotoninergiques (5-HT), en particulier le récepteur 5-HT2A



# EFFETS DES PSYCHÉDÉLIQUES

- Une seule administration de psychédéliques produit des changements rapides dans les mécanismes de **plasticité au niveau moléculaire (BDNF) et cellulaire (synapses et dendrites)**
- L'administration répétée d'un psychédélique stimule la **neurogenèse**
- Le LSD, l'ayahuasca et la psilocybine **améliorent les symptômes liés à la dépression, l'anxiété et la dépendance après une ou deux doses** (mesurables 3 semaines à 6 mois après l'administration)
- Ces améliorations cliniques peuvent durer des mois ou des années après le traitement (en raison de la NP)

# EFFETS DES PSYCHÉDÉLIQUES



- Dans un cadre sûr et favorable, les substances psychédéliques peuvent provoquer des expériences personnellement et émotionnellement significatives, qui peuvent conduire à des améliorations durables du bien-être
- Ces expériences sont associées à des prises de conscience des problèmes personnels, de percées émotionnelles, d'un retraitement de souvenirs traumatisants et de sentiments de connexion et d'empathie pour soi-même et pour les autres

# K. QUELQUES SUGGESTIONS

The background features a dark blue gradient with several white circular and semi-circular patterns. On the right side, there is a large circular scale with numerical markings from 0 to 210 in increments of 10. The scale has an arrow pointing counter-clockwise. Other smaller circular patterns with arrows are scattered across the background, some solid and some dashed.

# AUTRES SUGGESTIONS

- Résoudre des énigmes (casse-tête, sudoku, mots croisés, etc.)
- Faire des exercices mnémotechniques (et jeux de mémoire) : S'enseigner des moyens mnémotechniques, comme des formules ou des rimes
- Jouer aux échecs
- Élargir son vocabulaire
- Développer des capacités artistiques
- Apprendre de nouvelles danses

# UTILISER LA « MAUVAISE » MAIN (MAIN NON DOMINANTE)

- **Exercices « neurobiques »**
- Excellent pour former de nouveaux réseaux neuronaux
- Si vous êtes droitier, essayez de vous brosser les dents de la main gauche, puis faites-le en vous tenant en équilibre sur une jambe
- Couper ses légumes ou effectuer d'autres actions avec sa main non dominante

# 10. NEURO-AMÉLIORATION ET TRANSHUMANISME



# LE TRANSHUMANISME



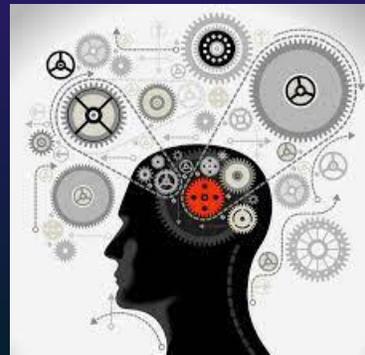
- Les transhumanistes (et les posthumanistes) considèrent comme licite tout moyen naturel, chimique ou technologique permettant d'élargir les compétences, les capacités et les possibilités de l'humain
- À l'opposé, l'approche bioconservatrice se concentre sur la préservation de l'authenticité de la nature humaine et considère la neuro-amélioration (NA) comme une menace qui ne peut aboutir qu'à des résultats contre nature
- Il s'agit d'une question complexe qui est profondément débattue

# LA NA

- **Synonymes:** Augmentation cérébrale, amélioration cérébrale, optimisation cérébrale, dopage cérébral, botox pour le cerveau, neuro-augmentation, neuro-optimisation
- Inclut tant les personnes malades que les personnes non malades et toutes les techniques possibles - qu'elles soient médicales, biomédicales ou non médicales - permettant tout à la fois de pallier les déficits, d'améliorer le fonctionnement du cerveau à partir d'un état de référence, dans un but thérapeutique ou non
- La NA vise toutes les interventions ayant pour finalité d'améliorer la forme ou les fonctions humaines **au-delà de ce qui est nécessaire pour le maintien ou le rétablissement d'une bonne santé**
- Elle vise aussi une augmentation des performances qui va **au-delà des capacités considérées comme « normalement » réalisables par des humains en bonne santé**

# LES FACULTÉS COGNITIVES

- L'ensemble de processus mentaux liés à la connaissance : **attention, concentration, apprentissage, intelligence, langage, mémoire, perception, prise de décision, résolution de problèmes, créativité, raisonnement, etc.**
- La NA vise également à améliorer les **états émotionnels**



# LA NA

- L'individu cherche depuis toujours à s'améliorer, à devenir plus performant, plus heureux, plus fort, etc.
- La NA ne serait qu'un pas de plus dans cette quête qui vouée à se poursuivre toujours plus loin
- Elle semble répondre à un intérêt personnel cherchant à satisfaire une pluralité de demandes (désir de réussite et de s'accomplir, nécessité d'acceptation et d'intégration sociale, besoin de soulager la souffrance, trouver le bonheur, etc.)

# LE MOUVEMENT TRANSHUMANISTE

- Les **transhumanistes** envisagent la possibilité pour l'être humain d'accroître son intelligence par des moyens biologiques ou artificiels, de moduler son état psychologique, d'abolir la souffrance, etc.
- Ils préconisent le droit moral de ceux qui le désirent, de se servir de la technologie pour accroître leurs capacités physiques ou mentales et d'être davantage maîtres de leur propre vie
- Ils affirment également leur souhait de s'épanouir en transcendant les limites biologiques actuelles
- Le **mouvement transhumaniste** évoque une finalité de progrès ainsi que la continuation de l'évolution de l'espèce humaine

# LE MOUVEMENT TRANSHUMANISTE

- Les **transhumanistes** prétendent que l'amélioration cognitive, même d'une partie limitée de la société, serait bénéfique pour l'ensemble, car plus il y a d'individus talentueux et doués, mieux la société se portera et plus vite elle progressera

- **Objectifs spécifiques de ce mouvement:**

Vaincre la timidité; se sentir heureux, moins stressé, moins anxieux; être plus empathique; renforcer ses compétences sociales; augmenter le sentiment d'accomplissement personnel; atteindre le bien-être

# TRANSHUMANISME ET SOCIÉTÉS PRIVÉES

- **Différentes sociétés privées ont été créées dans le but de:**
  - Développer des techniques de NA et des interfaces cerveau-machine qui promettent d'augmenter les performances intellectuelles et de sauvegarder la mémoire chez les personnes non malades
  - Augmenter les capacités cognitives de l'homme pour faire face à la compétition grandissante de machines nourries à l'intelligence artificielle (IA)

# DANGERS POSSIBLES DU TRANSHUMANISME ET DE LA NA

- L'individu qui a choisi d'améliorer ses capacités cognitives peut se voir, de ce fait, plus demandé au travail, et donc travailler plus qu'auparavant
- La personne dont la réduction de la peur ne lui permet plus de réagir aux situations de danger
- La liberté exercée par certains peut finir par s'imposer et de cette manière s'ériger en obligation pour d'autres personnes compte tenu de la normalisation du recours à la NA
- La stimulation cérébrale profonde ou les implants présentent des risques d'effets secondaires élevés

# NORMALISATION SOCIALE DE LA NA?

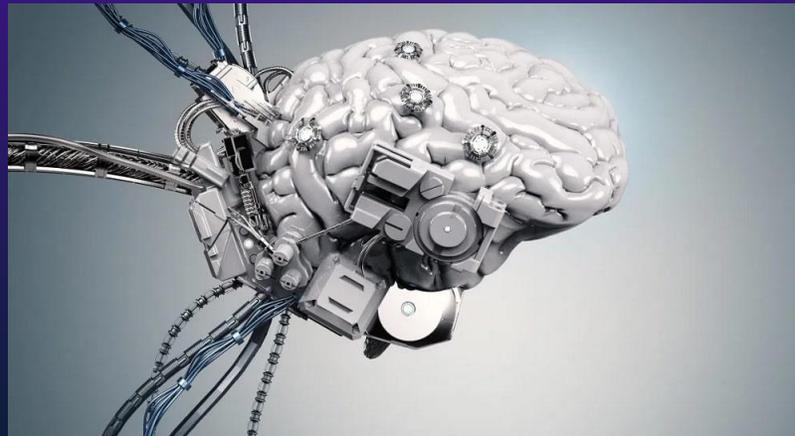
- Les comportements se partagent, s'adoptent et ensuite se normalisent
- **Exemples:**
  - La prise de psychostimulants chez les cadres pour être plus performants
  - La prise de psychotropes pour être plus imperméables au stress, être plus adaptés
  - L'usage du cannabis pour faire face à l'angoisse

# VOULEZ-VOUS DEVENIR UNE MEILLEURE VERSION DE VOUS-MÊME?

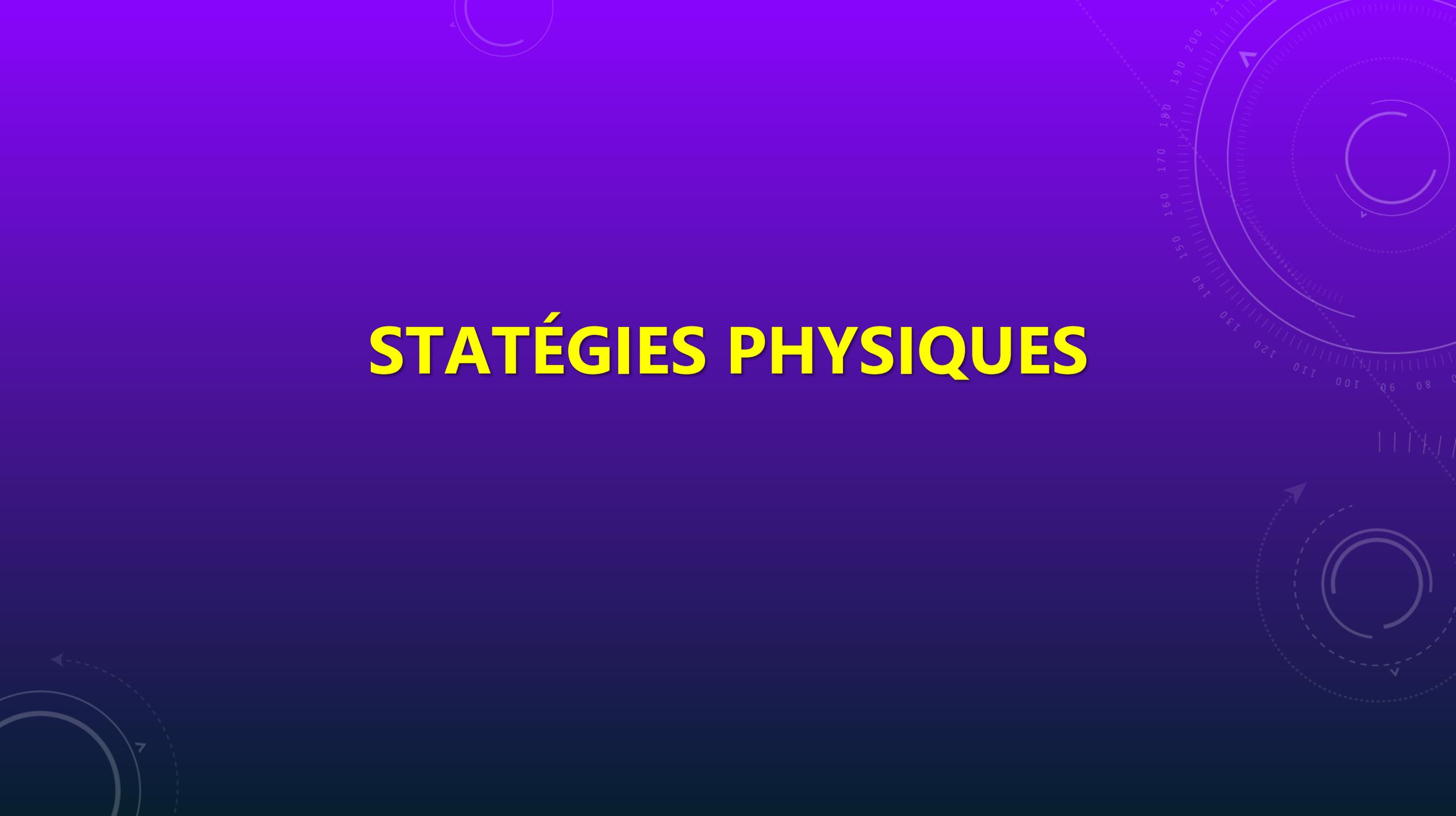
- Des entreprises comme **Neuralink** ou **Kernel** encouragent le développement des techniques invasives de NA (interfaces cerveau-machine)
- Avec ses promesses de vente, l'industrie encourage l'usage de différentes techniques de NA, **au-delà de tout principe de précaution**
- L'industrie essaie de créer une demande pour en tirer des profits



# 12. LES NEUROTECHNOLOGIES

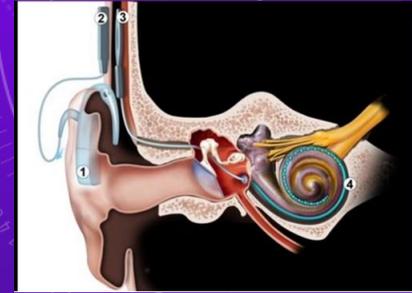


# STATÉGIÉS PHYSIQUES

The background features a dark blue-to-purple gradient. On the right side, there is a large, semi-transparent circular graphic. It consists of several concentric circles, some solid and some dashed, with a scale of numbers from 0 to 210 around the perimeter. A white arrow points clockwise from the top. In the bottom right corner, there is another smaller circular graphic with dashed lines and an arrow pointing clockwise. In the bottom left corner, there is a partial circular graphic with dashed lines and an arrow pointing clockwise. At the top center, there is a small, faint circular graphic with a white arrow pointing clockwise.

# LES NEUROTECHNOLOGIES

- Implants cochléaires pour restaurer l'audition
- Prothèse rétinale pour améliorer la vision chez des aveugles
- Bras prothétique contrôlé par la pensée



# AUTRES EXEMPLES DE NEUROTECHNOLOGIES

- **Agent Licorne:** Appareil de neurofeedback qui émet un son lorsque l'enfant ayant un TDA n'est plus concentré
- **Implant cérébral:** Permet à une personne paralysée de contrôler un clavier d'ordinateur afin de communiquer
- **Les nootropes:** Par ex., pour stimuler sa mémoire



# STATÉGIÉS BIOCHIMIQUES

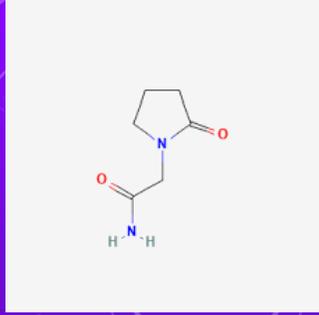


# LES NOOTROPES

- Médicaments, plantes, compléments alimentaires et substances diverses possédant une action de modulation de la physiologie et de l'activité mentale
- Impliquent une *augmentation cognitive*
- Ils sont de plus en plus utilisés par la population en bonne santé, les travailleurs, les soldats et les étudiants, afin d'améliorer les résultats scolaires et de mieux gérer les situations stressantes

**Exemples:** Substances employées afin de retarder l'apparition de certains symptômes cognitifs dans les démences (*rivastigmine, galantamine*)

# LE PIRACÉTAM



- Possède une structure chimique qui ressemble à celle du GABA
- Augmente la consommation d'oxygène et le métabolisme du glucose dans le cerveau
- A été et est encore utilisé pour traiter des troubles neurologiques, tels que les premiers stades de la maladie d'Alzheimer et les troubles de la mémoire dus à l'âge
- Quelques études ont fait état d'une amélioration de la mémoire et des capacités cognitives chez des personnes en bonne santé

# AUTRES NOOTROPES

- Glucose
  - Caféine
  - Nicotine
  - Guarana
- 
- **Ritalin**: Un psychostimulant utilisé par les étudiants (en bonne santé) pour améliorer leurs performances académiques
  - **Ocytocine**: Améliore la cognition sociale (hormone de l'amour, de la confiance et du lien social)

# AUTRES NOOTROPES



- **Lécithine (phosphatidylcholine)**

- Améliore la mémoire et la concentration

- La principale source de lécithine commerciale est aujourd'hui l'huile de soya et de tournesol

- La lécithine est également présente dans le jaune d'œuf, le foie, les produits à base de céréales complètes et les noix



<https://www.drmariobeauregard.com>