

**UE : Système neurosensoriel et psychiatrie**

**ENSEIGNANT : Jego**

**DATE : 25/10/2024**

**GROUPE : Lénaïg Le Roux, Malika Louise**

**REMARQUES :** Quelques changements. La prof n'a pas eu le temps d'aborder une partie des fonctions cognitives sur le langage mais elle a laissé les diapos pour qu'on puisse les travailler nous-même, on a donc gardé cette partie dans la ronéo. Les parties en gris non dites cette année ont été enlevées. Bon courage !

---

## NEUROPHYSIOLOGIE DU SNC PARTIE 5

---

### Table des matières

<b>Partie VIII : Motricité.....</b>	<b>4</b>
<b>I. La motricité volontaire.....</b>	<b>4</b>
C. Voies corticospinales motrices.....	4
3. Voie finale commune de la motricité = motoneurone $\alpha$ .....	4
D. Contrôle de la motricité volontaire.....	4
E. Le cervelet.....	5
1. Généralités.....	5
2. Anatomie.....	5
3. Le cortex cérébelleux.....	7
4. Les afférences du cervelet.....	8
5. Les efférences du cervelet.....	8
6. Spino, cérébro et vestibulo cervelet.....	9
7. Cervelet et pathologies.....	10
8. Cervelet et pathologies : exemples.....	11
9. Le cervelet : programmation motrice.....	12
F. Les noyaux gris centraux.....	14
1. Fonctionnement.....	15
<b>II. Réflexes spinaux : contrôle par le tronc cérébral et le vestibule.....</b>	<b>18</b>
A. Rappel sur les réflexes spinaux.....	18
B. Régulation du tonus musculaire.....	18

C. Réflexes posturaux anticipés.....	19
D. Réflexes posturaux compensateurs.....	19
E. Le système vestibulaire.....	20
1. Les canaux semi-circulaires.....	21
2. La cellule ciliée.....	22
3. Mobilisation des cellules ciliées.....	22
4. Activation-inhibition par paire de CSC (= canaux semi-circulaire) :.....	23
5. Appareil otolithique.....	24
6. Voies de conduction de l'influx nerveux.....	25
7. Les noyaux vestibulaires.....	26
8. Syndrome vestibulaire.....	27
<b>III. SNA.....</b>	<b>27</b>
A. Rôles du SNA.....	28
B. Récepteurs du SNA.....	29
C. Organisation du SNA.....	29
D. Efférences sympathiques $\Sigma$ .....	30
E. Efférences Parasymphatique $P\Sigma$ .....	30
F. Organes cibles des efférences sympathiques et parasymphatique.....	31
G. Différences entre les efférences sympathiques et parasymphatique.....	31
H. Neurotransmetteurs du SNA.....	32
I. La transmission noradrénergique :.....	33
J. La transmission cholinergique :.....	34
K. Contrôle des fonctions végétatives.....	35
L. Mécanismes de contrôle des fonctions végétatives.....	35
<b>IV. Récapitulatif sur le SNA.....</b>	<b>35</b>
A. Exemples du fonctionnement du SNA.....	36
1. Exemples de fonctionnement du système de double innervation.....	36
2. Exemples des effets du SNA.....	37
B. Contrôle central suprasegmentaire = hypothalamus.....	38
1. Informations parvenant à l'hypothalamus.....	38
2. Informations sortantes de l'hypothalamus.....	39
3. L'hypophyse.....	39
4. Exemple de régulation: contrôle de la soif.....	40
5. Exemple de la régulation du contrôle de la température.....	41
<b>Partie IX : Fonctions Cognitives "supérieure" :.....</b>	<b>41</b>
<b>I. La mémoire : 5 systèmes interconnectés.....</b>	<b>42</b>
A. Mémoire explicite = accessible à la conscience.....	42
1. Mémoire de travail (à court terme).....	42
2. Mémoire à long terme (sémantique + épisodique).....	42

B. Mémoires implicites = non accessible à la conscience.....	43
1. Mémoire procédurale.....	43
2. Mémoire perceptive.....	43
C. Consolidation et amorçage.....	43
D. Importance des associations pour le stockage des informations.....	44
E. Apprentissage conditionné.....	44
1. Conditionnement classique.....	45
2. Conditionnement opérant.....	45
F. Localisation de la mémorisation et de la consolidation.....	45
G. Système limbique .....	46
H. Réserve cognitive : deux notions à comprendre.....	47
I. Mémoire et émotions.....	47
J. Différence entre oubli et amnésie.....	48
<b>II. Le langage.....</b>	<b>49</b>
A. Zones du langage.....	49
B. Connexions.....	50
C. Examen du patient aphasique.....	50
D. Asymétrie fonctionnelle.....	52
E. Langage et imagerie.....	52

## Partie VIII : Motricité

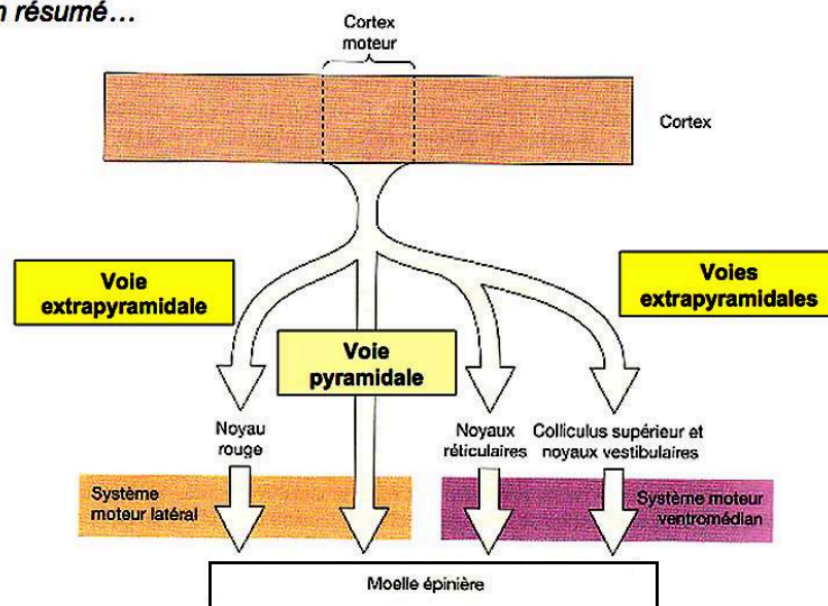
### I. La motricité volontaire

#### C. Voies corticospinales motrices

#### 3. Voie finale commune de la motricité = motoneurone $\alpha$

Ils sont en connexion synaptique avec plusieurs dizaines ou centaines de fibres descendantes, pyramidales ou extrapyramidales. Leur état d'activité est fonction de la résultante des influx nerveux. La contraction musculaire se déclenche quand le nombre de voies facilitatrices est  $>$  au nombre de voies inhibitrices.

*En résumé...*



La voie principale = voie **pyramidale**. Elle est épaulée par les voies extrapyramidales.

#### D. Contrôle de la motricité volontaire

Elle se fait grâce au **cervelet** et aux **noyaux gris centraux** (= ganglions de la base)

Contrôle des voies :

- Corticospinale
- Vestibulospinale
- Réticulospinale

Rôle dans :

- Coordination des mouvements
- Régulation du tonus musculaire

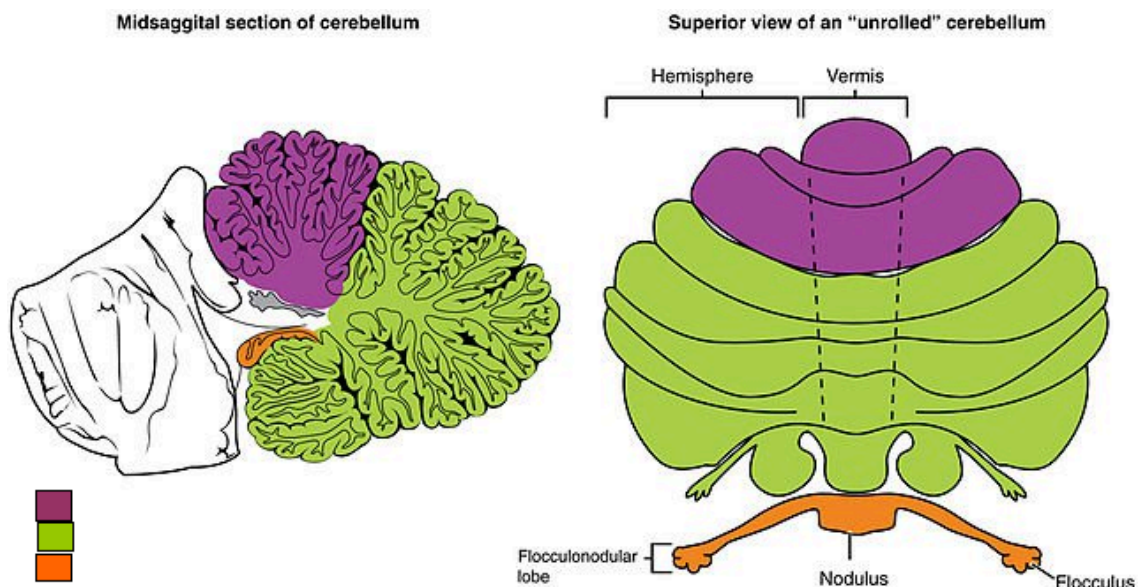
## E. Le cervelet

### 1. Généralités

Il possède 10 circonvolutions et 3 lobes. C'est un **système en dérivation sur les voies motrices**. Il est attaché au tronc cérébral par **les 6 pédoncules** (3 de chaque côté), et représente 10% du volume total du cerveau mais la moitié des neurones.

#### Description évolutive :

- **L'archécervelet** (= lobe **floculonodulaire**) apparaît chez les poissons. Reçoit des informations des noyaux vestibulaires, régule l'équilibre et les muscles du tronc.
- Le **palécervelet** = cervelet antérieur = lobe **antérieur** est présent chez les reptiles et les premiers quadrupèdes. Contrôle l'activité des voies descendantes à visée spinale (notamment les racines des membres).
- Le **néocervelet** = lobe **postérieur**, apparaît chez les oiseaux et représente **90%** du cervelet chez les primates (c'est le plus grand). Contrôle les circuits qui vont au cortex cérébral (contrôle supérieur).



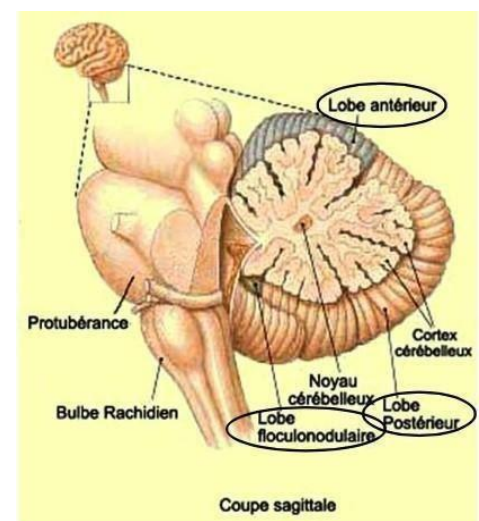
Le cervelet est une petite partie de l'encéphale, mais **près de la moitié** de nos neurones s'y situe (**grande densité**) !!!

### 2. Anatomie

Reçoit des afférences corticales et spinales et envoie des efférences vers le cortex et vers la ME = **boucles de contrôle moteur**.

#### Organisation fonctionnelle

- Entre le cervelet et le cortex
  - Cortex moteur associatif → voie cortico-ponto-cérébelleuse (noyaux du pont) → cervelet



- Cervelet → par voie cérébello-thalamo-corticale (via le noyau ventro-latéral du thalamus) → cortex moteur associatif

⇒ **Analyse et correction du programme moteur**

Quand on a une atteinte cérébelleuse, on a souvent un problème de correction du contrôle moteur, c'est ce qu'on appelle une **ataxie** (= *trouble de la fluidité du mouvement*).

- Entre le cervelet et la ME
  - Les infos proprioceptives (déroulement de l'action motrice) arrivent de la ME par les faisceaux spino-cérébelleux.
  - Les infos relatives au contrôle moteur partent du cervelet vers la ME par les faisceaux extra-pyramidaux.

⇒ **Contrôle moteur**

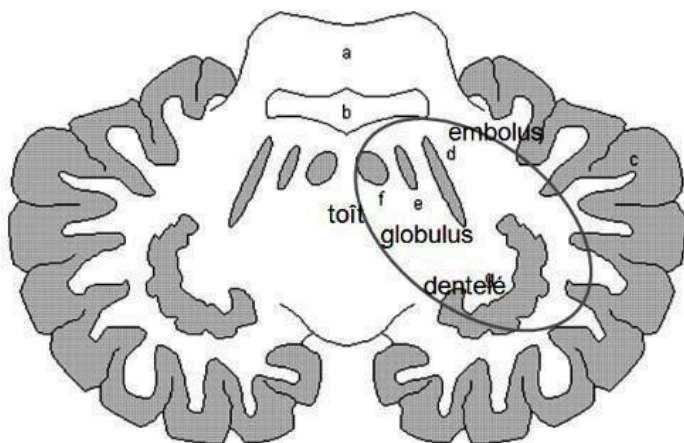
**Le cervelet est placé en dérivation sur les voies motrices, il va donc :**

- Contrôler l'équilibre
- Contrôler le tonus musculaire
- Contrôler la coordination motrice et les paramètres cinétique du mouvement (vitesse, accélération, amplitude, élévation, force, direction...)
  - ⇒ **assure des mouvements fluides, coordonnés et précis**
- Programmation motrice (planification des tâches, abstraction)
  - ⇒ **apprentissage moteur et adaptation sensori-motrice**
- Rôle cognitif aussi décrit
- Rôle dans la planification des tâches, abstraction

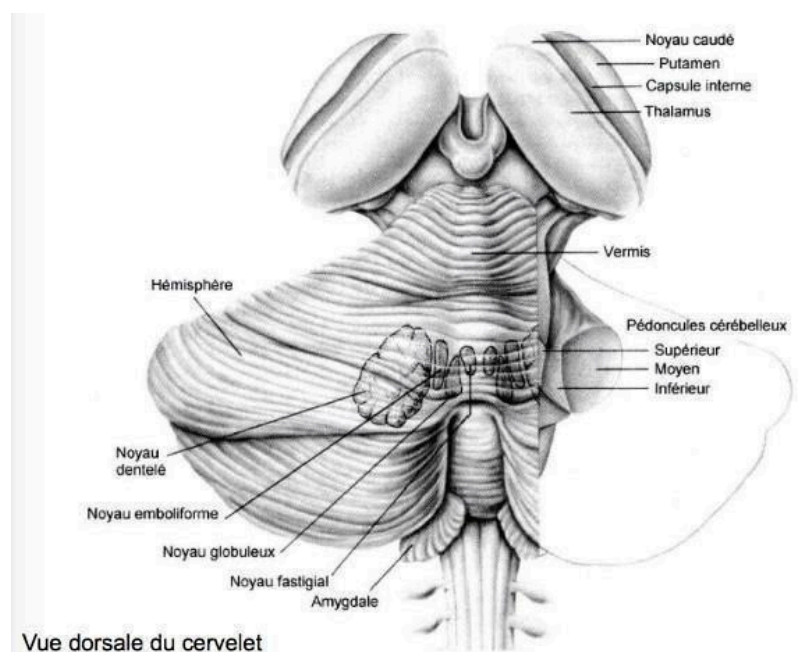
**Il comprend 4 noyaux, de l'intérieur vers l'extérieur :**

- Le noyau **fastigial** (ou du toit) : Vermis
- Noyaux **interposés** : le noyau globulaire & le noyau emboliforme : cortex du cervelet intermédiaire
- Le noyau **dentelé** : cortex du cervelet latéral

Cervelet : Morphologie interne - Noyaux gris centraux  
(coupe horizontale du cervelet)



a : Pont. b : cavité du 4ème Ventricule. c : Cortex cérébelleux. d : Embolus.  
e : Globulus. f : Noyau du Toit ( ou Noyau du Faîte ). g : Noyau Dentelé.



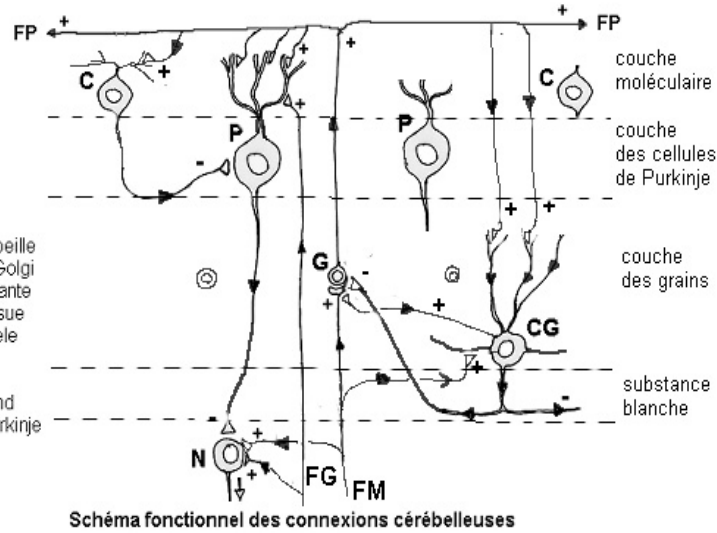
Vue dorsale du cervelet

### 3. Le cortex cérébelleux

Il comprend **3 couches de cellules** (6 dans le cortex cérébral).

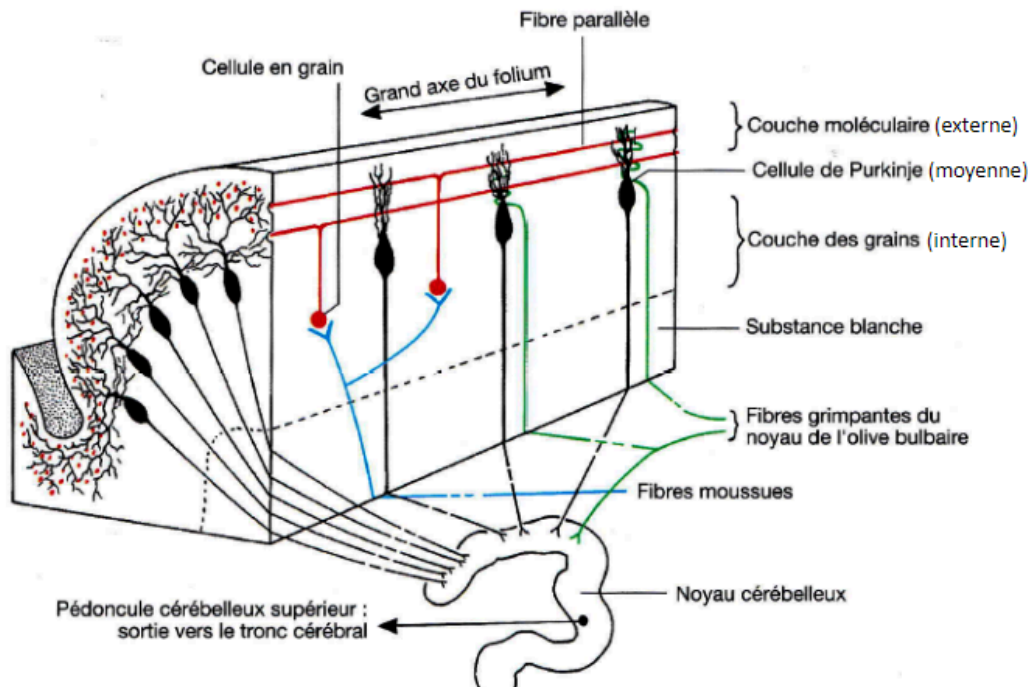
5 types de cellules :

- **Etoilées**
- en **panier**
- de **Golgi**
- cellules **granulaires**
- de **Purkinje (seules sorties efférentes)** : elles ont une arborisation dendritiques large et vaste. elles sont facilement reconnaissables. Elles sont inhibitrices (neurotransmetteur : GABA)



4 types de fibres :

- **Parallèles**
- **Moussues**
- **Grimpantes**
- **Axones des cellules de Purkinje** → vont vers d'autres structures pour réaliser les voies en dérivation.



#### 4. Les afférences du cervelet

##### a. Les afférences excitatrices

Les fibres moussues (les plus nombreuses) :

Origine : différents noyaux (du pont, de la moelle épinière, des noyaux vestibulaires). Elles dépolarisent (= activent) les cellules granulaires. Les axones des cellules granulaires donnent les fibres parallèles. Les fibres parallèles forment des synapses excitatrices avec les dendrites des cellules de Purkinje.

Les fibres grimpantes :

Origine : axones des cellules de l'olive bulbaire.

Font directement synapse avec les dendrites des cellules de Purkinje. Chaque fibre est en contact avec une dizaine de cellules de Purkinje (la connectivité est extrêmement importante) . Une cellule de Purkinje n'est connectée qu'à **une seule fibre grimpante**.

##### b. Les afférences inhibitrices

Les cellules étoilées et en panier (= corbeille) :

Les cellules étoilées sont activées par les fibres parallèles et font des synapses excitatrices avec les fibres parallèles. Les cellules en corbeille font des synapses inhibitrices sur le soma des dendrites des cellules de Purkinje. Lorsque l'inhibition se fait au niveau d'une seule dendrite, on peut ne pas voir l'effet au niveau du corps cellulaire.

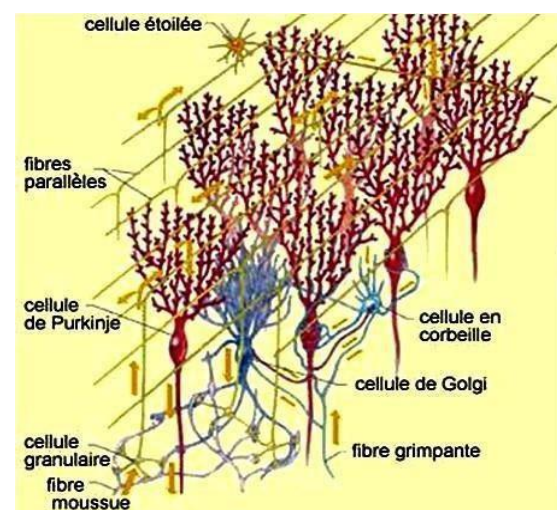
Les cellules de Golgi :

Elles sont excitées par les fibres parallèles et réalisent des inhibitions pré-synaptiques au niveau des synapses excitatrices entre fibres moussues et cellules granulaires

#### 5. Les efférences du cervelet

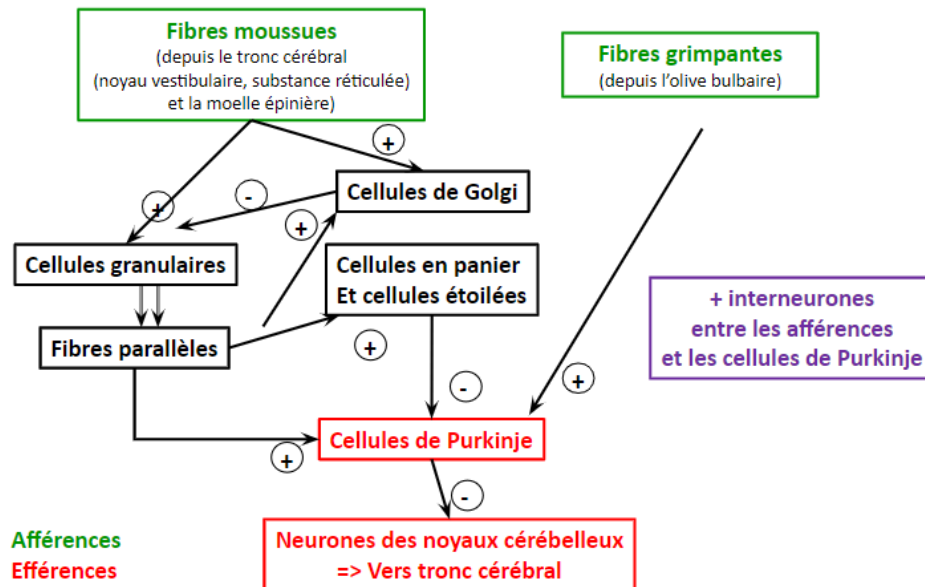
**Les cellules de Purkinje sont la seule voie efférente du cortex cérébelleux. +++ (c'est important de le retenir ++)** (un peu comme les cellules germinales au procortex).

Des interneurons placés entre les afférences et les cellules de Purkinje sont inhibiteurs et servent de régulateurs. Elles ont comme neurotransmetteur le GABA.



Les axones des cellules de Purkinje ont un rôle inhibiteur sur les neurones des noyaux cérébelleux.

## Récapitulatif : Afférences et efférences du cervelet



On a ainsi des microcircuits dont on commence à comprendre le rôle.

### 6. Spino, cérébro et vestibulo cervelet

#### a. Spino-cervelet (centre cervelet)

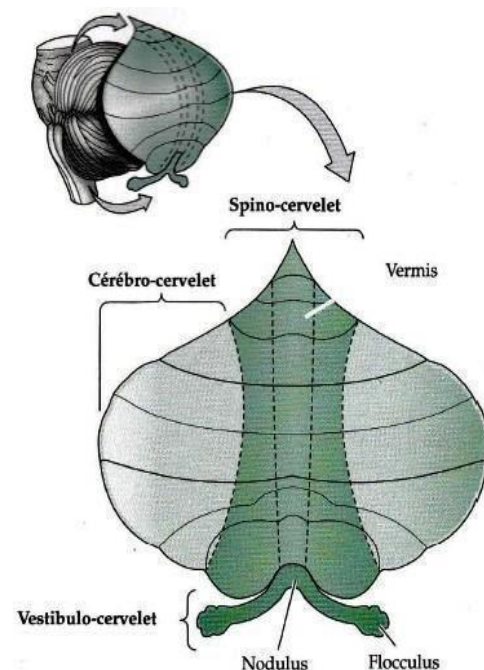
Afférences : principalement somesthésiques, avec quelques informations auditives et visuelles (division fonctionnelle du cervelet). Les informations **somesthésiques** et de la **proprioception** arrivent :

- par les faisceaux spinocérébelleux dorsaux et ventraux provenant du tronc et des jambes
- par des faisceaux cunéorostraux provenant des bras et du cou

Projections : sur le vermis et les parties médianes des deux hémisphères

Efférences :

- Vermis : au niveau du noyau fastigial puis vers les noyaux vestibulaires et la formation réticulée
- Parties médianes des hémisphères : sur les noyaux globulaires et emboliformes lesquels se projettent sur le noyau rouge et le cortex de l'aire motrice primaire



⇒ Il contrôle ainsi le **tonus musculaire et l'exécution du mouvement** (muscles axiaux et proximaux).

La façon dont le spino-cervelet reçoit les informations somesthésiques et proprioceptives a donc un rôle important dans le contrôle musculaire surtout pour les muscles axiaux et proximaux.

### **b. Cérébro-cervelet**

Afférences : proviennent de tout le cortex jouant un rôle dans le déclenchement de la motricité volontaire

Projections : régions latérales des hémisphères cérébelleux

Efférences : noyau **dentelé** innerve le noyau ventral du thalamus lequel projette sur les régions motrices et prémotrices du cortex cérébral

⇒ Il contrôle la **bonne organisation temporelle du mouvement sans tremblements** ("timing moteur").

→ En pathologie, on peut avoir un tremblement cérébelleux notamment le tremblement essentiel, très fréquent chez les personnes âgées, plutôt postural (Parkinson, etc...)

### **c. Vestibulo-cervelet (correspond à l'archécervelet = lobe flocculonodulaire)**

Afférences (primaires) proviennent :

- des canaux semi-circulaires qui renseignent sur les changements de position de la tête
- de l'utricule et du sacculé qui renseignent sur l'orientation de la tête par rapport à la pesanteur

Traitement : par le **lobe flocculonodulaire**

Fibres efférentes des cellules de Purkinje se projettent directement sur les noyaux vestibulaires sans relais dans les noyaux cérébelleux

⇒ Cela permet la **régulation de la posture, de l'équilibre et de la motricité oculaire**.

→ Il est donc fréquent de retrouver des nystagmus en pathologie.

## **7. Cervelet et pathologies**

3 déficits majoritaires :

- **Hypotonie** (réduction de la résistance en déplacement)
- **Ataxie** (incapacité d'exécuter des mouvements coordonnés)

- Lenteur à démarrer le mouvement (dyschronométrie)
- Erreurs dans la force et la trajectoire
- **Tremblements** intentionnels (lors de mouvements nécessitant une grande précision, différent du tremblement de repos dans la maladie de Parkinson)

Exemple du **syndrome cérébelleux** dû à la dégénérescence de la partie antérieure du cortex cérébelleux (qui s'observe dans l'alcoolisme chronique)

- Démarche titubante due à une perturbation de la motricité des membres inférieurs
- Absence de coordination de mouvement (*asynergie*)

## **2 types d'atteintes :**

- Syndrome cérébelleux cinétique/dynamique
- Syndrome cérébelleux statique = trouble de l'équilibre, les gens écartent les jambes = "élargissement du polygone de sustentation au repos".
- **Atteintes du vestibulo-cervelet**
  - Perte du tonus musculaire.
  - Difficulté à rester debout et maintenir la direction du regard (nystagmus)
- **Atteinte du spino-cervelet :**
  - Difficulté lors de la marche
  - Mouvements alternatifs rapides types marionnettes (adiadococinésie)
  - Dismétrie : mouvement trop court ou trop long
  - Tremblements d'intention ou d'action
- **Atteintes du cérébro-cervelet :**
  - Perturbation des séquences de mouvements appris, mouvements plus fins, plus élaborés

Zones très proches géographiquement donc il y a souvent atteintes des 3 zones en même temps.

## **8. Cervelet et pathologies : exemples (passé vite, vu dans d'autres cours)**

### **Contrôle moteur axial**

Vermis → contrôle la motricité axiale par le faisceau réticulo-spinal sur le motoneurone N°2. Si lésion du vermis → altération de l'équilibre axial = **ATAXIE CÉRÉBELLEUSE** (composante statique du syndrome cérébelleux).

### **3 Signes:**

- Élargissement du polygone de sustentation
- Démarche ébrieuse et festonnée (pas de progression en ligne droite)
- Ou danse des tendons (Tibial antérieur) : sur patient debout, pieds joints : mouvements de contractions rapides exagérés des tendons fléchisseurs et

extenseurs des chevilles

### Contrôle moteur **distal** = coordination motrice

Par le faisceau rubro-spinal qui relaie l'info au motoneurone N°2. Chaque hémisphère cérébelleux contrôle les mouvements distaux du côté ipsilatéral du corps. Si atteinte d'un hémisphère cérébelleux ⇒ trouble de l'exécution du mouvement volontaire rapide = **Syndrome cérébelleux cinétique homolatéral** à la lésion du cervelet.

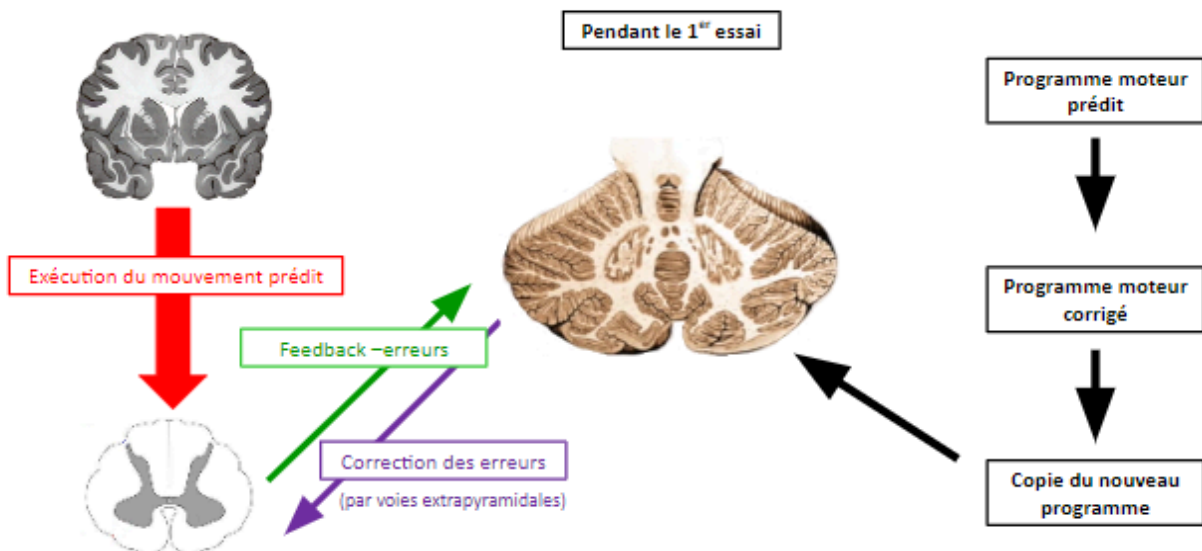
### Signes :

- **Dysmétrie** dans les mvts rapides : épreuve doigt-nez (= anomalie de correction du programme moteur)
- **Asynergie** musculaire (difficulté à passer de la position allongée à debout sans les mains)
- **Hypotonie** : ROT larges, pendulaires
- **Tremblement** d'action
- Troubles oculo-moteurs (nystagmus)

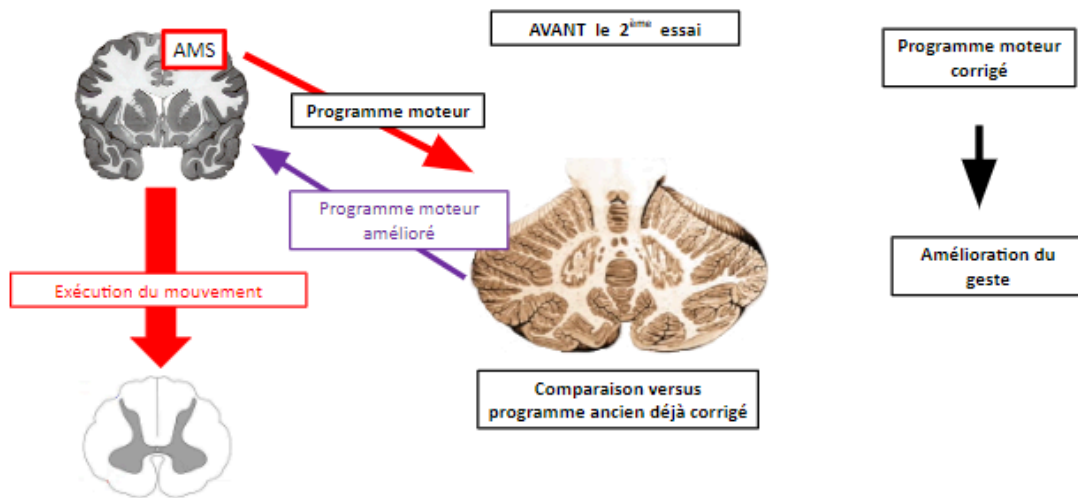
### 9. Le cervelet : programmation motrice

Le cervelet est à la fois **programmeur** (rôle dans l'exécution du mouvement appris) et **comparateur**.

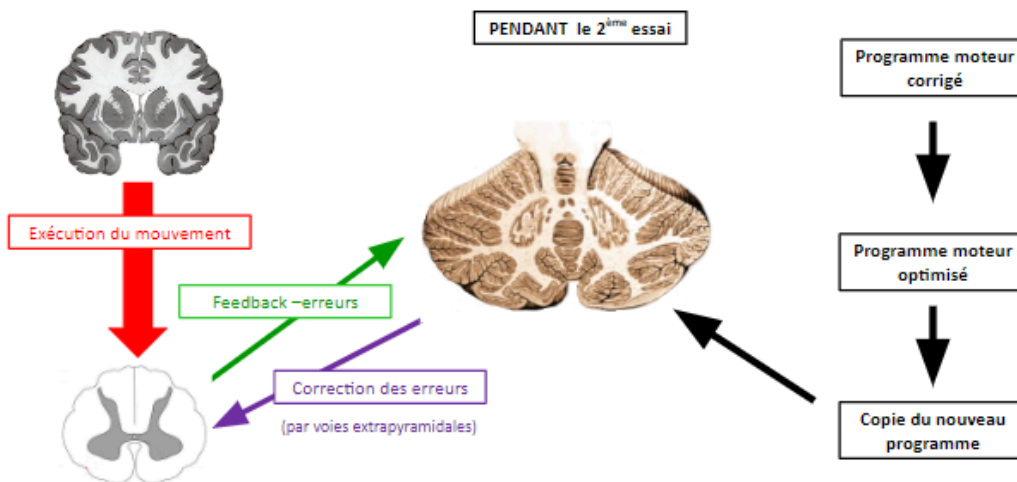
**Schéma 1** : Réception de l'information du mouvement qui arrive vers lui, analyse (cherche des possibles erreurs), propose un feedback par les voies extrapyramidales. Puis ajustement.



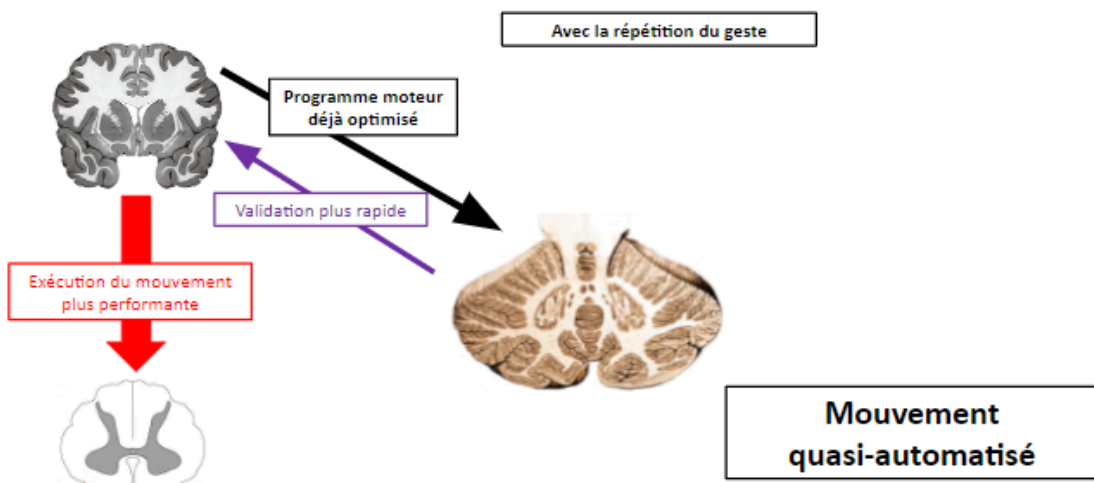
**Schéma 2** : Echange avec notamment l’Aire Motrice Supplémentaire (AMS) : Réception du programme moteur par le cervelet qui l’affine, puis lui renvoie l’info pour exécution du mvt, de façon de + en + performante.



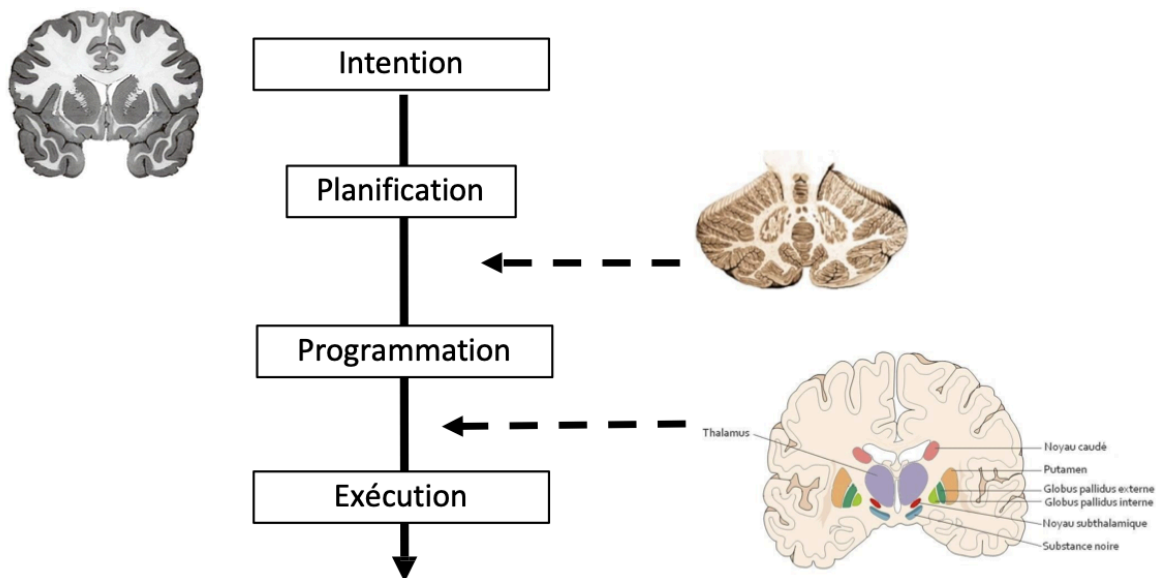
**Schéma 3** : Comme pour le schéma 1, il compare le mouvement avec ce qu’il veut (il check s’il y a encore des erreurs), puis il fait son feedback de la même manière.



**Schéma 4** : + on répète le geste, + il va être optimisé et - on va avoir à valider le geste par le cervelet. ⇒ Le mouvement devient quasi-automatique (notamment les mouvements de grands sportifs, musiciens, etc, qui ne réfléchissent plus à ce qu’ils font, ça devient un automatisme).



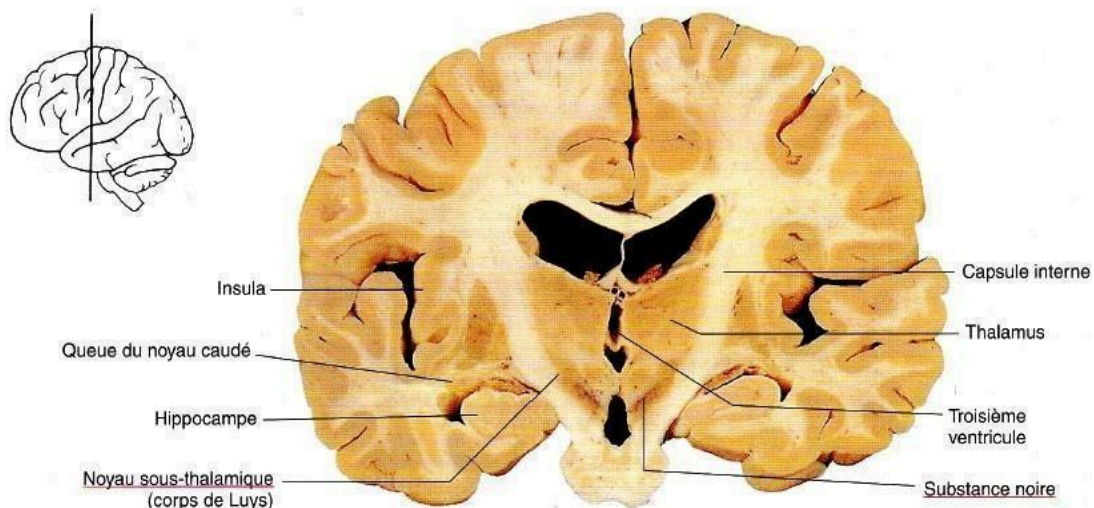
## F. Les noyaux gris centraux



Les noyaux gris centraux (= ganglions de la base) ont un rôle notamment dans la programmation du mouvement.

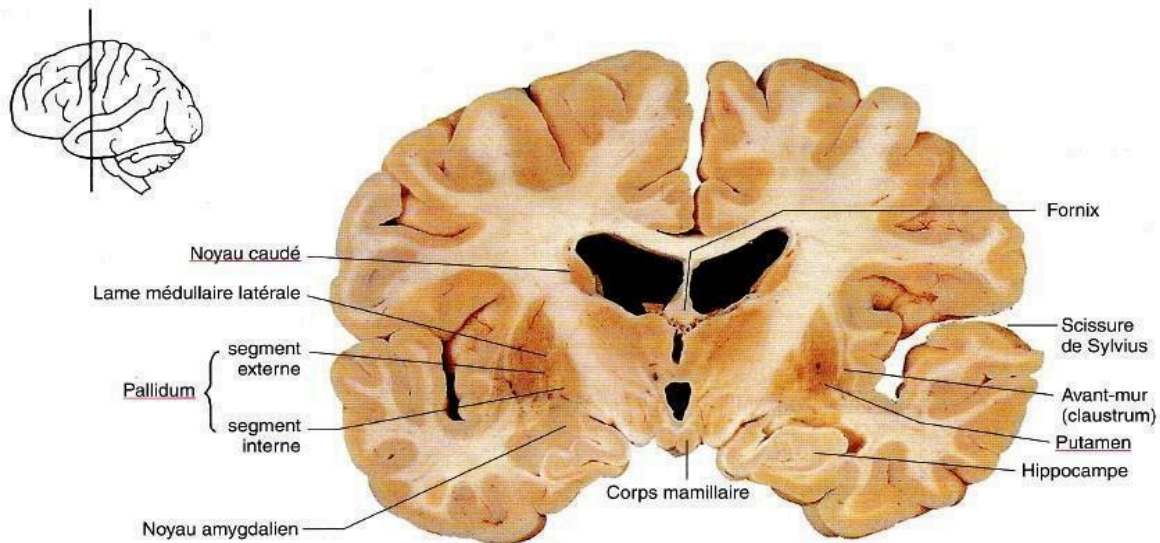
Ils regroupent plusieurs structures :

- Le thalamus ⇒ diencephale
- Les ganglions de la base ⇒ télencéphale
  - **striatum** (noyau caudé + putamen)
  - **pallidum** (composé du globus pallidus interne et externe)
- Le noyau sous-thalamique (de Luys)
- La substance noire (pars compacta et reticulata) ⇒ mésencéphale



*NB : les neurones de la substance noire ont un pigment, la neuromélanine qui sont noire (d'où leur nom)*

*NB 2 : le striatum est appelé comme ça puisqu'à l'observation au microscope, on peut y observer des stries.*

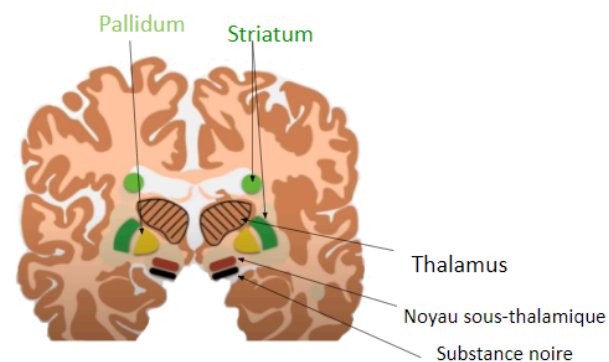


## 1. Fonctionnement

Les noyaux gris centraux reçoivent des afférences de l'ensemble du cortex et se projettent sur le thalamus qui envoie l'information vers la région préfrontale et les aires cortico-motrices. Ils interagissent entre eux avec le cortex moteur en formant des boucles motrices **cortico-sous-cortico-corticales**.

Le cortex moteur active le striatum. Ce dernier est composé de plusieurs types de neurones, mais surtout des **neurones épineux moyens** qui sont de 2 types :

- **dSPN** : *d* pour *directe*, ils ont un récepteur **D1** à la surface de leur membrane.
- **ISPN** : *I* pour *indirect*, ils ont le récepteur **D2** à la surface de leur membrane



Quelques explications permettant de mieux comprendre la suite :

Les neurones épineux moyens sont sous le contrôle de la **dopamine**, sécrétée par la substance noire compacte (= SNc sur le schéma de la page d'après). La dopamine est **excitatrice** des neurones épineux moyens, qui deviennent **inhibiteurs** sur leurs voies propres. Le GPi/SNr (= globus pallidus interne et la substance noire réticulée) entraîne une inhibition permanente du thalamus. Le thalamus est excitateur pour le cortex moteur.

Le cortex moteur va activer les ganglions de la base avec 3 voies:

- **Voie hyperdirecte:** Le cortex moteur va directement activer les noyaux sous-thalamiques qui vont venir exciter le GPi/SNr (= globus pallidus interne

et substance noire réticulée). Ce complexe GPi/SNr va renforcer l'inhibition du thalamus. En résumé, **la voie hyperdirecte vient inhiber le mouvement.**

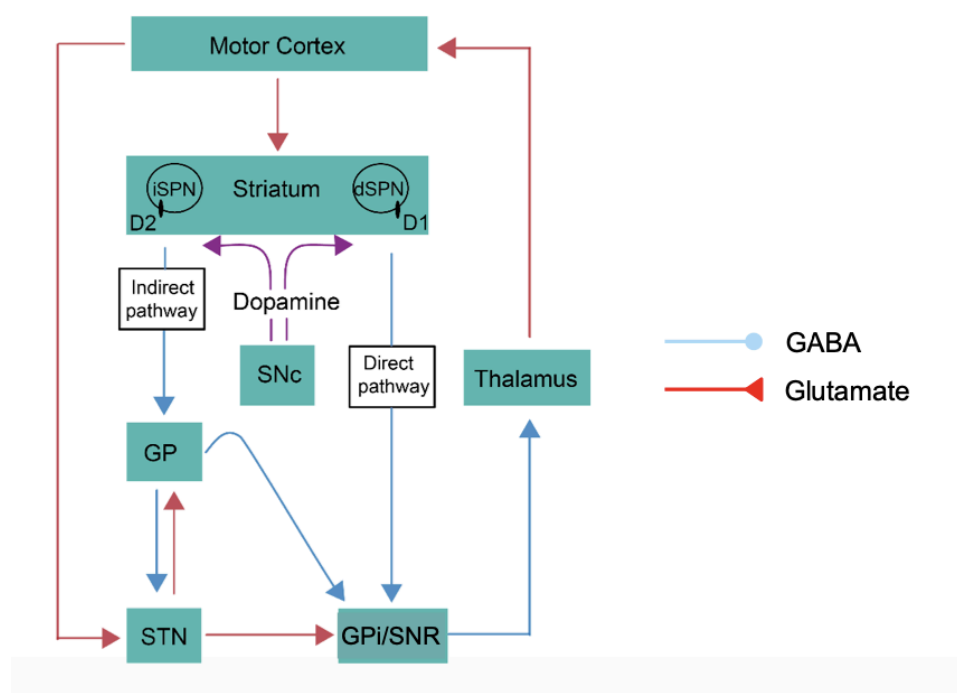
Lorsque le cortex moteur active les deux populations de noyaux moyens épineux (iSPN et dSPN), il va engager deux types de voies :

- **Voie directe** : la dopamine vient stimuler le récepteur D1 des dSPN, qui va exercer à une inhibition des GPi/SNr, qui vient lui-même inhiber le thalamus. On observe en conséquence **une levée d'inhibition qui va venir faciliter le mouvement.**
- **Voie indirecte** : cette fois-ci, la dopamine stimule les récepteurs D2 du neurones des iSPN. On observe alors une inhibition du GPe (= globus pallidus externe) qui provoque une stimulation de la STN (= noyau sub-thalamique). La résultante est une augmentation de l'inhibition du thalamus par les GPi/SNr qui inhibe le thalamus. En résumé, **la voie indirecte inhibe le mouvement.**

*Explication* : Le GPe entraîne une inhibition constante des STN, si on inhibe le GPe, on diminue l'inhibition sur le STN, qui se résulte d'une augmentation de la stimulation des GPi/SNr (= levée de l'inhibition). Finalement, on vient augmenter l'inhibition du thalamus.

Cette boucle motrice part du cortex, fait relais au niveau des noyaux gris centraux et se termine en se projetant à nouveau sur le cortex.

Sur le schéma ci-après, les synapses en bleu sont inhibitrices (dont le neurotransmetteur est le GABA) et en rouge les synapses excitatrices (dont le neurotransmetteur est le glutamate).



Ce fonctionnement en boucle (motrice) va permettre la régulation de certains paramètres de la motricité volontaire.

Dans la capsule interne (substance blanche), proche des NGS, on retrouve le faisceau pyramidal, ce qui explique la potentielle apparition d'atteinte conjointe des NGS et de la voie pyramidale (quand grosse atteinte profonde à cet endroit là).

Description du schéma (important, l'a bien détaillé)

Les NGS ont un rôle facilitateur sur l'AMS, qui elle-même alimente l'AM primaire → mvt

/!\ Mais on a aussi le rôle du cortex frontal qui active le striatum, qui lui-même inhibe le pallidum, qui lui-même inhibe le thalamus, qui lui-même active l'AMS, qui elle-même active l'AMP → mvt.

/!\ Mais on a aussi la substance noire qui peut inhiber directement le pallidum (ce qui facilite donc le mvt) tandis qu'à l'inverse, on a le noyau sous-thalamique qui lui active le pallidum (et donc empêche la réalisation du mvt). (*touchée dans la maladie de Parkinson : moins d'inhibition du thalamus donc moins d'activation des aires motrices*)

➤ Les différents NGS ne travaillent pas de la même façon : certains sont dopaminergiques, certains sont gabaergiques, et d'autres travaillent au glutamate.

En pathologie, s'il y a une atteinte de la substance noire, difficulté à l'exécution du mouvement car l'aire motrice supplémentaire n'est pas suffisamment stimulée. Le sujet va avoir envie de réaliser le mouvement mais comme l'aire motrice supplémentaire ne sera pas déclenchée il n'arrivera pas à effectuer le mouvement.

Dans la maladie de Parkinson, on observe une dégénérescence des neurones dopaminergiques de la substance noire, qui provoque un déséquilibre de la stimulation des voies directes et indirectes (ce déséquilibre est en faveur d'une augmentation de l'inhibition du thalamus). C'est pourquoi, on observe cliniquement une **bradykinésie**. Les tremblements sont dus aux neurones cholinergiques qui décharge en phase (leur fréquence de décharge correspond à la fréquence de tremblement).

Le traitement de la maladie de Parkinson repose sur l'administration de **L-DOPA**. Après quelques années de traitement, chez certains patients, on peut voir apparaître d'autres troubles moteurs : les **dyskinésies** (qui sont encore plus compliquées à supporter pour les patients).

## II. Réflexes spinaux : contrôle par le tronc cérébral et le vestibule

### A. Rappel sur les réflexes spinaux (passé assez vite)

- Régulation neurophysiologique la plus simple
- Réflexes extéroceptifs et proprioceptifs plus ou moins longs
- Intégration au niveau médullaire
- Réponse stéréotypée
- Sans contrôle de la volonté ou de la conscience
- Finalité : soustraire une zone agressée à un stimulus perçu comme dangereux
- Sont soumis à régulation du tronc cérébral et du vestibule

**2 types de réflexes** : extéroceptif et proprioceptif

### B. Régulation du tonus musculaire

Les activités posturales ont **3 fonctions essentielles** :

- Lutter contre la gravité ("*on est pas des vers de terre : on lutte contre la gravité*")
- Assurer l'équilibre du corps immobile
- Maintenir l'équilibre lors de l'exécution de mouvements

Des ajustements sont nécessaires afin que l'organisme prenne une position dans l'espace, il y en a 2 types :

- Des réflexes posturaux anticipés (intégré au programme moteur) grâce à l'intervention de la **formation réticulée**
- Des réflexes posturaux compensateurs (via un feed back) qui vont détecter une modification de l'axe du corps dans l'espace par des récepteurs :
  - Sensoriels (visuels)
  - Propriocepteurs (muscles, tendons)
  - **Vestibulaires** : au niveau des organes otolithiques ou des canaux circulaires.

Ces 3 récepteurs forment le **trépied de l'équilibre** ++

→ Nécessaire pour que l'organisme prenne une position dans l'espace : posture

Le tronc cérébral fait office de **centre de contrôle** des afférences sensibles et sensorielles et de la pesanteur via le vestibule. Si ce contrôle n'existe pas (si on coupe le tronc cérébral = TC, en passant par les tubercules quadrijumeaux), on obtient une **rigidité de décérébration** (→ **hypertonie**) (mauvais pronostic ++):

- Rigidité permanente de tous les muscles (en extension)
- Exagération des réflexes myotatiques (permettent la détection)
- Décharge permanente au niveau des racines dorsales et ventrales

### C. Réflexes posturaux anticipés

Ils passent par la **formation réticulée pontique** ou **bulbaire**. Ils utilisent les neurones réticulaires dont les corps cellulaires ne sont pas regroupés en noyaux mais sont disséminés tout du long de cette formation réticulée. Ce système réticulaire va permettre de **contrôler par anticipation** les réflexes posturaux.

*NB : on parle de formation réticulée (et pas de noyau réticulé) parce que les neurones sont plus dispersés et ne forment pas de noyaux à proprement parler.*

Il existe deux systèmes réticulaires de contrôle :

- Le système réticulaire inhibiteur bulbaire

Il reçoit des afférences de l'aire corticale motrice supplémentaire (du noyau caudé, du lobe antérieur du cervelet et des barorécepteurs carotidiens et aortiques). Il inhibe les motoneurones  $\alpha$  et  $\gamma$  (donc diminue le réflexe myotatique), de façon **permanente**.

*NB : C'est toujours plus facile de lever une inhibition que de générer une excitation.*

- Le système réticulaire excitateur/facilitateur pontique

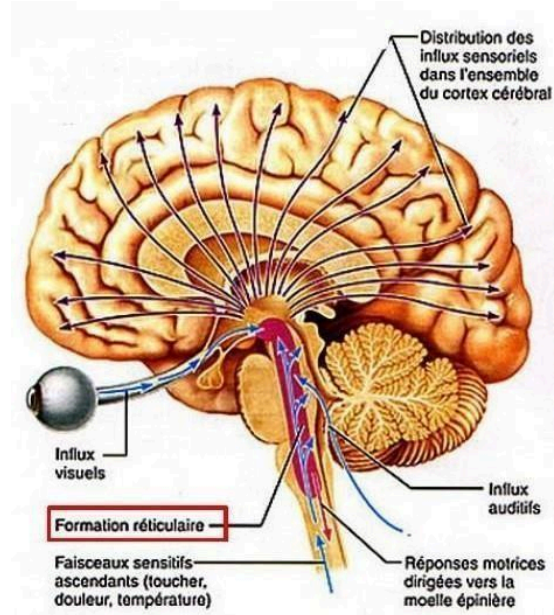
Il entraîne une **facilitation des motoneurones  $\alpha$  et  $\gamma$** . Son activité est peu importante en situation normale. Il reçoit des afférences polysensorielles non spécifiques thalamiques qui permettent de réguler la vigilance, par exemple dans des situations de stress.

En cas de réflexe myotatique exagéré, on peut bloquer le mouvement car dès que l'on va étirer un muscle, il va se contracter en retour et provoquer une rigidité (hypertonie).

### D. Réflexes posturaux compensateurs

Agit une fois que le mouvement est lancé. Les afférences proviennent du trépied de l'équilibre:

- Récepteurs sensoriels (visuels)
- Propriocepteurs (muscles, tendons)
- **Récepteurs vestibulaires** (cochlée, audition)



Ces réflexes sont contrôlés par le **système vestibulaire**. Le vestibule **régule l'équilibre** qui est une adaptation à la pesanteur. Cet équilibre fait également intervenir le tact, la proprioception ++ (au niveau des articulations), l'odorat (avec une odeur qui nous ferait fuir) et la vision ++. Il permet par exemple de rester debout quand le métro ou le bus démarrent.

### E. Le système vestibulaire

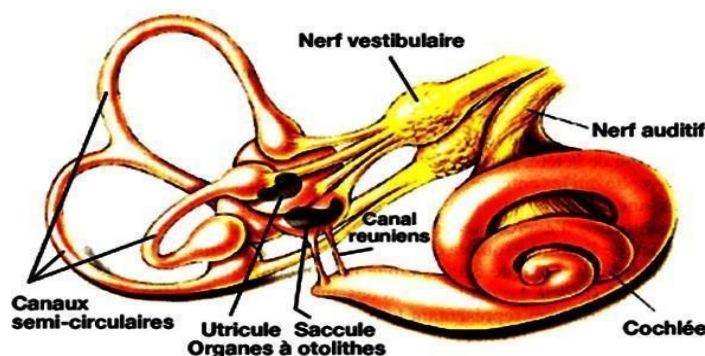
Le système vestibulaire est l'**organe de la proprioception vestibulaire**. Les récepteurs se situent au niveau de l'oreille interne. Il permet de détecter la position et le déplacement de la tête dans l'espace. C'est un fonctionnement généralement inconscient.

Un mauvais fonctionnement du système vestibulaire (inadéquation entre ce que capte le système vestibulaire et les autres sens) peut induire :

- Vertiges labyrinthiques (vertige **rotatoire** (très désagréable selon la prof, elle ne conseille pas d'en avoir) sensation de rotation de l'environnement = vertiges vraies, différent de marcher de travers sur un sol qui bouge = trouble cérébelleux = **tangage** sans mouvement rotatoire)
- Mal de mer
- Nausées
- Vomissements
- Déséquilibre
- Hypertonie éventuelle (patient pusher)

⚠ **Faire attention à ne pas confondre les troubles vestibulaires avec un syndrome cérébelleux** ⚠

Le système vestibulaire est composé de **3 canaux semi-circulaires** qui sont disposés perpendiculairement les uns par rapport aux autres (orthogonaux) : ils sont disposés dans les trois plans de l'espace. Ils sont sensibles à la **direction** des mouvements (= **accélération angulaire**).



Le système vestibulaire est également composé de l'**appareil (organe) à otolithes** (sacculle et utricule). L'utricule est en contact avec les trois canaux semi-circulaires et le sacculle est relié à l'utricule. Cet appareil est sensible à la pesanteur. Il répond

aux **accélérations linéaires** et aux positions statiques par rapport à l'axe de la pesanteur de la tête.

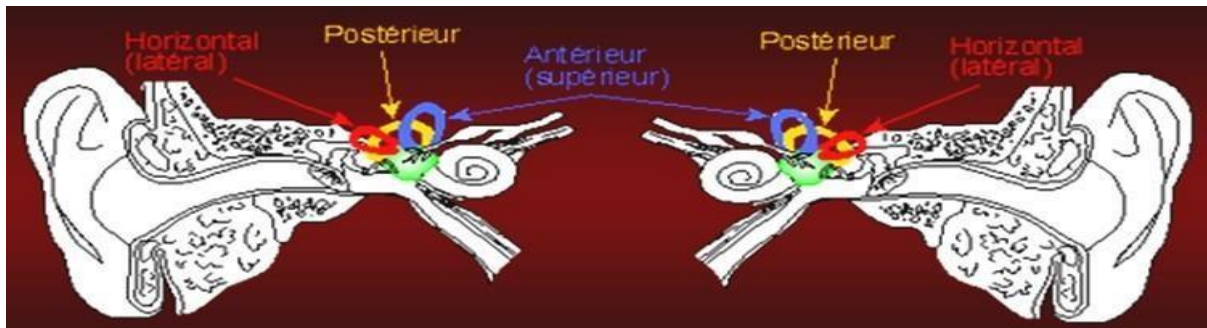
Zone sensorielle spécifique, avec des **cellules neurosensorielles** ciliées au niveau :

- Des **crêtes ampullaires** pour les trois canaux semi-circulaires
- Des **macules** otolithiques de l'utricule et du saccule

Lors des mouvements d'accélération, il y a déplacement de l'**endolymphe** qui sollicite les parties apicales des cellules neurosensorielles ciliées.

Le fonctionnement des récepteurs du vestibule est similaire à celui de la cochlée (déplacement des cils...). Des influx parcourent la portion cochléaire du nerf VIII en direction du cerveau.

### 1. Les canaux semi-circulaires

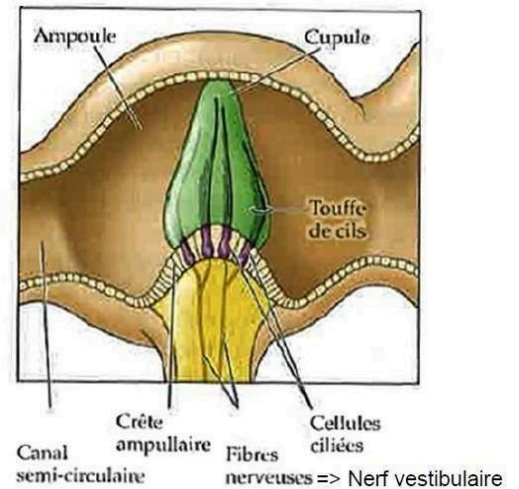
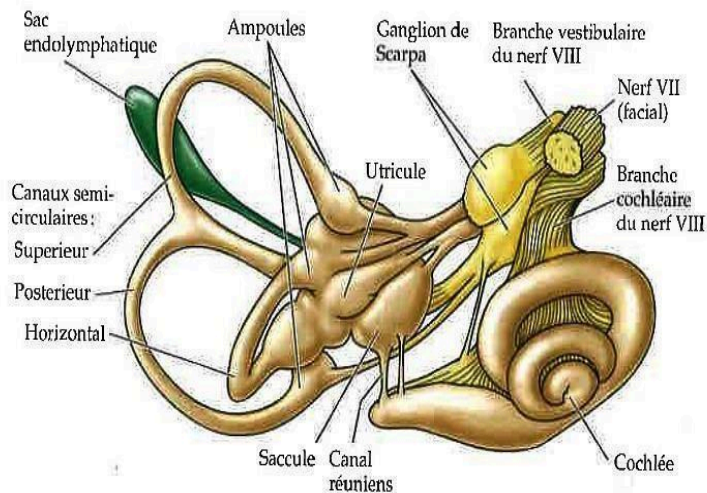


Au nombre de 3 (latéral (= horizontal), postérieur, antérieur), ils sont orthogonaux et forment des paires fonctionnelles avec les canaux controlatéraux. Ils communiquent avec l'utricule par leurs deux bouts et sont sensibles à la direction des mouvements (= accélération angulaire).

Chaque canal semi circulaire possède une **ampoule membraneuse** (renflement) :

- Au contact de l'utricule
- Contenant un épithélium sensoriel : la **crête ampullaire**
- Toutes les cellules ciliées d'un même canal sont orientées dans un même sens, et sont symétriques par rapport au canal controlatéral (ils vont donc répondre à un seul sens d'accélération)
- Les cellules sensorielles ciliées sont en contact avec le **nerf vestibulaire**, au **pôle basal**
- Les cellules des crêtes ampullaires sont, à leur pôle apical, en rapport avec une membrane protéique, la **cupule** (barrière gélatineuse infranchissable par l'endolymphe, elle est hermétique), au **pôle apical**, elle favorise la perception des mouvements de l'endolymphe.

Chaque canal communique avec l'utricule par les deux bouts.

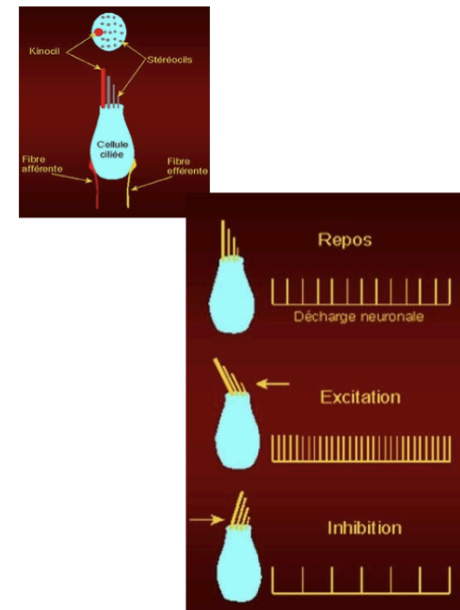


## 2. La cellule ciliée

La surface de chaque cellule comprend un grand cil, le **kinocil** et 40-70 petits cils, les **stéréocils**.

Leurs différents mouvements entraînent différentes réactions :

- **Inclinaison des stéréocils vers le kinocil** = Excitation (dépolérisation)  
→ Augmentation de la fréquence de décharge de la fibre afférente
- **Inclinaison dans la direction opposée** = Inhibition (hyperpolarisation)  
→ Diminution de la fréquence de décharge de la fibre afférente
- **L'inertie** du liquide :  
Ne bouge pas au début du mouvement de la tête (temps de décalage entre le mouvement de la tête et celui des cils). Peut continuer de bouger après que la tête ait terminé sa rotation (sensation de rotation inverse, "on a le tourni").



## 3. Mobilisation des cellules ciliées

Les canaux antérieurs et postérieurs sont **verticaux** et le canal latéral est **horizontal**. Le système de canaux est donc sensible à toutes les rotations de la tête (accélération angulaire) : on parle d'**équilibre dynamique**.

Quand la tête tourne selon l'axe d'un des canaux circulaires : on va avoir un **mouvement de liquide** qui va entraîner **torsion de la cupule** dans le sens opposé puis le déplacement des cils.

Il existe ainsi un codage de la réponse en terme de vitesse = Graduation de la réponse:

- **Mouvements lents** : seuls les cils **centraux** sont poussés par l'endolymphe.
- **Mouvements plus rapides** : les cils plus **latéraux** sont courbés.

NB : Quand la vitesse angulaire est constante il n'y a pas de déplacements des cils donc pas d'excitation.

**Les canaux sont sensibles seulement à l'accélération pas à une vitesse +++**  
L'activation fonctionne par paire et permet de déterminer en permanence comment la tête bouge et de quels côtés.

Par exemple, si on tourne la tête à gauche on aura une activation du canal semi circulaire gauche et inhibition du canal semi circulaire droit. (fonctionnement par paire homonyme ou non). Si on penche la tête vers l'avant, activation des canaux verticaux des deux côtés. (pas de questions dessus aux partiels)

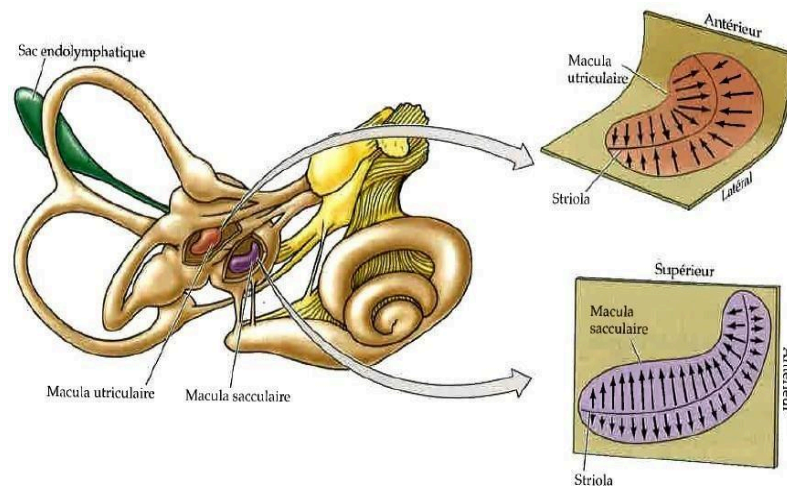
#### 4. Activation-inhibition par paire de CSC (= canaux semi-circulaire) :

Les canaux semi-circulaires fonctionnent en paires opposées :

- 2 canaux horizontaux (ex: mouvement tête vers la gauche) :
  - **Activation** du nerf vestibulaire à gauche
  - **Inactivation** du nerf vestibulaire à droite
  - **Intégration des 2 messages** pour détecter direction et vitesse du mouvement
- Quand le sujet tourne la tête à D (dans le plan horizontal) :
  - Activation du CSC latéral du côté D
  - Inhibition du CSC latéral du côté G (côté opposé)
- Quand le sujet tourne la tête de 45° à Gauche :
  - CSC antérieur Droit activé
  - CSC postérieur Gauche activé
- Flexion de la tête (tournée à Gauche) : activation du **CSC Antérieur D** et inhibition du **CSC postérieur G** et inversement à l'extension de la tête.

#### 5. Appareil otolithique

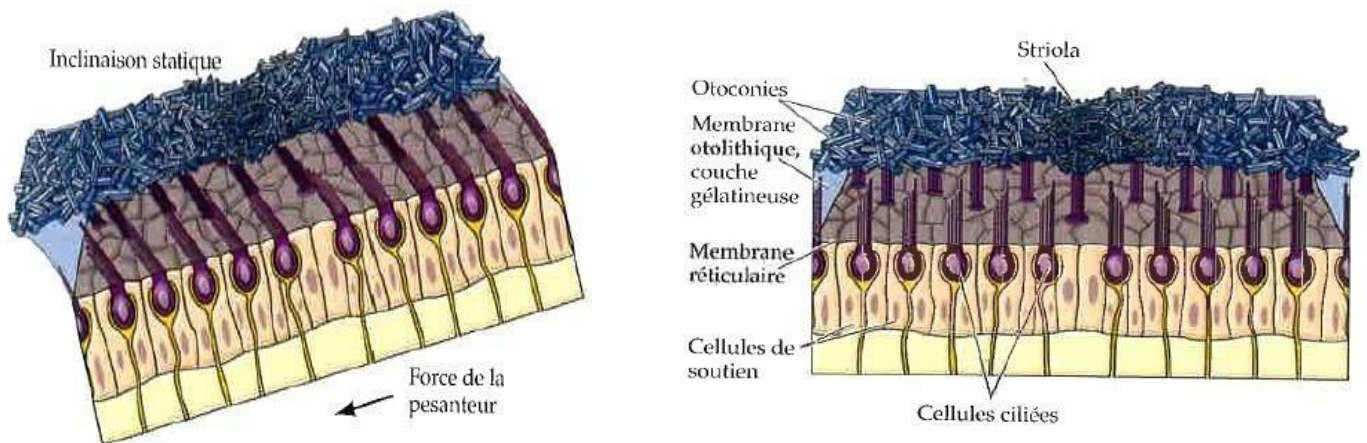
La macule (épithélium) de l'**utricule** est **horizontale** alors que la macule du **sacculé** est **verticale** (notamment dans le cas de la pesanteur).



Au niveau des deux macules, les cils sont dans une couche gélatineuse recouverte de cristaux **de carbonate de calcium**. Le déplacement de l'otolithe déforme la masse gélatineuse ce qui entraîne une inclinaison des cils des cellules du saccule et de l'utricule.

Les cellules sont orientées par rapport à un centre : **la striola** et cela va permettre d'envoyer des informations complémentaires vers l'utricule et le saccule.

- **Utricule** : kinocil se rapprochant de la striola
- **Saccule** : kinocil s'éloignant de la striola



La fréquence de décharge des fibres efférentes de nerf vestibulaire va varier avec les accélérations linéaires dans toutes les directions (horizontales et verticales). Ce système est plus sensible que celui des canaux semi circulaires. L'inertie des cristaux va permettre de garder le signal sur un mouvement à vitesse constante, c'est l'**accélération linéaire**.

L'utricule est sensible aux positions et accélérations dans le plan horizontal alors que le saccule est sensible aux accélérations linéaires de la tête dans le plan vertical (pesanteur). Ces récepteurs ne sont plus stimulés en cas d'apesanteur. Les bases

des cellules sensorielles font synapse avec les fibres afférentes du nerf vestibulaire . La fréquence de décharge de leurs fibres efférentes varie avec les accélérations linéaires dans toutes les directions.

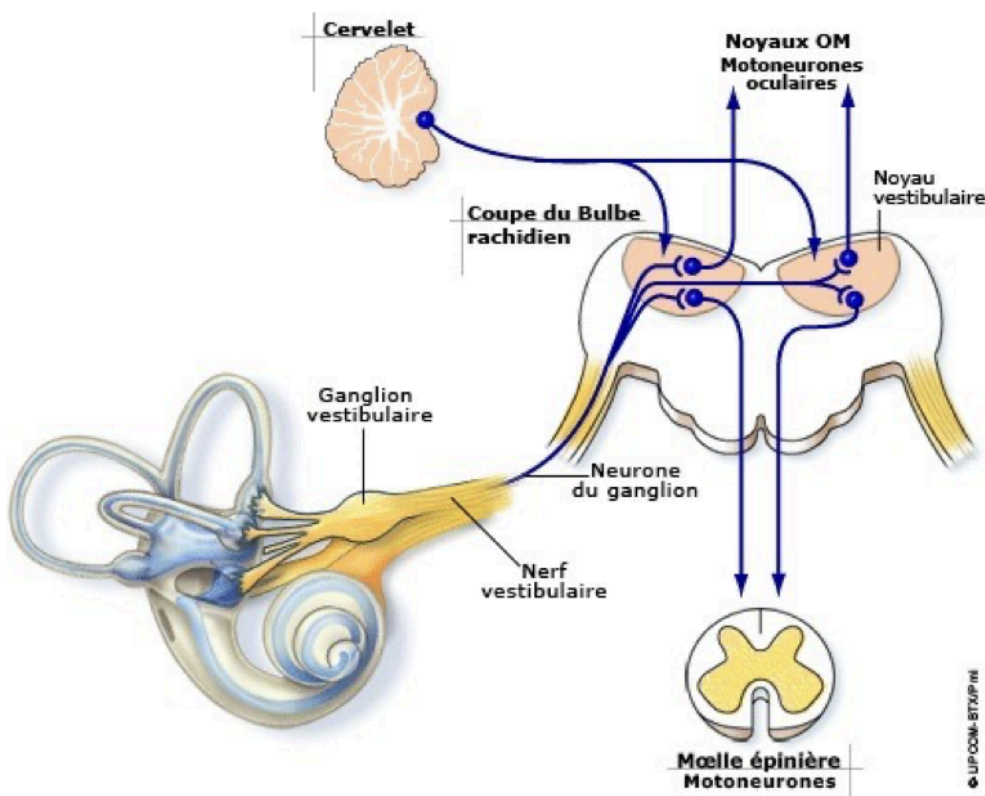
Il y a différentes rangées de cils dans différentes orientations. Lors d'un mouvement de la tête, certaines sont activées et d'autres inhibées. L'inclinaison de la tête d'un côté entraîne une augmentation de fréquence de décharge des axones du même côté. Fonctionnement par paires opposées (droite-gauche), le SNC détermine la position de la tête.

**Les otolithes peuvent être mobilisés dans toutes les directions et par toutes les variations de pesanteur.**

**Contrairement aux canaux semi-circulaires, le saccule et l'utricule peuvent donc mesurer des déplacements à vitesse constante.**

## 6. Voies de conduction de l'influx nerveux

Les informations partant de l'oreille interne vont rejoindre le **ganglion de Scarpa** (proche de l'oreille interne, c'est le ganglion du nerf vestibulaire), là où on retrouve les noyaux de ces neurones. Le ganglion de Scarpa rejoint le TC, il y a un relais dans le **noyau vestibulaire** au niveau du plancher du 4ème ventricule. Puis sur le lobe flocculo-nodulaire du cervelet (cf partie 2 du cours).



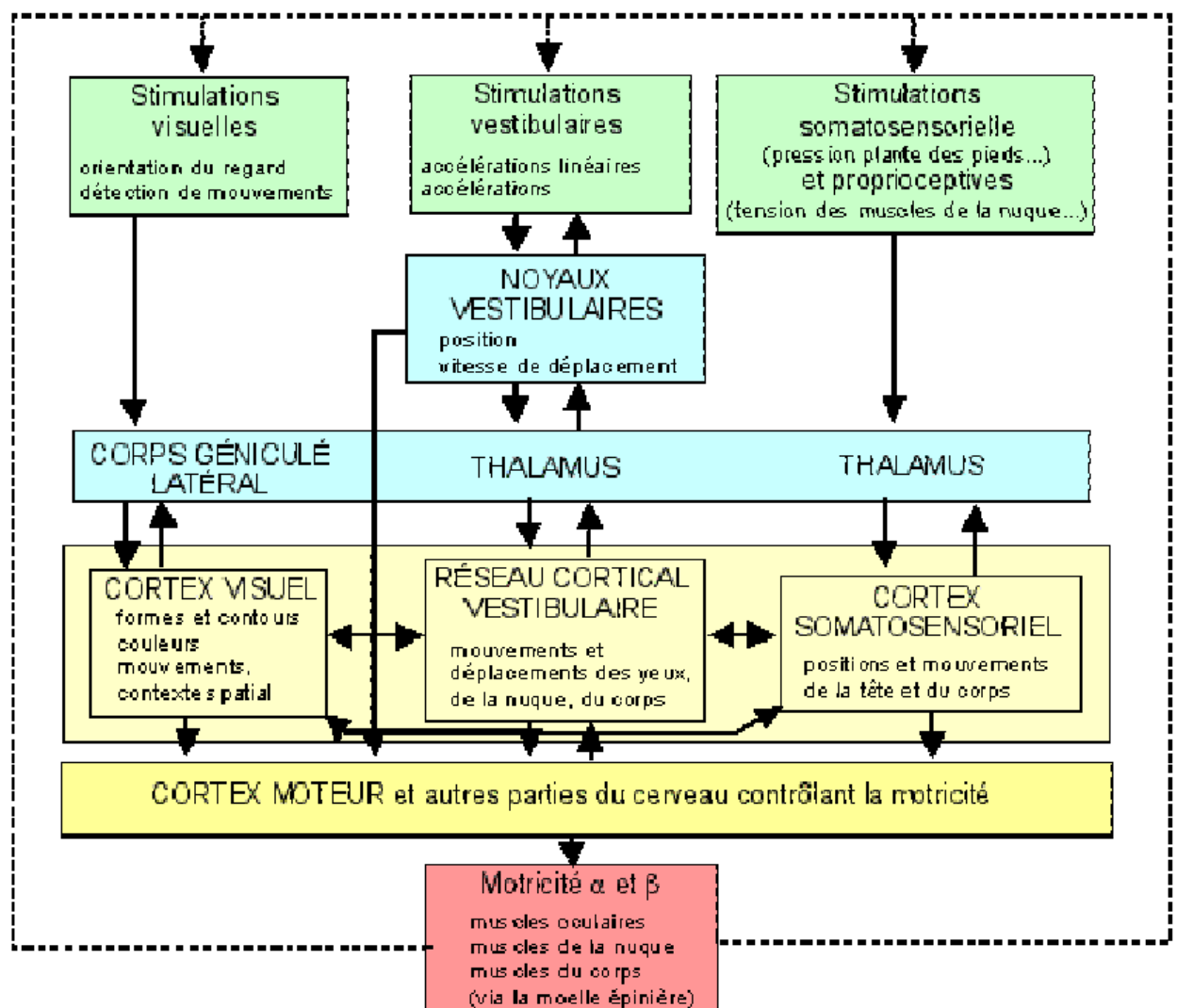
Il y a une afférences principales avec l'oreille interne puis on voit les liens vers cervelets et d'autre les noyaux oculomoteurs et motoneurones oculaire et d'autre afférences vers la moelle épinière (avec le feed back), vers les muscles du cou et de la tête, la synchronisation est importante.

## 7. Les noyaux vestibulaires

Il y a plusieurs noyaux vestibulaire dans le TC:

- Le noyau **vestibulaire latéral**, qui reçoit les infos surtout de l'utricule, qui va donner une voie particulière, qui agit sur les muscles anti-gravitaires.
- Le noyau **vestibulaire inférieur** : qui envoie des infos vers le cervelet et vers aux voies vestibulo-spinales et vestibulo réticulaires
- Le noyau **vestibulaire médian** : voie vestibulo spinale médiane, contrôle les mouvements, relation entre les yeux, la tête et le cou, projection sur le système parasympathique = mal de mer, reçoit tous les récepteurs labyrinthiques
- Le noyau **vestibulaire supérieur** : le principal régulateur de la position, du mouvement de la tête et des yeux, la stabilisation du regard.

Ces noyaux permettent l'organisation sensitivomotrice de la posture. Tout ça va se projeter vers le thalamus et donc vers le **cortex cérébral pariétal et insulaire**.



⚠ il manque dans ce schéma l'effet du cervelet qui coordonne tout le système avec notamment le feedback ⚠

## 8. Syndrome vestibulaire

En pathologie pour les vestibule, plusieurs symptômes composent le syndrome vestibulaire :

- **Ataxie**: trouble de fluidité du mouvement, il est mal coordonné au niveau statique et locomoteur (test de la marche en étoile = se décale quand il doit marcher droit), trouble du tonus musculaire (hypotonie ou hypertonie). (Test de Romberg positif si patient va vers la droite ou la gauche)
- **Vertiges**: sensation de déplacement (rotatoire) de l'environnement par rapport à l'individu ou inversement.
- **Nystagmus**: lien important entre vestibule et les muscles oculomoteurs avec une déviation progressive des yeux vers le côté atteint avec des mouvements de rappel rapides.

*La prof conseille d'aller jeter un coup d'œil au collègue de neurologie et d'ORL. Voici le lien d'une vidéo qu'elle nous conseille de regarder : "exploration de la fonction vestibulaire" : <https://www.youtube.com/watch?v=nXAKRWjic9M>*

## III. SNA

### **Système nerveux autonome (SNA) = Système nerveux végétatif (SNV)**

Ensemble formé par le système **sympathique** (orthosympathique,  $\Sigma$ ) et **parasympathique** (para $\Sigma$ ). Ce système va être responsable de la régulation de l'environnement interne de l'organisme. Fonctions involontaires exercées par les fibres musculaires lisses, cardiaques et les glandes.

Le SN autonome est :

- Non soumis à l'action de la volonté
- Les organes innervés par le SNA ont une autonomie partielle
- Les effets sur l'organe cible peuvent être excitateurs ou inhibiteurs

**Actions** : régulation de l'environnement interne de l'organisme

Les actions involontaires vont être exercées par les fibres musculaires lisses, cardiaques et des glandes. D'une manière générale on va décrire :

- **Sympathique = orthosympathique**: mobilise les réserves énergétiques (en cas de danger)
- **Parasympathique** : conservation et restauration de l'énergie (repos)

### A. Rôles du SNA

Le SNA permet, en fonction de la situation :

- De faciliter la **conservation de l'énergie**, régule le fonctionnement des organes en période d'activité minimale (hibernation)
- Ou au contraire l'augmentation des **performances des organes cibles**

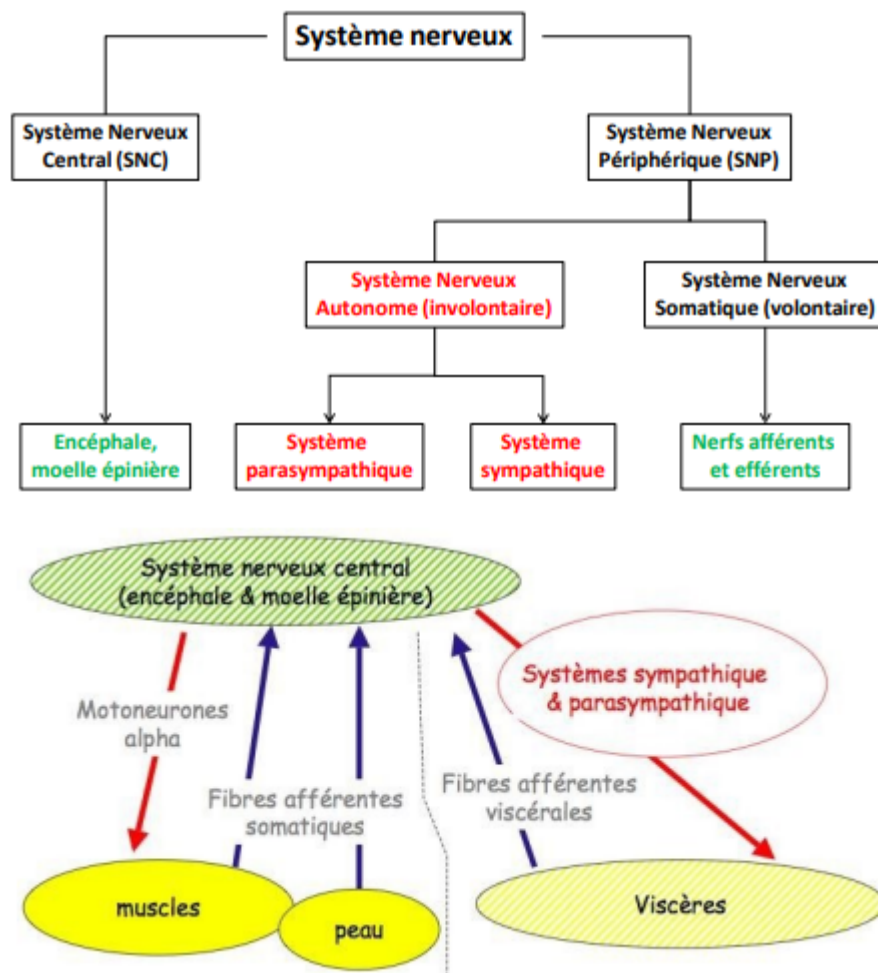
Il régule :

- Les fonctions des organes internes
- L'appareil circulatoire
- L'appareil respiratoire

De façon générale, il permet la régulation des paramètres qui maintiennent **l'homéostasie** (constantes du milieu intérieur) : pression artérielle, température corporelle, fréquence cardiaque et leur adaptation aux besoins du moment, il interagit aussi avec le système immunitaire.

Les maladies qui touchent le SNA sont très souvent graves.

### Organisation du système nerveux



## B. Récepteurs du SNA

Le SNA réponds aux stimuli extérieurs sensoriels, somatiques et viscéraux via des récepteurs végétatifs, unique à ce système, tels que :

- **Thermorécepteurs** (cutanés)
- **Barorécepteurs** (paroi des gros vaisseaux, sensibles à la pression mécanique du sang projeté contre la paroi)
- **Osmorécepteurs** (sensibles à l'osmolarité et à l'équilibre hydrique)
- **Chémorécepteurs** (sensibilité à la pression en O<sub>2</sub> du sang)
- **Volorécepteurs**

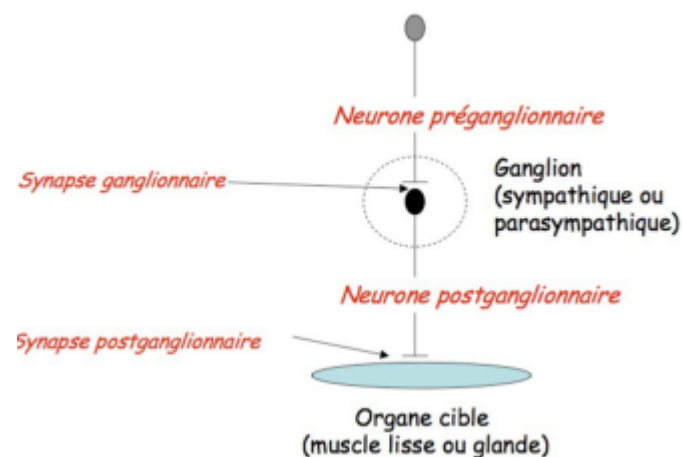
## C. Organisation du SNA

Constitue l'innervation efférente de la moelle et du tronc cérébral sur les effecteurs viscéraux.

Contrôle nerveux via **deux neurones en série** :

- Soma du 1er neurone dans le SNC (moelle ou bulbe) = **neurone connecteur**
- Soma du 2ème neurone dans un ganglion sympathique ou parasympathique, innervation de l'organe cible = **neurone effecteur**

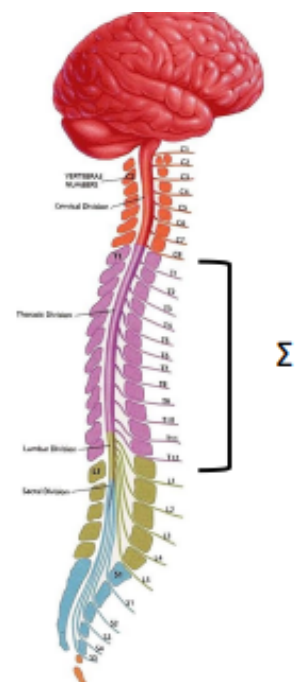
Le neurone pré-ganglionnaire fait synapse avec le neurone post-ganglionnaire dans le ganglion (sympathique ou parasympathique).

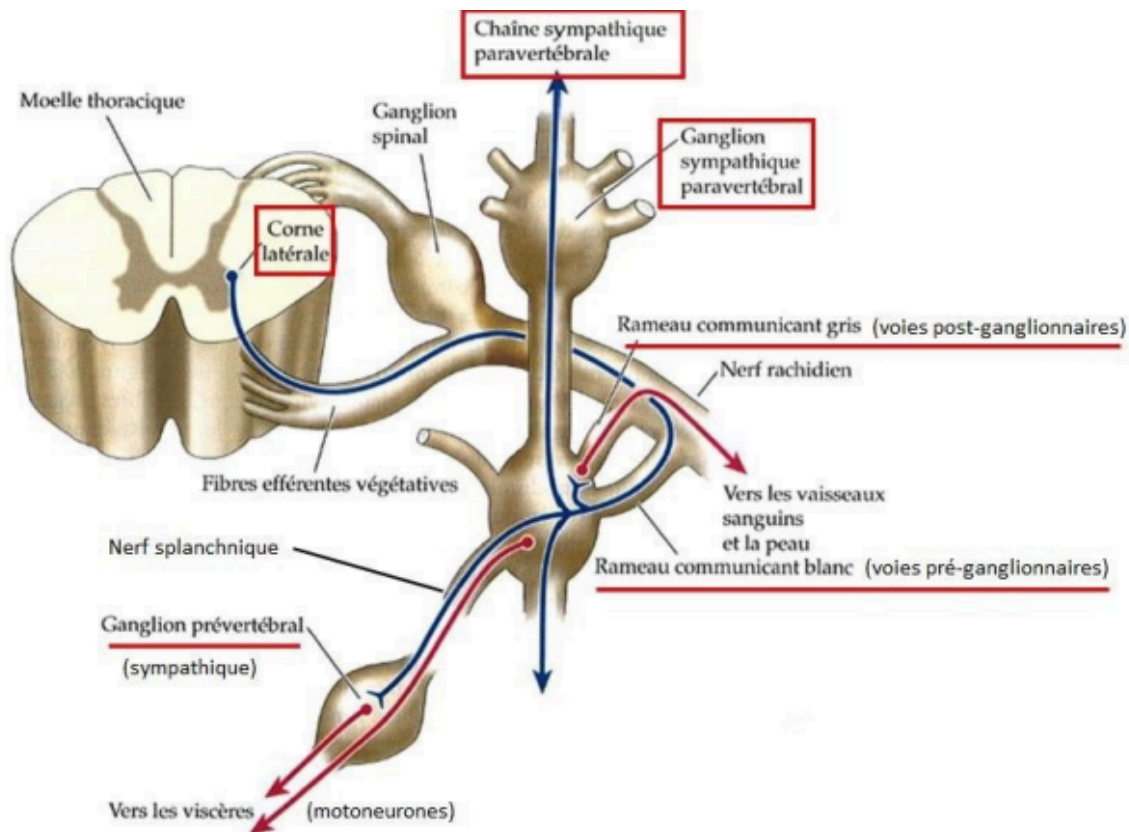


## D. Efférences sympathiques $\Sigma$

Origine exclusivement spinale, les efférences sortent de la **moelle spinale entre T1 et L2** (ou L3). Le neurone sort de la corde latérale de la moelle passe par la chaîne sympathique paravertébrale ou par le relai (ganglion para vertébrale) pour donner un **neurone post-ganglionnaire**. Le relai ne se trouve pas toujours au même niveau.

Les corps cellulaires de tous les neurones pré-ganglionnaires se trouvent dans la **ME** avec une organisation en colonne latéro-vertébrale.

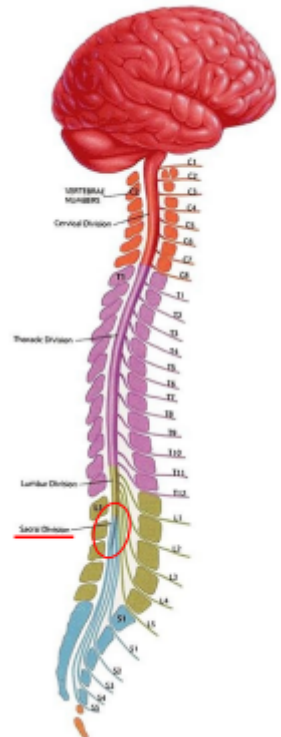
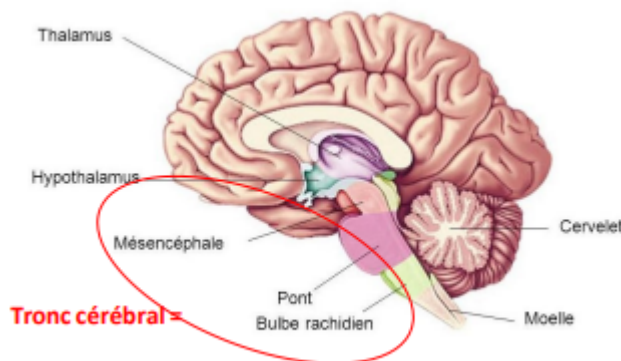




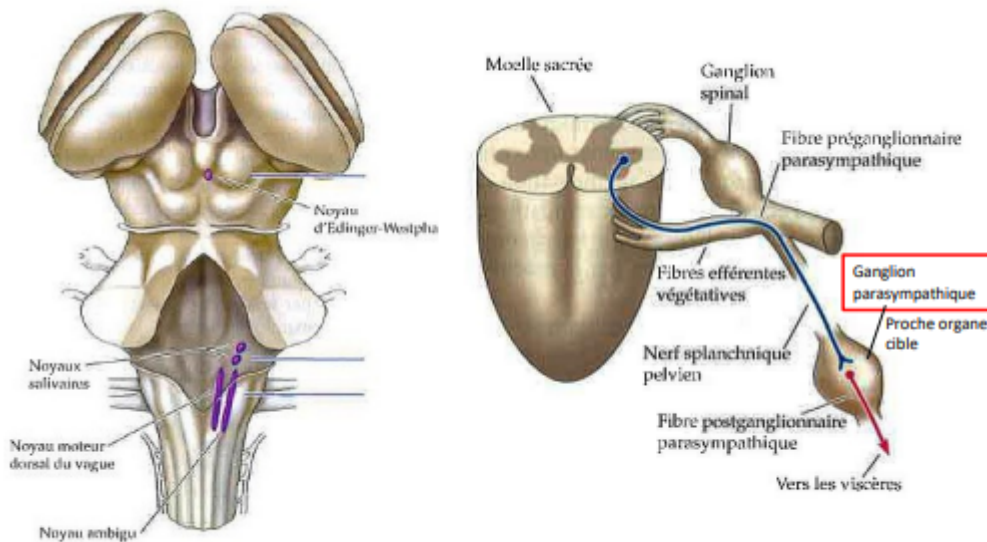
### E. Efférences Parasymphatique PΣ

Il y a deux origines : au niveau du **tronc cérébral** et de la **région sacrée de la moelle** :

- TC : Noyaux annexés aux nerfs crâniens III, IV, IX, X (vaste territoire)
- Au niveau sacré : petite colonne intermédiaire-ventrale



*Remarque* : le **plexus myentérique** peut être considéré à part mais régulé par le SNA.



Pas de contingent  $P\Sigma$  destiné à la peau ou aux muscles

## F. Organes cibles des efférences sympathiques et parasympathique

Ces efférences vont être aller vers :

- Les **muscles lisses** de tous les vaisseaux et les viscères
- Les muscles intrinsèques de l'**œil**
- Le **tissu cardiaque**
- Les **glandes** et cellules sécrétoires

## G. Différences entre les efférences sympathiques et parasympathique

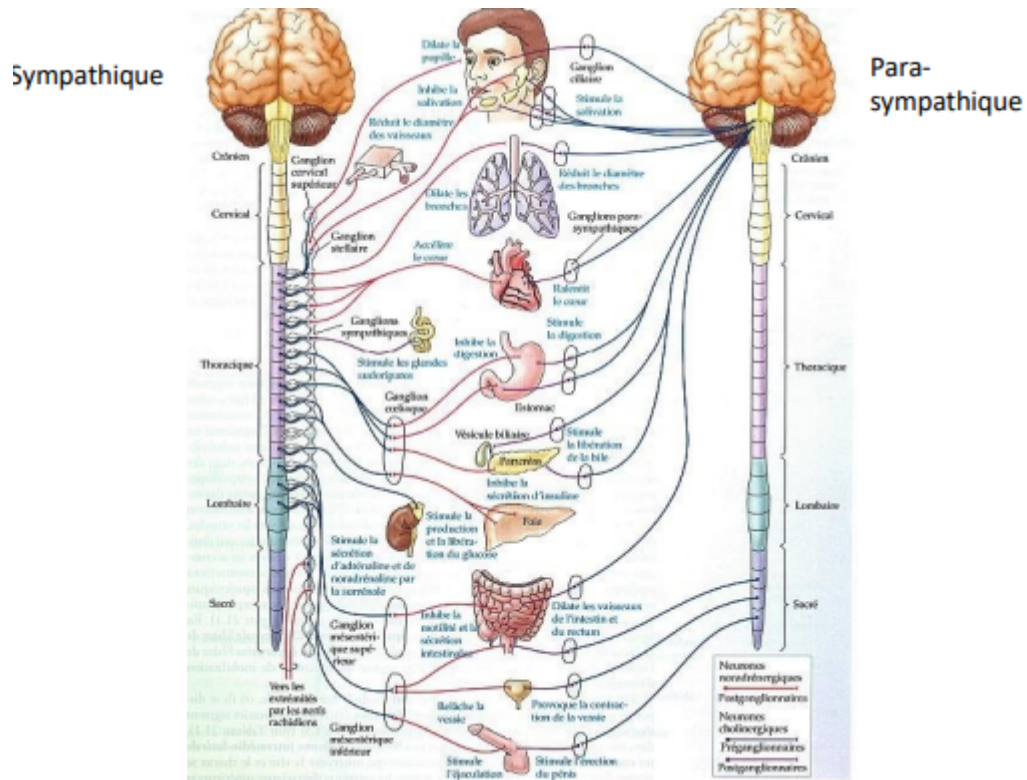
Les efférences motrices du SNA vont être organisées différemment en fonction de la nature des fibres qui les composent.



Pour le système **sympathique** : ganglions **proches de la moelle épinière**, loin des viscères. Donc un premier neurone **court** et un deuxième neurone long.

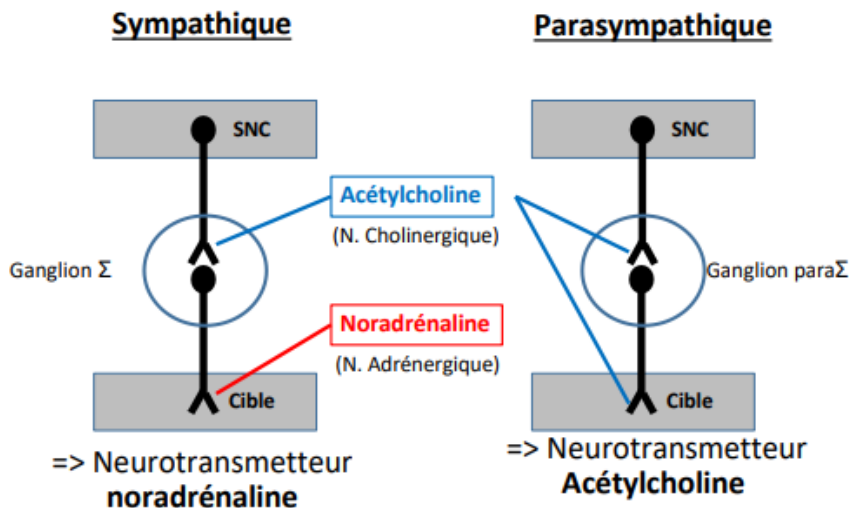
Pour le système **parasympathique** : ganglions **proches des organes cible**. Un premier neurone **long** et un deuxième court. Donc le neurone 1 myélinisé est très long et le neurone 2 amyélinisé est court, à proximité du viscère ou dans la paroi même du viscère.

La longueur des fibres PRÉ et POST-ganglionnaires est différente entre les deux parties du système nerveux autonome. ++++ Et **chaque organe cible reçoit une double innervation des deux systèmes**, celles-ci vont venir agir en opposition l'une de l'autre au niveau de l'organe.



**H. Neurotransmetteurs du SNA**

Le **système sympathique** est un système à 2 neurones, un pré-ganglionnaire et un post-ganglionnaire. Le neurone **pré-ganglionnaire** provient de la moelle (entre **T1-L2**), son axone passe par la racine ventrale de la moelle. Son neurotransmetteur est l'**acétylcholine**.

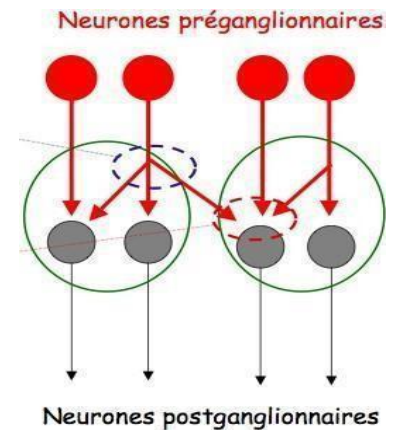


Son axone va ensuite se terminer au niveau du ganglion sympathique. Où il y aura **divergence** (pour diffusion du message) et **convergence** (pour l'amplification du message).

Le neurotransmetteur de ce neurone **pré-ganglionnaire** sera **l'acétylcholine**. Le neurotransmetteur de ce neurone **post-ganglionnaire** sera la **noradrénaline**, qu'il libérera au niveau de l'organe cible.

Donc → Neurotransmetteur parasympathique: **Acétylcholine**  
 → Neurotransmetteur sympathique: **Noradrénaline**

Dans le système sympathique on a une enzyme: la **monoamine oxydase** qui va dégrader la noradrénaline, c'est la base de nombreux traitements.



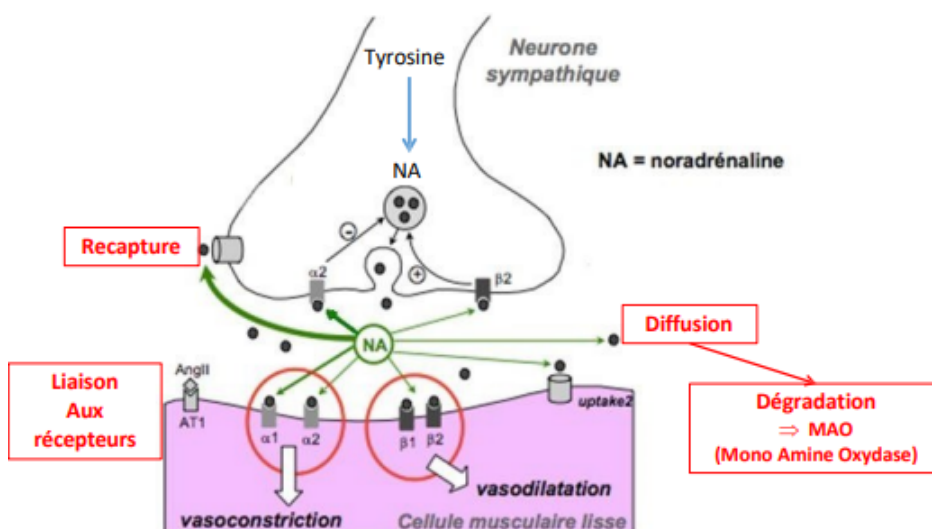
## I. La transmission noradrénergique :

La noradrénaline est synthétisée à partir de tyrosine, qui après transformation enzymatique devient de la L-DOPA puis de la dopamine. L'étape suivante étant la transformation de cette dopamine en adrénaline puis en noradrénaline. Après sécrétion synaptique, la noradrénaline peut exercer différents effets en fonction du récepteur sur lequel elle se fixe :

- si elle se fixe sur les **récepteurs  $\alpha 1$  ou  $\alpha 2$** , on pourra observer une **vasoconstriction**,
- si elle se fixe sur les **récepteurs  $\beta 1$  ou  $\beta 2$** , on observera alors une **vasodilatation**

En résumé : l'effet d'un neurotransmetteur ne dépend pas que du neurotransmetteur lui-même, mais dépend aussi et surtout du récepteur sur lequel il se fixe.

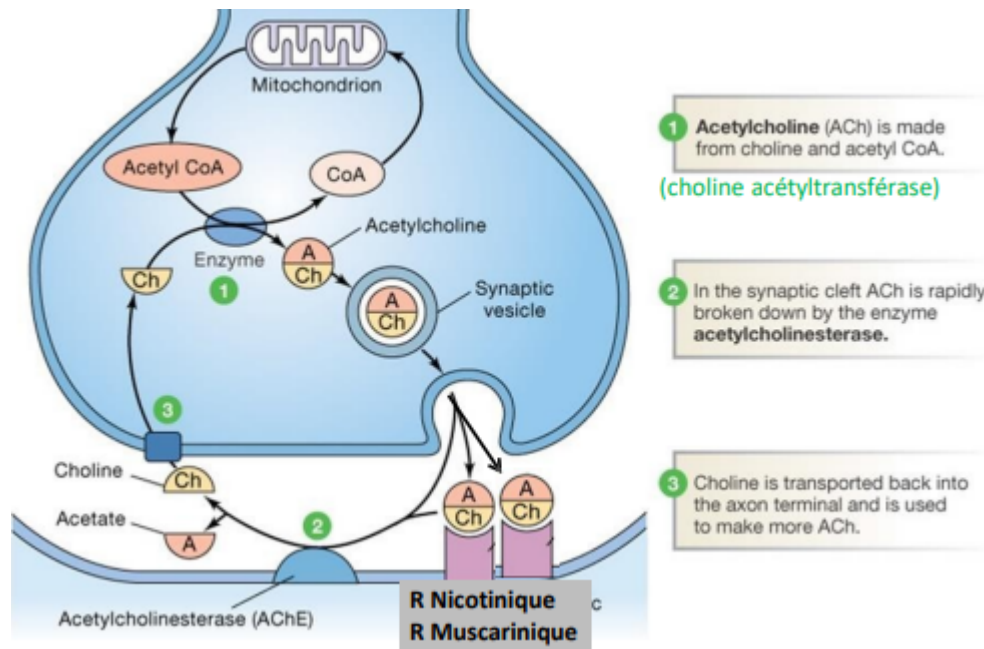
Comme dans toutes les fentes synaptiques, on a besoin d'un système de dégradation pour éviter que des neurotransmetteurs résiduels ne perpétuent le message trop longtemps. Ici, dans la transmission noradrénergique, **l'enzyme MAO** (= Monoamine Oxydase) vient dégrader la noradrénaline pour éviter les vasodilatations et vasoconstrictions perpétuels.



## J. La transmission cholinergique :

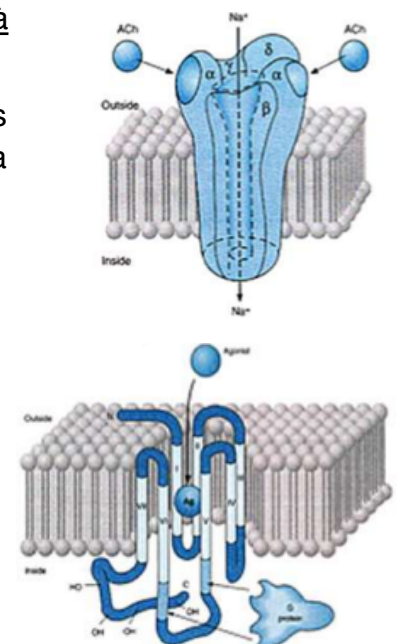
L'acétylcholine est synthétisée à partir de l'acétyl-CoA et de la choline grâce à la *choline- acétyl-transférase*.

Dans l'espace synaptique, l'ACh se dirige vers ses récepteurs post-synaptiques qui sont de 2 types : **nicotiniques** et **muscariniques**. Elle pourra aussi se diffuser et être dégradée par la cholinestérase. Ainsi, il y aura recapture de la choline. Rôle important de la mitochondrie au niveau de cette transmission cholinergique.



Les deux types de récepteurs seront retrouvés préférentiellement à différents endroits :

- **Nicotinique : Récepteur / canal ionique**, retrouvé dans les ganglions relais sympathique et parasympathique (sensible à l'effet du tabac).
- **Muscarinique : Protéine transmembranaire**, son effet est métabotrope. On les retrouve sur les ganglions relais et les organes effecteurs. Il en existe 5 types (M1 à M5) et leurs effets intracellulaires sont médiés par l'adénylate cyclase ou la PLC. Ce ne sont pas des récepteurs canaux, ils sont couplés à des protéines (d'où la variabilité de transduction possible).



## K. Contrôle des fonctions végétatives

Le SNA va avoir un rôle majeur dans le contrôle des fonctions végétatives telles que lors de l'exercice/effort aigu en permettant :

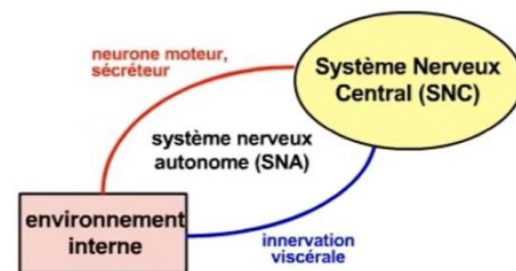
- Adaptations cardiovasculaires
- Adaptations respiratoires
- Adaptations des fonctions endocriniennes
- Adaptations métaboliques
- Thermorégulation

Réponse variable selon le type de l'exercice : prolongé ou bref et intense. Son activité est modulée par l'entraînement comme toute fonction neurologique et donc on aura des performances de ce système plus ou moins importantes.

## L. Mécanismes de contrôle des fonctions végétatives (passé très très rapidement)

Ces fonctions nerveuses sensibles du SNA sont à l'origine des réflexes.

A partir des viscères, les FN vont passer dans les nerfs splanchniques pour arriver aux cordons postérieurs de la ME puis, par des voies similaires à la sensibilité somatique, vont remonter jusqu'au cortex. Les voies entre les sensations viscérales et somatiques vont être mêlées. Au niveau du cortex, comme pour la sensibilité somatique, il existera une représentation viscéro-topique.



Ces voies vont permettre de véhiculer la douleur viscérale mais pas uniquement elles vont aussi permettre les réflexes viscéraux, en arrivant dans la corne postérieure. Réflexes qui vont permettre notamment la régulation du SNA.

## IV. Récapitulatif sur le SNA

D'une manière générale on aura :

- Face à un **danger** = Activation du système **sympathique**
- Face à un retour au **calme** = Activation du système **parasympathique**

Le SNA va ainsi permettre de s'adapter rapidement face à une situation. Cependant les adaptations médiées par le SNA vont être **rapides** (de l'ordre de la seconde) et de **courte durée** (de l'ordre de la seconde ou de la minute). L'activité du SNA peut varier. Elle varie en fonction de l'âge mais aussi d'autres facteurs tels que l'obésité,

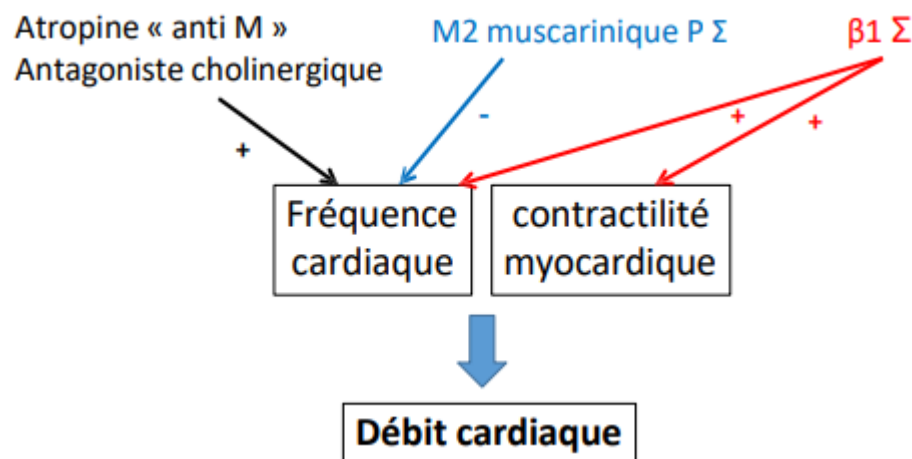
les maladies associées (diabète)...Les organes possédant une innervation autonome vont posséder à la fois une innervation sympathique et une innervation parasympathique. Cette double innervation va permettre une régulation permanente.

## A. Exemples du fonctionnement du SNA

### 1. Exemples de fonctionnement du système de double innervation

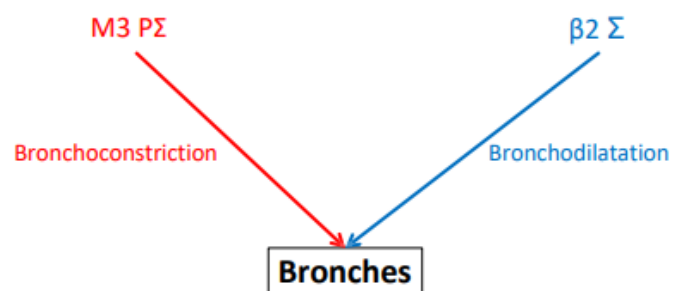
Par exemple au niveau cardiaque :

Le système sympathique aura tendance à stimuler la fréquence cardiaque tandis que le système parasympathique lui aura tendance à inhiber. Or l'atropine va se fixer sur les récepteurs à catécholamines empêchant ainsi au système parasympathique d'exercer son effet régulateur. Donc l'atropine va inhiber la régulation du rythme cardiaque et donc être chronotrope positif (permet l'accélération cardiaque).



Exemple de double innervation au niveau des bronches :

Le sympathique va faire une dilatation (ex: la ventoline) alors que le parasympathique va provoquer une bronchoconstriction (ex: les beta bloquants)



## 2. Exemples des effets du SNA

Exemples des effets du système **sympathique** :

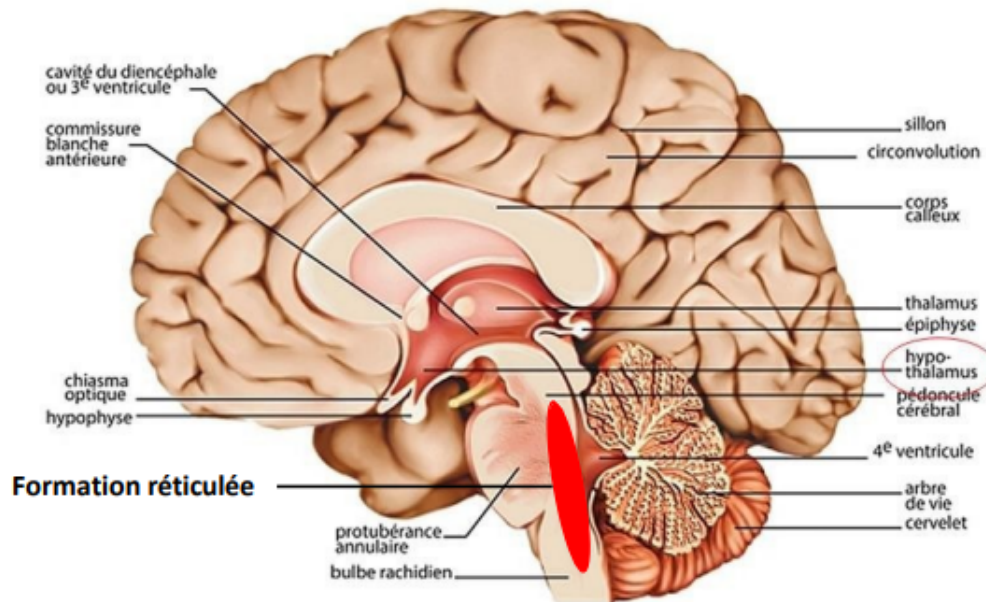
<b>œil</b> muscle radié iris muscle ciliaire	$\alpha 1$	$\beta 2$	mydriase relaxation
<b>tube digestif</b> muscle lisse sphincters	$\alpha 1$ $\alpha 1$	$\alpha 2$ $\beta 1$ $\beta 2$	relaxation contraction
<b>pancréas endocrine</b>	$\alpha 2$	$\beta 2$	baisse sécrétion augmentation sécrétion +++
<b>foie</b>	$\alpha 1$	$\beta 2$	glycogénolyse gluconéogénèse
<b>cœur</b>		$\beta 1$ $\beta 2$	effet inotrope    effet chronotrope, dromotrope
<b>artères</b> coronaires	$\alpha 1$	$\beta 2$	constriction dilatation +++
cutanées	$\alpha 1$		constriction++
cérébrales	$\alpha 1$	$\beta 2$	constriction dilatation
pulmonaires	$\alpha 1$	$\beta 2$	constriction dilatation
rénales	$\alpha 1$	$\beta 2$	constriction dilatation
<b>veines</b>	$\alpha 1$	$\beta 2$	constriction relaxation
<b>bronches</b> muscle lisse		$\beta 2$	relaxation
<b>reins</b>		$\beta 1$	sécrétion de rénine
<b>vessie</b> détrusor sphincter	$\alpha 1$	$\beta 2$	relaxation contraction
<b>utérus</b>	$\alpha 1$	$\beta 2$	contraction relaxation (utérus gravide)
<b>org. génitaux mâles</b>	$\alpha 1$		éjaculation
<b>peau</b>	$\alpha 1$		piloérection, sudation
<b>adipocytes</b>		$\beta 3$	lipolyse, thermogénèse

Exemples des effets du système **parasympathique** :

<b>œil</b> sphincter irien muscle ciliaire		mydriase = myosis contraction = accommodation
<b>tube digestif</b> muscle lisse sphincters		contraction relâchement
<b>glandes exocrines</b>		sécrétion baisse
<b>cœur</b>		bradycardie sinusale
<b>endothélium vasculaire</b>		libération de NO
<b>bronches</b> muscle lisse		contraction
<b>utérus</b>		contraction relaxation (utérus gravide)
<b>vessie</b> détrusor sphincter		contraction relaxation
<b>org. génitaux mâles</b>		érection
<b>peau</b>		sudation

## B. Contrôle central suprasegmentaire = hypothalamus

L'**hypothalamus** est considéré comme le centre supérieur de commande et de coordination du SNA. Il reçoit des infos soit directement, soit via la formation réticulaire du TC. On parle de Ganglion chef, **c'est le Ganglion principal du SNA.**



L'hypothalamus va jouer sur les fonctions de régulation du SNA, il y a des liens en plus de l'hypothalamus avec la formation réticulée et le cortex cérébral. Il **reçoit** des informations des centres supérieurs liés aux émotions et aux sens provenant du cortex précentral, du cortex moteur, du cortex limbique....

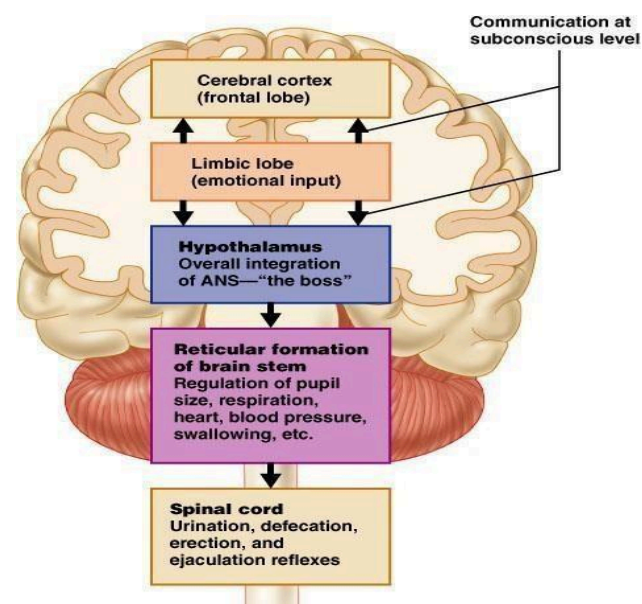
*Des émotions très fortes pourront modifier des choses autonomes comme par exemple la douleur qui peut nous faire tomber dans les pommes.*

Il envoie des informations en réponse au SNA via la formation réticulée du tronc cérébral.

### 1. Informations parvenant à l'hypothalamus

Les informations qui vont arriver jusqu'à l'hypothalamus vont pouvoir provenir des centres supérieurs liés aux émotions et aux sens :

- Cortex préfrontal
- Cortex moteur
- Insula
- Amygdale
- Cortex limbique



Envoie des informations en réponse au SNA via la formation réticulée du tronc cérébral.

Il reçoit des infos :

- Noyau du faisceau solitaire (sensoriel viscéral)
- Formation réticulaire (température de la peau)
- Rétine (rythme circadien)
- Organes pré ventriculaires (osmolarité, toxines sanguines)
- Système limbique et olfactif (nourriture, reproduction, sexualité)
- + Récepteurs intrinsèques (thermorécepteurs, osmorécepteurs)

## 2. Informations sortantes de l'hypothalamus

On va avoir 2 types de signaux qui vont pouvoir partir de l'hypothalamus via la formation réticulée du TC :

Des signaux nerveux (envoyés via les fibres du SNA) :

Via la projection de la partie latérale de l'hypothalamus sur la corne latérale de la moelle pour le contrôle de :

- La fréquence cardiaque
- La vasoconstriction
- La digestion
- La transpiration

...

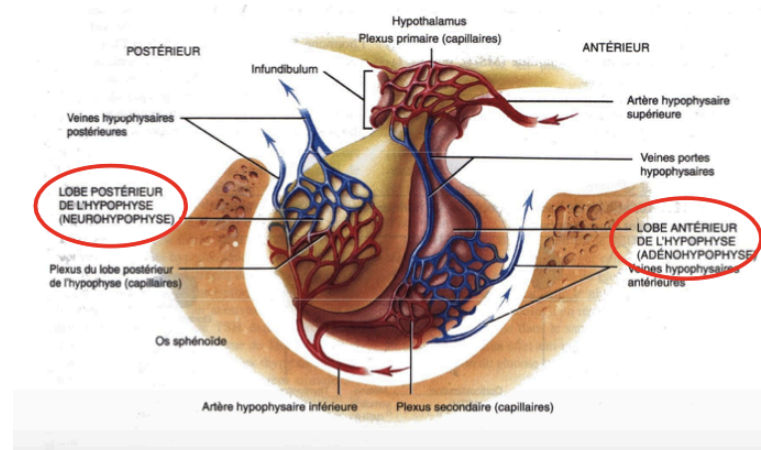
Des signaux endocrines via la tige pituitaire

On a donc un système assez complexe car notre hypothalamus va à la fois réguler les SNA directement via les neurones et va en plus contrôler l'hypophyse et donc avoir un contrôle assez végétatif mais qui n'est plus nerveux avec des hormones.

## 3. L'hypophyse

L'hypophyse ou glande pituitaire, est une glande endocrine composée de 2 lobes :

- Lobe **antérieur** (antéhypophyse) => glande vraie
  - Qui produit la GH, prolactine, hormone lutéale (= FSH, LH), TSH, ACTH



- Lobe **postérieur** (post hypophyse, neurohypophyse) :
  - Il s'agit d'une projection de l'hypothalamus, contient des neurones
  - Axones projetés en contact avec les capillaires sanguins (artère et veine hypophysaire)
  - Qui produit la vasopressine (ADH) et l'ocytocine : ce sont des neuro-hormones.

La différence majeure de ces 2 lobes est le type de communication.

### **Système Hypothalamo-Antéhypophysaire (ant) :**

Lobe **glandulaire** de l'hypophyse → Contrôle de la libération des hormones par l'hypothalamus *via* des capillaires sanguins (veines portes), le long de la tige ■ pituitaire, et la décharge dans ceux-ci de **neuromodulateurs (neurohormone)**

### **Système hypothalamo-neurohypophysaire (post) :**

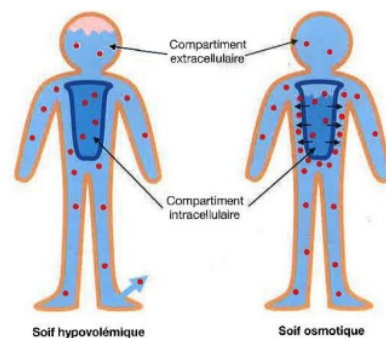
Lobe **nerveux**, traversé par des axones issus de l'hypothalamus (corps cellulaires dans les noyaux paraventriculaires et supraoptiques) lieu de stockage de la **vasopressine** (ADH) et de l'**ocytocine** synthétisées par l'hypothalamus (**neurohormones**)

*La partie antérieure va stocker et déverser des neurohormones synthétisées par l'hypothalamus via le réseau des veines portes qui apporteront les NT à l'hypophyse*

## **4. Exemple de régulation: contrôle de la soif (partie passée)**

La soif peut-être de 2 types :

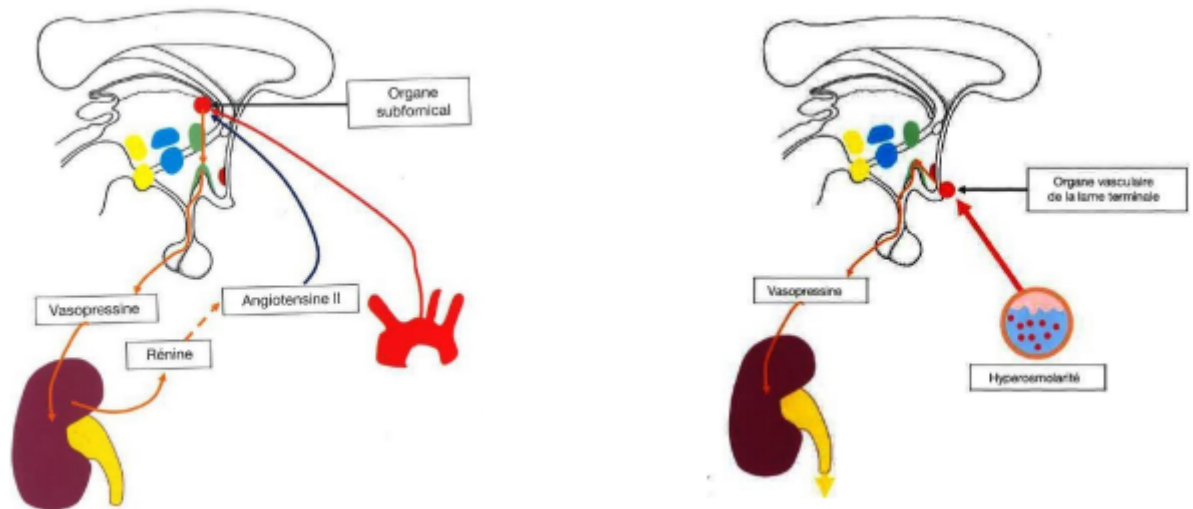
- Soif **hypovolémique** (diminution du volume hydrique extracellulaire : hémorragie, diarrhée, vomissements)
- Soif **osmotique** (changement de concentration hydrique, perte d'eau sans solutés : augmentation de l'osmolarité)



Dans la soif hypovolémique les barorécepteurs vont envoyer un signal à l'organe subfornical et aux reins. Les reins qui vont libérer de la rénine qui deviendra de l'angiotensine II. Angiotensine qui lorsqu'elle va rejoindre l'organe subfornical cela va envoyer un signal au noyau préoptique médian qui lui enverra un signal au **noyau hypothalamique paraventriculaire**. Noyau qui libérera la **vasopressine qui rétablira la PA grâce à son action antidiurétique ( réabsorption d'eau)**.

Dans la soif osmotique ce sont les osmorécepteurs du foie qui enverront un signal à l'organe vasculaire de la lame terminale qui lui enverra un signal au noyau préoptique médian qui comme dans le cas de la soif hypovolémique entraînera par

l'intermédiaire du noyau hypothalamique paraventriculaire la libération de vasopressine qui rétablira la PA grâce à son action anti-diurétique



A gauche →soif hypovolémique , à droite : soif osmotique

### 5. Exemple de la régulation du contrôle de la température

La valeur consigne est de  $37^{\circ}\text{C} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ , plus ou moins car la température corporelle subit des variations physiologiques par exemple sous l'influence du rythme nyctéméral (temp max à 17h et min à 5h) ou encore avec le cycle menstruel ( $0,5^{\circ}\text{C}$  de plus le matin pendant la seconde phase du cycle, après l'ovulation).

La température ne va pas être la même au niveau de la peau qu'au niveau central (plus élevée ici).

## Partie IX : Fonctions Cognitives "supérieure" :

Les mécanismes de la conscience au niveau cortical restent beaucoup moins bien décrits que les mécanismes comme la sensibilité ou la motricité. Il existe donc de nombreuses fonctions cognitives (fonctions exécutives, calcul, praxie, gnose...) :

- abord plus difficile
- mémoire
- langage
- alternance veille-sommeil

La recherche sur la cognition se fait chez l'animal (la souris) : Notion de transposition de l'animal à l'Homme compliqué

## I. La mémoire : 5 systèmes interconnectés

Ces fonctions ont trait à la conscience et ont une dimension complexe. Elles ont été pendant longtemps peu explorées du fait du manque de méthodes d'explorations. L'arrivée de l'IRM et de la TEP permet à présent de mesurer l'activité vasculaire - liée à l'activité métabolique - de ces structures, permettant de suivre en temps réel ce qui se passe dans le cerveau d'un individu.

### A. Mémoire explicite = accessible à la conscience

La mémoire est une fonction répartie en plusieurs systèmes connectés, sur un grand nombre de structures encéphaliques, et qui n'est pas limitée à une structure anatomique bien définie.

Il y aura alors plusieurs types de mémoires qui vont se compléter :

#### 1. Mémoire de travail (à court terme)

Elle est très courte : de quelques secondes à quelques minutes. On définit une unité de stockage : **l'empan mnésique** (6 à 9 unités selon les langues, 7 pour des chiffres en français → *ça veut dire qu'on peut retenir une série de 7 chiffres qu'on vient d'entendre*). Permet de retenir quelque chose immédiatement après l'avoir entendu.

#### 2. Mémoire à long terme (sémantique + épisodique)

Elle permet la conservation de souvenirs pendant quelques jours, semaines, voire toute une vie. Elle permet de se rappeler consciemment des souvenirs à long terme. Le stockage est plus stable, plus durable : on parle d'**engramme** (= substrat physico-chimique de la mémoire dans les circuits nerveux, que l'on va pouvoir plus ou moins entretenir).

Cette mémoire à long terme comprend 2 parties complémentaires :

- **Mémoire sémantique** : capacité à se rappeler par la compréhension des mots, mémoire du langage. Ce sont en général des événements fixes et semblables (c'est la mémoire des mots et des noms, par ex : on se rappelle des capitales). Connaissance sur soi et du monde. Au bout d'un moment, on ne saura plus où et comment on les a appris. (ex : on sait qu'un marteau sert à taper sur un clou mais on ne sait plus comment on l'a appris)
- **Mémoire épisodique** : mémoire de la vie personnelle et autobiographique de l'individu. Souvenirs des événements vécus de la vie quotidienne : conversation, cours... Permet de se situer dans le temps et dans l'espace. Il se met en place dès l'âge de 3 ans. C'est pour ça qu'on ne se souvient plus de ce qui s'est passé avant nos 3 ans car ce n'était pas encore structuré.

La perte de la mémoire épisodique se retrouve en pathologie comme dans la maladie d'Alzheimer par exemple.

Au fur et à mesure on oublie le superflu et on garde un trait commun aux souvenirs, on décontextualise les événements, et des souvenirs épisodiques se transforment en connaissance générale. On s'en souvient, mais on ne se souvient pas du contexte précis dans lequel on l'a appris.

## **B. Mémoires implicites = non accessible à la conscience**

### **1. Mémoire procédurale**

= on l'exprime par les actions

Elle est inaccessible à la conscience. C'est la mémoire des tâches devenues automatiques : faire du vélo, conduire. Permet une **habileté motrice** et **comportementale**. Elle est liée à une répétition très fréquente d'une tâche (ex : taper sur un clavier). Elle est très sollicitée chez les sportifs et les artistes. Elle se met en place de façon progressive, plus l'apprentissage est complexe et plus elle est sollicitée.

Nuance à bien comprendre : on parle bien d'inconscient dans le sens où ça se fait sans contrôle conscient, la programmation motrice, elle, est consciente (on fait du ski sans tomber de manière inconsciente mais on sait de manière consciente qu'on est sur des skis, sinon c'est problématique)

### **2. Mémoire perceptive**

Liée aux différentes modalités **émotionnelles**. (ex : on se rappelle d'odeurs particulières, de formes de visages, on se souvient où on habite sans avoir à réfléchir à quelle route on prend). Permet de faire de l'économie cognitive, on peut faire autre chose en même temps.

C'est cette mémoire qui est en cause lorsqu'on prend le même trajet tous les jours, que soudainement on doit se rendre à un autre endroit mais que, préoccupé par autre chose, on se rend finalement automatiquement à l'endroit habituel.

## **C. Consolidation et amorçage**

**Consolidation** : Passage des informations de la mémoire à court terme et de travail à la mémoire à long terme.

**Amorçage** : Mécanismes par lequel le souvenir de la présentation initiale d'un stimulus manifeste ultérieurement, de façon consciente ou inconsciente, par une **amélioration du rappel** de ce stimulus (la cible est reconnue plus rapidement par

les personnes exposées à l'amorce). Plus ce système est utilisé, plus le rappel à la conscience du souvenir va être rapide et performant. Pour consolider les souvenirs et les ramener à la conscience.

ex : repérer une caractéristique dans une liste de mots (verbe / nom / adjectif) puis le lendemain compléter des mots tronqués.

Il faut, dans l'ordre, les : **encoder** > **stocker** > **réactiver**. On peut avoir des atteintes spécifiques de ces 3 phases, qui sont évaluées par un neuropsychologue.

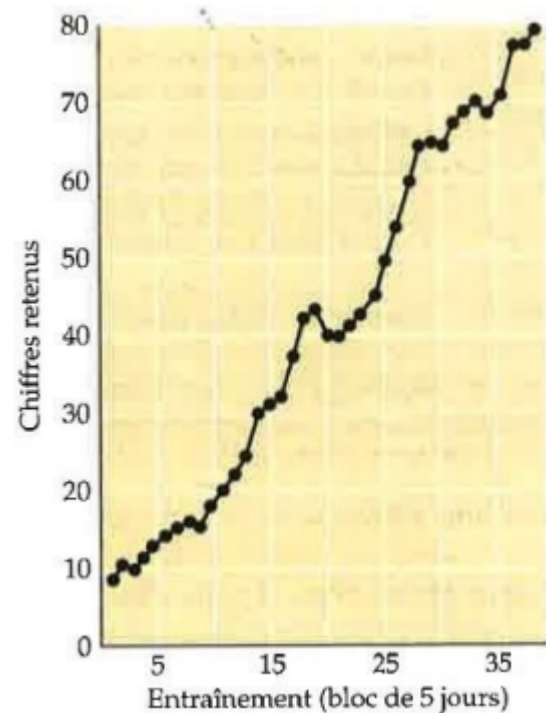
### D. Importance des associations pour le stockage des informations

Elles permettent l'augmentation de l'empan par l'entraînement (peut augmenter la capacité à retenir plus de 7 unités dans la mémoire de travail).

Il faut :

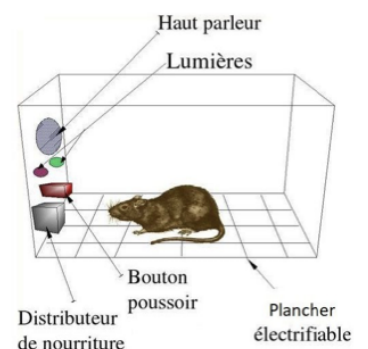
- Mettre un **contexte signifiant** : si ça n'est pas signifiant, on ne va pas le retenir. On n'a pas tous les mêmes associations, ex : certains vont lier Simone de Beauvoir à un livre, d'autres à un portrait... (c'est ce qui permet de retenir les dates, associer les départements aux nombres)
- Un **intérêt** : si ça ne nous intéresse pas on va beaucoup moins retenir. ex : quelqu'un de passionné par la musique va beaucoup mieux retenir ses partitions.
- Une **motivation** ex: photo d'aliments parmi d'autres avec la faim

L'efficacité de récupération du souvenir dépend beaucoup de la qualité de **l'engrenage**. Si on a engendré un souvenir avec un maximum d'informations, on va forcément mieux le retenir.



### E. Apprentissage conditionné

Il fait appel à la mémoire **non déclarative** (on emmagasine un souvenir, on le rappelle à la mémoire mais implicitement), avec l'apparition d'une nouvelle réponse en associant 2 stimulations différentes de façon répétée. Au bout d'un moment, on enlève le 1er stimulus, on laisse le second, et on voit que la réaction perdure, alors qu'elle n'aurait pas forcément existé d'emblée avec la seconde stimulation uniquement. (C'est plus clair avec les exemples ci-dessous)



Il y en a 2 grands types

### 1. Conditionnement classique

Conditionnement de Pavlov au début du XXème siècle : on met 2 stimulus qui n'ont rien à voir ; ex: on pose des aliments devant un chien tout en agitant une clochette. Le chien va associer la nourriture avec le son de la clochette. Quand on enlève les aliments, il va quand même saliver en entendant le bruit de la clochette, il est conditionné.

### 2. Conditionnement opérant

Le sujet n'est pas passif, il fait une action

Par exemple: Edward Thorndike – 1890 : un rat est dans une boîte (boîte de « Skinner »). À l'intérieur, il y a un distributeur de nourriture qui fonctionne à l'aide de boutons. L'animal comprend que quand il appuie sur la manette, il y a de la nourriture qui tombe dans la boîte. Il va alors appuyer de plus en plus vite sur la manette. Cela fonctionne également avec d'autres stimulations, par exemple en faisant passer des chocs électriques dans le plancher s'il n'appuie pas assez vite (*sympa*). Action faite par l'individu qui est conditionné.

### F. Localisation de la mémorisation et de la consolidation

Pour chaque type de mémoire, il existe des endroits particuliers:

Mémoire **épisodique** : hippocampe et lobe frontal : rôle déterminant de ces deux structures dans l'encodage et la réactivation de souvenirs. C'est en particulier grâce au cortex préfrontal gauche (pour l'encodage) et préfrontal droit (pour la récupération).

Mémoire **perceptive** : réseau de différentes zones du cortex se situant près des aires sensorielles.

Mémoire **sémantique** : régions très étendues dont les lobes temporaux et pariétaux. (atteinte + ou - sévère en fonction de l'étendue des dégâts)

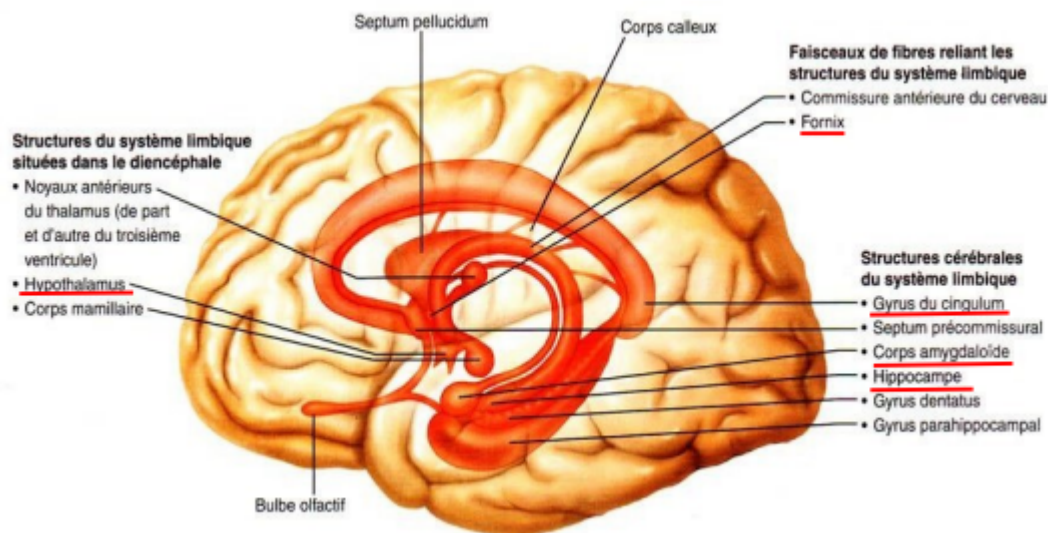
Mémoire **procédurale** : recrute des réseaux neuronaux sous-corticaux au niveau des zones motrices et au niveau du cervelet. ( si atteinte → apraxie)

La mémoire a une caractéristique importante : la **plasticité cérébrale**. On va être capable de modifier les circuits (activer ou désactiver des synapses ; activer ou oublier certains souvenirs). Au gré de l'expérience on va avoir des connexions qui vont évoluer. Plus on active les réseaux, plus on favorise la mémorisation. Un changement **de taille et de forme** des synapses est possible.

Le maintien à long terme d'un souvenir va imposer une modification de la cinétique de renouvellement et d'élimination des neurotransmetteurs (en particulier une phosphokinase, impliquée dans le mécanisme de maintien des souvenirs à long terme, a comme propriétés la capacité de s'auto répliquer, et elle n'est inhibée par aucune molécule)

Souvenir = variation de l'activité électrique au niveau d'un circuit spécifique. **Ce circuit (synapses) est formé et/ou renforcé par des protéines** (glutamate, NMDA, syntaxine). Le souvenir sera ensuite consolidé (par activation régulière de ce réseau) ou non.

### G. Système limbique : la prof s'est arrêtée là (mais il faut quand même voir les diapos sur Moodle)



Le système limbique est fortement impliqué dans la mémorisation (mémoire implicite sensorielle et émotionnelle) = “**cerveau émotionnel**”.

Ces structures corticales et sous corticales interviennent dans les émotions, l'apprentissage; la motivation mais aussi dans la mémoire. Il se situe au centre entre les deux hémisphères cérébraux.

#### Avec un rôle important

- Une partie du **thalamus**
- L'**hypothalamus**
- L'**amygdale**
- Le **gyrus parahippocampique**
- L'**hippocampe**
- Le **bulbe olfactif**

## H. Réserve cognitive : deux notions à comprendre

La capacité de maintien de la mémoire et d'adaptation (en cas lésions) semblent variables d'un individu à l'autre.

Ces capacités dépendraient de la réserve **cérébrale** (relative au tissu cérébral) et de la réserve **cognitive** (fonctionnalité):

- Réserve **cognitive** = **fonctionnalité**, capacité à faire fonctionner la réserve cérébrale. Efficacité des réseaux neuronaux impliqués dans la réalisation d'une tâche (efficacité du cerveau à mobiliser/mettre en place des réseaux compensatoires en cas de lésion ou de vieillissement)

Ex : vieillissement.

- La réserve cognitive permet d'y pallier, et différents facteurs pourraient intervenir :
- L'importance des apprentissages (plus on a appris, plus la réserve cognitive est importante)
- Le niveau d'éducation
- La stimulation intellectuelle continue au cours de la vie
- La qualité des relations sociales
- L'alimentation
- Le sommeil (permet le stockage et le tri, le manque de sommeil provoque de grands désordres)
- Des paramètres génétiques

Les individus ne sont pas tous semblables ! Une grande réserve permet probablement de retarder la démence cérébrale.

## I. Mémoire et émotions

Une émotion positive peut se traduire par une amélioration ponctuelle des performances mnésiques. Les émotions peuvent moduler la façon dont une information est enregistrée. Mais au contraire, cela peut engendrer une **distorsion d'encodage** si l'émotion est trop négative.

Exemples :

- **Stress post traumatique** : le souvenir est persistant (sans perte d'intensité ou de spécificité) avec possibilité d'amnésie/hypermnésie de certains détails : distorsion
- **Amnésie dissociative** : stratégie de défense. Oubli d'une partie des souvenirs autobiographiques / sémantiques et de l'événement déclencheur de l'amnésie. ex : sujet qui a subi une agression. Peut être réactivé par une musique, une odeur, un mot lié à l'événement (= conscientisation de

l'événement). Le fait d'oublier n'est pas conscient, c'est le cerveau qui se protège, c'est une sidération.

Par exemple les situations de déjà vu: probablement des circuits neuronaux déjà en place pour certains souvenirs, qui font des associations. Metges a dit qu'elle irait vérifier (suspens) (on ne saura jamais).

## J. Différence entre oubli et amnésie

**Oubli** : Processus mental **physiologique** indispensable permettant de faire le tri, de hiérarchiser les souvenirs et d'oublier certaines choses pour en apprendre de nouvelles. Si on ne peut pas oublier, on ne va pas pouvoir différencier ce qui est important de ce qui ne l'est pas.

### Hypermnésie idiopathique :

- Pathologie de l'abstraction et généralisation du souvenir
- L'oubli des détails est aboli
- Difficultés de vie quotidienne liées à l'incapacité d'organiser leurs souvenirs en fonction de leur significativité et de leur importance. Ils se souviendront de comment est habillé quelqu'un dans les détails même 4 ans après !

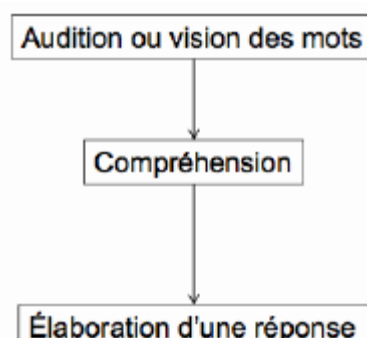
### Amnésies :

- Démence sémantique : perte des mots/informations. Surtout dûe à une atrophie des lobes temporaux.
- Trouble de la mémoire épisodique : typique de la maladie d'Alzheimer. Le patient se souvient d'événements très anciens.

Expérience de stimulations intra-cérébrales : on pensait que ça permettait d'améliorer la fonction cognitive. Cela n'était pas le cas, mais on s'est aperçu qu'on pouvait réactiver des souvenirs chez les personnes atteintes d'Alzheimer (extrêmement précis). Et plus on augmentait la stimulation, plus il y avait de détails.

- Trouble de la mémoire procédurale : c'est la perte de certains automatismes : typique des maladies de Parkinson et d'Huntington. C'est par exemple la perte de la marche automatique.

## II. Le langage



Le langage c'est la fonction supérieure liée à la communication et qu'on distingue de la voie qui est la production d'air et de son et de l'articulation qui est le fait de modifier cette voie pour amener à des éléments de compréhensions avec quelqu'un d'autre. On peut donc avoir des atteintes soit distinctes de la voie dans les hypophonie, des l'articulation dans les dysarthries, soit du langage dans les aphasies. Ces 3 pathos ne se traitent pas de la même façon.

Pendant la seconde moitié du XIXe siècle, par les méthodes anatomoclinique on a pu commencé à comprendre les liens entre les lobes frontaux et la parole...Broca et Wernicke ont mis en évidence des zones cérébrales qui étaient en rapport avec les éléments du langage.

#### Relation parole / lobes frontaux :

- 1825 : Bouillaud : lobes frontaux
- 1865 : Broca : lobes frontaux et hémisphère gauche proche de l'aire préfrontale motrice (aire de Broca) : motricité du langage
- 1875 : Wernicke : face supérieure du lobe temporal gauche (aire de Wernicke) : compréhension du langage

### **A. Zones du langage**

Les zones du langage sont situées dans **l'hémisphère gauche chez le droitier** et vice versa.

Lorsqu'il y a une hémiplegie avec une atteinte de l'artère sylvienne à gauche, on va avoir une hémiplegie motrice à droite et des troubles du langage. Cependant si l'atteinte est à droite, chez un droitier il n'y aura pas de problèmes d'aphasie puisque **son centre du langage est à gauche**.

Exemple : Un patient qui avait fait un AVC a eu des difficultés de langage + une apraxie.

- **Le pôle expressif ou aire de Broca** est situé dans le pied de la troisième frontale (pied de F3) donc situé immédiatement en avant du pied du gyrus précentral ou opercule rolandique, près de ce qui commande l'appareil phono-articulatoire (donc si lésion, problème pour articuler).
- **Le pôle réceptif ou aire de Wernicke** est situé dans la partie postérieure de la première circonvolution temporale (T1) et la partie adjacente du lobe pariétal (gyrus submarginal et pli courbe). Cette aire est située immédiatement en arrière et en bas du cortex auditif primaire.

### **B. Connexions**

L'aire de Broca et l'aire de Wernicke sont connectées par le **faisceau arqué ++** (2ème + gros faisceau après le faisceau pyramidale). Elles sont aussi connectées avec :

- les **récepteurs et effecteurs primaires** (opercule et cortex auditif)
- les **zones associatives antérieures** (lobe frontal) et **postérieures** (carrefour pariéto-occipital : gyrus angulaire, gyrus supra-marginal)
- Et le thalamus.

### C. Examen du patient aphasique

Chez un patient avec des troubles du langage, on recherche :

- Trouble de l'expression orale ou écrite
- Trouble de la compréhension orale ou écrite
- Trouble du langage oral ou écrit

L'aphasie est une incapacité à **comprendre et/ou à produire le langage**, après une lésion des aires corticales du langage (ou des fibres qui les relient). Il n'y a **pas forcément d'altération des autres capacités cognitives ou de l'aptitude à mobiliser les muscles de l'articulation des mots**.

- **Aphasie de Broca = aphasie motrice** : On l'appelle aussi **aphasie à langage réduit** : Les patient garde la compréhension mais difficulté à articuler et trouver les mots, la grammaire. C'est un problème de **production**. Le patient a **conscience de son aphasie**, c'est un meilleur pronostic que l'aphasie de Wernicke.
- **Aphasie de Wernicke = aphasie sensorielle** : On l'appelle aussi **aphasie à langage fluide** : Perte de la **compréhension**, langage fluide, incessant et incompréhensible. **Pas de conscience de son aphasie**.

*Pour retenir : Wernicke c'est un mot long et compliqué donc le patient parle beaucoup et dit des trucs qui n'ont aucun sens.* Il existe différent modèle du langage qui ont produits et notamment celui de Wernicke :

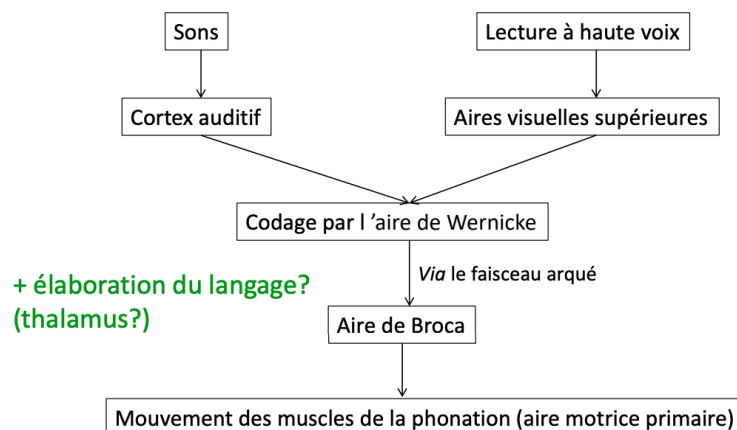
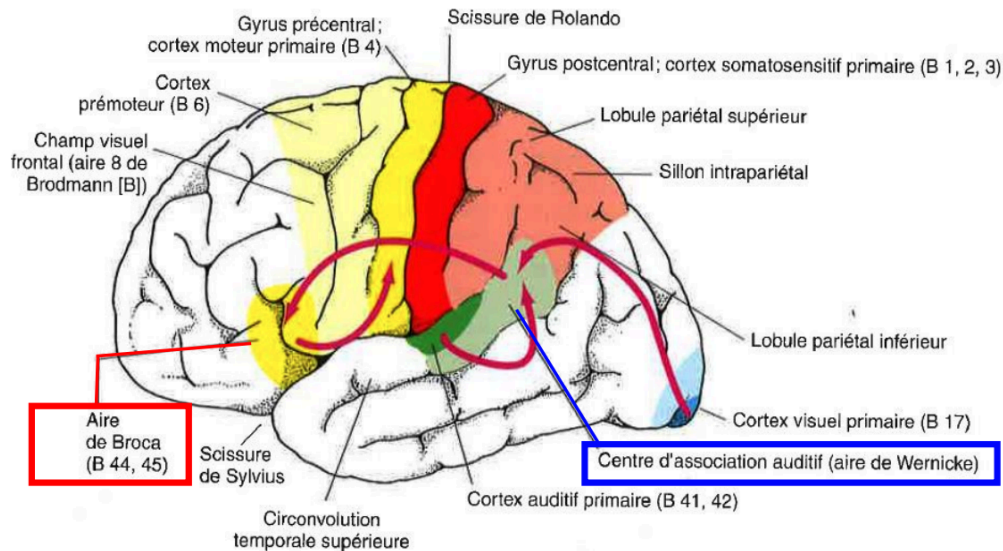


schéma :

Explication du  
On commence

d'abord par voir ou entendre le langage, donc ça passe d'abord par le cortex auditif pour les sons ou par les aires visuelles supérieures dans le cas de la lecture. Le codage se fait par l'aire de **Wernicke** qui projette par le **faisceau arqué** sur l'aire de **Broca**, puis il va y avoir projection sur **l'aire motrice primaire** qui va permettre la phonation et l'articulation.



#### D. Asymétrie fonctionnelle

Il y a une asymétrie des hémisphères cérébraux par rapport au langage avec un **rôle prépondérant de l'hémisphère gauche dans le langage** (même chez le gaucher).

L'**hémisphère droit** a un rôle dans les **éléments prosodiques** du langage :

- Signification émotionnelle du langage
- Rythme
- Amplitude
- Variation tonale du langage (permet de faire passer une émotion à l'interlocuteur)

#### E. Langage et imagerie

L'exploration fonctionnelle du langage peut se faire par stimulation du cortex, par TEP-scan et par IRM combiné :

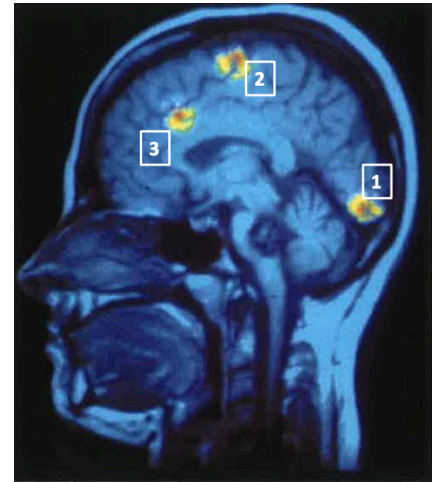
- **IRM** (Imagerie par Résonance Magnétique) : **non invasif** sauf s'il y a injection de produit de contraste. Permet de bien localiser les zones dans le cerveau.
- **TEP** (Tomographie par émission de positons) : injection d'un produit radioactif de courte durée de vie donc technique invasive. Elle permet la comparaison des débits sanguins locaux durant une tâche mental

## Superposition d'une image IRM et d'une image TEP :

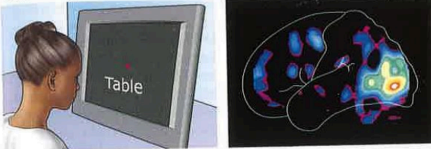
### 3 zones métaboliquement actives :

1. Pendant la lecture (aires visuelles)
2. Parole (aires motrices préfrontales)
3. Recherche de signification d'un mot (aires pariétal/frontal)

Cependant, il n'y a pas d'activation des aires de Broca ou de Wernicke ce qui fait aujourd'hui l'objet de recherche et montre la complexité du langage.

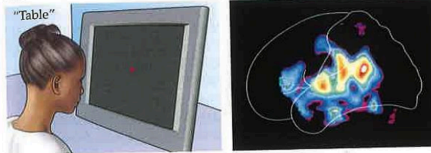


Observation passive de mots



Lors de l'**observation passive de mots** : c'est la zone du cortex visuel primaire qui s'active.

Écoute de mots



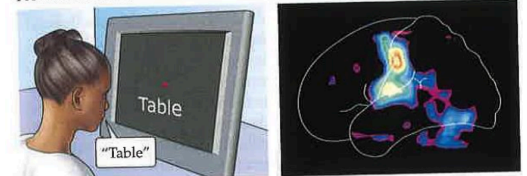
Lors de l'**écoute des mots** : c'est la zone corticale de l'audition qui s'active.

Lors de la **prononciation des mots** : ce sont les aires motrices qui s'activent.

Pour l'**association de mots**, l'activation des aires est ambiguë (recherches ++).

L'augmentation des débits sanguins dans une zone signifie l'activation de l'aire corticale. Donc on observe qu'il y a d'autres zones que celles de Broca et Wernicke qui travaillent.

Prononciation de mots



Production d'une association de mots



### QCM 1 :

- A. Le lobe antérieur du cervelet est également appelé néocerevet
- B. Le néocerevet est la région cérébelleuse la plus imposante chez les primates
- C. L'archéocerevet reçoit des informations des noyaux vestibulaires
- D. Les échanges d'informations entre le cervelet et le cortex ne permettent pas de corriger le programme moteur
- E. Toutes les précédentes propositions sont fausses

Réponse : **BC**

- A. FAUX : le lobe antérieur est également appelé paléocervelet, le lobe postérieur est également appelé néocervelet.
  - B. VRAI : elle représente 90% du volume du cervelet
  - C. VRAI : il régule l'équilibre et la musculature du tronc
  - D. FAUX : les échanges entre le cervelet et le cortex permettent l'analyse et la correction du programme moteur
  - E. FAUX
- 

QCM 2 :

- A. Les deux afférences inhibitrices du cervelet sont les cellules étoilées et en panier et les cellules de Golgi.
- B. Les deux afférences excitatrices du cervelet sont les fibres moussues et les fibres grimpantes.
- C. Les cellules de Purkinje sont la seule voie efférente du cortex cérébelleux.
- D. On peut retrouver l'hypotonie, l'ataxie et les tremblements intentionnels comme la résultante de déficits du cervelet.
- E. Toutes les précédentes propositions sont vraies

Réponse : **ABCDE**

- A. VRAI
  - B. VRAI
  - C. VRAI
  - D. VRAI
  - E. VRAI : piège un peu bâtard ;)
- 

QCM 3 : À propos du système végétatif

- A. Le système végétatif a une organisation systémique à trois neurones
- B. Le système végétatif est contrôlé centralement par la partie antérieure du lobe frontal
- C. Le système parasympathique s'active en réponse à la perception d'un danger
- D. Le neurotransmetteur terminal du système parasympathique est la dopamine
- E. Aucune réponse n'est exacte

Réponse : **E**

- A. Faux : Le système végétatif (ou autonome) à une organisation à 2 neurones
- B. Faux : Il est contrôlé par le tronc cérébral et la moelle épinière
- C. Faux : C'est le système sympathique !
- D. Faux : C'est l'acétylcholine.

E. Vrai

---

QCM 4 : Parmi les affirmations suivantes à propos du système vestibulaire, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. Il comprend des cellules ciliées, situées dans les crêtes ampullaires des canaux semi-circulaires et dans l'appareil otolithique
- B. Il a un fonctionnement par paire, avec des informations complémentaires perçues de chaque côté
- C. Les informations provenant des canaux semi-circulaires portent sur les mouvements à vitesse constante
- D. L'utricule est sensible aux mouvements horizontaux
- E. Il joue un rôle majeur dans la coordination des muscles cervicaux et oculo-moteurs

Réponse: **ABDE**

C. Faux : Ce sont les mouvements à accélération angulaire. Les mouvements à vitesse constante proviennent de l'organe à otolithes (sacculle et utricule).

---

QCM 5 : À propos des fonctions cognitives :

- A. Les fonctions permettant la reconnaissance d'objets sensoriels sont les gnosies
- B. La mémoire procédurale fait partie de la mémoire explicite
- C. Le lobe frontal est fortement impliqué dans les fonctions exécutives
- D. La flexibilité mentale et l'inhibition font partie des fonctions exécutives
- E. Les fonctions langagières sont habituellement latéralisées dans le cerveau à droite chez le droitier, même s'il existe des fonctions latéralisées à gauche (prosodie)

Réponse : **ACD**

B. Faux: Elle fait partie de la mémoire implicite

E. Faux : Les fonctions langagières sont habituellement latéralisées dans le cerveau à GAUCHE chez le droitier

---

QCM 6 : Quelles fonctions sensorielles constituent le trépied de l'équilibre ? (les propositions exactes)

- A. La vision
- B. La posture

- C. Le système vestibulaire
- D. La proprioception
- E. La voie pyramidale

Réponse : **ACD**

---

QRU : Quel symptôme peut-on le plus souvent observer chez un patient après une lésion de l'aire cérébrale dite « de Broca » ? (la proposition exacte)

- A. Une négligence
- B. Une hémiplégié gauche
- C. Une aphasie d'expression
- D. Une hémianopsie latérale homonyme droite
- E. Une apraxie de l'habillage

Réponse : **C**

- A. Faux : La négligence (rappel du cours de Timsit = trouble de l'attention d'un côté = extinction sensitive) est retrouvée après une lésion pariétale : lors d'un contact simultané des 2 côtés, le sujet ne perçoit qu'un côté sain. Elle n'est donc pas associée à l'aire de Broca (qui se trouve dans le lobe frontal gauche).
- B. Faux : L'aire de Broca elle-même n'est pas directement responsable des mouvements. Une lésion strictement localisée à l'aire de Broca peut affecter la parole mais n'entraîne généralement pas d'hémiplégié. L'hémiplégié gauche serait plutôt liée à des lésions dans les aires motrices primaires droites ou leurs connexions.
- D. Faux : L'hémianopsie latérale homonyme, est souvent causée par des lésions dans le lobe occipital (zone visuelle) ou le tractus optique.
- E. Faux : L'apraxie de l'habillage est liée à des lésions du lobe pariétal droit.

Les QCMs 3 à 6 + le QRU sont tombés aux partiels 😊