

<b>Dr BOGGIO</b>	<b>5</b>
<b>Le système nerveux</b>	
<b>2.2 Cycles de la vie et grandes fonctions</b>	
IFSI Dijon - Promotion COLLIERE 2014-2015	

Système de régulation et de communication de l'organisme

Système rapide

(par comparaison avec le système endocrinien).

Car la communication se fait

par des signaux électriques rapides et spécifiques

= influx nerveux

Dans le système endocrinien, les signaux

sont des hormones transportées dans le sang.

Trois fonctions étroitement liées. **7.1**

1. Des millions de récepteurs sensoriels

→ information sur les changements à l'intérieur

et à l'extérieur de l'organisme

= information sensorielle.

N.B. Les changements sont les stimulus

2. Traitement et interprétation de l'information sensorielle

→ détermination de l'action à entreprendre

= processus d'intégration.

3. Réponse motrice qui active des muscles et des glandes.

Muscles et glandes sont les effecteurs.

Illustration

1. Vous êtes au volant. Feu rouge → information sensorielle

2. Intégration. Vous analysez : Feu rouge = stop.

3. Réponse motrice : appuyer sur le frein

### **Organisation du système nerveux**

Complexité.

Tout est lié ! Beaucoup d'allers-retours

Et pourtant il faut bien le décrire et l'enseigner.

On comprend mieux au deuxième ou troisième tour d'étude.

Figure **7.2**

### **Classification structurale**

Système nerveux central (SNC)

encéphale (dans la tête)

et moelle épinière (dans le canal vertébral)

= Centre de régulation et d'intégration

Interprète les informations sensorielles

Décide au besoin des réponses motrices  
et dirige leur réalisation  
en tenant compte des informations reçues et de l'expérience.

Système nerveux périphérique SNP.

Il comprend

- les récepteurs sensoriels

(N.B. La figure 7.2 ne mentionne que les organes des sens)

à la superficie du corps

(muscles, peau et articulations, organes des sens)

ou dans les viscères (récepteurs viscéraux)

- les nerfs

- nerfs spinaux :

acheminent les influx des récepteurs sensoriels

de certaines parties du corps

vers la moelle

et de la moelle vers des glandes et des muscles

- nerfs crâniens :

acheminent les influx des récepteurs sensoriels d'autres parties

du corps

vers l'encéphale

et de l'encéphale vers des glandes et des muscles

- ganglions

### **Classification fonctionnelle**

Concerne le SNP

#### **Voies sensibles ou voies afférentes**

(voie = espace à parcourir pour aller quelque part)

Formées des neurofibres (Cf + loin de quoi il s'agit)

qui transportent vers le SNC

les influx provenant des récepteurs sensoriels

dispersés dans tout l'organisme.

On distingue :

1. les neurofibres afférentes somatiques : celles qui conduisent les influx provenant des récepteurs sensoriels de la peau, des articulations et des muscles.

Elles renseignent en permanence le SNC sur ce qui se passe à l'extérieur du corps et sur le rapport du corps à l'environnement

2. les neurofibres afférentes viscérales :

celles qui conduisent les influx provenant des cavités abdominale, thoracique et pelvienne

Elles renseignent en permanence le SNC sur ce qui se passe à l'intérieur du corps

#### **Voies motrices ou voies efférentes**

Formées des neurofibres (Cf + loin) qui transportent depuis le SNC les influx destinés aux muscles et aux glandes (les effecteurs)

Comprend deux subdivisions

### **1. Le système nerveux somatique**

→ maîtrise consciente sur les muscles squelettiques  
= système nerveux dit volontaire  
Mais discussion possible entre « volontaire » et « conscient »  
(il vaudrait peut-être mieux dire « conscient » :  
En effet, dans l'activité réflexe,  
la contraction initiale des muscles est involontaire  
mais cependant déclenchée  
par les neurofibres du SN somatique.  
Mais elle est consciente.

### **2. Le système nerveux autonome**

régit l'activité toujours involontaire et souvent inconsciente  
des muscles lisses  
du cœur  
des glandes  
= système nerveux involontaire  
= système nerveux végétatif

Dans celui-ci : deux parties :  
le sympathique et le parasympathique  
(effets souvent contraires)

N.B. Souvent on associe les récepteurs viscéraux  
et leurs neurofibres afférentes  
au système nerveux végétatif  
= il assure la vie végétative

et on associe les récepteurs des muscles, peau et articulations et leurs neurofibres  
afférentes  
au système nerveux somatique  
constituant alors le système nerveux de relation

Au total, schématisation artificielle,  
incomplètement satisfaisante,  
et variable selon les orateurs ou les rédacteurs.

## **Structure et fonction du tissu nerveux**

Deux types de cellules :  
Gliocytes et neurones

### **Neurones**

= cellules nerveuses (anciennement fibres nerveuses).  
spécialisées dans la transmission des messages  
(influx nerveux)  
Variations structurales mais points communs entre elles  
Typiquement 7.4

Corps cellulaire avec noyau  
+ 1 ou plusieurs prolongements

Corps cellulaire (CC) = centre métabolique de la cellule

Organites habituels à toutes les cellules

(sauf centrioles puisque les neurones sont amitotiques :  
ils ne se divisent pas).

Réticulum endoplasmique rugueux abondant.

Neurofibrilles = neurofilaments (cytosquelette), abondants → forme du neurone.

Prolongements = neurofibres

(longueur : de quelques microns à 1 m)

Deux types de prolongements : dendrites et axone.

Dendrites = prolongements neuronaux ramifiés,

parfois nombreux

qui transmettent les signaux électriques vers le corps cellulaire.

Axone = prolongement neuronal qui produit les influx nerveux  
et les transmet hors du corps cellulaire.

Un axone par neurone.

Il commence au cône d'implantation

Certains axones projettent des collatérales

A l'extrémité de l'axone : très nombreuses ramifications

les terminaisons axonales renflées

(Marieb dit corpuscules nerveux terminaux).

Ils contiennent des centaines de vésicules (sacs membraneux) 7.15 contenant des  
molécules désignées sous le nom de neurotransmetteurs (NT).

L'axone transmet des influx nerveux hors du corps cellulaire.

Quand ils atteignent les terminaisons axonales,  
les neurotransmetteurs sont libérés à l'extérieur.

Chaque terminaison axonale

est séparée du neurone suivant par un espace :

la fente synaptique.

Sur le plan fonctionnel,

la jonction entre deux neurones est appelée synapse.

La myéline est une substance lipidique blanchâtre

qui recouvre la plupart des neurofibres longues.

La myéline est un isolant.

Elle protège et isole sur le plan électrique

Elle accroît la vitesse de propagation des influx nerveux.

## **Gliocytes**

Beaucoup plus nombreux que les neurones.

Forment la névroglie = colle nerveuse

Différents types.

Ils isolent, protègent et soutiennent les neurones.

**Astrocytes** : gliocytes en forme d'étoile. 7.3a

Nombreux prolongements aux extrémités renflées

S'attachent aux neurones et les fixent

sur les capillaires sanguins (aide-nourriciers !)

Ils peuvent transporter des nutriments des capillaires

vers les neurones

et contribuer à l'homéostasie du milieu intérieur

en extrayant certaines substances nocives,

en récupérant des ions en excès,

en recaptant les neurotransmetteurs après qu'ils aient agi.

Cette homéostasie du milieu intérieur est fondamentale pour les neurones, plus que pour les autres cellules.

Le nom des autres cellules n'a pas besoin d'être mémorisé.

C'est leur rôle qui doit être compris.

Certaines cellules 7.3b

en forme d'araignée

agissent comme des macrophagocytes qui éliminent les débris, provenant des cellules mortes et les bactéries.

d'autres, 7.3c

sont des cellules de type épithélial,

qui tapissent les cavités de l'encéphale et de la moelle

dans lesquelles circule le liquide cérébrospinal

(ou liquide céphalorachidien ou LCR).

D'autres, 7.3d

ont des prolongements aplatis

qui s'enroulent autour des neurofibres des neurones du SNC

→ enveloppes isolantes appelées gaines de myéline

7.5

La gaine de myéline est discontinue.

Les intervalles sans myéline (nœuds) accélèrent l'influx nerveux. 7.4

Quand la neurofibre est détruite,

une partie de la gaine de myéline reste intacte

et participe à la régénération de la neurofibre

N.B : une tumeur du système nerveux est souvent une tumeur des cellules de la névroglie : un gliome

N.B. Il existe des maladies démyélinisantes

(avec destruction de la myéline)

dans lesquelles les influx nerveux sont perturbés,

(exemple : sclérose en plaques).

## **Regroupement de neurones**

Regroupement (amas) de corps cellulaires de neurones

= « noyaux » dans le SNC  
ou « ganglions » dans le SNP

Regroupement de neurofibres  
= « nerfs » dans le SNP  
(bien distinguer : neurones et nerfs)  
ou « tractus » ou « faisceaux » dans le SNC

Substance blanche = régions myélinisées du SNC  
Substance grise = régions amyélinisées (sans myéline) du SNC

Substance blanche = surtout formée d'axones myélinisés  
Substance grise = corps cellulaires + neurofibres amyélinisées

### **Classification des neurones**

#### **Classification fonctionnelle 7.6.**

*Neurones sensitifs ou neurones afférents*

(afférent = qui porte vers).

Les influx y cheminent des récepteurs sensoriels  
sensibles aux stimulus  
vers le SNC.

Les corps cellulaires de ces neurones  
sont pour la plupart situés dans un ganglion hors du SNC.

Les récepteurs sensoriels et les neurones sensitifs  
informent le SNC sur les événements intérieurs et extérieurs.

Certains récepteurs sensoriels sont très complexes :  
ils forment les organes des sens :  
vision, ouïe, équilibre, goût, odorat.

Des récepteurs plus simples se trouvent  
dans la peau, les muscles, la paroi des viscères.  
Certains sont réduits aux terminaisons dendritiques libres  
des neurones sensitifs.

Exemple : les récepteurs aux variations de température  
et à la douleur dans la peau **7.7 a**.

D'autres sont des structures histologiques différenciées  
(plus compliquées)

Exemples : les récepteurs au toucher dans la peau **7.7b**  
et les récepteurs à la pression profonde dans la peau. **7.7 c**

N.B. Quand la stimulation est intense,  
tous les récepteurs cutanés  
deviennent des récepteurs à la douleur

On appelle *propriocepteurs* (proprio, propre, à soi)  
des récepteurs qui sont situés  
dans les tendons, les muscles, les articulations.

Ils informent l'encéphale de l'état de contraction des muscles, de la position des membres dans l'espace, de façon à ce que le SNC assure les commandes nécessaires à la posture et à l'équilibre.

Exemples : fuseau neurotendineux 7.7d  
ou fuseau neuromusculaire 7.7e

*Neurones efférents ou moteurs*  
(efférent : qui porte hors de) 7.6

Ils transmettent les influx du SNC vers les muscles, les glandes (pour le SN somatique), les viscères (pour le système nerveux autonome).  
Leurs corps cellulaires sont toujours dans un noyau du SNC

*Neurones d'association ou interneurones*  
Uniquement dans le SNC.

Ils relient les neurones afférents et les neurones efférents.

### **Classification structurale 7.8**

D'après le nombre de prolongements

*Neurones multipolaires 7.8a* : plusieurs prolongements  
Sont ainsi tous les neurones moteurs  
et les neurones d'association

*Neurones bipolaires 7.8b* : deux prolongements,  
un axone et une dendrite.  
On les trouve dans certains organes des sens : yeux, nez.

*Neurones unipolaires 7.8c* : prolongement unique  
très court, qui se divise en forme de T.  
L'une des 2 branches se termine par des dendrites  
et l'autre par des terminaisons axonales.  
Par exception les influx nerveux circulent dans les branches qui jouent le rôle d'axone.

L'influx va des dendrites vers les terminaisons axonales.  
Donc, par exception, sur une partie de l'axone,  
l'influx va vers le corps cellulaire 7.4 et 7.3  
Ces neurones unipolaires sont les neurones sensitifs  
du système nerveux périphérique. Cf plus loin.

## **NEUROPHYSIOLOGIE**

Les neurones sont très sensibles aux stimulus.

Ils sont excitables.

Lorsqu'il reçoit un stimulus suffisant,  
le neurone produit un signal électrique  
et le conduit sur toute la longueur de l'axone.

Le signal est d'intensité constante,  
quelques soient le type de stimulus et sa source.

Il est appelé potentiel d'action ou influx nerveux.

### **Le potentiel de repos de la membrane.**

La membrane du neurone est spontanément polarisée : cela signifie que les charges électriques sont réparties inégalement de part et d'autre

On peut mesurer la différence de potentiel de la membrane avec un voltmètre **7.10** entre deux microélectrodes, une en surface et une à l'intérieur

Le résultat = (- 70 mV).

La face cytoplasmique de la membrane est donc chargée négativement par rapport à la face externe, laquelle est chargée positivement.

Représentation par ++++ et ----

Cette différence de potentiel (on dit plus simplement ce potentiel) est le potentiel de repos.

La membrane est polarisée.

Le potentiel de repos est environ de - 70 mV .

La modification du potentiel de repos de la membrane

peut produire deux types de signaux :

les potentiels gradués qui interviennent sur de courtes distances

les potentiels d'action (PA) qui interviennent sur de longues distances



N.B. Dépolarisation = réduction du potentiel de membrane  
Normalement potentiel de  $-70$  mV (négative sur la face interne).  
Si le potentiel passe à  $-65$  mV,  $0$  mV, voire inversion, il y a dépolarisation.  
S'il passe à  $-75$  mV ou moins, il y a hyperpolarisation.

### **Les potentiels gradués.**

= Modifications locales et de courte durée du potentiel de membrane  
« Gradués » parce que l'amplitude de ce potentiel  
est proportionnelle à l'intensité du stimulus  
qui en est la cause.

Plus le stimulus est intense,  
plus le voltage du potentiel gradué augmente.

### **Le PA = Influx nerveux**

C'est le signal qui est transporté par un neurone  
et qui lui permet de communiquer avec un autre neurone  
ou avec une cellule musculaire ou glandulaire

Seules les membranes excitables (neurones et myocytes) peuvent engendrer des PA.

On l'a déjà vu pour les myocytes

#### **7.12**

PA = brève inversion du potentiel de membrane **7.12**

qui passe de  $-70$  mV à  $+30$  mV

Durée du PA : quelques millisecondes

Dans un neurone le PA est appelé *influx nerveux*

L'apparition d'un influx nerveux fait intervenir  
une série d'événement qui utilise

les canaux ioniques transmembranaires.

mis en jeu lorsque les potentiels gradués sont suffisants.

donc quand le neurone reçoit une stimulation suffisante,

Alors le PA se déclenche selon la loi du tout ou rien.

### **La propagation du PA.**

Elaboration du PA au cône d'activation.

Mais pourquoi déplacement ?

La dépolarisation locale crée des courants locaux

#### **7.13**

qui dépolarisent les parties adjacentes de la membrane  
jusqu'au seuil qui déclenche une dépolarisation massive  
et un PA, strictement identique, à cet endroit.

Tout se passe comme si le PA se déplaçait.

D'un seul côté puisque là où il est passé,

la dépolarisation récente l'empêche de passer à nouveau  
immédiatement.

Il ne peut pas aller en arrière.

Donc le PA s'éloigne toujours de son lieu d'origine (Cf. allumette enflammée ou effet domino)

Une fois engendré, le PA se propage de lui-même.

Remarque : Si un axone était stimulé en son milieu, le PA se propagerait des 2 côtés.

Mais un axone est toujours stimulé à son extrémité

et le PA est envoyé vers l'autre extrémité,

le plus souvent vers les terminaisons axonales, quelquefois vers le corps cellulaire (neurones unipolaires).

Doit-on dire conduction de l'IN ou propagation ?

En fait le PA naît et meurt,

et immédiatement à côté un autre en fait autant.

Propagation est plus approprié.

Lorsque les fibres sont myélinisées,

le PA se propage beaucoup plus vite (jusqu'à 100m/s).

car il saute d'un nœud de la neurofibre à une autre :

le courant ne peut traverser la myéline et se déplace jusqu'au nœud suivant.

7.14

## La synapse

Comment l'IN traverse-t-il la synapse pour se transmettre à un autre neurone ou à une cellule glandulaire ou effectrice ?  
Réponse : il ne traverse pas !

Le PA atteint les terminaisons axonales du neurone pré-synaptique (celui qui est avant la synapse).  
Les vésicules qui contiennent les molécules de neurotransmetteur (NT) fusionnent avec la membrane  
→ le NT s'échappe dans la fente synaptique.  
Il se lie à des récepteurs spécifiques situés sur la membrane plasmique du neurone suivant faisant apparaître des potentiels gradués.  
Si la quantité de NT est suffisante, un PA apparaît dans le neurone post-synaptique.

Cependant, les NT ne produisent pas toujours une dépolarisation de la membrane post-synaptique.  
Quelquefois, ils empêchent la dépolarisation.  
Leur action est alors inhibitrice.

Action des NT très brève.

Ils sont rapidement éliminés

- soit par recaptage par les terminaisons axonales
- soit par recaptage recapté par les astrocytes (dans le SNC)
- soit par dégradation par des enzymes
- soit par diffusion hors de la synapse

Dans le langage du système nerveux, interviennent donc les PA et les NT. Les messages du système nerveux sont électrochimiques, électriques et chimiques.

## Intérêt des synapses

1) Les facteurs qui influent sur la transmission des influx nerveux agissent en fait sur les NT.

en augmentant ou diminuant leur libération  
en augmentant ou en diminuant leur dégradation

2) Un neurone peut faire synapse avec de nombreux neurones. (ET inversement).  
Le neurone post-synaptique subit l'action de plusieurs NT provenant de plusieurs neurones pré-synaptiques.

Certains NT favorisent l'apparition d'un PA dans le neurone post-synaptique en créant une dépolarisation.  
En général, la quantité d'un NT libéré est proportionnelle à la quantité d'IN :  
spécificité de la réponse  
D'autres NT inhibent l'apparition d'un PA en empêchant la dépolarisation.  
Donc différentes combinaisons possibles  
= Modulation de l'information.

50 substances sont considérées comme NT  
En fait : des neurones peuvent libérer plusieurs NT simultanément ou non ! C'est plus compliqué !

Certains NT sont des molécules de petite taille  
(comme l'acétylcholine ou ACh) → action très rapide → processus rapides (réflexes).  
D'autres sont des molécules de grande taille  
(comme des peptides, appelés neuropeptides)  
→ action lente et prolongée → processus plus lents.

Acétylcholine est la plus ancienne, la mieux connue  
C'est elle qui est libérée dans les jonctions neuromusculaires  
(Cf système musculaire)  
Elle est synthétisée et enfermée dans les vésicules synaptiques des terminaisons axonales

Action dans toutes les jonctions neuromusculaires  
dans certains neurones du SNA  
dans de nombreux neurones du SNC

Autres NT : les "amines biogènes" =  
Adréraline et noradréraline (= catécholamines)  
dopamine, sérotonine, histamine...

Les amines biogènes sont abondantes dans l'encéphale  
Les catécholamines : surtout dans le système nerveux autonome.

De nombreuses autres molécules font partie des NT.

Parmi les NT, on peut citer les endorphines.  
Ils réduisent la perception de la douleur.  
Ils ont été découverts  
quand les pharmacologues ont cherché à comprendre

comment la morphine agissait sur la douleur.  
La morphine s'attache aux mêmes récepteurs  
que les endorphines avec des effets supérieurs.

Plus étonnant certains neurotransmetteurs  
(cholécystokinine, somatostatine)  
sont aussi produits par d'autres tissus (tube digestif)  
et agissent comme des hormones.

### L'arc réflexe

Réflexe = réponse rapide, prévisible, involontaire aux stimulus  
Une fois amorcé, le réflexe se déroule toujours de la même façon : l'influx nerveux  
suit le même trajet.  
Les réflexes se déroulent dans des voies nerveuses appelées arcs réflexes  
et font intervenir des structures du SNC et du SNP

On distingue  
des réflexes somatiques  
et des réflexes autonomes (ou viscéraux)  
(N.B. faute dans le Marieb).

Réflexes somatiques : ils font participer les muscles squelettiques. Exemple :  
éloigner la main d'un objet brûlant

Réflexes autonomes ou viscéraux :  
ils ont pour effecteurs les muscles lisses et les glandes.  
Exemple : sécrétion de salive (réflexe salivaire) quand un aliment est dans la bouche  
ou contraction de la pupille à la lumière.

Un arc réflexe suppose 5 éléments : 7.16a  
un récepteur sensoriel qui réagit à un stimulus  
un effecteur : muscle ou glande  
un neurone sensitif  
un neurone moteur  
un centre d'intégration dans le SNC,  
comportant le plus souvent un ou plusieurs neurones d'association.

Exemple célèbre : le réflexe patellaire  
(patella : os du genou, rotule)  
Arc réflexe monosynaptique (une synapse)  
pas de neurone d'association  
Percussion du tendon du quadriceps fémoral  
(plus exactement du ligament patellaire  
qui le prolonge au-dessous de la rotule)  
→ étirement du muscle → détection par des récepteurs musculaires (fuseaux  
neuromusculaires) à l'étirement → contraction du quadriceps → extension.

Autre exemple : réflexe des raccourcisseurs ou réflexe de retrait 7.16c. L'arc réflexe  
comprend un neurone d'association. Il est polysynaptique (plusieurs synapses)

Ces réflexes ne font intervenir que la moelle.  
mais l'encéphale en est informé, juste après  
(distinction entre volontaire et conscient)

D'autres réflexes (réflexe pupillaire à la lumière) ne font intervenir que l'encéphale.

Pathologie : disparition ou exagération des réflexes.

## **LE SYSTEME NERVEUX CENTRAL**

Rappel : SNC = encéphale + moelle épinière

### **L'ANATOMIE FONCTIONNELLE DE L'ENCEPHALE**

« Encéphale » = ce qui est dans la tête  
Masse de tissu rosâtre deux fois grosse comme le poing.  
Plissé comme une noix  
Consistance molle

Il comprend

- les 2 hémisphères cérébraux (HC)
- le diencephale
- le tronc cérébral
- le cervelet

« Cerveau » désigne HC (+ ou -) diencephale

### **Hémisphères cérébraux**

Ils forment la partie supérieure de l'encéphale.  
Ils sont beaucoup plus gros que les autres parties.  
Ils recouvrent les autres parties,  
un peu comme le chapeau d'un champignon.

La partie la plus superficielle des HC est le cortex cérébral  
(cortex = écorce).

Il est parcouru de saillies, les circonvolutions  
séparées par des rainures. 7.20

Les rainures peu profondes sont les sillons.

Les rainures profondes sont les fissures.

La fissure longitudinale du cerveau sépare les 2 HC.

La fissure transverse du cerveau sépare les HC du cervelet.

Dans chaque hémisphère,  
on identifie cinq lobes séparés par des sillons.

Quatre lobes portent le nom des os qui les surmontent.

Le lobe frontal, en avant, et le lobe pariétal, en arrière, sont séparés par le sillon central (de l'hémisphère cérébral),

situé dans le plan frontal,

Le lobe occipital est tout à fait en arrière

Le lobe pariétal est situé latéralement.

Le cinquième lobe, dit insula, est enfoui.

Il est recouvert par des parties des lobes temporal, pariétal et frontal

Le cortex cérébral est formé de substance grise,  
corps cellulaires de neurones, connectés entre eux.

Ils assurent des fonctions nombreuses : mouvements volontaires, interprétation des sensations, parole, mémoire, raisonnement, émotivité, conscience.

Il est divisé en aires corticales dont les fonctions propres ont été reconnues par :  
des études sur les conséquences des lésions du cerveau,  
des expériences de stimulation électrique,  
des enregistrements de l'activité électrique.

### **Les aires sensibles**

#### **Aire somesthésique primaire**

(soma = corps, esthésie = sensation) :

située dans le lobe pariétal, à l'arrière du sillon central

C'est là qu'aboutissent les influx nerveux  
provenant des récepteurs sensoriels  
(sauf ceux des organes des sens) ;  
perception de la douleur,  
des variations de température, du toucher.

La perception répond à une somatotopie (carte du corps)  
Cette organisation topographique  
est l' « Homonculus ou homoncule somesthésique »  
La surface représentant chaque partie du corps  
est proportionnelle à la densité des récepteurs sensoriels.

Entre les récepteurs et le cortex,  
les voies sensibles se croisent.

Conséquence : l'hémisphère gauche reçoit les informations  
de la moitié droite du corps.

Une lésion de cette aire réduit la perception de la douleur,  
de la température et du toucher dans la partie (opposée)  
du corps correspondant au siège de la lésion : anesthésie.

#### **Aire pariétale postérieure**

En arrière de l'aire somesthésique primaire

Nombreuses connexions avec celle-ci.

L'aire pariétale postérieure intègre l'information  
et lui donne du sens.

Elle fait appel aux souvenirs d'expériences pour reconnaître l'origine des sensations.  
Une lésion de cette aire peut entraîner une astéréognosie (perte de la capacité d'interpréter ce qui est ressenti) ou une perte de conscience d'une partie du corps ou de l'espace.

### **Aires liées aux organes des sens**

Aire visuelle primaire (perception de points lumineux) et aire visuelle associative (perception d'images) dans le lobe occipital. 7.20a  
Lésions : cécité (aire primaire) : perte de la vision et agnosie visuelle (aire associative) : perte de la compréhension de ce qui est vu.

Aire auditive primaire et aire auditive associative dans le lobe temporal. 7.21a  
Lésions : surdité et agnosie acoustique...

Aires olfactives : lobe temporal

Aire gustative : pied de l'aire somesthésique primaire

### **Aires motrices**

Elles régissent les mouvements volontaires.  
Elles sont situées dans la partie postérieure des lobes frontaux.

#### **Aire motrice primaire**

En avant du sillon central 7.21a.  
Elle assure les contractions des muscles squelettiques.  
Les axones provenant de cette aire empruntent la voie motrice principale  
= tractus corticospinal (du cortex à la moelle épinière)  
= faisceau pyramidal  
qui descend dans la moelle épinière.

Les voies motrices (droite et gauche) se croisent.

La stimulation électrique provoque des contractions du côté opposé.

Lésion → paralysie.

Organisation topographique : Homoncule moteur 7.22  
Surface proportionnelle à la précision des mouvements (visage, bouche et mains)

#### **Aire prémotrice**

A l'avant de l'aire motrice primaire.  
Connexions importantes avec l'aire motrice primaire.  
Elle régit les habilités motrices répétitives  
instrument de musique  
clavier



Stimulation électrique → contraction simultanée  
de muscles synergiques (qui agissent dans le même sens) et relâchement de  
muscles antagonistes  
(qui agissent en sens contraire)

par l'intermédiaire d'influx adressés à l'aire motrice primaire.

Sorte de base de données

où sont enregistrés des schémas moteurs spécialisés.

Egalement rôle dans la planification (préparation)

des mouvements à partir d'informations sensorielles provenant des aires  
sensorielles.

### **Aire motrice du langage**

En bas et en avant de la zone de l'aire motrice primaire  
qui contrôle les muscles de la bouche et du larynx.

Dans un seul hémisphère, généralement le gauche.

Activé au cours du langage parlé.

Lésion de cette aire : le sujet veut parler, il sait ce qu'il veut dire, les muscles  
nécessaires ne sont pas paralysés,

mais l'aire de Broca ne parvient pas à émettre  
les influx nerveux destinés à ces muscles  
= aphasie motrice (a-phasie = absence de langage)

N.B. Il existe une aire dite "de Wernicke"

dans la partie postérieure du lobe temporal,  
près des aires auditives

→ compréhension du langage  
en général dans un seul hémisphère

En cas de lésion, le sujet entend

mais ne comprend pas ce qu'il entend :  
aphasie sensorielle

### **Aires associatives**

Ce sont les aires corticales

qui ne sont pas qualifiées de primaires.

Certaines ont déjà été citées :

les aires associatives auditive et visuelle  
et l'aire pariétale postérieure

Deux autres

1. Le cortex préfrontal

Partie antérieure du lobe frontal

La plus complexe des régions corticales

Très développé chez l'Homme

Relié à l'intelligence, à la cognition (capacités d'apprentissage)

Production d'idées abstraites.

Mais aussi personnalité, conscience,

humeur (avec le système limbique. Cf plus loin).

Lésions → perte du sens critique,

de l'esprit d'initiative, du jugement ;  
indifférence, incapacité d'exprimer ses émotions.

## 2. Aire gnosique 7.21

Aire commune de l'interprétation.

Mal définie

A cheval sur les lobes pariétal, temporal, et occipital  
dans un seul hémisphère, en général gauche

Entrepôt de stockage pour les souvenirs complexes associés aux expériences  
sensorielles.

Elle reçoit des informations de toutes les autres aires associatives → production  
d'une compréhension unifiée de la situation.

En cas de lésion : incapacité d'interpréter une situation.

## Substance blanche cérébrale

Cortex (Cf. ci-dessus) = corps cellulaires des neurones

= substance grise

= couche superficielle des hémisphères cérébraux.

Autre zone de substance grise : les noyaux basaux (cf. infra)

Entre ces zones de substances grise :

substance blanche (7.20a et 7.23)

= faisceaux de neurofibres myélinisées

qui acheminent les influx nerveux venant du cortex  
ou destinés au cortex.

On reconnaît

des neurofibres commissurales,

des neurofibres d'association,

des neurofibres de projection

### *Neurofibres commissurales*

Elles relient les aires homologues des deux hémisphères  
(coordination)

Anatomiquement elles forment des "commissures".

La principale est le corps calleux 7.23a

situé au fond de la fissure longitudinale

Son rôle est important puisque certaines aires fonctionnelles  
ne se trouvent que d'un côté.

### *Neurofibres associatives*

A l'intérieur du même hémisphère

courtes : entre circonvolutions

longues : entre lobes

### *Neurofibres de projection*

des hémisphères cérébraux

aux parties inférieures

de l'encéphale

par exemple les noyaux gris centraux

ou les noyaux du tronc cérébral

ou de la moelle épinière  
et inversement  
Exemple : faisceau corticospinal (Cf. supra)

### **Noyaux basaux**

souvent appelés "noyaux gris centraux"  
Ilôts de substance grise  
au cœur de la substance blanche

Noms compliqués 7.24 :

Les noyaux basaux sont reliés à l'aire prémotrice  
par des neurofibres de projection  
Ils interviennent donc dans la motricité.  
notamment dans la régulation et la coordination motrice.  
Démarrage et arrêt des mouvements  
Régulation de l'intensité des mouvements,  
notamment des mouvements lents et stéréotypés,  
ou lors de la réalisation simultanée de plusieurs activités  
Lésion → maladie de Parkinson :  
tremblement, difficulté au démarrage, hypertonie

### **Diencéphale**

Il est recouvert par les hémisphères  
Il surmonte le tronc cérébral

Il comprend le thalamus, l'épithalamus et l'hypothalamus

Thalamus : forme ovoïde (d'œuf)  
Deux masses jumelles (on dit parfois les thalamus)  
de part et d'autre du troisième ventricule (Cf. plus loin)  
retenues par une commissure grise

Le thalamus comprend  
de nombreux noyaux gris aux fonctions spécifiques  
Globalement c'est un relais sensitif majeur.  
Il reçoit des afférences  
provenant des organes des sens  
et des récepteurs sensoriels  
disséminés dans tout le corps,  
mais aussi de l'hypothalamus et du cervelet  
Il traite et trie l'information.  
C'est une porte d'entrée du cortex cérébral.  
Il regroupe les informations semblables  
et les retransmet aux aires sensitives  
et aux aires associatives appropriées  
par des fibres de projection  
Il participe à l'identification de la tonalité agréable  
ou désagréable des sensations.  
Leur distinction et leur localisation se fera dans le cortex.

## **Hypothalamus**

Hypo = en-dessous

Sous le thalamus

Il forme le plancher du troisième ventricule

Il constitue une part du système limbique,  
cerveau émotionnel et viscéral. Cf. plus loin

C'est surtout un centre important du système nerveux autonome.

Centre de régulation de :

la température,

faim / satiété,

équilibre hydrique,

Très lié à l'hypophyse située en dessous (Cf. endocrino).

## **Epithalamus**

Epi = au-dessus

Il forme le toit du troisième ventricule.

Il comprend le corps pinéal

(plus souvent appelé "épiphyse" : Cf. endocrino)

et les plexus choroïdes,

amas de capillaires qui font saillie dans les ventricules

et produisent le LCR (Cf. un peu plus loin).

## **Tronc cérébral 7.25**

Il relie le cerveau (hémisphères cérébraux et diencephale)  
à la moelle épinière.

Diamètre : celui du pouce

Longueur : celle du pouce

Il est traversé par le quatrième ventricule

Il est le lieu de passage

des tractus descendants ou ascendants

qui contiennent les fibres de projection

qui viennent du cerveau ou vont vers le cerveau

et contient des noyaux de substance grise

dont certains contiennent

les corps cellulaires des nerfs crâniens

et d'autres sont des centres du système nerveux autonome :

régulation de la respiration,

régulation de la pression artérielle

Il comprend le mésencéphale, le pont et le bulbe rachidien

## **Mésencéphale**

Il est parcouru par l'aqueduc du mésencéphale

qui relie le troisième et le quatrième ventricule

Il est relié aux hémisphères cérébraux

par les pédoncules cérébraux

dans lesquels passent les tractus ascendants et descendants...

## **Pont**

- + large
- Constitué de tractus descendants et ascendants...
- + fibres reliant le tronc au cervelet
- + noyaux d'origine de plusieurs nerfs crâniens

### **Bulbe rachidien**

- Sans transition nette avec la moelle épinière
- Tractus descendants et ascendants...
- + noyaux des derniers nerfs crâniens
- + noyaux de régulation du système nerveux autonome :
  - ventilation
  - pression artérielle,
  - déglutition, vomissement

### **Cervelet**

- En forme de chou-fleur
- situé sous les lobes occipitaux.
- Il comprend deux hémisphères (cérébelleux) constitués
  - du le cortex cérébelleux périphérique (substance grise)
  - + partie interne de substance blanche
- Fonctions : équilibre, coordination des mouvements.
- Il reçoit des influx provenant
  - des récepteurs de l'équilibre (oreille interne),
  - des yeux,
  - des propriocepteurs (muscles et tendons).
- Analogie avec un pilote automatique
- qui compare les réglages des instruments avec le trajet réel et assure les corrections.
- Sémiologie des troubles cérébelleux :
  - équilibre yeux fermés,
  - épreuve doigt-nez,
  - marionnettes.

### **Les systèmes de l'encéphale.**

[A partir de là, on reste volontairement très en retrait, par rapport au Marieb].

- Réseaux de neurones, de noyaux et de neurofibres
- qui contribuent à la même tâche
- tout en s'étendant dans différentes parties de l'encéphale.

Remis en question par la neurophysiologie moderne.  
Mais le modèle reste utile, faute de mieux

### **Système limbique**

Il regroupe des neurones

situés sur la face médiale des hémisphères cérébraux et dans le diencéphale. **7.26**

= Cerveau émotionnel ou affectif

Exemples : les réactions de peur, les souvenirs, souvent chargés d'émotions, liés aux odeurs.

Connexions avec l'hypothalamus, bureau central du système nerveux autonome donc de la régulation viscérale.

Ce qui explique le rôle des émotions dans des régulations viscérales.

Exemples : émotions et pression artérielle, sécrétions de l'estomac (sensation de brûlures)

Fortes connexions avec le cortex préfrontal (pensées, conscience, humeur)

ce qui explique les réactions émotionnelles aux pensées et la prise de conscience des émotions

### **Formation réticulaire 7.27**

(ou réticulée)

Petits noyaux gris disséminés dans la substance blanche dans le bulbe, le pont et le mésencéphale.

Connexions avec l'hypothalamus, le thalamus, la moelle épinière, le cervelet.

Aptes à gouverner l'excitation de l'encéphale dans son ensemble.

Des neurones de la formation réticulaire envoient en permanence des influx nerveux au cortex cérébral

→ maintien du cortex en état de veille, augmentation de l'excitabilité.

Ces neurones constituent le système réticulaire activateur ascendant.

Il agit aussi comme un filtre : ne laisse passer que des informations nouvelles, évitant la surcharge sensorielle.

### **Les fonctions cérébrales (mentales) supérieures**

Pas faciles à définir !

Leur étude constitue la neuropsychologie entre neuro et psy

C'est-à-dire les fonctions "autonomes" de l'encéphale, liées à la pensée (parfois dite fonction cognitive)

fonctions qui peuvent se dérouler sans lien avec les système nerveux périphérique : orientation, compréhension, production du langage, vigilance, mémoire

Deux exemples

### **Sommeil et cycle veille-sommeil**

Inconscience partielle

à laquelle on peut mettre fin par une stimulation.

A distinguer du coma : état d'inconscience

qui résiste aux stimulations vigoureuses.

Pendant le sommeil, l'activité du cortex diminue.

Certaines activités cérébrales persistent, notamment

les fonctions régies par les noyaux du tronc cérébral

et de l'hypothalamus :

respiration, régulation de la pression artérielle,  
thermorégulation.

Le dormeur garde même un certain contact

avec l'environnement puisque des bruits

ou une stimulation lumineuse le réveillent.

Pendant le sommeil,

on peut explorer le fonctionnement de l'encéphale

par l'électroencéphalographie (EEG).

EEG = Enregistrement de l'activité électrique de l'encéphale recueillie entre des électrodes collées sur le cuir chevelu.

L'activité EEG est analysée sur les tracés.

Différentes ondes identifiées en terme de fréquence et d'amplitude. [page 291](#)

Pendant le sommeil, on note

une alternance de tracés EEG différents.

En effet, le temps de sommeil est organisé

en cycles successifs.

Cycles de sommeil

Un cycle dure environ 90 minutes.

Chaque cycle comporte 5 phases.

Phases 1 à 4 : sommeil à ondes lentes (dit "sommeil lent").

Diminution de plus en plus importante

du tonus musculaire,

de la fréquence cardiaque,

des mouvements oculaires

Ondes électriques lentes et de faible amplitude.

phase 1 : endormissement, réveil facile

phase 2 : sommeil léger

phases : 3 et 4 sommeil profond

Phase 5 : sommeil paradoxal :

atonie musculaire

mais mouvements oculaires rapides (sous les paupières), augmentation de la température, rêves laissant des souvenirs, érection possible

et ondes rapides à l'EEG

Quelquefois bref réveil après le sommeil paradoxal

puis retour au sommeil à ondes lentes

(phase 2 d'emblée, puis 3,4)

Ainsi, à l'âge adulte, la nuit de sommeil type  
est faite de plusieurs cycles :  
alternance de sommeil lent et de sommeil paradoxal.

avec de cycle en cycle diminution de la durée de la phase 4  
et allongement des périodes de sommeil paradoxal  
(Rêves plus longs).

### **Importance du sommeil**

Le stade 4 du sommeil lent, le plus profond,  
est le stade réparateur.

Il est plus long, notamment en début de nuit,  
quand le sujet a été privé de sommeil.

La privation de sommeil paradoxal  
entraîne une instabilité émotionnelle.

Le rêve permettrait de traiter les problèmes émotionnels

L'alcool et les somnifères (barbituriques)  
diminuent le sommeil paradoxal mais non le sommeil lent.  
Certains tranquillisants (valium) ont l'effet inverse.

Organisation du sommeil évolutive au cours de la vie  
Chez le nourrisson,  
la moitié du sommeil est du sommeil paradoxal.  
puis le sommeil paradoxal diminue pendant l'enfance  
jusqu'à 25% de la durée totale.

Chez le sujet âgé,  
le stade 4 du sommeil lent diminue  
et peut même disparaître

### **Mémoire**

= stockage et rappel de l'information  
= capacité de se souvenir du passé  
Essentielle à l'apprentissage, au comportement,  
à la conscience (sens moral)

#### **Stades de la mémoire : 7.28**

Mémoire à court terme = mémoire de travail  
7 ou 8 unités d'information,  
par exemple un numéro de téléphone :  
on le retient quelques secondes  
le temps de le composer et on l'oublie définitivement.

Mémoire à long terme :  
donne l'impression d'une capacité et d'une durée illimitées  
Pourtant beaucoup de choses sont oubliées.



Le cortex ne transfère en mémoire à court terme qu'une petite partie des informations qui lui parviennent  
Une faible partie passe dans la mémoire à long terme (consolidation) en fonction de l'état émotionnel de la répétition du contexte et de l'association :  
liens à des données plus anciennes  
(classement des données)

Une mémoire automatique est possible :  
enregistrement de données dont on n'a pas eu conscience.  
Le sommeil paradoxal pourrait jouer un rôle dans la consolidation à condition que l'information ait été précédemment acquise (réécouter une cassette de cours pendant la nuit)

### **Catégories de mémoire**

#### *Mémoire déclarative*

Liée aux pensées conscientes :  
mémoire des faits et des événements (noms, visages, mots, dates).

#### *Mémoire procédurale*

Apprentissage moins conscient.  
Concerne des activités motrices.  
Nécessite un entraînement.  
Non liée à la mémoire du contexte.  
Exemple : nouer ses lacets ou skier.  
Difficile de s'en débarrasser.

### **Structures associées à la mémoire**

Certains éléments sont gardés près des aires associatives ou assimilées qui en ont besoin : souvenirs visuels dans le cortex occipital, souvenirs musicaux dans le cortex temporal.

Comment s'effectue la récupération des données ?  
Très hypothétique. On passe...

Amnésie (perte de la mémoire) antérograde :  
celle des faits nouveaux  
alors que les souvenirs anciens persistent  
= oubli à mesure.

Mais un apprentissage d'habiletés sensorimotrices nouvelles est possible. Donc la mémoire procédurale peut résister.

Amnésie rétrograde : celle des faits anciens

## **LA PROTECTION DU SYSTEME NERVEUX CENTRAL**

NB. [On revient sur des choses plus précises et on reprend le livre]

Le tissu nerveux est mou et fragile.  
Une pression même légère peut endommager les neurones.  
Or ils sont irremplaçables.  
Heureusement, la nature a tout prévu.

#### Protection du SNC

- os (crâne et CV)
- membranes (méninges)
- coussin aqueux : LCR = liquide céphalorachidien
- barrière hématoencéphalique

Le crâne / déjà vu.

### **LES MENINGES**

Trois membranes de tissu conjonctif qui recouvrent et protègent les structures nerveuses (encéphale et moelle épinière)  
Dure-mère, arachnoïde, pie-mère **7.30**

*Dure-mère*, plus superficielle (adjectif : dural),  
texture du cuir

Autour de l'encéphale :

deux couches (une seule autour de la moelle)

Couche externe : adhérente à la face interne des os du crâne dont elle est le périoste

Couche interne : se prolonge autour de la moelle.

Les 2 couches sont soudées sauf en trois endroits  
où elles se séparent

pour délimiter les sinus de la dure-mère,  
qui sont les veines de l'encéphale ;

La couche interne s'enfonce dans la fissure longitudinale  
et dans la fissure transverse ;

*Arachnoïde*. Toile d'araignée

*Pie-mère*, délicate, très vascularisée,  
adhérente à l'encéphale et à la moelle ;

Entre pie-mère et arachnoïde,

cavité sub-arachnoïdienne

parcourue par les prolongements filamenteux  
de fibres de collagène.

Cette cavité est remplie de LCR.

Elle est traversée par des vaisseaux

Des expansions de l'arachnoïde (les villosités arachnoïdiennes) plongent dans les sinus veineux à travers la dure-mère.

C'est le lieu de passage du LCR dans le sang veineux.

#### **LCR = liquide cébrospinal**

Composition voisine du plasma

Moins de protéines et concentration en ions un peu différente.

Il circule dans l'espace sub-arachnoïdien  
et dans les ventricules.

### **Ventricules 7.31a et b**

Cavités à l'intérieur de l'encéphale  
2 ventricules latéraux en forme de C,  
un dans chaque hémisphère cérébral  
un troisième ventricule dans le diencephale  
un aqueduc dans le mésencéphale  
un quatrième ventricule dans le tronc cérébral  
qui se continue par le canal central de la moelle

Le LCR est élaboré dans les plexus choroïdes,  
amas de capillaires  
qui pendent du toit de chaque ventricule.

Il circule dans les ventricules  
et dans le canal central de la moelle  
et passe dans l'espace sub-arachnoïdien  
par des ouvertures du quatrième ventricule

Le LCR repasse dans le sang par les villosités arachnoïdiennes

### **7.31c**

Quantité produite = quantité drainée  
→ volume constant (150 ml) et pression stable.

### **Barrière hémato-encéphalique**

Le tissu encéphalique, plus que les autres,  
a besoin d'un milieu interne (milieu intérieur) constant.

Les autres tissus tolèrent  
des petites variations de concentrations d'hormones,  
d'ions, de nutriments  
après les repas et pendant l'activité physique.

L'encéphale ne peut pas supporter de telles variations : notamment  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  
neurotransmetteurs...

Barrière hémato-encéphalique :  
les capillaires sont moins perméables qu'ailleurs  
(jonctions serrées)  
et les pieds bulbeux des astrocytes  
qui se fixent sur les capillaires participent à la barrière 7.3a

D'où une sélection :

Passent facilement :

eau, glucose, acides aminés essentiels,  $\text{O}_2$  et  $\text{CO}_2$ , nicotine, alcool,  
anesthésiques.

Ne passent pas :

urée, toxines, protéines, plusieurs médicaments,  
acides aminés non essentiels.

## **LA MOELLE EPINIÈRE**

= moelle spinale **7.32**

Cordon cylindrique = 42 cm, blanc luisant

largeur : 1 pouce

Elle prolonge le tronc cérébral

Elle achemine les influx nerveux  
de la périphérie vers l'encéphale  
et de l'encéphale vers la périphérie

Elle est aussi un centre intégrateur des réflexes spinaux.

Elle est enfermée dans la colonne vertébrale (CV).

Elle s'étend du foramen magnum jusqu'à L1  
(première vertèbre lombaire) ou L2, juste sous les côtes.

Protégée par les méninges  
lesquelles se prolongent au-delà de L2

Car, au cours de l'embryogenèse,  
la ME grandit moins que la CV

Chez l'adulte, elle n'atteint pas l'extrémité inférieure de la CV

On peut prélever le LCR par ponction lombaire  
dans la cavité subarachnoïdienne, en-dessous de L3  
pour ne pas risquer de piquer la moelle.

31 paires de nerfs spinaux naissent de la ME  
par deux racines : racine antérieure (= ventrale),  
postérieure (= dorsale)

et émergent de la CV entre chaque vertèbre.

A l'endroit où prennent naissance  
les nerfs destinés aux membres, la ME est plus large  
(renflement cervical et renflement lombaire)

Les nerfs spinaux qui prennent naissance  
à l'extrémité de la ME,  
ont un parcours dans le canal vertébral avant d'émerger : "queue de  
cheval"

Coupe transversale : H ou papillon de substance grise **7.33**  
entourée de substance blanche

commissure grise, autour du canal central de la moelle,  
cornes dorsales ou postérieures  
cornes ventrales ou antérieures  
+ cornes latérales dans la partie thoracique

**7.34** Tous les neurones dont le corps cellulaire  
(CC) est dans la substance grise de la moelle  
sont des neurones multipolaires.

Cornes postérieures :  
elles contiennent les corps cellulaires  
de neurones d'association ou interneurones.

Cornes ventrales : neurones d'association  
+ corps cellulaires de neurones moteurs somatiques,

souvent appelés motoneurones.  
Les axones de ces motoneurones passent  
dans les racines ventrales  
et cheminent dans les nerfs  
jusqu'aux muscles squelettiques.

Il y a davantage de corps cellulaires  
dans les cornes antérieures  
dans les segments de la moelle  
d'où partent les nerfs destinés aux membres  
(d'où l'élargissement de la moelle à ce niveau).

Les cornes latérales (région thoracique)  
contiennent les corps cellulaires des neurones moteurs  
du système sympathique  
(muscles lisses des viscères et des vaisseaux,  
glandes, cœur).  
Leurs axones sortent dans les racines ventrales.

Les racines ventrales contiennent donc  
des axones de motoneurones  
et de neurones moteurs du système sympathique.

Les axones des neurones afférents  
(influx provenant des récepteurs sensoriels périphériques)  
forment les racines dorsales

Les corps cellulaires sont  
dans le ganglion spinal situé sur la racine dorsale.

Ce sont des neurones unipolaires 7.8c  
Lésion de la racine dorsale ou du ganglion spinal  
→ anesthésie dans la région desservie.

Arrivés dans la moelle,  
les axones des neurones afférents peuvent prendre plusieurs directions  
→ passer dans la substance blanche postérieure et monter faire synapse plus  
haut (moelle ou encéphale)  
→ faire synapse avec des interneurones  
→ faire synapse directement avec des motoneurones.

Les racines dorsales et ventrales sont courtes.  
Elles fusionnent très rapidement (dans le canal vertébral)  
pour donner les nerfs spinaux (Cf. infra).

Subdivision de la substance grise  
selon le rôle des neurones

Quatre zones 7.34  
zone sensitive somatique (SS),  
zone sensitive viscérale (SV),  
zone motrice viscérale (SV),  
zone motrice somatique (MS).

## **Substance blanche de la moelle épinière**

Neurofibres (le plus souvent myélinisées)

- ascendantes (influx sensitifs vers l'encéphale)
- descendantes (influx moteurs provenant de l'encéphale et descendant plus bas vers la moelle)
- commissurales, traversant la moelle.

Les fibres ascendantes et descendantes

s'organisent en "cordons" :

selon leur position : cordon dorsal, latéral, ventral

Chaque cordon contient

des tractus ou faisceaux

composés d'axones

aux destinations et aux fonctions semblables.

7.35

Les faisceaux et les tractus qui forment les cordons

font partie de voies multineuronales

qui relient l'encéphale et la périphérie du corps.

Ces voies (entre encéphale et périphérie)

sont généralement composées de 2 ou 3 neurones successifs.

Intérêt de cette organisation :

redistribution de l'information à chaque relais :

un neurone fait synapse sur plusieurs neurones et réciproquement

Les cordons contiennent donc des neurofibres de neurones :

- qui commencent et se terminent dans la moelle
- qui commencent à la périphérie et se terminent dans la moelle (et inversement)
- qui commencent dans l'encéphale et se terminent dans la moelle (et inversement)

Les faisceaux associent souvent (pas toujours) dans leur nom

le point de départ et d'arrivée 7.35

Remarques.

La plupart des voies neuronales

croisent d'un côté à l'autre

en un point précis de leur trajectoire.

La plupart des faisceaux sont somatotopiques.

Ainsi dans un faisceau sensitif,

les influx nerveux provenant du pied

cheminent groupés

à côté des influx provenant de la jambe...

Tous les faisceaux vont par paires.

Le contenu de la moelle est symétrique.

## Faisceaux ascendants

Ils transportent les influx nerveux sensitifs  
Voies de trois neurones baptisés  
premier, deuxième et troisième ordre

### *La voie ascendante non spécifique* 7.36b

Non spécifique parce que les informations  
sont grossières, mal localisées

Neurones de premier ordre :

Récepteur sensoriel  
(douleur, température, toucher grossier),  
Corps cellulaire dans un ganglion spinal  
Terminaison dans la moelle épinière :  
synapse avec un neurone de deuxième ordre

Neurones de deuxième ordre :

Corps cellulaire dans la corne dorsale  
Décussation (= changement de côté) dans la moelle  
Tractus spinothalamique latéral  
Terminaison dans le thalamus

Neurones de troisième ordre :

Corps cellulaire dans le thalamus  
Terminaison dans l'aire somesthésique du cortex

### *La voie ascendante spécifique*

#### 7.36a, partie droite

Spécifique car :  
elle assure la transmission précise de récepteurs  
provenant d'un type unique et que l'on peut localiser (exemple : toucher  
discriminant).

L'axone du premier neurone emprunte  
un faisceau du cordon dorsal.

Il fait relais dans un noyau du bulbe

Décussation dans le bulbe

3<sup>ème</sup> neurone : du thalamus au cortex somesthésique

### *La voie spinocérébelleuse*

#### 7.36a, partie gauche

Récepteurs des tendons et des muscles.

Deux neurones

Terminaison du premier : corne dorsale

Terminaison du second : cortex cérébelleux

Informations nécessaires à la coordination

## Tractus descendants

Des aires motrices de l'encéphale à la moelle  
Composées d'une voie à deux neurones

### *La voie motrice principale* 7.37

Tractus corticospinal

Activités motrices précises

De l'aire motrice primaire jusqu'à la moelle

Synapse avec les motoneurons dans la corne ventrale

→ muscles squelettiques

Deux tractus

Corticospinal latéral (voie dite pyramidale) : décussation dans le bulbe.

Corticospinal ventral (beaucoup plus petit) : décussation à l'arrivée dans la moelle

### *La voie motrice secondaire*

Dite aussi extrapyramidale 7.37b

A partir des noyaux gris centraux (basaux)

et des noyaux du tronc cérébral

qui reçoivent des informations du cervelet.

Contraction des muscles de la posture et de l'équilibre,

des muscles qui dirigent les mouvements grossiers,

des mouvements de coordination de la tête et des yeux.

Collaboration entre la voie motrice principale

et la voie secondaire

Cas particulier pour les voies nerveuses du visage :

remplacer "nerfs spinaux" par "nerfs crâniens"

et "moelle" par "tronc cérébral"

## **Systeme nerveux peripherique**

Récepteurs périphériques, nerfs et ganglions

(qui contiennent les corps cellulaires hors du SNC).

On a déjà vu les ganglions spinaux.

On retrouvera des ganglions avec l'étude du SNA.

### **La structure d'un nerf** 7.38

= ensemble de neurofibres situé à l'extérieur du SNC.

Autour de chaque neurofibre : une épaisseur de tissu conjonctif

Groupage des axones en fascicules,

recouvertes de tissu conjonctif,

de même que l'ensemble des fascicules.

Nerf moteur : ceux qui ne contiennent

que des neurofibres motrices

Nerf sensitif : ceux qui ne contiennent que des fibres sensibles

Nerf mixte : ceux qui contiennent les deux

NB Les nerfs dits moteurs contiennent aussi

des fibres sensibles proprioceptives provenant des muscles.

## **Les nerfs crâniens**



12 paires desservant la tête et le cou  
Exception : la dixième paire dessert  
les cavités thoracique et abdominale

**I =Nerf olfactif.**

Pas tout à fait un nerf.

7.39 et 8.17.

Les neurofibres émergent des récepteurs olfactifs  
situés dans la muqueuse nasale,  
traversent l'ethmoïde  
et font synapse dans le bulbe olfactif,  
expansion de l'encéphale.  
Puis relais avant le cortex olfactif

Strictement sensitif : odorat

**II = Nerf optique**

7.39 et 8.11

Les neurofibres émergent de la rétine, forment le nerf optique. Les 2 nerfs optiques  
convergent vers le chiasma optique.

Une partie de leurs fibres croisent la ligne médiane.

Un relais puis un faisceau de neurofibres vers l'aire visuelle primaire du cortex (lobe  
occipital)

Strictement sensitif : vision

**III = Nerf oculomoteur 7.39**

Du mésencéphale jusqu'à l'œil

Moteur pour plusieurs muscles du bulbe de l'œil,  
muscles moteurs de l'œil

(muscles qui permettent de suivre les objets),  
et le releveur de la paupière.

+ Neurofibres du SNA agissant sur le diamètre de la pupille

**IV =**

Du mésencéphale jusqu'à l'œil

Moteur pour l'un des muscles du bulbe de l'œil

**VI =**

Du pont jusqu'à l'œil

Moteur pour l'un des muscles du bulbe de l'œil

**V = nerf trijumeau**

Du pont vers le visage.

Trois branches

Essentiellement sensitif

pour la peau du visage et la muqueuse de la bouche et du nez

Moteur pour les muscles masticateurs

**VII = nerf facial**

Du pont jusqu'au visage

Nombreuses branches.

Moteur pour les muscles du visage

- + Fibres du SNA pour les glandes salivaires et lacrymales.
- + Sensitif pour une partie de la gustation.

### **VIII = vestibulocochléaire**

Des récepteurs de l'audition et de l'équilibre dans l'oreille interne jusqu'au tronc cérébral (entre le pont et le bulbe)  
Strictement sensitif

### **IX = glossopharyngien** (glosso = la langue)

Du bulbe rachidien jusqu'à la gorge  
Moteur pour les muscles de la déglutition  
Fibres du SNA pour des glandes salivaires (parotides)  
Sensitif pour la langue et une partie de la gustation  
Influx sensitifs viscéraux provenant des barorécepteurs (récepteurs de la pression artérielle : baro = pression)

### **X = vague**

Du bulbe vers la cavité thoracique et abdominale  
Influx moteurs somatiques  
pour les muscles squelettiques du pharynx  
Influx sensitifs somatiques  
provenant de la langue et du pharynx  
Influx sensitifs viscéraux +++  
provenant des récepteurs viscéraux  
barorécepteurs pour la régulation de la PA,  
chimiorécepteurs pour la régulation de la respiration, récepteurs de tous types dans la paroi du tube digestif.  
Influx moteurs du système parasympathique +++  
pour les glandes et les muscles lisses destinés à la régulation de la digestion et de la régulation cardiaque et bronchique.

### **XI =**

Du bulbe et de la moelle (quasi nerf spinal)  
Moteur pour les muscles squelettiques du cou

### **XII = nerf hypoglosse**

Du bulbe jusqu'à la langue  
Muscles de la langue (parole et déglutition)

## **Les nerfs spinaux et les plexus**

### **7.40**

31 paires reliées à la moelle par deux racines (ventrale et dorsale)  
Nerfs cervicaux (C)  
Nerfs thoraciques (T)  
Nerfs lombaires (L)  
Nerfs sacraux (S)  
Tous les nerfs spinaux sont mixtes  
Chaque nerf spinal est court (1 cm)

Il se divise immédiatement après sa sortie du canal vertébral en un rameau dorsal et un rameau ventral (ne pas confondre racines et rameaux).

Tous les rameaux sont mixtes

Les rameaux dorsaux innervent

la peau

et les muscles de la partie postérieure du tronc

Les rameaux ventraux

des nerfs thoraciques forment les nerfs intercostaux

qui desservent les muscles situés entre les côtes ainsi que la peau des parties

antérieures et latérales du tronc

7.40 b

Les rameaux ventraux des autres nerfs spinaux forment des réseaux complexes appelés *plexus*

d'où partent des branches

qui se rendent aux membres assurant

leur motricité et leur sensibilité

### **Plexus cervical**

Formés par les rameaux ventraux des nerfs C1 à C5

Branche importante :

le phrénique (muscle moteur du diaphragme)

Autres branches pour les muscles de l'épaule et du cou

### **Plexus brachial**

Formés par les rameaux ventraux des nerfs C5 à C8

7.41a

5 branches terminales

Axillaire : moteur pour le muscle deltoïde

Radial : à l'arrière du membre supérieur :

moteur pour les muscles extenseurs

Musculocutané : à la partie antérieure du bras :

moteur pour les muscles fléchisseurs du bras

Médian : à l'avant à l'avant bras :

moteur pour les muscles fléchisseurs

de l'avant-bras et de la main

Ulnaire : plutôt en dedans,

moteur pour les muscles de l'avant-bras et de la main

Tous ces nerfs sont sensitifs

pour une partie du membre supérieur

(en général au-delà de leurs branches motrices)

### **Plexus lombaire**

Formés par les rameaux ventraux des nerfs L1 à L4

7.41b

Branches motrices pour les muscles

et sensibles pour la peau

de la paroi abdominale et du bassin

Puis deux branches terminales

nerf fémoral : nerf de la cuisse,  
moteur pour les fléchisseurs de la cuisse  
et les extenseurs du genou.  
nerf obturateur : passe dans le foramen obturé  
moteur pour les muscles adducteurs

### **Plexus sacral**

Formés par les rameaux ventraux des nerfs L4 à S4 7.41c

Nombreuses branches

pour les muscles et la peau des fesses et du périnée

Une grosse branche terminale : le sciatique

Il se divise en deux branches terminales au genou :

nerf fibulaire commun,

moteur pour la partie latérale de la jambe

nerf tibial

moteur pour la partie postérieure de la jambe (mollet)

Tous les nerfs issus des plexus lombaire et sacral sont sensitifs  
pour une partie du membre inférieur  
(en général au-delà de leurs branches motrices).

### **Le système nerveux autonome**

= Système nerveux végétatif

= système nerveux involontaire

#### **7.2**

Partie du SN périphérique qui régit les activités involontaires :

muscles lisses (viscères et vaisseaux sanguins),

glandes et cœur

Contribution majeure à l'homéostasie.

A chaque instant les viscères transmettent

des influx sensitifs viscéraux vers le SNC

et des influx moteurs du SNA permettent

aux viscères d'ajuster leurs fonctionnements.

### **Organisation générale 7.42**

Dans le SN somatique,

les corps cellulaires des neurones moteurs

(motoneurones)

sont situés dans le SNC

(corne antérieure de la substance grise)

et leurs axones s'étendent jusqu'aux muscles squelettiques.

Dans le SNA,

on trouve des chaînes de deux neurones.

Le corps cellulaire du premier est dans le SNC.

Son axone, dit préganglionnaire, sort du SNC

et fait synapse avec le corps cellulaire

d'un second neurone situé dans un ganglion.

Son axone dit postganglionnaire rejoint l'organe effecteur.

Deux parties : le sympathique et le parasympathique  
Elles desservent souvent (pas toujours) les mêmes organes  
Actions souvent opposées → contreponds  
Sympathique : plutôt mis en jeu dans :  
colère, peur, stress, exercice, urgence  
Parasympathique : plutôt repos, digestion,  
élimination, détente, économie d'énergie

### **Caractéristiques structurales**

#### **7.43**

Parasympathique :

Corps cellulaires des premiers neurones  
dans les noyaux du tronc cérébral ainsi que  
dans la partie sacrale de la moelle épinière.

Les neurones issus du tronc cérébral  
empruntent le trajet des nerfs crâniens (notamment le X)  
jusqu'à faire synapse dans un ganglion  
situé près de l'organe innervé.  
L'axone postganglionnaire est court.

Les axones issus de la moelle sacrale  
forment les nerfs splanchniques pelviens.  
Ils font synapse dans un ganglion  
situé près des organes (vessie, rectum, organes génitaux).

Sympathique :

Corps cellulaires des premiers neurones  
dans la partie thoracique de la moelle

#### **7.44**

Les axones sortent par la racine ventrale,  
entrent dans le nerf spinal,  
puis ont des trajets compliqués !

Ils traversent une chaîne de ganglions,  
appelée chaîne ou tronc sympathique  
située le long de la colonne vertébrale  
(une de chaque côté)

Certains axones y font relais. L'axone post-ganglionnaire  
emprunte le rameau d'un nerf spinal  
→ vaisseaux, glandes sudoripares

D'autres ne font que traverser  
forment des nerfs splanchniques (viscéraux)  
et font relais dans des ganglions  
situés près des viscères.

### **Fonctionnement du SNA**

#### **7.43**

La plupart des organes innervés par le SNA  
reçoivent des neurofibres

du sympathique et du parasympathique

Exceptions :

- la plupart des vaisseaux,
- la peau,
- la glande médullosurrénale : seulement sympathique

Les effets du sympathique et du parasympathique

- sont souvent antagonistes
- car les axones postganglionnaires libèrent des neurotransmetteurs différents :
  - acétylcholine pour le système parasympathique
  - et noradrénaline pour le système sympathique.

Les axones postganglionnaires sont dits

- cholinergiques (acétylcholine)
- et adrénergiques (noradrénaline)

### **Quelques effets organe par organe**

(Cf. tableau 7.5 et suite du cours)

Utiles à comprendre (à connaître)

- parce que de nombreux médicaments agissent en modifiant l'activité du sympathique et du parasympathique

Rappel :

Sympathique : plutôt mis en jeu dans :

- colère, peur, stress, exercice, urgence

Parasympathique : plutôt repos, digestion,

- élimination, détente, économie d'énergie

Tube digestif :

- parasympathique :
  - augmentation du péristaltisme
  - relâchement des sphincters lisses
  - augmentation des sécrétions glandulaires
- sympathique : effets inverses
  - diminution du péristaltisme
  - contraction des sphincters lisses
  - diminution

Bronches :

- parasympathique : bronchoconstriction
- sympathique : bronchodilatation

Voies urinaires

- parasympathique :
  - contraction de la vessie
  - relâchement du sphincter lisse de l'urètre
- sympathique : effets inverses

Cœur (Myocarde)

- parasympathique :

ralentissement de la fréquence cardiaque  
sympathique :  
augmentation de la fréquence cardiaque  
augmentation de la force de contraction du myocarde

Vaisseaux (artérioles)  
parasymphatique : pas d'effet  
(pas d'innervation parasymphatique)  
sympathique : vasoconstriction  
(sauf vasodilatation des vaisseaux  
des muscles squelettiques et du coeur)

Glandes salivaires et lacrymales  
parasymphatique : stimulation  
sympathique : effet inverse

Pupille  
parasymphatique : resserrement  
sympathique : ouverture

Médulla surrénale (+ médullosurrénale)  
parasymphatique : pas d'effet.  
sympathique : libération d'adrénaline et noradrénaline.  
Renforce et prolonge l'action du sympathique

Pénis  
parasymphatique : érection  
sympathique : éjaculation

### **Synthèse selon les situations :**

Symphatique : préparation à la fuite ou la lutte.  
Dilatation des pupilles  
Accélération cardiaque  
Dilatation des bronchioles : meilleure ventilation  
Constriction des vaisseaux des viscères  
et dilatation des vaisseaux des muscles squelettiques  
et du coeur  
→ redistribution du sang vers les vaisseaux du cœur,  
le cerveau et les muscles  
Rôle de la médulla surrénale dans la prolongation des effets.

Parasymphatique : actif dans les situations neutres :  
repos, digestion, élimination  
constriction des pupilles  
ralentissement de la fréquence cardiaque  
bronchoconstriction  
relâchement des sphincters  
accélération du péristaltisme des viscères creux  
sécrétion des glandes digestives

## Développement et vieillissement du système nerveux

Développement au tout début de la vie embryonnaire.

→ Gravité de certaines infections (rubéole)  
en début de grossesse

Fragilité à la privation d'oxygène  
(car le métabolisme est constant) :  
chez le fœtus, le nouveau-né et ensuite

Hypothalamus : Maturation en fin de grossesse  
→ fragilité de la thermorégulation chez le prématuré.

Après la naissance,  
pas de nouveaux neurones (pas de division des neurones)

Mais poursuite de la maturation  
et de la croissance du système nerveux :  
avec formation de myéline  
et formation de synapses  
→ Meilleure coordination neuromusculaire.  
→ et croissance cérébrale rapide  
pendant les deux premières années,  
puis plus lente jusqu'à l'âge adulte.

Ensuite diminution du stock de neurones.

Par contre la formation de synapses  
se poursuit tout au long de la vie.  
On peut continuer à apprendre...

Avec le vieillissement : perte d'efficacité du SNA.  
Ainsi la régulation de la pression artérielle  
est moins bonne :  
hypotension orthostatique  
(diminution de la pression artérielle  
lors du passage à la position debout).

Baisse de performances des fonctions supérieures :  
notamment mémoire,  
mais aussi concentration, orientation.

Vieillesse accélérée chez les boxeurs, les alcooliques,  
les malades vasculaires, les hypertendus.

Hors maladie (Alzheimer, Parkinson) :  
le vieillissement est peut être étonnamment bon.