

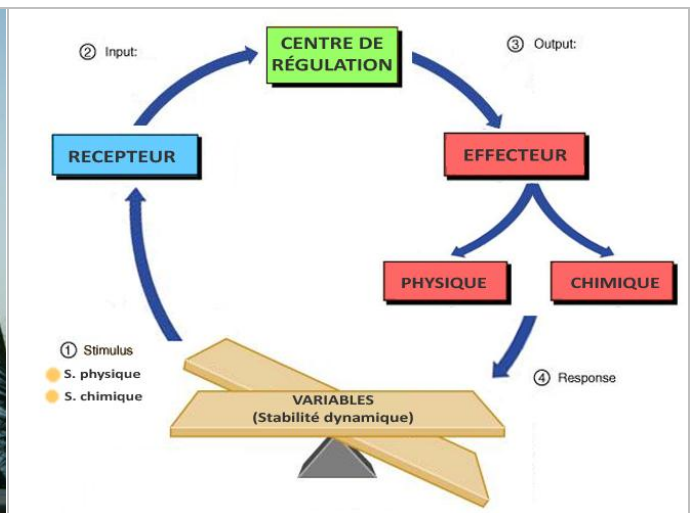


COMMENT SE RÉGULE L'HOMÉOSTASIE DES SYSTÈMES BIOLOGIQUES ?

Le corps humain est un ensemble complexe de cellules, de tissus, d'organes et de systèmes qui se trouvent en **INTERRELATION**, pour maintenir son **ORDRE** (ou organisation) et son **HOMÉOSTASIE** (ou stabilité dynamique). Cette homéostasie implique une stabilité relative des milieux intra et intercellulaires, de façon à ce que les fonctions cellulaires et physiologiques se déroulent de manière correcte, efficace et stable.

Un **SYSTEME HOMEOSTATIQUE** (ex.: une entreprise, un organisme, une cellule,...) est **un système qui cherche à maintenir sa structure et ses fonctions par le biais de mécanismes d'autorégulation dynamique**. Tout être vivant (ex.: cellule, organe, organisme) est en interaction constante avec son environnement et, pour fonctionner correctement, ses cellules doivent capter les stimulations (ex.: nutriments, chaleur, glucose, stress, sommeil,...), les envoyer aux centres de contrôle, les interpréter et produire des réponses selon les circonstances. Cette **STABILITE DYNAMIQUE** doit comporter des éléments de **RECEPTION**, **D'ANALYSE** et de **REPONSE**:

- **UN RECEPTEUR** spécialisé détecte un changement dans le milieu intérieur [ou extérieur] et réagit à ce stimulus, en envoyant des informations au centre de régulation à travers une voie afférente.
- **UN CENTRE DE REGULATION** reçoit et analyse les diverses données d'entrée [ou INPUT], et il détermine une réaction de sortie appropriée [ou OUTPUT] pour les diverses circonstances. Cette réaction résultante va être transmise à l'effecteur via une voie efférente.
- **UN EFFECTEUR** va produire une réponse [ex.: neuronale, moteur, hormonales,...] qui correspond à un changement de son activité, mettant en place la réponse de régulation, vis à vis du stimulus.



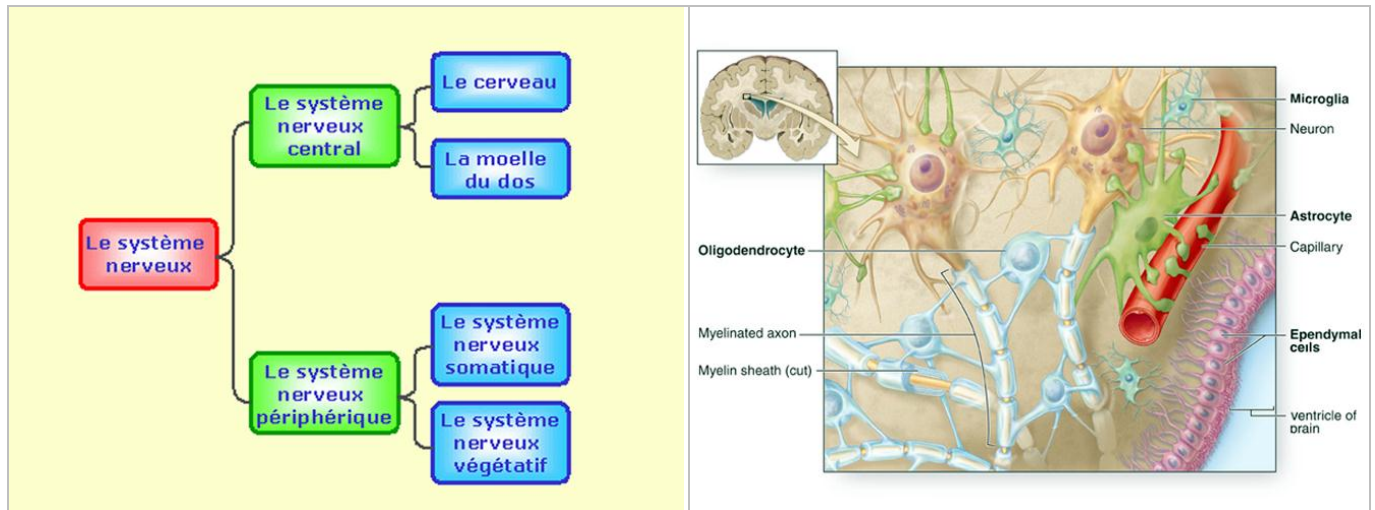
- **La réception du stimulus** [ou sensorialité] est un processus de **TRANSDUCTION SENSORIELLE** qui permet de transformer un stimulus [ex.: physique, chimique,...] en énergie bioélectrique. Ce processus dépend de l'excitation de cellules sensorielles de type **CHIMIQUE** [ex.: odeur, saveur, acidité,...] ou **PHYSIQUE** [ex.: lumière, chaleur, distension, pression,...]. Aussi, selon l'origine du stimulus, on peut distinguer 2 types de sensorialités:
 - Une **sensorialité extéroceptive** [ou externe]: vision, audition, olfaction, goût, équilibre, somesthésie
 - Une **sensorialité intéroceptive** [ou interne]: muscles, tendons, articulations, viscères, vaisseaux,...
- **L'intégration des données** peut se produire dans une cellule, dans un organe [ex.: cerveau, moelle épinière, pancréas, foie,...] ou chez l'individu. Ainsi, quand le centre de régulation reçoit les signaux afférents, il analyse et intègre toutes les données. Par exemple, il fixe la valeur de référence (ou niveau de base) où la variable doit être maintenue et il détermine une réaction appropriée qui va être transmise aux effecteurs.
- **La génération d'une réponse** face aux divers stimuli est réalisée par les effecteurs selon les actions reçues du centre de régulation. Selon sa nature, les réponses peuvent être des réponses **CHIMIQUES** [ex.: hormones, enzymes, sels minéraux, gaz, toxines,...] ou des réponses **PHYSIQUES** [ex.: lumière, contraction, distension,...].

Dans l'organisme, la régulation de ces fonctions biologiques dépend d'au moins 4 systèmes de relation (ex.: le **SYSTEME NERVEUX**, le **SYSTEME ENDOCRINIEN**, le **SYSTEME OSTEO-ARTICULAIRE** et le **SYSTEME CIRCULATOIRE**)

QUELLES SONT LES CELLULES DU SYSTÈME NERVEUX ?

Le **SYSTÈME NERVEUX** (SN) est un système biologique responsable de la communication rapide entre les différentes parties du corps et de la coordination des actions avec l'extérieur. Ce système gère les informations sensorielles, coordonne les mouvements musculaires, module la fonction endocrinienne et régule l'action des autres organes.

Chez l'être humain, le **SYSTÈME NERVEUX** pèse environ 3 kg, c'est-à-dire 5 % de la masse corporelle totale. On peut diviser le système nerveux (SN) en un **SYSTÈME NERVEUX CENTRAL** (SNC) constitué par l'encéphale et la moelle épinière, et un **SYSTÈME NERVEUX PÉRIPHÉRIQUE** (SNP) formé par des nerfs et des ganglions. Ce système nerveux humain est très complexe et il se compose de près de 200 milliards (2×10^{11}) de **gliocytes** (ou cellules gliales, névroglie,...), d'environ 200 milliards (10^{11}) de **cellules nerveuses** (ou **neurones**), et des **neurones modifiés** pour des fonctions **sensorielles** (ex.: rétine, papilles gustatives, cellules olfactives,...).



- Les **NEURONES** sont les unités de base du système nerveux et elles ont la capacité de l'excitabilité face à des stimulations, l'intégration des signaux et de la transmission des impulsions jusqu'aux cellules cibles. Certaines neurones se sont différenciées en **cellules sensorielles** (ex.: rétine, papilles gustatives, cellules olfactives,...).

Les neurones sont des cellules excitables, constituées par un **soma** (ou corps cellulaire) d'où partent des prolongements de deux types, les **dendrites** et l'**axone**, qui diffèrent par de nombreux caractères.

Les neurones sont interdépendants et interagissent avec la **NEVROGLIE**, en formant un énorme réseau cellulaire semblable à l'Internet, avec de nombreux points de connexion. Les neurones et les gliocytes se trouvent associées, mais la spécificité du système nerveux semble dépendre essentiellement des neurones et de leurs fonctions.

Selon leur activité, les neurones du SN peuvent être classés en **neurones sensitifs** (ex.: captent les stimuli), **neurones moteurs** (ex.: envoient les réponses aux cibles) et **interneurones** (ex.: connectent les neurones). C'est un réseau avec des voies d'entrée (ou **TYPE AFFERENT**) et des voies de sortie (ou **TYPE EFFERENT**).

- Les **GLIOCYTES** (ou névroglie) sont les cellules les plus abondantes du Système Nerveux (SN) et elles enveloppent, soutiennent, nourrissent et protègent les neurones. Ces cellules gliales peuvent se diviser par mitose. En effet, les cellules gliales représentent plus d'un 60 % des cellules du système nerveux.

Selon leur localisation, forme et fonction, on distingue **6 types principaux** de gliocytes dans le Système Nerveux :

- Dans le **système nerveux central** (SNC) on trouve des **astrocytes**, des **oligodendrocytes**, des **épendymocytes** et des **microglyocytes**. Ces cellules forment l'environnement des neurones et elles sont responsables de maintenir l'homéostasie, produire la myéline et soutenir le tissu nerveux, en apportant les nutriments et l'oxygène, en éliminant les cellules mortes, en combattant les pathogènes et en modulant la neurotransmission.
- Dans le **système nerveux périphérique** (SNP) on trouve des **cellules satellites** et des **cellules de Schwann**. Ces cellules forment l'environnement des neurones, éliminent les cellules mortes, combattent les pathogènes et assurent la myélinisation des axones des fibres nerveuses du SNC, c'est-à-dire leur isolation électrique.

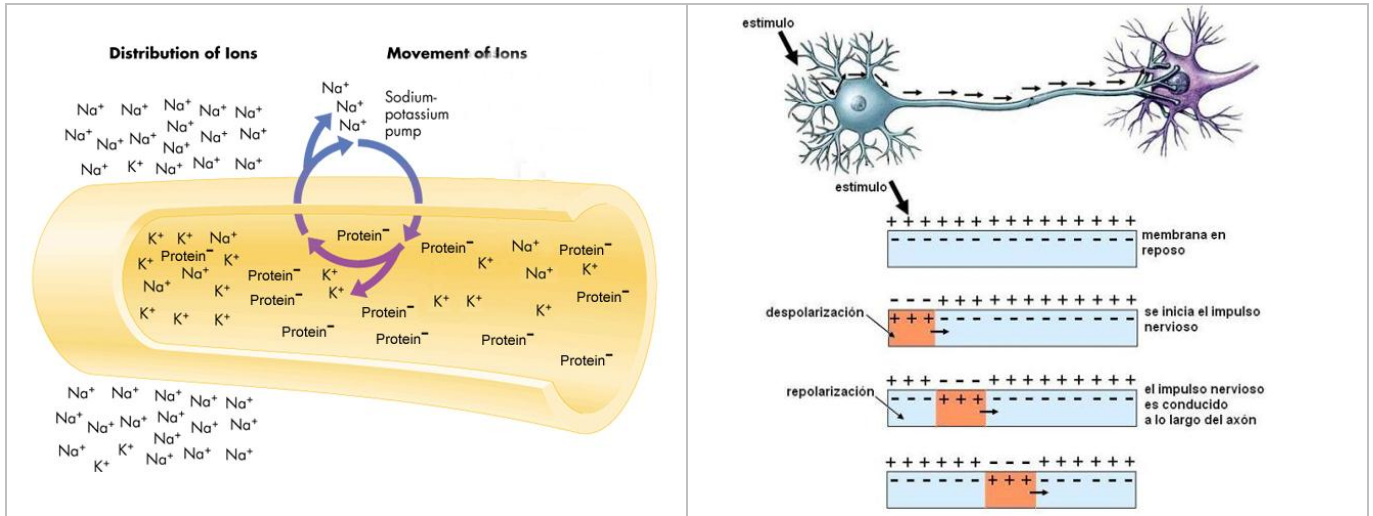
La névroglie est essentielle pour le fonctionnement et la longévité neuronale, car elle assure l'homéostasie du système nerveux. Les **altérations dans le fonctionnement de la névroglie** semblent être à la base de diverses pathologies cérébrales comme les infections, les intoxications, le vieillissement, l'Alzheimer, le Parkinson, la dépression, le syndrome bipolaire, la schizophrénie, la fibromyalgie, l'sclérose multiple, la ELA,...

La spécificité du réseau cellulaire semble dépendre des neurones. C'est un réseau avec des voies afférentes (ou d'entrée) ou efférentes (ou de sortie) de sens unique, qui va propager les informations par l'action combinée des **impulsions nerveuses** (ou **influx nerveux**) et des **liaisons intercellulaires** (ou **synapses**).

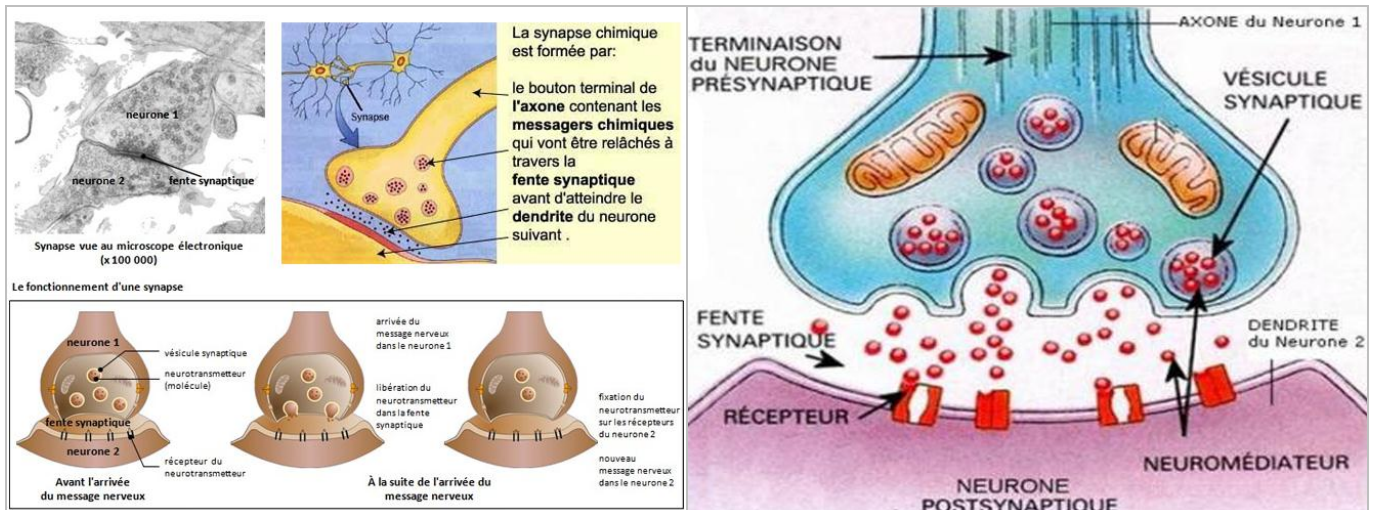


QUELLE EST LA PHYSIOLOGIE DES CELLULES NERVEUSES?

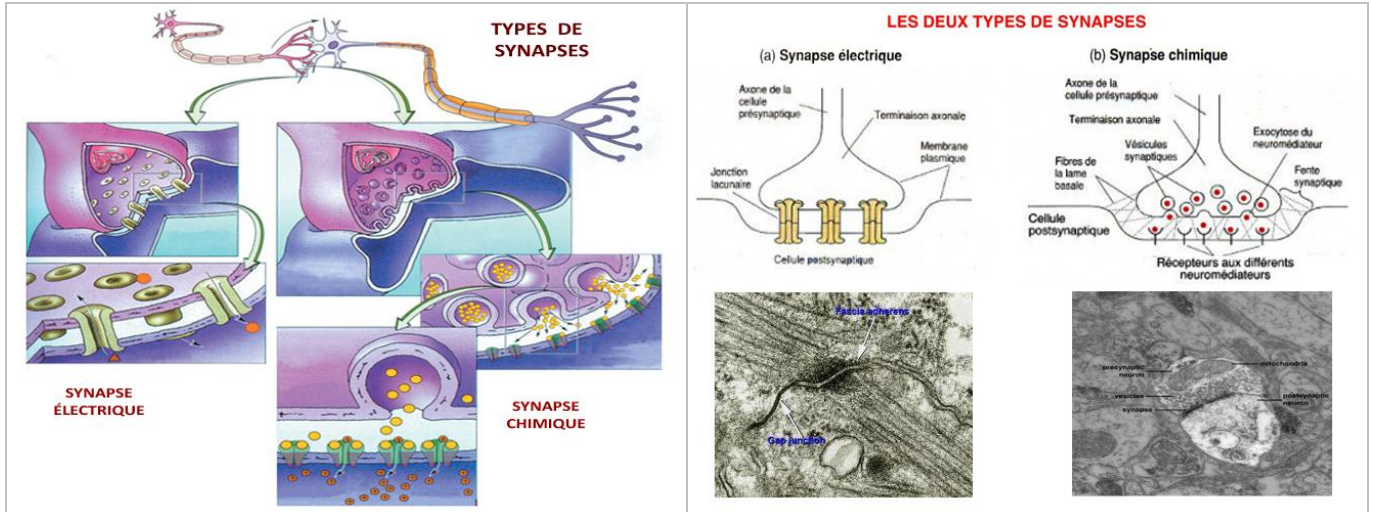
Les **INFLUX NERVEUX** se produisent par des **changements électriques** dans les membranes cellulaires des neurones quand elles reçoivent une certaine stimulation:



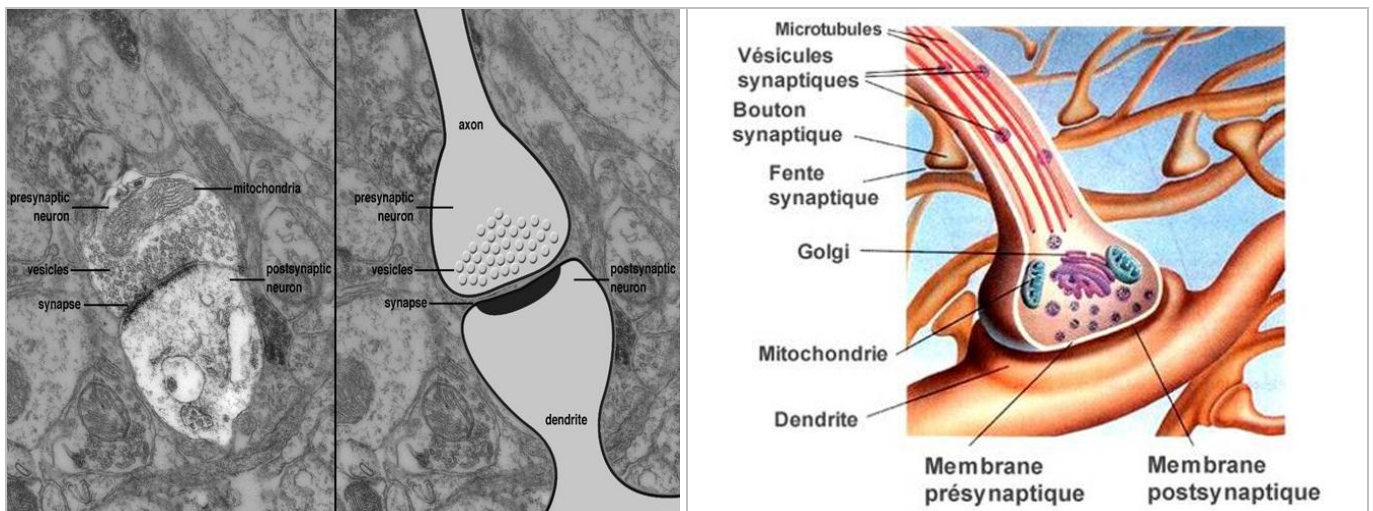
- Les axones neuronales sont formés d'un gel liquide (ou **axoplasme**) entouré d'une membrane lipidique (5-10 nm d'épaisseur et d'un milieu extracellulaire. L'axoplasme et le liquide extracellulaire possèdent de nombreux ions (ex. chlorure (Cl⁻), calcium (Ca⁺), sodium (Na⁺), potassium (K⁺),...) **distribués de manière asymétrique**.
- En repos, le neurone possède **une délocalisation de charges** entre les faces de la membrane. De cette manière, le neurone possède une **différence de potentiel** d'environ -70 mV comme résultat d'une perméabilité sélective et d'un transport actif transmembranaires. Cette différence de potentiel s'appelle le **potentiel de repos** du neurone.
- Quand la cellule reçoit un stimulus par les dendrites, il se produit un **changement de local dans la perméabilité de la membrane** et un flux d'ions entre les côtés. Cette **dépolarisation de la membrane** crée un **potentiel électrochimique** de courte durée (≈ 5 ms) et ce **potentiel d'action** se propage à la manière de la chute des dominos. L'influx nerveux est qui se propage à une vitesse entre 1 m/s et 100 m/s.
- Dans ces neurones, les dendrites reçoivent les signaux et génèrent le **potentiel d'action** qui arrive au corps cellulaire et parcourt l'axone. Dans le neurone, l'influx se génère dans les dendrites en sens entrant, passe par le corps neuronale et il s'étend vers l'extrémité de l'axone dans le sens sortant.
- La dépolarisation est suivie d'une **ré-polarisation de la membrane**, après quelques millisecondes. Ces trains d'impulsions ont fréquence variable, avec un **maximum d'une 100 par seconde**. Chaque neurone peut recevoir des informations de nombreux autres neurones et en transmettre à une multitude d'autres cellules nerveuses. L'impulsion se propage dans le sens (Dendrite ➤ Corps neuronales ➤ Axon).
- Quand l'influx arrive à l'extrême axonique, les signaux électrochimiques doivent changer de nature. Alors, la communication entre les neurones doit traverser ces liaisons intercellulaires (ou **synapses neuronales**).



Les **SYNAPSES NEURONALES** (du grec: *connexion*) sont des **zones de contact** qui assurent le passage de l'influx nerveux entre un neurone et une autre cellule (ex.: neurones, miocytes, récepteurs sensoriels...). Certains types cellulaires (ex.: cellules de Purkinje) ont jusqu'à un 40 % de leur surface couverte de synapses. Ainsi, on peut distinguer deux types de synapses en fonction de leur structure au microscope électronique:



- La **SYNAPSE ELECTRIQUE** possède une union étroite entre neurones (ou **gap-jonction**), d'environ 2 nm de taille. Dans cette synapse, le signal est transmis électriquement grâce à un flux d'ions par des canaux ioniques.
- La **SYNAPSE CHIMIQUE** possède un contact plus large entre neurones, avec une taille de l'ordre de 10-40 nm. Ce type est majoritaire chez l'être humain et il implique une transmission chimique grâce à un **neurotransmetteur** diffusible. Ce type de synapse est formé de 3 éléments membranaires:



- **L'élément présynaptique** (ou **bouton présynaptique**) se présente sous la forme d'un renflement de l'axone, rempli de petites vésicules synaptiques contenant des molécules de neurotransmetteur. On y trouve aussi un appareil de Golgi très développé et de nombreuses mitochondries, signe d'une activité de synthèse intense.
- **L'espace intersynaptique** (ou **fente synaptique**) est la petite zone (10-40 nm) qui sépare les membranes des deux neurones. Quand l'influx électrochimique arrive à l'extrême axonique, il se transforme en concentrations de neurotransmetteurs qui se libèrent et diffusent rapidement dans la fente synaptique.
- **L'élément postsynaptique** est riche en récepteur de membrane et en mitochondries, nécessaires pour la synapse. Les neurotransmetteurs libérés peuvent s'unir aux récepteurs spécifiques de membrane chez le neurone cible. Si on atteint un seuil critique, il se déclenche et se propage un nouvel influx nerveux chez le neurone cible. Pour mieux transmettre le signal, une gaine de myéline va isoler les axons dans le Système Nerveux (SNC et SNP). Si cette gaine est endommagée, la transmission est difficile ou même impossible (ex.: sclérose multiple, ELA,...).

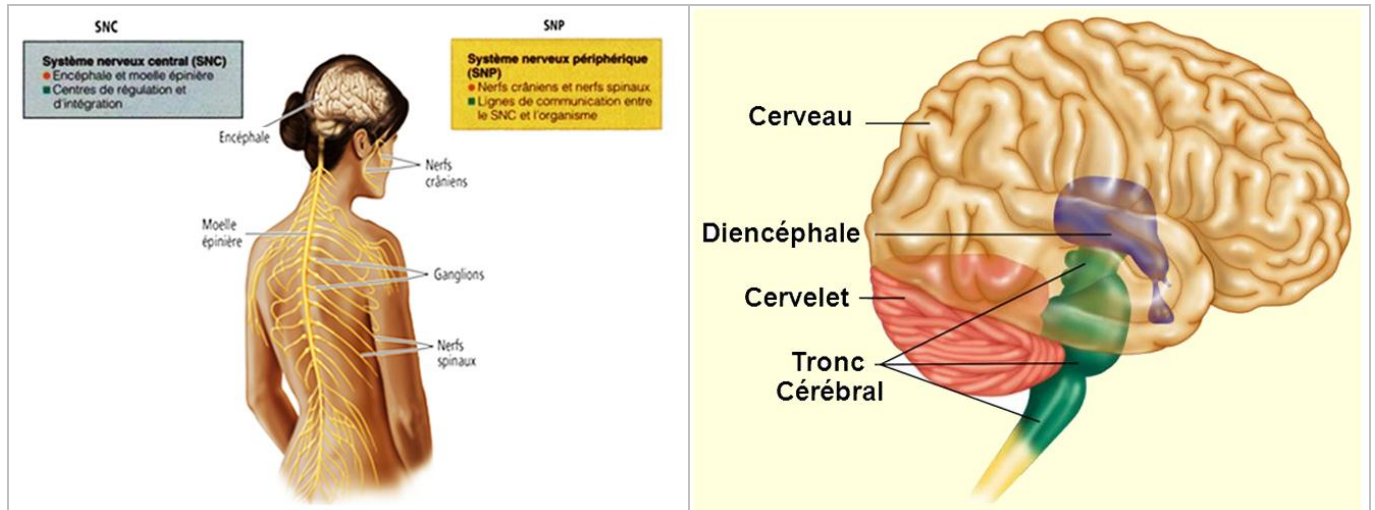
La communication neuronale se fait dans **un seul sens**, mais leurs éléments reçoivent et produisent en permanence de nombreux messages électrochimiques. Chaque neurone reçoit, interprète et produit des différents stimuli, agissant comme une unité d'analyse de l'information dans le réseau neuronal.



QUELLE EST L'ANATOMO-PHYSIOLOGIE DU SYSTÈME NERVEUX

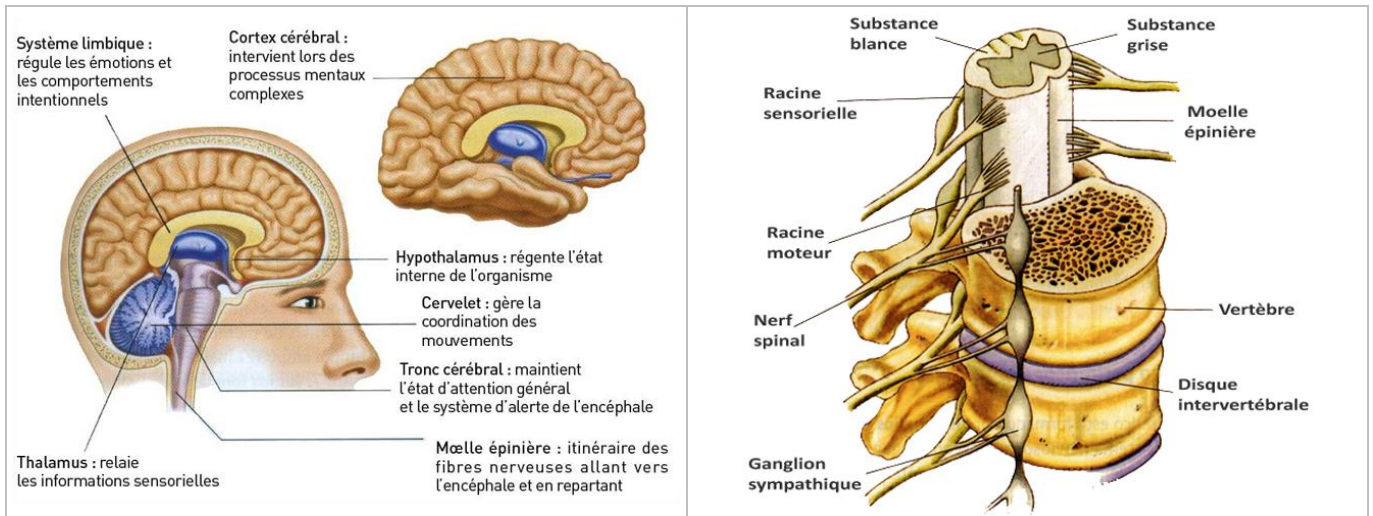
Selon sa structure générale, le **SYSTÈME NERVEUX** (SN) des vertébrés peut être divisé en **SYSTÈME NERVEUX CENTRAL** (SNC) et **SYSTÈME NERVEUX PÉRIPHÉRIQUE** (SNP)

- Le **SYSTÈME NERVEUX CENTRAL** (SNC) est constituée de l'**ENCEPHALE** et de la **MOELLE ÉPINIÈRE**, étant protégés par les **méninges** et entourés par le **crâne** et la **colonne vertébrale** respectivement. À l'intérieur des méninges se trouve le **liquide céphalo-rachidien** (ou LCR), qui transporte les nutriments, draine les déchets et amortit les chocs.



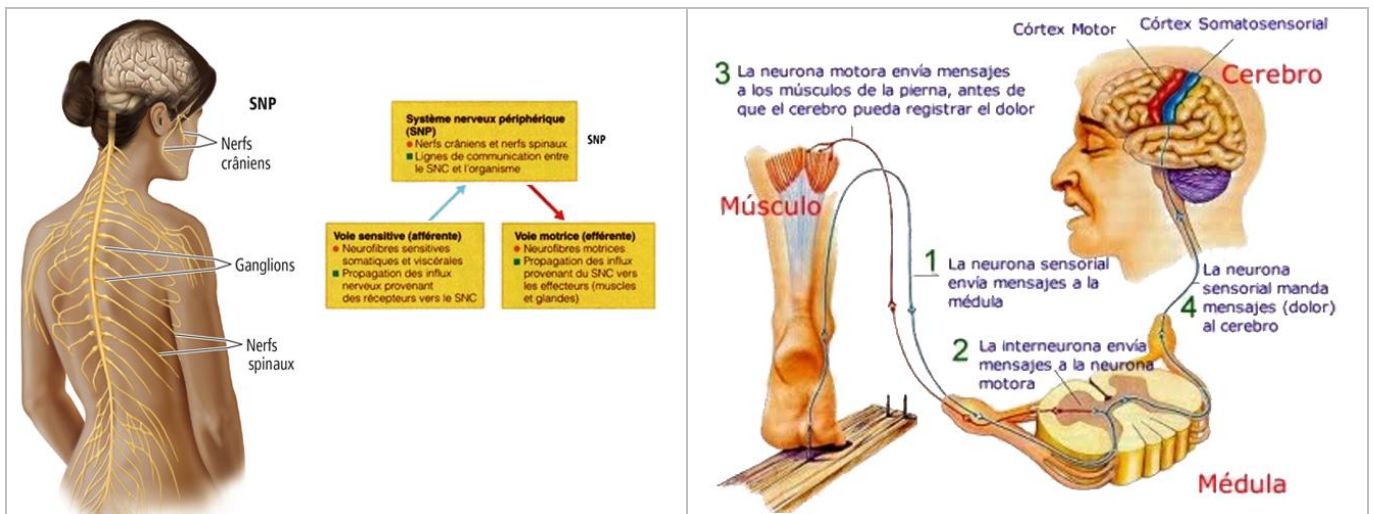
- L'**ENCEPHALE** regroupe le **cerveau**, le **diencephale**, le **tronc cérébral** et le **cervelet**. L'ensemble capte les **perceptions**, analyse ces **sensations** et génère des **actions** (ex.: émotions, pensées, mouvements,...).
- Le **CERVEAU** possède un poids moyen de 1.500 grammes et il comporte plus de 100 milliards de **neurones** et de **cellules gliales**. Le cerveau est composé de deux **hémisphères cérébraux**, recouverts par une couche de **cortex** (ex. : substance grise) connectés entre eux par des fibres nerveuses (ex. : substance blanche) réunis dans le **corps calleux**. Ce cortex possède de nombreuses **circonvolutions** (ex.: plis) et peut être subdivisé en au moins **cinq lobes cérébraux** selon leur position (ex. : frontal, pariétal, temporal, occipital, limbique,...). De cette manière, le cerveau a un aspect plissé, avec des **circonvolutions**, séparées par des sillons et des scissures.
- Le **DIENCEPHALE** se trouve entre les hémisphères cérébraux, le tronc cérébral et le cervelet. Il est formé de plusieurs petites structures (ex. : l'hypothalamus, le thalamus, l'épithalamus) qui reçoivent et interprètent la **majorité de l'information de nos sens**. Cette information est traitée et puis envoyée à la région spécifique du cortex. Son **rôle est essentiel dans l'homéostasie, la sensibilité, l'apprentissage et la mémoire** (ex. : la soif, l'appétit, la douleur, la libido, le plaisir, la température, les niveaux d'hormones, les biorhythmes, l'attention, la curiosité, les émotions, la mémoire spatiale,...).
- Le **CERVELET** (du latin : petit cerveau) a une petite masse [≈ 150 g], qui présente **deux hémisphères** qui se subdivise en lobules, lames et lamelles. La **substance grise** se place dans la partie externe tandis que la **substance blanche** se place à l'intérieur. Le cervelet joue un rôle important dans le contrôle moteur car il contribue à la coordination et la synchronisation des gestes, et à la précision des mouvements. Pour ce faire, le cervelet entretient d'étroites relations avec le cortex et il emmagasine des séquences de mouvement apprises. Le cervelet a aussi un rôle secondaire l'attention, le langage et la régulation des réactions émotionnelles.
- Le **TRONC CÉRÉBRAL** connecte l'encéphale avec la moelle épinière et il a trois parties (ex.: le mésencéphale, le pont de Variolle et le bulbe rachidien (ou moelle allongée)). Ce tronc cérébral est responsable de plusieurs fonctions dont la régulation de la respiration et du rythme cardiaque, la localisation des sons, etc. C'est aussi un centre de passage des voies motrices et sensibles, ainsi qu'un centre de contrôle de la douleur.
- La **MOELLE ÉPINIÈRE** (ou moelle spinale) est la prolongation du système nerveux central, contenue dans le canal rachidien qui la protège. Dans la moelle spinale, la **substance grise** (ex. : somas) se place à l'intérieur, tandis que la **substance blanche** (ex. : axones) se trouve à l'extérieur. Cette moelle intervient dans la transmission nerveuse entre le SNC et le reste du corps, car elle reçoit les informations des **récepteurs sensoriels périphériques** (SNP), les envoient vers l'encéphale, reçoit les réponses de l'encéphale et les transmet vers les **effecteurs périphériques** (SNP). La moelle épinière contient aussi des circuits neuronaux qui contrôlent certains **actes réflexes**.

- Le **SYSTEME NERVEUX PERIPHERIQUE** (SNP) est la portion du système nerveux constituée des **GANGLIONS** et des **NERFS** à l'extérieur du cerveau et de la moelle épinière. Sa fonction principale est de faire circuler l'information entre les organes et le système nerveux central (SNC). À l'inverse du SNC, le SNP n'est pas protégé par les os du crâne et de la colonne, ni recouvert par la **barrière hémato-encéphalique** qui assure l'isolation du SNC. Ce manque de défense laisse le SNP beaucoup plus exposé aux lésions et aux toxines.



Le **système nerveux périphérique** est formé des **NERFS** crâniens (12 paires) et des **NERFS** rachidiens (31 paires), ainsi que des **GANGLIONS** nerveux. Les nerfs sont des ensembles de fibres nerveuses et les ganglions sont des regroupements locaux de nerfs. Selon le sens du signal et le type de nerfs, on peut distinguer:

- Une voie **SENSITIVE AFFÉRENTE** qui connecte les **cellules** et les **organes sensoriels** avec le SNC par le biais des nerfs et des ganglions sensitifs.
- Une voie **ÉFFECTEUR EFFÉRENTE** qui connecte le SNC avec les **cellules** et les **organes effecteurs** (ex. : glandes, muscles,...) par le biais des nerfs et des ganglions effecteurs.



Il est possible d'établir une classification du **S.N.P.** selon des critères fonctionnels, le divisant en **S.N.P. SOMATIQUE** (SNS) et en **S.N.P. AUTONOME** (SNA), selon que leur activité fassent intervenir la conscience ou non.

- Le **SYSTEME NERVEUX SOMATIQUE** (SNS) est la partie du système nerveux périphérique associée au contrôle volontaire des mouvements du corps via la perception consciente des stimuli externes et l'action volontaire des muscles squelettiques. Ce système est constitué de fibres afférentes recevant des informations venant de l'extérieur et des fibres efférentes qui envoient les signaux vers les muscles de mouvement volontaire.
- Le **SYSTEME NERVEUX AUTONOME** (SNA) (végétatif ou viscéral) est la partie du système nerveux (SNC et SNP) associée au contrôle des fonctions automatiques, involontaires. Il contrôle les muscles lisses (digestion, vascularisation...), les muscles cardiaques, les glandes exocrines (digestion, sudation...) et certaines glandes endocrines. On le divise en système nerveux sympathique et système nerveux parasympathique.

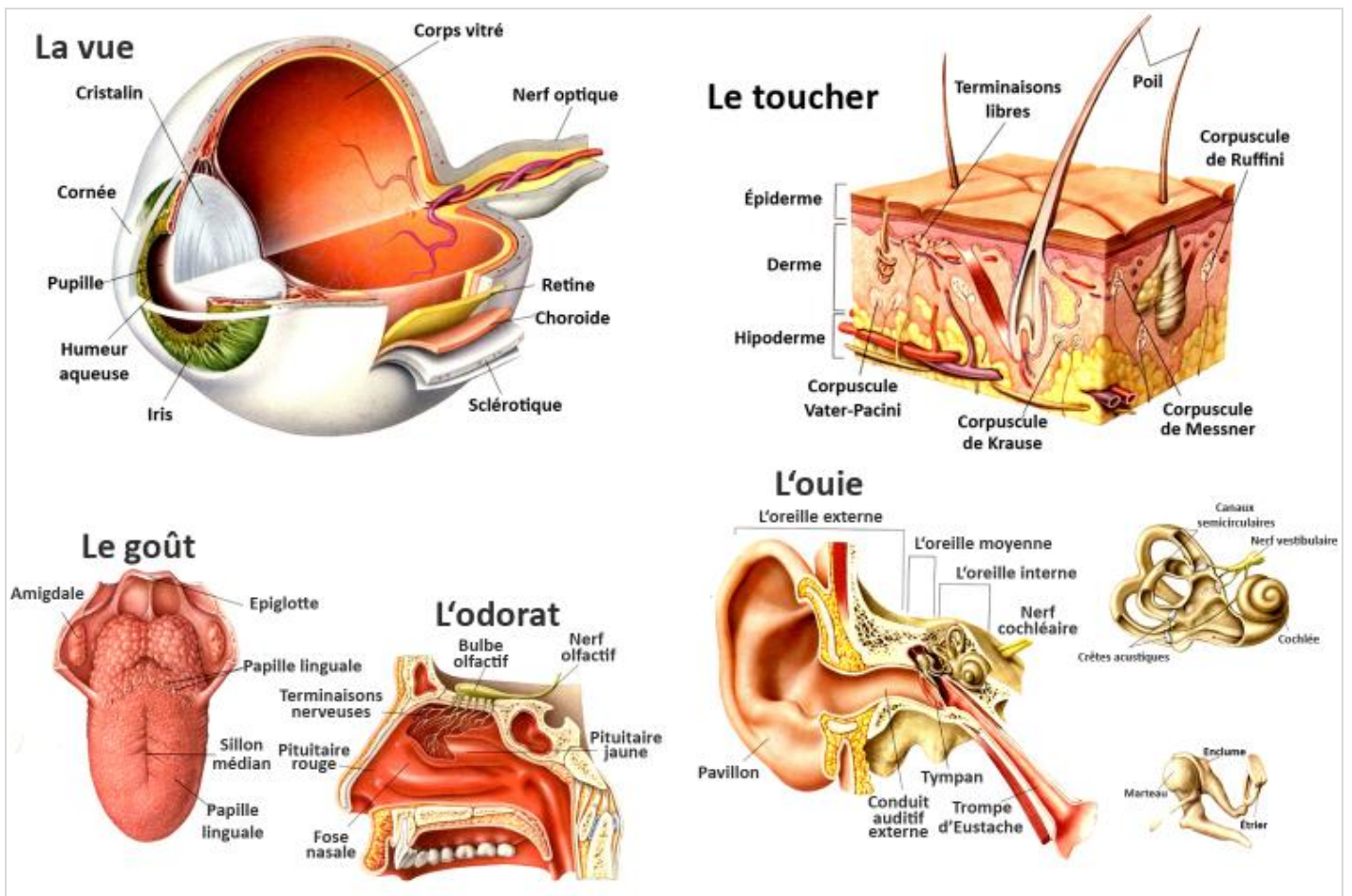


QUELLE EST L'ANATOMO-PHYSIOLOGIE DU SYSTÈME NERVEUX SENSORIEL ?

Ce système permet à l'organisme de **capter de multiple stimuli internes et externes** essentiels pour sa survie et adaptation a son milieu. Ainsi, le système sensoriel peut être considéré comme **une partie du système nerveux**, responsable de la sensation et formé par les **récepteurs sensoriels** [ex. : œil, langue, nez,...], les **voies nerveuses**, et les **centres sensoriels du cerveau**, responsables du traitement de l'information reçue.

Les **récepteurs sensoriels** sont formés par des cellules nerveuses modifiées et spécialisées pour **capter des stimuli**, les **transformer en impulsions nerveuses** et les **transmettre** jusqu'aux zones sensorielles du cerveau ou de la moelle épinière. Chaque récepteur est spécialisé en **capter un type de stimulus** [ex. : mouvement, température, pression, lumière, magnétisme, gravité, goût, odeurs,...], pouvant se regrouper en organes sensoriels [ex. : œil]. Un même stimulus peut être capté par différents systèmes sensoriels [ex. : la radiation du Soleil].

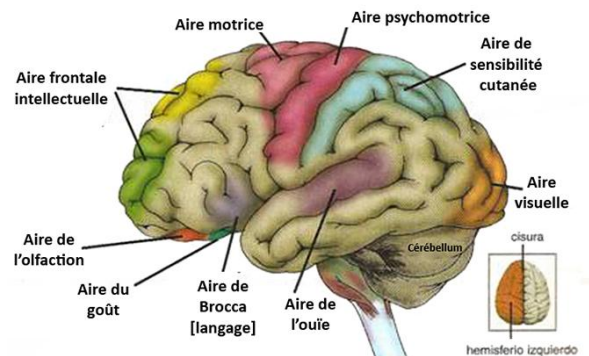
Les récepteurs sensoriels humains peuvent être classés selon la localisation de stimulus capté comme **récepteurs externes** (ex.: photorécepteurs, thermorécepteur,...) et comme **récepteurs internes** (ex. : nocicepteurs, récepteurs musculaires,..). Aussi, les récepteurs sensoriels humains peuvent être classés selon le type de stimulus capté comme **chimiorécepteurs**, **physiorécepteurs** (ex. : mécanorécepteurs, photorécepteurs et thermorécepteurs) et **propriocepteur** (ex. : nocicepteurs,..). Ainsi, les systèmes sensoriels se divisent en **systèmes de sensibilité spécifique** [ex. : la vision, l'odorat, le goût, l'ouïe et le toucher] et en **systèmes de sensibilité générale** [ou somesthésie].



Modalité sensorielle	Stimulus	Organes	Récepteurs
Vision	Lumière	Œil/ rétine	Photorécepteurs
Audition	Vibrations sonores	Oreille / Cochlée	Mécanorécepteurs
Equilibre	Mouvement / Gravité	Oreille / Canaux semi-circulaires	Mécanorécepteurs
Somesthésie	Mécaniques	Derme, hypoderme et muscles	Mécanorécepteurs
Olfaction / Odorat	Chimiques	Cavités nasales	Chimiorécepteurs
Gustation / Gout	Chimiques	Papille gustative	Chimiorécepteurs
Tension / Inflammation	Mécaniques	Propriocepteurs	Mécanorécepteurs
Homéostasie chimique	Chimiques	Propriocepteurs	Chimiorécepteurs

Les systèmes sensoriels peuvent fournir information sur la **sensibilité spécifique** [ex. : la vision, l'odorat, le goût, l'ouïe et le toucher] et sur la **sensibilité générale** [ou somesthésie]

- Le sens de la **vue** [ou **vision**] dépend des **yeux** qui captent les signaux [ou stimuli] lumineux, les transforment en des signaux nerveux et les acheminent vers les aires cérébrales responsables d'intégrer ces signaux en perceptions visibles [ex. : images]. Les récepteurs photosensibles transforment les signaux en des **impulses nerveux** qui vont être conduit grâce aux fibres du **nerf optique** jusqu'à l'**aire de la vision** localisé dans le cortex cérébral. Dans cette zone sont **intégrés** tous les signaux et générés les sensations visuelles. La perception visuelle est limitée aux longueurs d'ondes visibles [400-700 nm] et les images persistent 1/20^{ème} de seconde.
- Le sens de l'**ouïe** [ou **audition**] et de l'**équilibre** dépend de l'oreille.
 - Pour l'**ouïe** [ou audition], le **pavillon** de l'oreille achemine les vibrations de l'air vers le **tympan** qui vibre et transmet cette vibration a la chaine de petits os [**marteau, enclume, étrier, lenticulaire**] de l'oreille moyenne. Des récepteurs **mécano-sensibles** transforment ces signaux en des **impulses nerveux** qui vont être conduit grâce aux fibres du **nerf auditif** jusqu'à l'**aire de l'audition** localisé dans le cortex du cerveau. L'oreille humaine ne capte les signaux sonores que dans une gamme de 20 à 20 000 hertz en moyenne.
 - Le sens de l'**équilibre**, dépend des **canaux semi-circulaires** qui se trouvent à l'intérieur de l'oreille interne, formés par des tubules semi-circulaires orientés de manière tridimensionnelle, remplies d'un liquide gélatineux avec des **otolithes** et des milliers de **mécanorécepteurs** tapissant les parois des canaux. Les **mécanorécepteurs** transforment ces signaux en des **impulses nerveux** qui vont être conduit grâce aux **fibres nerveuses** jusqu'à **cerveau et au cervelet**, permettant une correcte coordination neuromusculaire.
- La **somesthésie** désigne l'ensemble de sensations qui proviennent de plusieurs régions du corps [ex. : peau, tendons, articulations, viscères] et s'intègrent pour fournir la sensibilité corporelle, que se subdivise en **sensibilité cutanée** [ou **toucher**] et en **sensibilité interne** [ou **proprioception**].
 - Le sens du **toucher** a son siège dans la peau qui est le plus grand organe du corps humain, avec différents couches [épiderme, derme et hypoderme]. Dans la partie dermique se trouvent les récepteurs qui transforment les stimuli en des **impulses nerveux** qui vont être acheminés jusqu'à l'**encéphale**, où ils seront **intégrés**. Ainsi le cerveau peut générer les sensations tactiles.
 - Le sens de **proprioception** a son siège dans l'intérieur de l'organisme et se produit grâce à de nombreux récepteurs sensitifs éparpillés dans les différents tissus et organes [ex. : muscles, tendons, cartilages, viscères,...]. Ces récepteurs vont capter différents stimuli [ex. : tension des muscles, inflammation des viscères, température du corps, ...] et les transformer en **impulses nerveux**. Ces signaux qui vont être acheminés jusqu'à l'**encéphale**, où ils seront **intégrés**. Ainsi le cerveau génère les sensations corporelles.
- L'**olfaction** [ou odorat] est le sens qui permet d'analyser les substances chimiques volatiles [odeurs] présentes dans l'air. Ce sens se localise à l'intérieur de la cavité nasale et il est assuré par une **muqueuse olfactive** qui recouvre environ 10 cm² de la surface de la **muqueuse nasale** [ou pituitaire]. Quand les molécules odorantes arrivent par voie directe [flairage] ou par voie rétro-nasale, elles se fixent aux récepteurs, en produisant des **impulses nerveux** qui vont arriver au **bulbe olfactif**. Ces signaux électriques vont être acheminés, grâce aux fibres du **nerf olfactif**, jusqu'à l'**aire de l'olfaction** et du **goût** localisée dans le cortex du cerveau. Dans cette zone sont **intégrés** tous les signaux et générés les sensations odorantes et gustatives.
- Le sens du **goût** est étroitement associé à celui de l'olfaction et il a son siège dans la **langue**. Dans la surface linguale se retrouvent de nombreux **bourgeons gustatifs**. Chaque **bourgeon gustatif** s'ouvre vers l'extérieur par un pore et il compte environ 100 cellules sensorielles entourées par des cellules de soutien. Chaque type de récepteur gustatif est particulièrement sensible à une certaine catégorie de saveurs solubles [ex.: **sucré, salé, acide, amer** et le **glutamate**] et à leur combinaison. Les saveurs vont interagir avec les récepteurs gustatifs et ces récepteurs transforment les stimuli en des **impulses nerveux**. Ces es signaux électriques vont être acheminés, grâce aux fibres des **nerfs**, jusqu'à l'**aire du goût** localisée dans le cerveau où elles seront intégrées et interprétées en termes de **type et intensité de la saveur**.



Tous ces différents récepteurs sensoriels transforment les stimuli en **impulses nerveux** qui vont être conduits grâce aux fibres nerveuses a travers les **nerfs** jusqu'au Système Nerveux Central, où ils seront **intégrés** tous les signaux et générés les **perceptions sensorielles**.



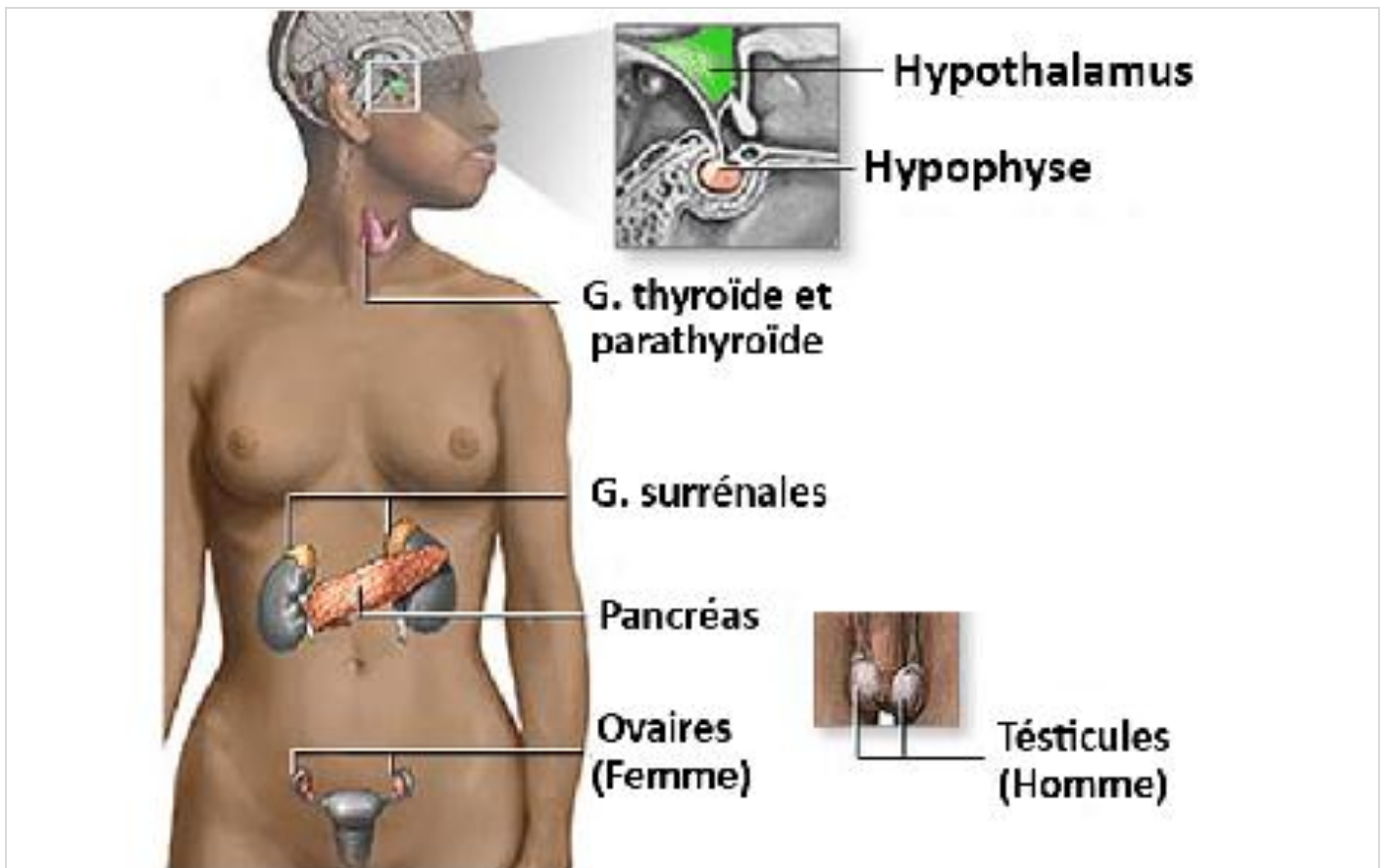
QUELLE EST L'ANATOMO-PHYSIOLOGIE DU SYSTÈME ENDOCRINIEN ?

Le système **endocrinien** [ou hormonal] est un système de coordination formé par l'ensemble des organes et des glandes endocrines [ou de sécrétion interne] distribuées dans le corps. Ces structures versent leurs **produits de sécrétion** dans le milieu interne [ex. : sang, lymphe, milieu intercellulaire,...].

Les glandes endocrines sont formées par des **cellules de type sécréteur** qui synthétisent des **messagers chimiques** [ex. : hormone, neurotransmetteur, phéromone,...] qui vont agir sur des **cellules-cible**. Ces **messagers chimiques** permettent la communication et l'intégration d'activités entre les cellules de l'organisme.

Une hormone est un **messager chimique** produit par le système endocrinien, véhiculé par le sang ou la lymphe et qui agit à distance de son site de production par fixation sur des **récepteurs** spécifiques. Une hormone est capable d'agir à très faible dose et ses réponses sont généralement plus lentes que celles du système nerveux, mais bien plus durables. Leurs **effets sont généralement dose-dépendant** et de **durée contrôlée** car l'effet va varier selon la concentration hormonale, et que cette concentration va varier dans le temps car ces messagers se dégradent.

- Une hormone peut avoir plusieurs cellules cibles différentes. [ex. : testostérone, œstrogènes]
- Une hormone peut avoir des effets différents selon la cellule cible. [ex. : testostérone, adrénaline]
- Une hormone peut avoir des effets différents selon sa concentration [ex. : niveaux d'ocytocine]
- La cellule cible peut réagir différemment selon les circonstances. [ex. : hormone de croissance]
- Le milieu extérieur peut agir sur la production d'hormone. [ex: mélatonine].



Les **glandes du système endocrinien** sécrètent les hormones nécessaires à la régulation et l'homéostasie interne. Pour cela, c'est essentiel un fonctionnement adéquat et un contrôle très fin de l'action hormonal, car à la différence d'autres systèmes organiques, le système endocrinien n'a pas une connexion directe entre ses organes, qui se trouvent éparpillés le long du corps. La connexion et la régulation se réalise à distance.

Un **perturbateur endocrinien** [ou disrupteur endocrinien] est une substance chimique qui altère l'équilibre naturel et le fonctionnement du système endocrinien, en induisant des effets nocifs sur la santé d'un organisme intact et/ou de ses descendants. Ces substances produisent des effets indésirables sur la santé en altérant des fonctions telles que la croissance, le développement, le comportement, la production, l'utilisation et le stockage de l'énergie, l'hémodynamique et la circulation sanguine, la fonction sexuelle et reproductrice [ex. : distilbène chez la femme, DDT, pesticides, colorants,...].

L'équilibre de l'organisme dépend d'une étroite régulation des systèmes de relation, et en particulier d'une exacte coordination entre le système hormonal et le système endocrinien. Pour cela, nous pouvons parler d'un système neuroendocrinien comme base de l'homéostasie interne.

Glande		Hormone	Cible	Fonction
Hypothalamus		Différents facteurs de type activateur, inhibiteur ou modulateur	Hypophyse	Lieu d'intégration entre le système endocrinien et le nerveux, il intègre les informations en provenance du S.N.C. et du S.N.P. Cette glande libère de nombreuses hormones dans l'hypophyse, et elle module la libération d'hormones hypophysaires [ex: libérines]
Hypophyse	(neuro)	Ocytocine Hormone antidiurétique (ADH)	Utérus, seins Reins	Parturition et éjection du lait Équilibre hydrique. Réabsorption de l'eau dans les reins
	(adeno)	PRL (Prolactine) GH (Hormone de croissance) Gonadotropes (FSH et LH)	Glandes mammaires. La plupart des cellules. Ovaires et testicules.	Stimule et maintient la production de lait. Croissance et métabolisme. Stimule la formation et la maturation des gamètes, et la production d'hormones [ex.: Œstrogènes, Progestérone, Testostérone].
		TSH (Thyréostimuline) ACTH (Corticotropine) MSH (hormone mélanotrope)	Glande thyroïde. Corticosurrénale. Cellules de la peau.	Libération d'hormones thyroïdiennes Libération de cortisol Changements de coloration. Comportements
Thyroïde		Triiodothyronine, Thyroxine Calcitonine	La plupart des cellules. Os et reins.	Régulation du métabolisme. Croissance et développement. Récupération du Calcium sanguin.
Parathyroïde		Parathormone	Os et reins.	Régulation de la concentration de Calcium et Phosphore dans le sang.
G. surrénales	Cortex	Glucocorticoïdes (ex. : cortisone) Minéralocorticoïdes	La plupart des cellules. Reins	Augmentation du taux de glucose sanguin. Anti-inflammatoire Équilibre hydro-électrolytique.
	Médulla	Adrénaline / Épinéfrine Noradrénaline / Norépinéfrine	Foie, muscle et tissus adipeux. Muscles des vaisseaux sanguins	Augmentation du glucose sanguin, la fréquence et force cardiaques. Régulation du flux sanguin par vasoconstriction et/ou vasodilatation.
Pancréas		Insuline Glucagon.	Foie, muscle et tissus adipeux. Foie, muscle et tissus adipeux.	Régulation de la Glucose dans le sang. Entrée du glucose Augmentation de la Glucose dans le sang. Mobilise le glucose
	Testicule	Testostérone	Peau, nombreuses cellules	Développement des organes sexuels, développement du cerveau
	Ovaire	Œstrogènes Progestérone	Peau, nombreuses cellules Ovaire, utérus	Développement des organes sexuels, développement du cerveau Régule le cycle ovarien et prépare l'organisme pour la grossesse.

D'autres organes et cellules ont une fonction endocrinienne [ex. : corps pinéal, thymus, rate, cœur, estomac, intestin, foie, rein, placenta, peau, tissu adipeux,...].

- Le **corps pinéal** contient des cellules photosensibles et il contrôle le rythme circadien avec la sécrétion de la **mélatonine**.
- Le **thymus** et la **rate** produisent de nombreuses hormones de type **cytokines** [ex. : thymosine] qui sont essentielles pour la maturation des lymphocytes.

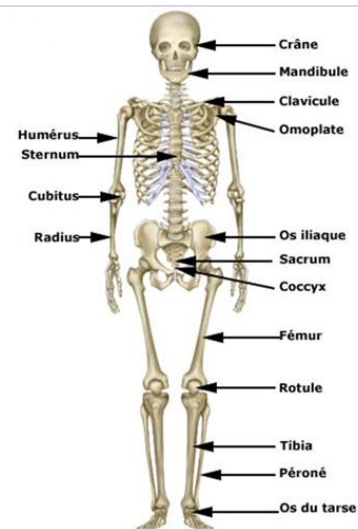
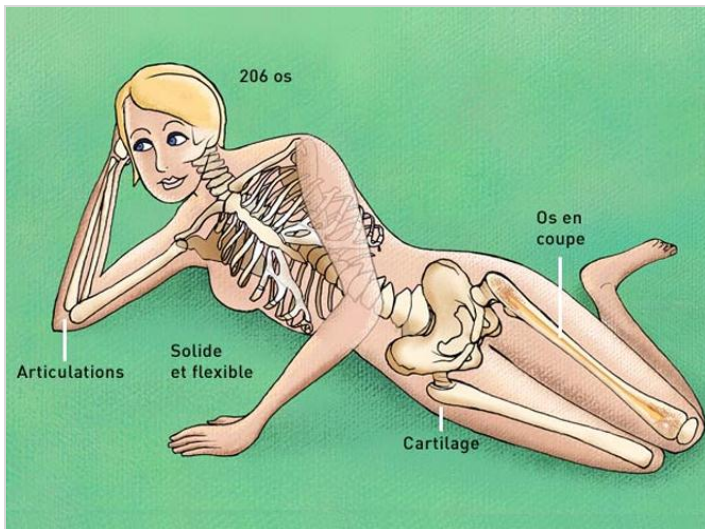
Les glandes endocrines ne produisent pas les hormones de manière continue car le système pourrait se bloquer. Pour la régulation hormonal, il existe un mécanisme qui interrompt la synthèse d'hormone au moment que sa présence ou son action à lieu [**feedback négatif**]



QUELLE EST L'ANATOMO-PHYSIOLOGIE DU SYSTÈME LOCOMOTEUR ?

Le système **locomoteur humain** se compose du **squelette** [ensemble d'os ou système squelettique] et des différents **muscles squelettiques** [ou système musculaire], lui conférant les facultés du **mouvement physique** et des **réponses motrices** coordonnées par le système nerveux. Hormis la locomotion, le squelette procure également un **support et une protection** aux organes internes, ainsi qu'il sert de siège pour la **production des cellules sanguines** [moelle osseuse ou **moelle rouge**] et pour le stockage de **sels minéraux**. L'appareil locomoteur humain est composé d'os attachés aux autres os par des **articulations** et les **ligaments**, et des muscles squelettiques attachés aux os par des **tendons**. Ce système agit comme un **système de leviers** qui permet de mettre en place de multiples mouvements.

• Le **système squelettique** est la partie **passive** formée par les os, les articulations et les ligaments. L'ensemble des os du corps est le **squelette**, divisé en **tête, tronc et extrémités** [ou membres]. Ce système passif est composé d'os, stabilisés par des articulations [ex. : cartilages] et des ligaments. Les os sont des organes dynamiques qui se nourrissent et se restructurent. Ils sont formés principalement de **calcium**, de **phosphore** et de **collagène**. Cette protéine fibreuse apporte de la flexibilité à l'os, essentielle pour résister aux impacts tandis que les sels minéraux lui confèrent de la dureté et de la résistance. Tous les os sont entourés d'une membrane extérieure appelée **périoste**, responsable de la croissance de l'os en grosseur et le lieu où s'insèrent les tendons et les ligaments. Selon leur forme, il y a d'os **courts, longs** et **plats**. Selon leur articulation, nous pouvons distinguer des os **immobiles** [ex. : crâne], des os **semi-articulés** [ex. : vertèbres] et des os **articulés** [ex. : bras]. L'os le plus long est le fémur et les plus petits sont les osselets de l'oreille moyenne. Chez le nouveau-né, le squelette est essentiellement cartilagineux et riche en collagène, un tissu fort et flexible, mais désormais pas suffisamment dur pour résister aux forces, tractions et impacts que doit subir une personne le long de sa vie. A mesure que nous grandissons, ce cartilage va subir une minéralisation intense (ou ossification) et il se transformera en tissu osseux. Chez l'adulte, l'os va être **détruit, construit** et **renouvelé** de manière constante, étant un processus sensible aux altérations [ex. : **ostéoporose**].

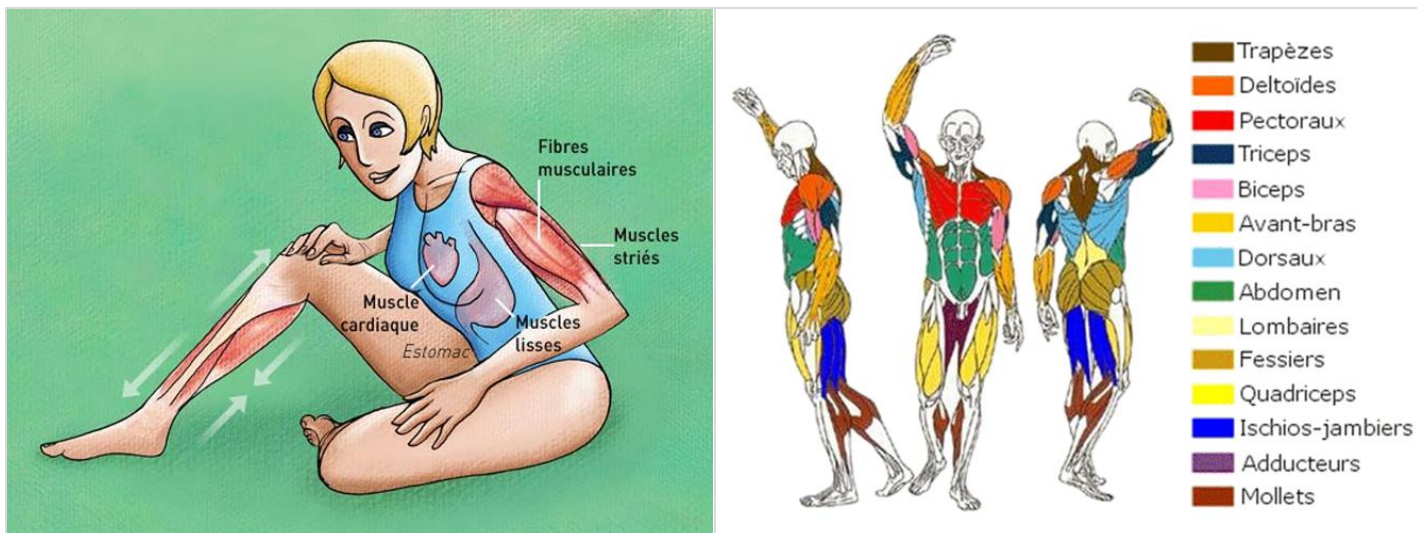


• Le **système musculaire** est la partie **active**, étant formée par les muscles, les tendons et les terminaisons nerveuses. Les muscles sont régulés par le système nerveux à travers les nerfs, étant unis au système squelettique grâce aux tendons. Les **miocytes** des muscles se structurent en **fibres musculaires**. Les muscles squelettiques ont un **contrôle volontaire**. Ils peuvent se contracter et se relaxer, avec des différentes forces et intensités, permettant le mouvement. Le système musculaire compte plus de 500 muscles différents et il représente environ 25% de la masse du corps à la naissance et 40% de cette masse chez l'adulte. Les muscles tirent leur énergie essentiellement des glucides et de lipides. Dans le muscle, on compte plusieurs types de fibre musculaire.

- Les fibres de type blanches, pâles et de gros diamètre, qui sont impliquées dans les efforts rapides et intenses, soit l'entraînement en puissance, en vitesse et en hypertrophie
- Les fibres de contraction lentes, fines et rouges, qui sont surtout utilisées dans les efforts musculaires plus lents, de longue durée et d'intensité relativement faible pour les entraînements en endurance.
- Les fibres intermédiaires qui sont de contraction rapide et non-fatigable.

Ainsi, les fibres musculaires s'adaptent aux différents types de contraction afin d'apporter les adaptations nécessaires au système musculaire.

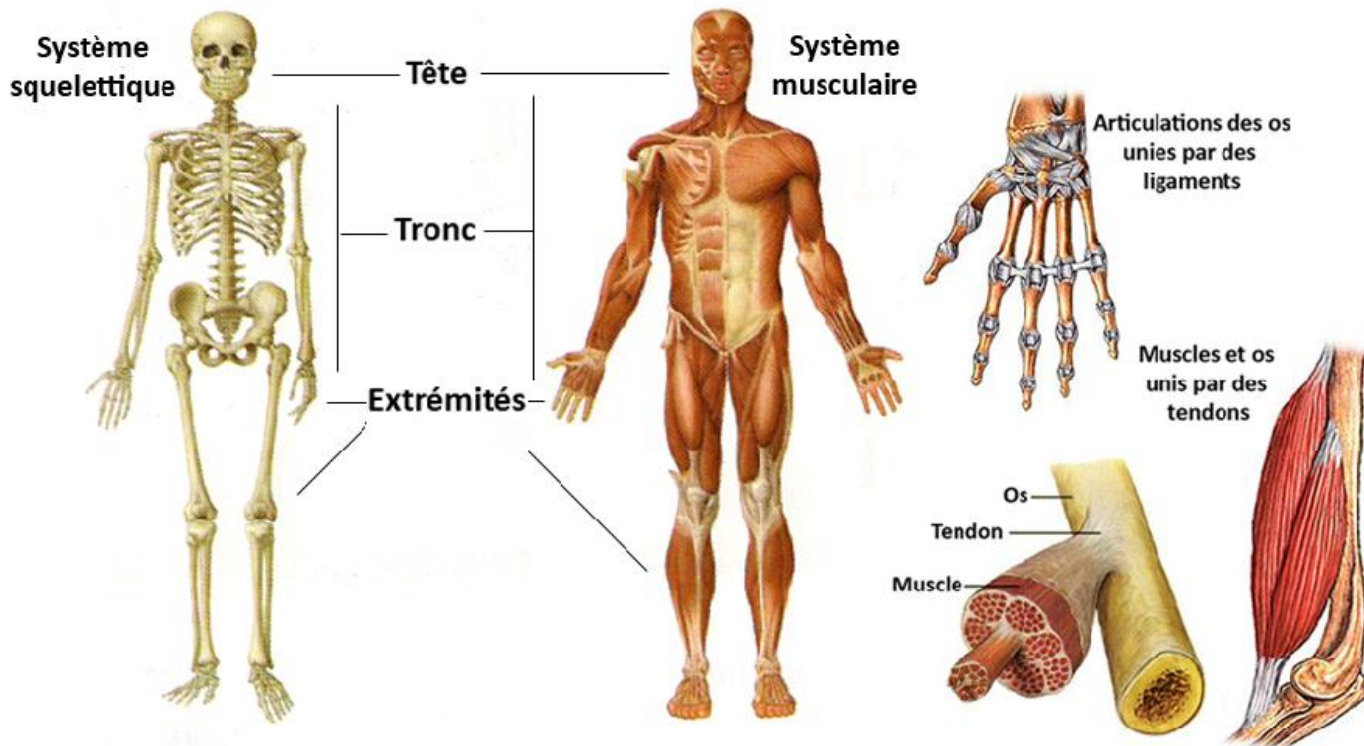
Du point de vue de la forme nous pouvons distinguer des muscles **annulaires**, **fusiformes**, **orbiculaires** et **plats**. Du point de vue fonctionnel nous pouvons essentiellement distinguer des muscles **flexeurs**, **extenseurs**, **adducteurs**, **abducteurs**, **pronateurs**, etc...



Le muscle utilise beaucoup de dioxygène pour assimiler les nutriments et leur extraire l'énergie par oxydation. Ce métabolisme produit des déchets (ex. : le CO₂, l'urée, l'acide lactique...). Si le muscle est peu entraîné ou il est soumis un sur-effort, il y a une surproduction d'acide lactique et une chute de glucose et de sels minéraux, entraînant les crampes musculaires. Ces cristaux d'acide lactique sont généralement éliminés au cours du temps.

Le système locomoteur va être formé aussi par les **tendons** et les **ligaments** qui vont donner stabilité au système et permettre la transmission de la force entre ses éléments.

- Les **tendons** forment la liaison entre le muscle et l'os. Ils sont composés de fibres conjonctives collagènes, légèrement ondulées permettent ainsi amortissement du transfert de force à l'os.
- Les **ligaments** permettent la liaison d'os à os. Ils sont formés de tissus conjonctifs, ce qui aide à stabiliser l'articulation, mais les rendent peu élastiques, ce qui veut dire qu'ils s'amollissent ou se déchirent lorsqu'ils sont soumis à une surextension. Les articulations sont sécurisées par des ligaments et des cartilages de frottement.



Toutes les **informations proprioceptives** issues des muscles et des articulations servent à déterminer la position du corps et des membres, et le mouvement à effectuer. Lors de l'acte moteur, le mouvement est programmé, tandis que la posture du corps est ajustée afin de maintenir l'équilibre et développer les mouvements. Enfin, le système endocrinien va sans cesse ajuster les niveaux d'hormones pour fournir aux muscles et au cerveau les sources énergétiques nécessaires pour les mouvements.