

1 La communication au sein du corps humain

Deux grands systèmes permettent d'effectuer une communication au sein des animaux supérieurs. D'une part, le **système hormonal** permet une communication globale avec l'ensemble des cellules du corps, mais elle est cependant relativement lente (de l'ordre de la minute). D'autre part, le **système nerveux** permet une communication ciblée et rapide (de l'ordre du dixième de seconde).

1.1 Communication hormonale

Le communication hormonale se fait par l'émission de molécules précises, porteuse d'un message précis, par une glande endocrine. Cette molécule appelée hormone se répand dans l'organisme à travers le système sanguin. Des cellules cibles réagiront et modifieront leur métabolisme par la présence de ces hormones.

1.2 Communication nerveuse

Dans la communication nerveuse, la transmission de l'information se fait à travers la transmission d'un influx nerveux à travers une succession de neurones connectés. Les neurones sont les cellules fonctionnelles du système nerveux. Ils sont composés d'un corps cellulaire et d'une longue digitation appelé axone. Ce sont les cellules les plus longues du corps humain (jusque un mètre). Le système nerveux est le seul système où on ne parlera pas d'organe, mais de structure. En effet, un organe est constitué de cellules. Or, les neurones, vu leur longueur peuvent être présents dans plusieurs de ces structures.

1.3 Comparaison des deux modes de communications

Qualité	Communication hormonale	Communication nerveuse
Rapidité	faible	rapide
Inertie	importante	nulle
Localité/Globalité	Global	Local

2 Anatomie du système nerveux

Le système nerveux est composé de deux grands systèmes : le système central et le système périphérique. Le système central permet l'intégration, c-à-d que, face à une information sensitive transmises par le système périphérique, le système central produira une réponse motrice adaptée à destination du système périphérique moteur.

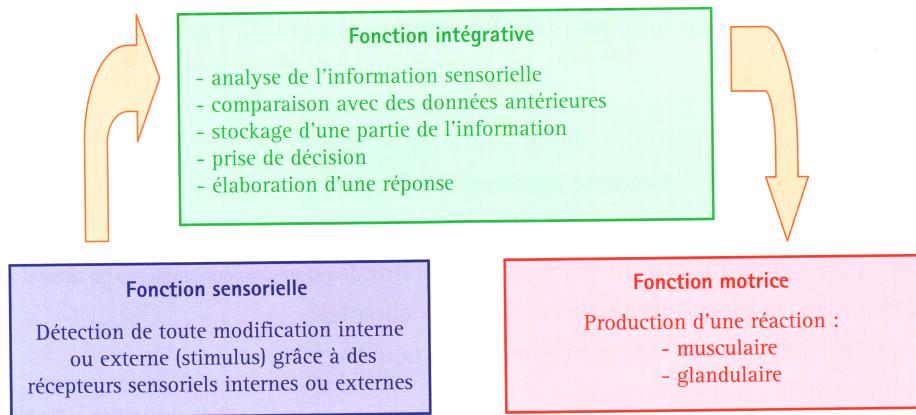


FIGURE 1 – Processus général du système nerveux.

2.1 Système nerveux central

Le système nerveux central est constitué :

- des hémisphères cérébraux
- du système limbique
- du cervelet
- du tronc cérébral
- de la moelle épinière

Dans les hémisphères cérébraux, les corps cellulaires (la substance grise) se répartissent en périphérie tandis que les axones (la substance blanche) se répartissent en zone centrale. Dans la moelle épinière, les corps cellulaires (la substance grise) se répartissent en zone centrale, tandis que la substance blanche (les axones) sont périphériques.

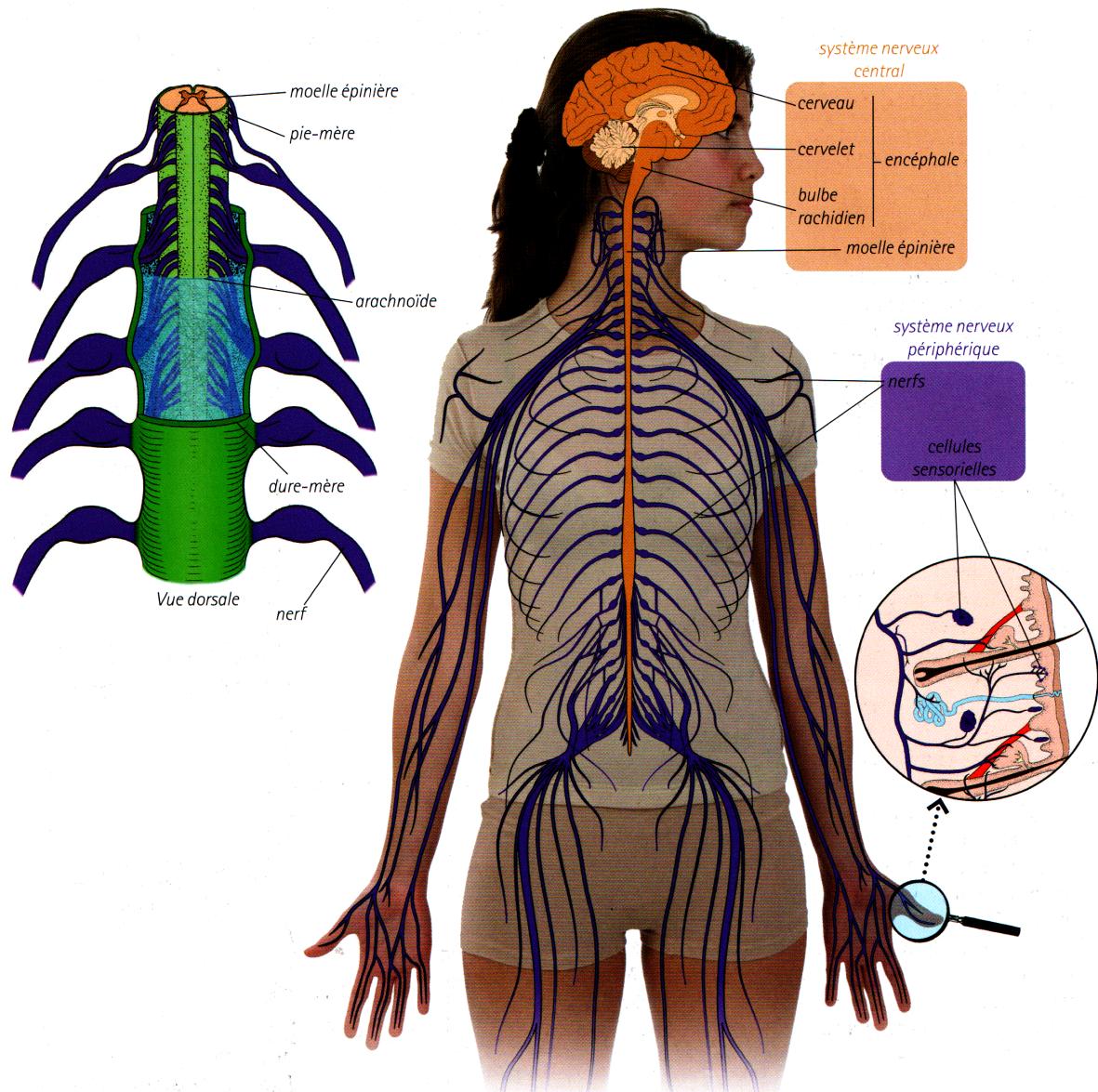


FIGURE 2 – Anatomie générale du système nerveux.

2.1.1 Hémisphères cérébraux

Les hémisphères cérébraux sont composés de plusieurs lobes :

- les lobes frontaux ;
- les lobes pariétaux ;
- les lobes temporaux ;
- les lobes occipitaux.

L'hémisphère droit contrôle la partie gauche du corps. L'hémisphère gauche contrôle la partie droite du corps. **Les connexions sont croisées.**

Les invaginations de la surface des hémisphères, appelées circonvolutions, permettent d'augmenter la surface cérébrale, et donc la densité des connexions.

Chaque lobe a des aires bien définies dédiées à des activités précises. Pour chaque sens, on distingue des **aires sensitives primaires** (les données brutes) et des **aires sensitives d'association** (traitement et décodage des informations). A la jonction entre le lobe frontal et le lobe pariétal, se trouve :

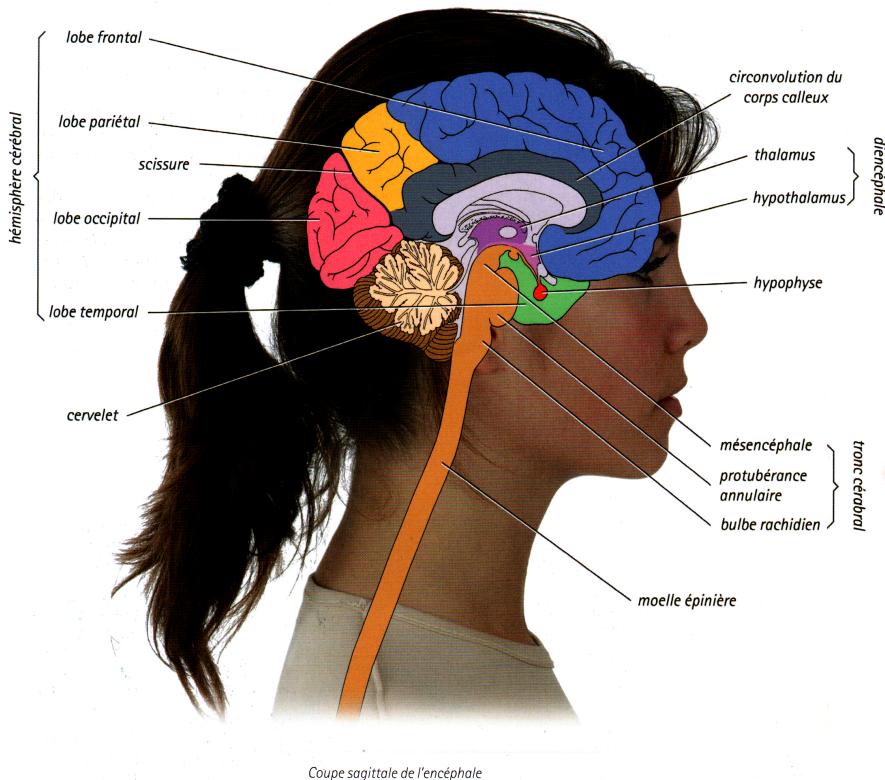


FIGURE 3 – Le système nerveux central.



FIGURE 4 – Les aires cérébrales.

- sur le lobe frontal, l'aire motrice primaire des muscles ;
- en vis-à-vis, sur le lobe pariétal, l'aire sensitive somatique primaire relative au toucher.

L'aire de Broca présente uniquement sur le lobe frontal gauche traduit la pensée en parole. C'est la zone motrice du langage. L'aire de Wernicke présente uniquement sur le lobe temporal gauche traduit la parole en pensée (la compréhension du langage). C'est la zone sensitive du langage.

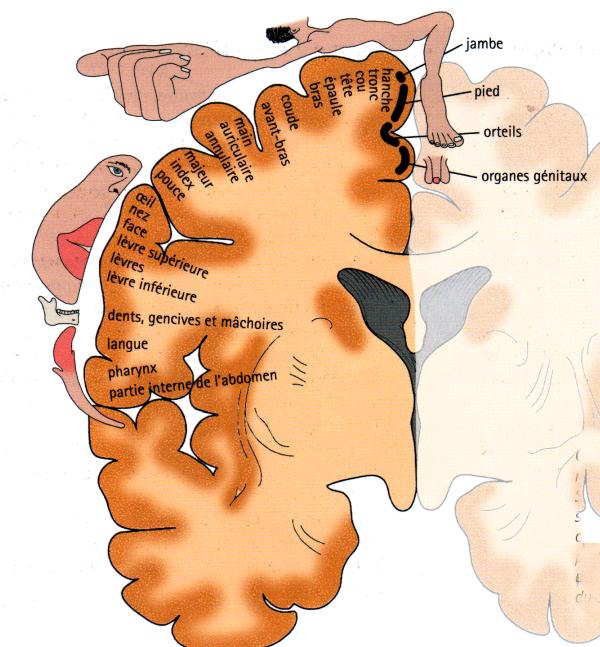


FIGURE 5 – Aires sensitives.

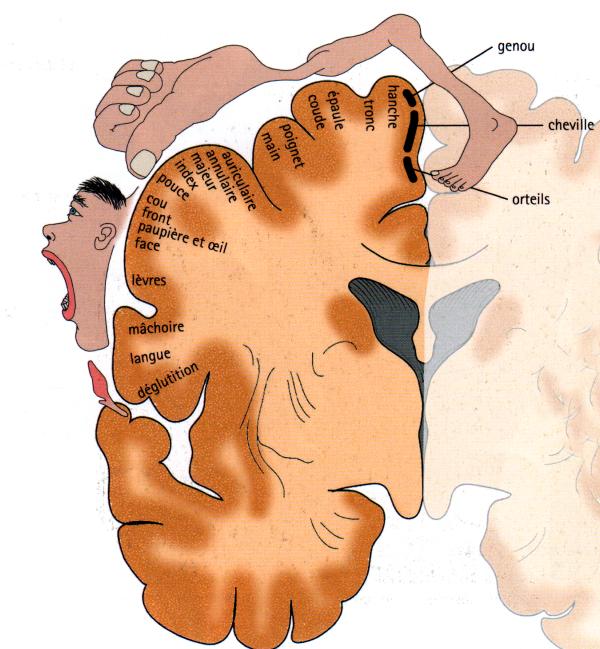


FIGURE 6 – Aires motrices.

2.1.2 Système limbique

Le système limbique est composé du thalamus et de l'hypothalamus. L'hypothalamus est un centre important du contrôle hormonal. Le système limbique est le siège des **émotions** tels que la peur, l'attachement ou la joie.

2.1.3 Cervelet

Le cervelet est une structure nerveuse à l'arrière du tronc cérébral responsable de la **coordination motrice**.

2.1.4 Tronc cérébral

Le tronc cérébral est une structure nerveuse intermédiaire entre la moelle épinière et le système limbique. Un élément de ce tronc cérébral est le bulbe rachidien qui se trouve en partie inférieure. Le bulbe rachidien **contrôle des processus physiologiques** automatiques tels que le rythme cardiaque, la pression artérielle, la respiration et joue un rôle dans la thermorégulation.

2.1.5 Moelle épinière

La moelle épinière est l'axe dorsal sur lequel le système périphérique viendra se connecter. La moelle épinière est responsable d'**actions purement réflexes** comme le réflexe rotulien.

2.2 Système nerveux périphérique

Le système nerveux périphériques est constitués d'un ensemble de neurones dont les axones sont regroupés en nerfs. La couleur blanche des nerfs est due à la grande quantité de myéline.

2.2.1 Nerfs moteurs

Les nerfs moteurs sont un rassemblement d'axones de neurones qui activent les muscles. On distingue :

- les muscles rouges (très vascularisés), striés (dense), squelettiques et volontaires sont puissants, mais peu endurant ;
- et les muscles blancs, lisses et involontaires (système digestifs, muscle horripilateur du poil) sont peu puissants, mais très endurant ;
- Le muscle cardiaque est rouge, striés, involontaire, et à la fois puissant et endurant.

2.2.2 Nerfs sensitifs

Les nerfs sensitifs sont un rassemblement d'axones de neurones qui renvoient les informations au système central, comme les nerfs optiques et auditifs.

2.2.3 Nerfs mixtes

Certains nerfs somatiques contiennent à la fois des axones sensitifs (toucher) et moteurs (musculaires).

2.3 Méninges et liquide céphalo-rachidien

Les méninges sont des membranes de protection du système nerveux central.

On distingue de l'extérieur vers l'intérieur :

- la dure-mère ;
- l'arachnoïde ;
- la pie-mère.

L'espace péridural est l'espace entre l'os (crâne ou vertèbre) et la dure-mère¹. Les méninges délimitent un espace qui est baigné par le liquide céphalo-rachidien qui est donc en contact direct avec les structures nerveuses du système nerveux central.

1. C'est dans cet espace que se fera l'injection d'une substance anesthésique produisant un arrêt des fonctions sensorielles dans le cas d'un accouchement.

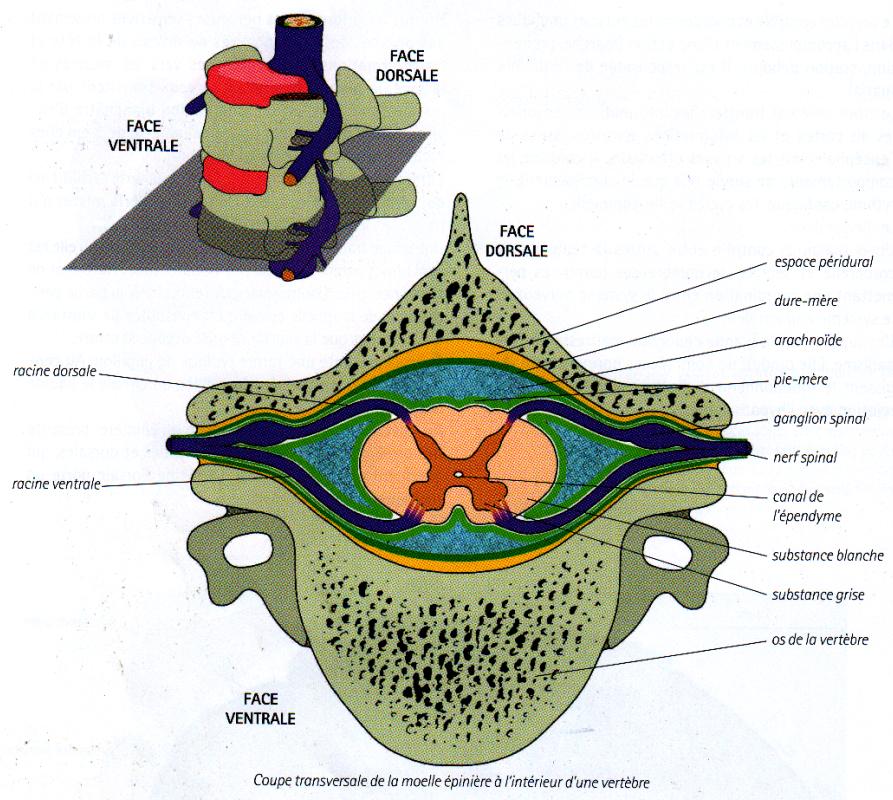


FIGURE 7 – Structure de la moelle épinière.

2.4 Substance blanche et substance grise

Lors d'une coupe dans le système nerveux, on peut distinguer deux zones bien distinctes. Les zones claires sont appelées « substance blanche », les zones plus foncées sont appelées « substance grise ».

On verra par la suite dans la structure du neurone que la substance blanche est une zone riche en axones, tandis que la substance grise est le lieu des corps cellulaires et des boutons synaptiques.

2.4.1 Dans les hémisphères cérébraux

Dans les hémisphères cérébraux, la substance grise est périphérique, tandis que la substance blanche est interne.

2.4.2 Dans la moelle épinière

Dans la moelle épinière, la substance blanche est périphérique, tandis que la substance grise est interne.

3 Système volontaire et involontaire

3.1 Système périphérique volontaire

Le système périphérique volontaires est constitués de l'ensemble des nerfs moteurs ou mixtes activant les muscles squelettiques.

3.2 Système périphérique involontaire

Le système périphérique involontaire est constitués de l'ensemble des nerfs moteurs ou mixtes activant les muscles du système digestif ou les autres muscles involontaires (muscles horripilateurs des poils, sphincter du système sanguin ou de l'excrétion).

On distingue le système sympathique et le système parasympathique.

3.2.1 Système sympathique

Le système sympathique est le **système de l'activité, du stress**. Son activation a pour conséquence une attention soutenue, une mise à disposition d'énergie.

3.2.2 Système parasympathique

Le système parasympathique est le **système du repos, de la détente**. Son activation a pour conséquence une somnolence, une mise en réserve d'énergie.

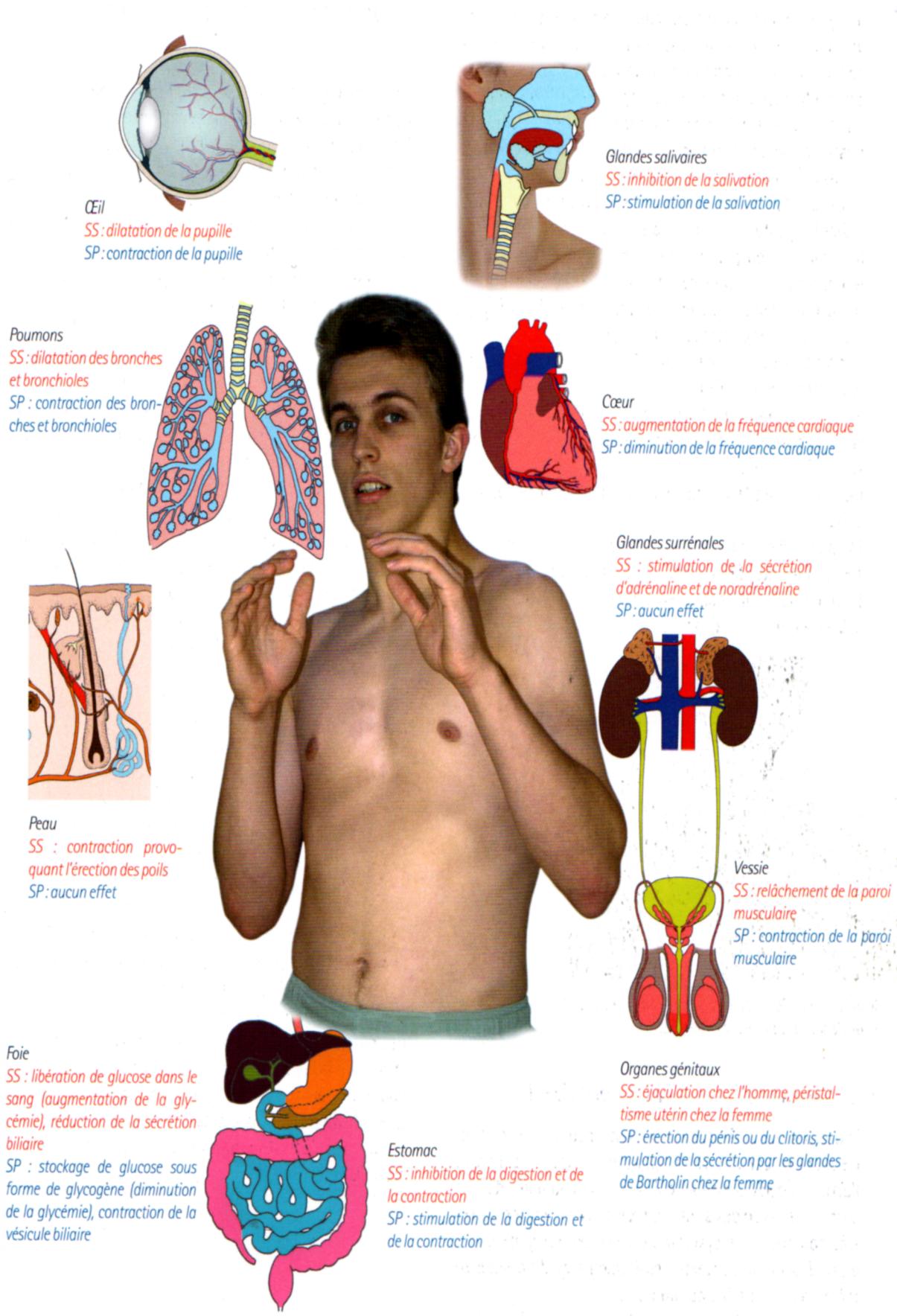


FIGURE 8 – Système nerveux sympathique et parasympathique.

4 Les cellules nerveuses

4.1 Les cellules gliales

Les cellules gliales sont les cellules qui entourent et protègent les neurones. On distingue :

- les cellules de Schwann qui produisent la myéline (graissé isolante au niveau des charges électriques) autour des axones du système périphérique ;
- les astrocytes qui protègent mécaniquement les neurones, en servant d' « amortisseurs » et jouent un rôle dans leur nutrition ;
- les épendymocytes sont les cellules qui produisent le liquide céphalo-rachidien (liquide dans lequel baigne le système nerveux) ;
- les microgliocytes sont des cellules immunitaires spécialement dédiés au système nerveux.

4.2 Le neurone

4.2.1 Anatomie du neurone

Le neurone est composé de trois parties :

- le corps cellulaire contient le noyau et la majorité des organites ; il se digitise en dendrites qui se connectent aux neurones précédents ;
- l'axone est un long axe cellulaire pouvant dépasser le mètre chez l'être humain ; il est entouré de myéline ;
- le ou les boutons synaptiques est (sont) la partie terminale qui se connecte au neurone suivant.

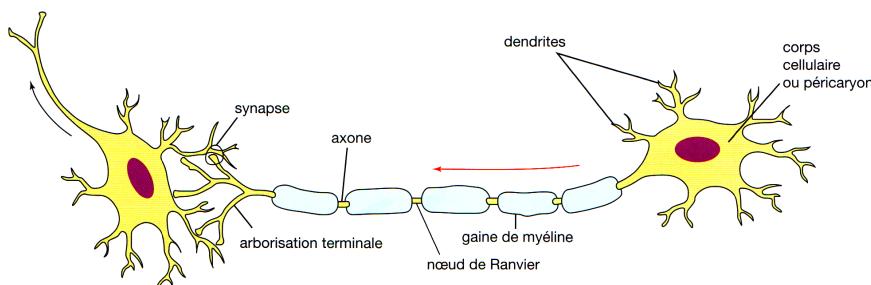


FIGURE 9 – Le neurone.

4.2.2 Potentiel d'action

Le potentiel d'action ou influx nerveux est le processus physico-biologique permettant la transmission de l'information au sein du neurone. Il se décompose en plusieurs étapes.

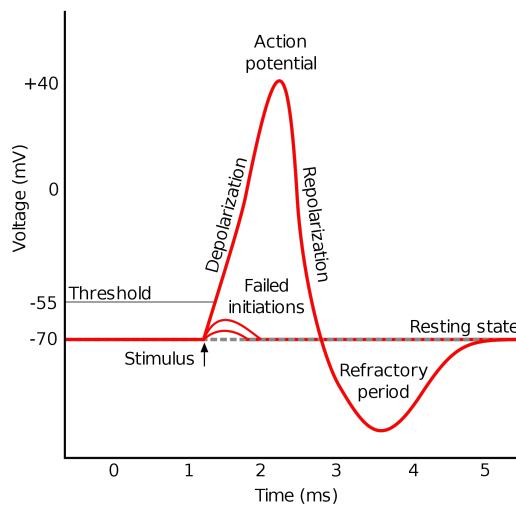


FIGURE 10 – Le potentiel d'action.

1. La zone du neurone est **au repos**. Il y a plus de charges positives (Na^+) à l'extérieur qu'à l'intérieur. La majorité des charges positives internes sont du potassium K^+ . La différence de potentiel entre l'intérieur et l'extérieur de la cellule est -70 mV.
2. Du fait, d'un différentiel de potentiel de la zone contiguë, des canaux à sodium (Na^+) sous forme de protéine de surface à transport passif s'ouvrent produisant l'entrée massive d'ions Na^+ à l'intérieur de la cellule. La différence de potentiel entre l'intérieur et l'extérieur de la cellule passe à $+40$ mV. C'est la **dépolarisation**.
3. Des canaux à potassium (K^+) sous forme de protéine de surface à transport passif s'ouvre pour compenser le différentiel de charge. La différence de potentiel rechute en-dessous des -70 mV. C'est la **repolarisation**.
4. Des pompes Na^+/K^+ à transport actif se mettent en marche et échangent 3 Na^+ contre 2 K^+ . Ces pompes consomment de l'énergie. Durant ce temps, la zone n'est pas activable. On parle de **période réfractaire**.

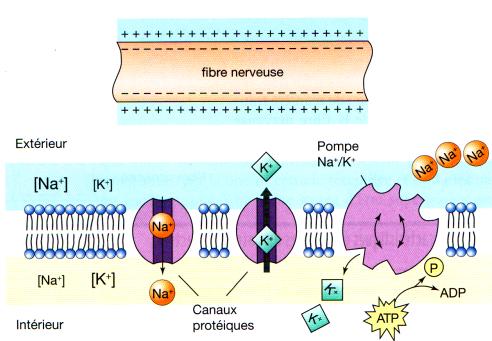


FIGURE 11 – Le potentiel d'action (processus cellulaire).

4.2.3 Synapse

Arrivé sur la partie terminale du neurone, le bouton synaptique, l'influx nerveux doit se propager au neurone suivant. Le schéma ci-dessous synthétise ce processus.

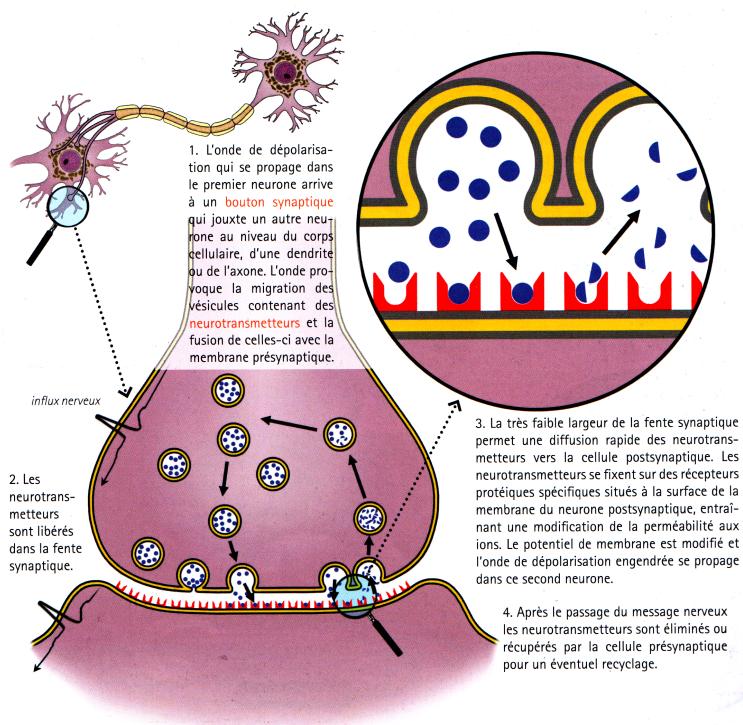


FIGURE 12 – La synapse.

On peut synthétiser le processus synaptique en étapes :

- l'onde de **dépolarisation** arrive au bout du bouton synaptique en ouvrant des canaux à Ca^{++} ;
- cette différence de tension provoque la migration et l'**exocytose** de vacuoles contenant les **neurotransmetteurs** dans la fente synaptique ;
- les neurotransmetteurs **se lient à des protéines membranaire** du neurone suivant suivant un processus « clef/serrure » ;
- suivant le type de neurotransmetteur et le nombre d'activation de protéine membranaire (« micro-intégration »), l'**ouverture de canaux sodiques** produira une nouvelle onde de dépolarisation ;
- les **neurotransmetteurs** seront ensuite libérés de la protéine membranaire et **réabsorbés par endocytose** dans le neurone présynaptique.

4.2.4 Les neurotransmetteurs

Selon le type de neurone, de multiples neurotransmetteurs peuvent agir. Il en existe plusieurs centaines. Le tableau ci-dessous reprend les plus courants.

Neurotransmetteur	Lieux de libération	Rôles
Acétylcholine	Jonctions neuromusculaires	Contraction des muscles
Adrénaline	Bulbe rachidien	Augmentation du rythme cardiaque et de la tension artérielle
Noradrénaline	Système sympathique	Vasoconstrictions, augmentation de l'attention, sensation de bien-être
Dopamine	Encéphales	Contrôle de la motricité, bien-être
Sérotonine	Tronc cérébral, Système limbique	Sommeil, régulation de l'humeur, thermorégulation
Endorphines	Encéphales, moelle épinière	Inhibition de la douleur, détente

FIGURE 13 – Quelques neurotransmetteurs et leurs rôles.

Les neurotransmetteurs ont un rôle important en médecine, par exemple, par leur utilisation en anesthésie.

L'effet des drogues est souvent lié aux neurotransmetteurs :

- soit comme substance structurellement proche des neurotransmetteurs (effet de substitution), comme la morphine (substitut d'endorphine) ;
- soit comme substance antagoniste au neurotransmetteur (en empêchant sa recapture, par exemple), comme l'éthanol ou la cocaïne.

5 Évolution du système nerveux chez les vertébrés

On peut remarquer lors de l'évolution du système nerveux chez les vertébrés, une diminution relative du tronc cérébral (mésencéphale) au profit des hémisphères cérébraux (télencéphale). Les circonvolutions ne sont présentent que chez les mammifères.

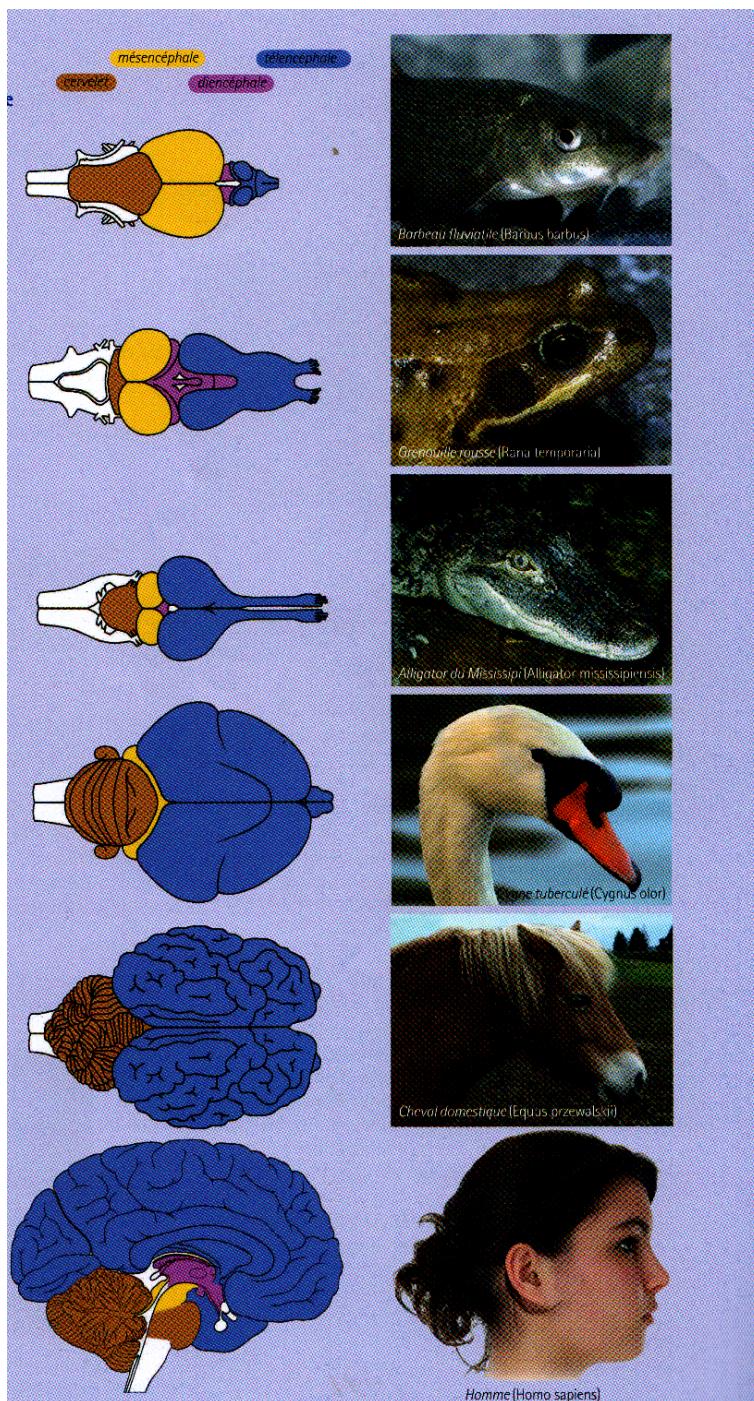


FIGURE 14 – Évolution du système nerveux chez les vertébrés.

6 Processus d'une réaction nerveuse

6.1 Réaction réflexe de la moelle épinière réflexe de la rotule

Le réflexe rotulien consiste en la contraction du genou lors d'un choc au niveau de la rotule. C'est un processus neurologique très simple puisque l'influx nerveux ne remonte que jusque la moelle épinière.

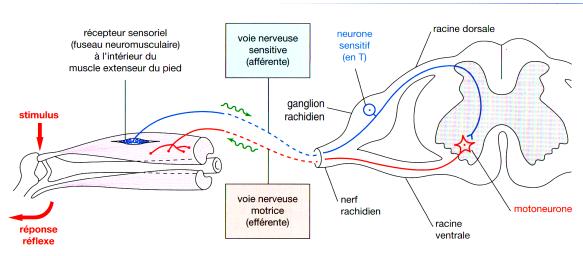


FIGURE 15 – Le réflexe rotulien.

6.2 Réaction involontaire : augmentation du rythme cardiaque

L'augmentation du rythme cardiaque est contrôlé par le bulbe rachidien. Une activité physique produira une activation des nerfs sensitifs entourant ce muscle. Le bulbe rachidien réagira en activant le système sympathique qui augmentera le rythme cardiaque et la tension artérielle. Le bulbe rachidien recevra confirmation du changement de rythme cardiaque à travers les neurones sensitifs entourant le cœur.

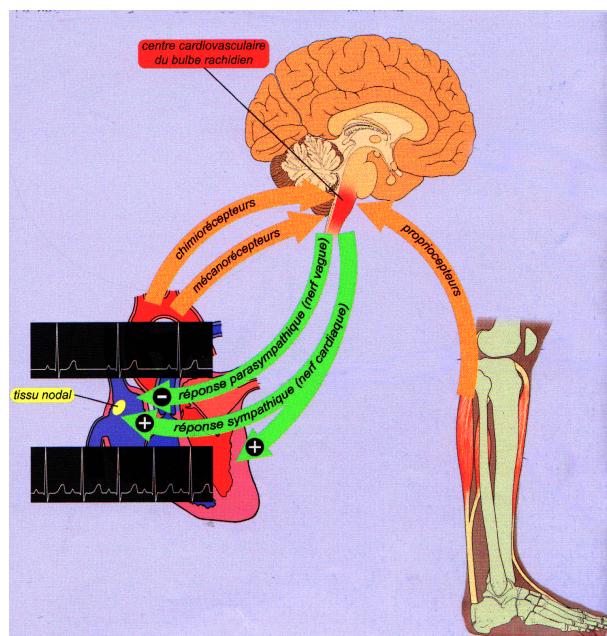


FIGURE 16 – Le contrôle du rythme cardiaque.

6.3 Réaction volontaire : attraper un ballon

Lorsqu'une personne tente d'attraper un ballon, l'information arrive dans ses aires visuelles, d'abord l'aire visuelle primaire, ensuite dans l'aire d'association visuelle. Le cortex frontal prend alors une décision (on l'attrape ou pas ?). Si la décision est prise, en coordination avec le cervelet et les aires d'association motrices, les aires motrices primaires seront activées.

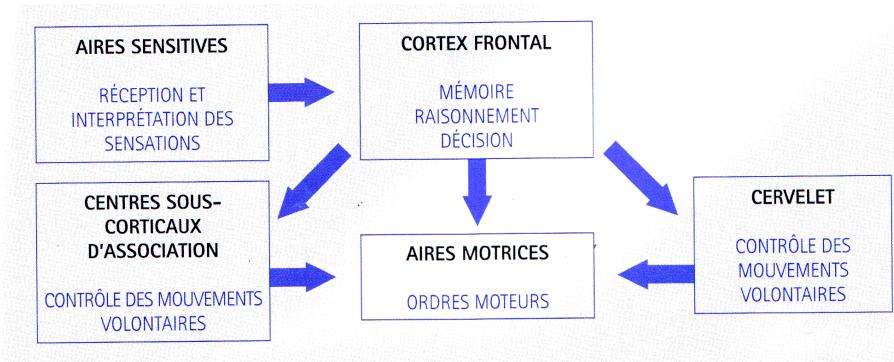


FIGURE 17 – Le processus de la prise d'un ballon.

Table des matières

1 La communication au sein du corps humain	1
1.1 Communication hormonale	1
1.2 Communication nerveuse	1
1.3 Comparaison des deux modes de communications	1
2 Anatomie du système nerveux	2
2.1 Système nerveux central	2
2.1.1 Hémisphères cérébraux	3
2.1.2 Système limbique	6
2.1.3 Cervelet	6
2.1.4 Tronc cérébral	6
2.1.5 Moelle épinière	6
2.2 Système nerveux périphérique	7
2.2.1 Nerfs moteurs	7
2.2.2 Nerfs sensitifs	7
2.2.3 Nerfs mixtes	7
2.3 Méninges et liquide céphalo-rachidien	7
2.4 Substance blanche et substance grise	8
2.4.1 Dans les hémisphères cérébraux	8
2.4.2 Dans la moelle épinière	8
3 Système volontaire et involontaire	9
3.1 Système périphérique volontaire	9
3.2 Système périphérique involontaire	9
3.2.1 Système sympathique	9
3.2.2 Système parasympathique	9
4 Les cellules nerveuses	11
4.1 Les cellules gliales	11
4.2 Le neurone	11
4.2.1 Anatomie du neurone	11
4.2.2 Potentiel d'action	12
4.2.3 Synapse	13
4.2.4 Les neurotransmetteurs	14
5 Évolution du système nerveux chez les vertébrés	15
6 Processus d'une réaction nerveuse	16
6.1 Réaction réflexe de la moelle épinière réflexe de la rotule	16
6.2 Réaction involontaire : augmentation du rythme cardiaque	16
6.3 Réaction volontaire : attraper un ballon	17